



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA  
VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA**

**Abnner Evilio Salguero Morales**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA  
VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ABNNER EVILIO SALGUERO MORALES**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Alejandro Castañon López
EXAMINADOR	Ing. Jeovany Rudaman Miranda Castañon
EXAMINADOR	Ing. Victor Manuel López Juárez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha, 26 de abril de 2016.

**Abnner Avilio Salguero Morales**

Universidad de San Carlos de  
Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Unidad de EPS

Guatemala, 04 de febrero de 2019  
REF.EPS.DOC.427.11.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Abner Evilio Salguero Morales, CUI 1895 04153 2201 y Registro Académico 200843457** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
MAAO/ra



Guatemala, 21 de noviembre de 2019  
REF.EPS.D.427.11.2019

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Abnner Evilio Salguero Morales, CUI 1895 04153 2201 y Registro Académico 200843457**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández  
Director Unidad de EPS

OAH/ra





Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,  
20 de noviembre de 2019

Ingeniero  
Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Abnner Evilio Salguero Morales con CUI 1895041532201 Registro Académico No. 200843457, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.



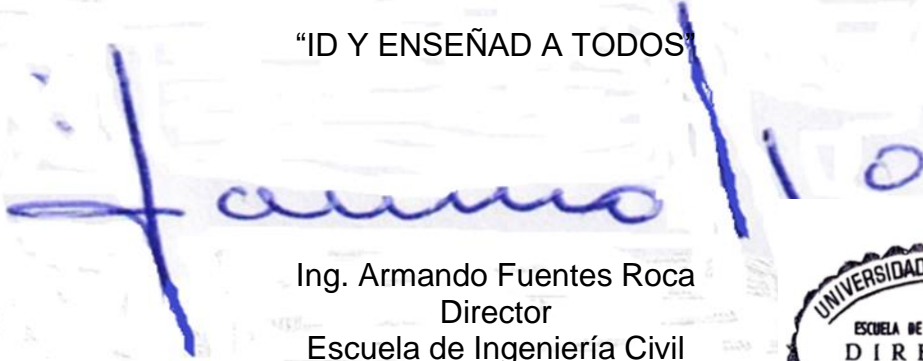
*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*




LNG.DIRECTOR.048.EIC.2023

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área y la aprobación del área de lingüística del trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA**, presentado por: **Abnner Evilio Salguero Morales**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Ing. Armando Fuentes Roca  
Director  
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala, marzo de 2023





LNG.DECANATO.OI.255.2023



La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, el Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA VISTA JUTIAPA, JUTIAPA**, presentado por: **Abnner Evtto Salguero Morales**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, marzo de 2023

AACE/gaoc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por el amor tan puro e incondicional por la inteligencia y sabiduría que me regalo para culminar con éxito mi carrera profesional.
- Mis padres** Enio Evilio Salguero Grijalva y Margarita Morales por todo su esfuerzo y apoyo.
- Mis hermanos** Enio Ivan, Beyklin y Madelin Sucut Salguero. Por ser una importante influencia en mi carrera. Gracias Ivan por todo el apoyo que me brindaste siempre, hasta pronto.
- Mis sobrinos** Otto Alberto y René Francisco Palma Salguero por darle un nuevo brillo y alegría a la familia.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Centro de enseñanza superior, que me brindó la oportunidad de estudiar mi carrera superior.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por la oportunidad de poder estudiar en sus aulas y poder adquirir conocimientos para el desempeño profesional.
<b>Mi asesor</b>	Al ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta por todo su apoyo, por toda su orientación y asesoría durante mi ejercicio profesional supervisado (EPS).
<b>Mis amigos</b>	A todos mis amigos y compañeros gracias por todo apoyo, que Dios los bendiga siempre.
<b>Al Pastor</b>	César Augusto Rustrian por todas sus oraciones y todo su apoyo en mi vida moral y espiritual.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del lugar.....	1
1.1.1. Características físicas del lugar .....	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Clima .....	2
1.1.1.3. Suelo y topografía.....	3
1.1.1.4. Población y demografía .....	4
1.1.1.5. Características de infraestructura .....	4
1.1.2. Servicios públicos .....	4
1.1.2.1. Vías de acceso .....	5
1.1.2.2. Salud .....	5
1.1.2.3. Energía eléctrica.....	5
1.1.3. Características socioeconómico .....	5
1.1.3.1. Actividad económica.....	6
1.1.3.2. Idioma y religión.....	6
1.1.4. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar .....	6
1.1.4.1. Descripción de las necesidades .....	6

1.1.4.2.	Evaluación y priorización de necesidades .....	7
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.1.	Datos preliminares .....	9
2.1.1.1.	Fuentes de abastecimiento .....	9
2.1.1.2.	Aforo de fuente .....	10
2.1.1.3.	Calidad del agua .....	10
2.1.1.4.	Análisis fisicoquímico .....	11
2.1.1.5.	Análisis bacteriológico .....	11
2.1.2.	Obras existentes .....	12
2.1.3.	Levantamiento topográfico .....	12
2.1.3.1.	Planimetría .....	12
2.1.3.2.	Altimetría .....	13
2.2.	Criterios de diseño .....	13
2.2.1.	Período de diseño .....	13
2.2.2.	Población futura .....	14
2.2.3.	Dotación .....	14
2.3.	Factores de consumo y caudales.....	15
2.3.1.	Caudal medio diario .....	15
2.3.2.	Caudal máximo diario.....	15
2.3.3.	Caudal máximo horario .....	16
2.3.4.	Caudal de bombeo .....	17
2.4.	Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería .....	18
2.5.	Presiones y velocidades.....	19
2.5.1.	Presión estática .....	19
2.5.2.	Presión dinámica.....	19
2.6.	Diseño hidráulico del sistema.....	20

2.6.1.	Línea de impulsión.....	20
2.7.	Diseño del tanque de distribución.....	26
2.7.1.	Diseño de la losa .....	27
2.7.2.	Diseño de la viga .....	36
2.7.3.	Diseño de muro .....	44
2.8.	Obras hidráulicas.....	49
2.8.1.	Conexiones prediales .....	49
2.8.2.	Cajas de válvulas.....	49
2.9.	Propuesta de desinfección .....	50
2.10.	Propuesta de operación y mantenimiento .....	51
2.11.	Elaboración de planos .....	53
2.12.	Presupuesto del proyecto .....	53
2.13.	Cronograma de ejecución física y financiera .....	54
2.14.	Evaluación Socioeconómico.....	55
2.14.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	56
2.14.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	57
2.15.	Evaluación Impacto Ambiental .....	58
2.15.1.	Impacto ambiental .....	58
2.15.2.	Medidas de mitigación .....	59
CONCLUSIONES .....		61
RECOMENDACIONES.....		63
BIBLIOGRAFÍA.....		65
APÉNDICES .....		67
ANEXOS.....		71



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación del proyecto.....	2
2.	Zonas sísmicas y fallas .....	3
3.	Esquema de la losa del tanque de distribución .....	27
4.	Diagrama de momentos de la losa del tanque de almacenamiento.....	31
5.	Diagrama de momentos balanceados de la losa del tanque de almacenamiento.....	32
6.	Sección de viga intermedia del tanque de distribución.....	37
7.	Diagrama de áreas tributarias.....	38
8.	Diagrama de cortes y momentos de la viga intermedia.....	40
9.	Sección del muro del tanque de distribución.....	45
10.	Presupuesto general del proyecto.....	54

### TABLAS

I.	Costo de tubería.....	21
II.	Costo de bombeo .....	22
III.	Costo mensual .....	23
IV.	Funcionamiento de las losas.....	28
V.	Cálculo de momentos negativos y positivos.....	30
VI.	Área de acero y espaciamiento para momentos actuantes.....	35
VII.	Datos de muro.....	47





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Q</b>	Caudal
<b>PVC</b>	Cloruro de Polivinilo
<b>CT</b>	Cota del terreno
<b><math>\Delta</math></b>	Delta
<b><math>\emptyset</math></b>	Diámetro
<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo sobre centímetro cuadrado
<b>Kg/m</b>	Kilogramo sobre metro
<b>Psi</b>	Libras sobre pulgadas cuadradas
<b>Lt/hab/día</b>	Litros habitantes día
<b>Lt/s</b>	Litros sobre segundo
<b>m/s</b>	Metros sobre segundo
<b>S<sub>Tub</sub></b>	Pendiente de la tubería
<b>S</b>	Pendiente del terreno
<b>H<sub>f</sub></b>	Pérdida de carga
<b>f<sub>y</sub></b>	Resistencia del acero
<b>f'<sub>c</sub></b>	Resistencia del concreto
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>VPN</b>	Valor Presente Neto



## GLOSARIO

<b>Altimetría</b>	Es utilizado para definir las diferencias de niveles entre distintos puntos del terreno.
<b>Aforo</b>	Medidor de caudal que en una fuente es capaz de proporcionar.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua sobre unidad de tiempo.
<b>Concreto</b>	Material de construcción que se obtiene a través de la mezcla de cemento, arena, pedrín y agua.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Material de construcción que se obtiene de una mezcla de concreto y piedra redonda.
<b>Cota del terreno</b>	Elevación del terreo sobre un nivel de referencia.
<b>Cota piezométrica</b>	Es la máxima presión dinámica de cualquier punto de la línea.
<b>Dotación</b>	Volumen de agua de uso diario asignado a una persona o unidad de consumo.

<b>Estación total</b>	Es un aparato electroóptico utilizado en topografía.
<b>Período de diseño</b>	Es el tiempo que se estima para que un sistema de servicio satisfactorio a la población.
<b>Planimetría</b>	Procedimiento para definir puntos estratégicos, orientados a un punto conocido con ubicación en planta.
<b>Presión</b>	Se expresa como la fuerza ejercida por unidad de área.

## **RESUMEN**

Este trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado y consiste en el diseño del sistema de agua potable ubicado en la aldea San José Buena Vista del municipio de Jutiapa. Los aspectos y puntos importantes de dicho proyecto se enlazan entre los objetivos a alcanzar, justificaciones previas, la metodología de trabajo, así como los resultados esperados. Dicho proyecto vendrá a satisfacer la necesidad del servicio básico que todo ser humano tiene derecho a poseer, de la misma forma con el mejoramiento del sistema se eliminara los problemas primordiales, los cuales son los de salubridad y seguridad alimentaria, dicho proyecto está diseñado para 22 años el cual beneficiara a toda la población de dicha comunidad.

El proyecto consiste en la construcción de la red de distribución de agua potable, la cual tiene una longitud de 452 metros de línea de impulsión con tubería PVC de 5" de diámetro, se incluirá la construcción de 216 viviendas de servicios de agua potable domiciliarios, la red de distribución es de 2 636 metros lineales.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Realizar el diseño de mejoramiento para el sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en la aldea San José Buena Vista, del municipio de Jutiapa, Jutiapa.

### **Específicos**

1. Diseñar un sistema de distribución de agua potable para mejorar las condiciones de vida de los habitantes del lugar, tanto para la población actual como futura.
2. Concientizar a la población, (niños, jóvenes y adultos) de la aldea San José Buena Vista, Jutiapa, para el uso apropiado y racional del agua.





## INTRODUCCIÓN

Jutiapa es uno de los 22 departamentos de la República de Guatemala, ubicado a 124 kilómetros de la ciudad capital. Su cabecera departamental es Jutiapa y limita al norte con los departamentos de Jalapa y Chiquimula, al sur con el departamento de Santa Rosa y el Océano Pacífico y al este con la República de El Salvador. Cuenta con una población de 489 085 habitantes, la mayoría de su población es ladina o (mestizo) no indígena. Su extensión territorial es de 3 219 kilómetro cuadrado.

Este informe constituye el diseño del mejoramiento del sistema de agua potable en la aldea Buena Vista, ubicada en el municipio de Jutiapa, Jutiapa. Este trabajo contiene una recopilación general de las características de la población que será beneficiada en sus aspectos geográficos, ubicación, bosques, economía, salud, población, educación y muchos aspectos más; estos son indicadores que nos dicen la situación actual y futura de la aldea.

Un sistema de agua potable es un recurso indispensable para la salud pública, así como para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico. La escases de agua es uno de los principales problemas de la humanidad y se prevé que será uno de los principales problemas del futuro. Por eso, estos proyectos son prioritarios para cualquier comunidad. Para que el agua sea segura para el consumo humano se requiere que las fuentes de abastecimiento estén protegidas y que el transporte hacia el almacenamiento y hacia el hogar se realice de forma adecuada.

Para evitar los problemas de salubridad e higiene alimenticia en la aldea San José Buena Vista, del municipio de Jutiapa, Jutiapa es necesario el mejoramiento de un sistema de agua potable que abastezca a toda la población involucrada y que funcione de manera adecuada para todo el período de diseño en cuestión.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del lugar**

La aldea San José Buena Vista se encuentra en el municipio de Jutiapa del departamento de Jutiapa

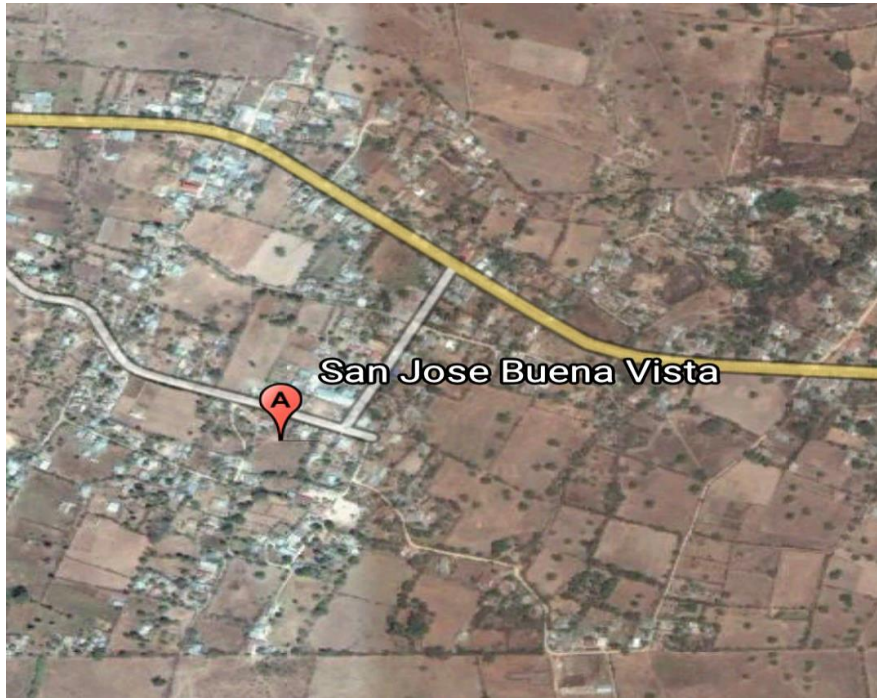
### **1.1.1. Características físicas del lugar**

San José Buena Vista se ubica a la par de las aldeas El Enganche, Las Pilas y Lagunilla. La zona es plana, rodeada de montañas y en las cercanías del lugar se puede apreciar abundante vegetación, lo cual hace que se sienta un ambiente fresco

#### **1.1.1.1. Ubicación y localización**

Los lugares en estudio se encuentran a 7 kilómetros de la cabecera municipal de Jutiapa, por lo que colinda al norte con la misma y con el municipio Jalapa; al sur con los departamentos de Escuintla y el Océano Pacífico; al este, con la República de El Salvador. Las coordenadas de Jutiapa son: latitud 14°16'58" y longitud 89°53'33".

Figura 1. **Ubicación del proyecto**



Fuente: Google Heart. *ubicación.*

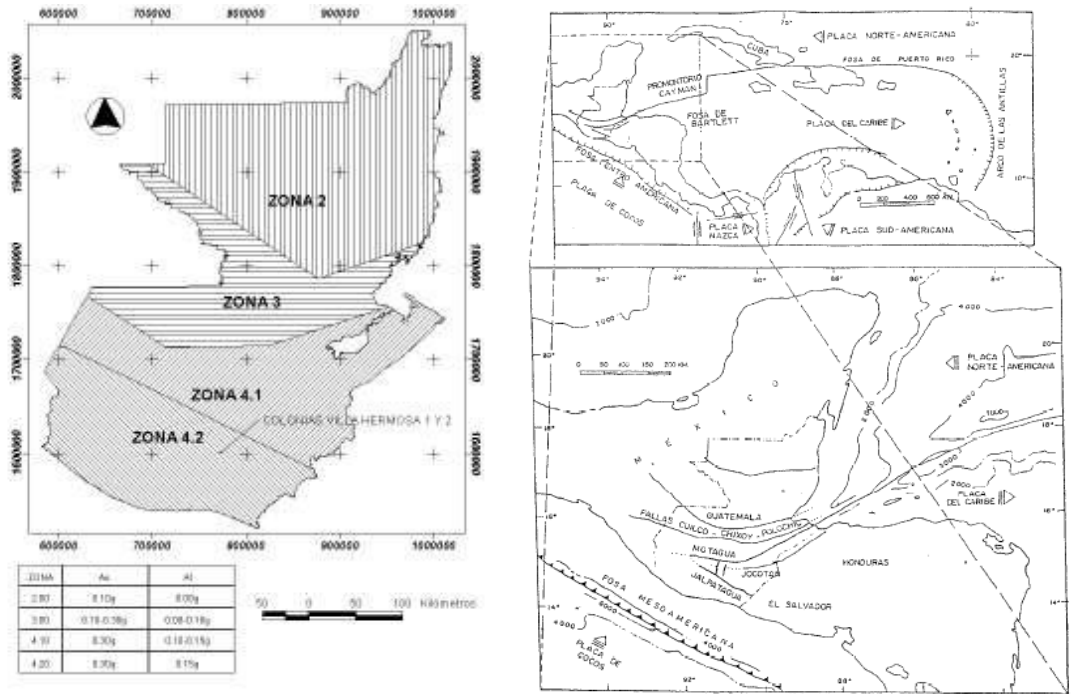
### **1.1.1.2. Clima**

Por la ubicación geográfica del municipio, Jutiapa goza de un clima que se marcan 2 zonas de vida, las cuales se encuentran clasificadas como bosque húmedo tropical templado (la mayor parte del territorio, sur, este y oeste del municipio) y bosque seco tropical (central y norte del municipio). El clima es cálido, seco en la parte central y templado en la montaña. La temperatura promedio anual es de 20 grados centígrados con una mínima de 15 grados centígrados; la precipitación pluvial promedio anual es de 750 a 1 000 mm.

### 1.1.1.3. Suelo y topografía

Se encuentran dentro de la división fisiográfica 1 catalogada como suelos de altiplanicie central, que desde suelos pedregosos e inclinados hasta suelos aptos para pastos y bosques. En la relación al Ph del suelo, es variable registrándose fuertemente arrido y ligeramente alcalino. La textura del suelo en su mayoría es franco arcilloso. La topografía está formada por relieves de ondulados a inclinados que en la parte baja forman áreas planas de poca extensión.

Figura 2. Zonas sísmicas y fallas



Fuente: MONZON, Hermann, *Informe sobre la fase 2. Programa de cooperación Técnica en ingeniería de Terremotos*. p. 90.

#### **1.1.1.4. Población y demografía**

La Aldea San José Buena Vista con una población de aproximadamente 3 810 habitantes, con un crecimiento del 12 % anual.

#### **1.1.1.5. Características de infraestructura**

Debido a que la aldea se encuentra cerca de la cabecera municipal, el lugar cuenta con la mayoría de los servicios que tiene a su disposición el municipio de Jutiapa.

#### **1.1.2. Servicios públicos**

La comunidad cuenta con los siguientes servicios:

- Extracción de basura: este servicio es muy irregular por lo cual se puede decir que el camión llega solo 1 vez a la semana.
- salón comunal: en el lugar no se cuenta con este servicio, el salón comunal más cercano es el de la cabecera municipal.
- Agua potable: no cuentan con una red de distribución, la forma de abastecer a las personas del lugar es por sus propios medios, por medio de botes y cantaros y por medio de pipas las cuales llegan a una o dos veces por semana.
- Alcantarillado pluvial: no se tiene un drenaje pluvial, lo cual, a nivel sectorial, en los días de lluvia, si se tienen pocas inundaciones, pero los

pobladores del lugar no lo consideran como una necesidad prioritaria, ya que estas inundaciones son poco frecuentes y no les afecta.

- Educación: cuentan con una escuela en la comunidad

#### **1.1.2.1. Vías de acceso**

Se cuenta con una carretera asfaltada en condiciones malas. Desde la cabecera municipal hasta el cruce de la aldea El Enganche está asfaltada; después hay, aproximadamente, 500 metros de terracería para llegar a San José Buena Vista, la cual está en mal estado, en tiempo de lluvia se dificulta aún más el traslado a otros destinos.

#### **1.1.2.2. Salud**

El lugar carece de clínica, por lo cual los pobladores deben ir a la cabecera municipal para asistir a las clínicas privadas, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) y centro de salud.

#### **1.1.2.3. Energía eléctrica**

La comunidad de San Juan Buena Vista cuenta con este servicio casi en su totalidad de casas; el servicio es regular.

### **1.1.3. Características socioeconómico**

A continuación, se describen algunas características socioeconómicas que es importante destacar para esta fase del proyecto.



### **1.1.3.1. Actividad económica**

Las actividades económicas principales son los cultivos de maíz, arroz y café. Además, se tienen granjas avícolas.

### **1.1.3.2. Idioma y religión**

En idioma predominante del lugar es el español. Se practica la religión católica y la evangélica.

### **1.1.4. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar**

La comunidad de San José Buena Vista padece necesidades, como:

- Agua potable
- Drenajes
- Mejoramiento de la vía de acceso

#### **1.1.4.1. Descripción de las necesidades**

En estos lugares se pudo observar que se tiene deficiencia en los siguientes servicios.

- Agua potable: no cuentan con una red que los abastezca de forma regular y continua, además debe esperar a que la municipalidad les mande una pipa de agua a la semana, regularmente, para abastecer a todos los habitantes del lugar.

- Drenajes: el sistema de drenaje con el que cuentan consiste en fosa séptica y pozo de absorción, pero este debido al mal uso y falta de mantenimiento ha colapsado y parte de estas aguas negras va directamente al río, debido al clima y condiciones topográficas no se observa una necesidad prioritaria de drenaje pluvial, ya que es montañoso.
- Carretera: la parte de terracería en días de lluvia dificulta el acceso al lugar debido a que se producen asentamientos parciales, erosión, entre otros, si es una necesidad el mejorar esa parte.

#### **1.1.4.2. Evaluación y priorización de necesidades**

En San José Buena Vista los servicios básicos son deficientes. De acuerdo con lo observado en vistas al lugar y entrevistas a personas del lugar, la necesidad prioritaria es el servicio de agua potable para abastecer a la población actual y a la futura cuyo crecimiento puede preverse, ya que se tiene una planificación de 216 servicios que en el futuro abastecerá a unas 336 familias. Con este proyecto se reducirán enfermedades gastrointestinales y se mejorará la calidad de vida de los habitantes.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Descripción del proyecto**

Este trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado y consiste en el diseño del Mejoramiento del Sistema de Agua Potable ubicado en la aldea San José Buena Vista del municipio de Jutiapa, Jutiapa. Los aspectos y puntos importantes de dicho proyecto se enlazan entre los objetivos a alcanzar, justificaciones previas, la metodología de trabajo, así como los resultados esperados. Dicho proyecto satisfará la necesidad del servicio de agua potable y coadyuvará en la solución de los problemas primordiales de salubridad y seguridad alimentaria. El proyecto está diseñado para 22 años el cual beneficiará toda la población de dicha comunidad.

#### **2.1.1. Datos preliminares**

Estos datos servirán para conocer aspectos técnicos y específicos del lugar y de los recursos, para poder desarrollar el proyecto.

##### **2.1.1.1. Fuentes de abastecimiento**

La fuente de agua será un pozo que se encuentra en la comunidad San José Buena Vista.

### **2.1.1.2. Aforo de fuente**

Según información proporcionada por la municipalidad de Jutiapa el pozo, actualmente, cuenta con una bomba sumergible de 40 HP eléctrica capaz de extraer 280 galones por minuto, que es igual a 17 litros por segundo.

Este pozo trabaja las 8 horas, para abastecer un tanque que se encuentra a 452 metros de distancia desde el pozo, en la parte más alta de la población.

### **2.1.1.3. Calidad del agua**

El agua debe ser apta para el consumo humano y tiene que cumplir con ciertas condiciones mínimas de calidad, para no poner en riesgo la salud de la población y además hacen que su aceptación sea mayor, siendo estas cualidades:

- Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- Inodora, insípida y fresca.
- Aireada, sin sustancia en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- Libre de microorganismo que puedan ocasionar enfermedades.

La norma guatemalteca COGUANOR NTG 29001 establece los requisitos que tienen que cumplir el agua para garantizar que esta puede ser tomada por una población.

Los análisis que se realizaron al agua para garantizar su potabilidad y la salud de los usuarios al consumir son los siguientes:

- Análisis fisicoquímico
- Análisis bacteriológico

#### **2.1.1.4. Análisis fisicoquímico**

Consiste en determinar el sabor, color, turbidez, temperatura, sólidos y olor: el análisis químico mide la alcalinidad, dureza, cloruros, nitritos, oxígeno disuelto, contenido de hierro y de magnesio, cloro residual y pH.

Los resultados de dicho análisis se encuentran entre los parámetros excepto el manganeso, que se encuentran sobre el límite máximo permisible con un valor de 0,024 mg/l y el valor máximo permisible es de 0,500 mg/L.

En conclusión, el agua es aceptable ya que se encuentra dentro de los límites máximos aceptables de la normalidad según norma COGUANOR NTG 29001.

#### **2.1.1.5. Análisis bacteriológico**

El objetivo principal de este análisis es proporcionar información sobre la potabilidad del agua, es decir, evitar el riesgo de ingerir organismos que pueden causar enfermedades.

Para este análisis se han ideado procedimientos indirectos que permitan obtener información sobre la probable presencia de microbios patógenos, ya que es difícil realizar un aislamiento directo de bacterias que producen enfermedades específicas, los procedimientos son los siguientes:

- La cuenta bacteriana: este se realiza a una temperatura de 35 °C y 20 °C por un tiempo de incubación de 24 horas, para evitar en número de bacterias que se desarrollan.
- El índice de informe: consiste en determinar el número de bacterias que se saben si son de origen intestinal.

El agua es bacteriológicamente no potable por lo que no se puede consumir, ya que los resultados indican que el número más probable de gérmenes Coliformes en 100 cm<sup>3</sup> es de  $> 16 \times 10^2$  y el valor de referencia es de  $> 16 \times 10^2$ , lo cual indica que el agua necesita un sistema de desinfección.

### **2.1.2. Obras existentes**

La única obra que existente es el pozo con su brocal, bomba y tubería instalada en funcionamiento.

### **2.1.3. Levantamiento topográfico**

Para la representación gráfica del terreno es necesario realizar el levantamiento topográfico.

#### **2.1.3.1. Planimetría**

Es el conjunto de trabajo efectuados para tomar en el campo los datos geométricos que permiten construir una figura semejante a la del terreno, proyectado sobre un plano horizontal. Para realizar levantamiento planimétrico existe diferentes métodos, los que por su grado de exactitud se utilizan en diferentes tipos de trabajo. Para este proyecto se realizó una poligonal abierta,

utilizando el método de conservación de azimut, el equipo utilizado fue una estación total T-20, estadal, cinta métrica, brújula, nivel de precisión y plomada.

### **2.1.3.2. Altimetría**

Es el conjunto de trabajos que proporcionan los elementos para conocer las diferencias de altura del terreno, para poder ser proyectado en un plano vertical. Existen varios métodos, pero los básicos son la nivelación diferencial y nivelación taquimétrica. Para este proyecto se utilizó el método taquimétrico, el equipo utilizado fue un teodolito T-20, estadal, cinta métrica, brújula, nivel de precisión y plomada.

## **2.2. Criterios de diseño**

Los criterios de diseño son primordiales ya que, con estos se eligen los diámetros adecuados y los precios más económicos y al mismo tiempo se obtiene un diseño ideal y optimo.

### **2.2.1. Período de diseño**

Es el período de tiempo estimado en el cual el sistema de abastecimiento de agua potable prestará un servicio satisfactorio. Se recomienda para obras civiles, 22 años y para equipos mecánicos, de 5 a 10 años.

El período de diseño que recomiendan las instituciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR); es de 22 años, por lo que este fue el periodo adoptado para el presente proyecto.



### 2.2.2. Población futura

Para la población futura, tomando en consideración el período de diseño, se utilizó el método geométrico, con una tasa de crecimiento poblacional del 2,01 % según el INE en el informe publicado en diciembre 2014. Actualmente, viven 1 080 habitantes según el censo que se hizo en esta aldea para diseñar este proyecto.

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población inicial

r = tasa de crecimiento (%)

n = período de diseño

$$Pf = 1\ 080 * (1 + 0,0201)^{22}$$

$$Pf = 1\ 673 \text{ habitantes}$$

### 2.2.3. Dotación

Se entiende por dotación a la cantidad de agua asignada a cada habitante. Para determinarla se toman varios factores como clima, actividades productivas, nivel de vida, calidad de agua, entre otros. También se tiene que, para esta área que queda cerca de la cabecera, una población casi desarrollada y tomando en cuenta el clima y otros factores, la dotación será de 200 lt/hab/día.

### **2.3. Factores de consumo y caudales**

Para controlar el consumo de agua es necesario revisar los caudales de agua.

#### **2.3.1. Caudal medio diario**

Es la cantidad de agua que consume una población durante un período de 24 horas. Dicho caudal también se puede definir como el promedio de los consumos diarios en un período de año.

Para fines de diseño el caudal medio o consumo medio estará en función de la dotación y el número de habitantes calculados al final del período de diseño. De lo anterior se tiene que:

$$Q_m = \frac{\text{Dotacion} * \text{No. habitantes}}{86\ 400}$$

$$Q_m = \frac{200 * 1\ 673}{86\ 400}$$

$$Q_m = 3,87 \text{ litros/segundos}$$

#### **2.3.2. Caudal máximo diario**

El máximo consumo diario también se conoce como el caudal de conducción, ya que es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción y es el consumo máximo de agua que pueda haber en 24 horas, observando durante un año, el cual no incluye gastos causados por incendios. Cuando no se cuenta con información de consumo máximo diario, este se puede calcular

incrementado al consumo medio diario un factor de día máximo (FDM). El FDM puede variar de 1,2 a 1,5 y se recomienda utilizarlo de la siguiente forma:

- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes utilizar un FDM de 1,4 a 1,5.
- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes utilizar un FDM de 1,2 a 1,3.

Para este proyecto se utilizó un factor máximo de 1,2 ya que la población supera los 1 000 habitantes.

- El caudal máximo diario viene dado por la fórmula:

$$Q_{md} = FDM * Q_m$$

Donde:

$Q_{md}$  = caudal máximo diario (lt/s)

FDM = factor máximo diario

$Q_m$  = caudal medio diario (lt/s)

$$Q_{md} = 1,2 * 3,87$$

$$Q_{md} = 4,64 \text{ lt/s}$$

### **2.3.3. Caudal máximo horario**

Conocido también como caudal de distribución, debido a que se utiliza para diseñar la línea y red de distribución y es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo durante un período

equivalente a un año. El caudal máximo horario (QMH) será el resultado de multiplicar el caudal medio diario por un factor de hora máxima (FHM). El FHM puede variar de 2 a 3, se puede considerar de la manera siguiente.

- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes utilizar un FHM de 3
- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes utilizar un FHM de 2

Para este proyecto se utilizó un factor de hora máxima de 2, ya que la población futura es de 1 673 habitantes

El caudal máximo horario viene dado por la fórmula.

$$Q_{mh} = FHM * Q_{md}$$

Donde:

Q<sub>mh</sub> = caudal máximo horario (lt/s)

FHM = factor máximo horario

Q<sub>md</sub> = caudal medio diario

$$Q_{mh} = 2 * 3,87$$

$$Q_{mh} = 7,74 \text{ lt/s}$$

#### **2.3.4. Caudal de bombeo**

Se usa para el diseño de la línea de conducción por bombeo y esta se calcula de la siguiente manera.

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{T_b}$$

Donde:

$Q_b$  = caudal de bombeo (lt/s)

$Q_{md}$  = caudal máximo diario (lt/s)

$T_b$  = periodo de bombeo (horas)

$$Q_b = \frac{4,64 * 24}{8}$$

$$Q_b = 13,96 \text{ lt/s}$$

#### 2.4. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se recurre a la fórmula de Hazen & Williams, la cual esta expresada por:

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

$H_f$  = pérdida de carga (m)

$C$  = coeficiente de fricción interno

$D$  = diámetro interno (pulgada)

$L$  = longitud de diseño (m)

$Q$  = caudal (lt/s)

El coeficiente que se usara es de 150 ya que se trabajará con tubería de PVC. Conociendo la altura máxima disponible por perder, se le toma como  $H_f$ , la cual permitirá encontrar el diámetro teórico necesario para la conducción del agua. Despejando el diámetro de la fórmula anterior se obtiene.

$$D = \left( \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{Hf * C^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

Obteniendo el diámetro teórico, se selecciona el diámetro comercial superior y se calcula Hf final.

## **2.5. Presiones y velocidades**

La velocidad mínima recomendable es de 0,60 m/s, pero debido a que el caudal no contiene sedimentos, este valor puede ser menor hasta un valor de 0,40 m/s. la velocidad máxima será de 3 m/s, según la norma INFOM-UNEPAR, Guía para el diseño de agua potable, sección 4,6,2 inciso b.

La presión estática en la línea de conducción no debe ser mayor el 80 % de la presión de trabajo de las tuberías. En redes de distribución no debe de ser mayor a 60 metros columna de agua donde existan casas que se alimenten de algún punto cercano de la línea de distribución, esto es porque las llaves de los chorros no resisten presiones mayores a los 60 metros columna de agua.

### **2.5.1. Presión estática**

Es la presión que ejerce un fluido cuando no existen consumos en la red, regularmente en hora de la noche.

### **2.5.2. Presión dinámica**

Se produce cuando hay movimiento de agua, entonces la presión estática modifica su valor y gasta su energía a medida que avanza.

## **2.6. Diseño hidráulico del sistema**

Debido a la topografía donde se encuentra ubicado el proyecto, el diseño hidráulico será por bombeo en la línea de conducción y por gravedad en la red de distribución.

### **2.6.1. Línea de impulsión**

Para el diseño del tramo, que va desde la parte más baja hasta el tanque de distribución que se encuentra en parte alta de la comunidad, se tomaron en cuenta algunos criterios tales como los siguientes:

- En la línea de conducción por bombeo, la diferencia de elevaciones es la carga por vencer y se verá incrementada en función de la selección de los diámetros menores y, consecuentemente, ocasionará mayores costos de equipo y energía. Por tanto, cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al tanque de distribución, existirá una relación inversa entre potencia requerida y diámetro de la tubería.

De estas consideraciones se tendrán en cuenta dos muy importantes.

- Diámetro pequeño y equipo de bombeo grandes, con lo cual se tiene un costo mínimo para la tubería, pero máximo pro los equipos de bombeo y su ocupación.

Datos del tramo

Longitud = 452,29 m

Caudal = 3,87 lt/s

Cota 1 = 1 002,69 m

Cota 2 = 1 105,32 m

Luego de haberse encontrado el caudal de bombeo, se procede a calcular el diámetro,

$$\varnothing 1 = \sqrt{\frac{1,974 * 13,96}{0,60}} = 6,78 \text{ pulgadas}$$

$$\varnothing 1 = \sqrt{\frac{1,974 * 13,96}{2,00}} = 3,71 \text{ pulgadas}$$

Probar con diámetro de 4", 5" y 6".

Tabla I. **Costo de tubería**

Diámetro	Cantidad de tubo	Precio unitario	Amortización	Costo del tubo
4"	79	593,20	0,018	843,53
5"	79	811,50	0,018	1 153,95
6"	79	1 283,50	0,018	1 825,14

Fuente: elaboración propia.

Costo mensual de bombeo

- Perdidas

$$H_{f4"} = \frac{1743,811 * 452,292 * 1,05 * 13,96^{1,85}}{150^{1,85} * 4,154^{4,87}} = 9,967m$$

$$H_{f5"} = \frac{1743,811 * 452,292 * 1,05 * 13,96^{1,85}}{150^{1,85} * 5,135^{4,87}} = 3,549m$$



$$H_{f6"} = \frac{1743,811 * 452,292 * 1,05 * 13,96^{1,85}}{150^{1,85} * 4,154^{4,87}} = 1,516m$$

Según INE, página 29, precio promedio en la región IV Q 2,34 kwh, eficiencia de la bomba 0,6. Cálculo de potencia de bomba.

$$Pot_{4"} = \frac{13,96 * 9,96 * 0,746}{76 * 0,6} = 2,27kw$$

$$Pot_{4"} = \frac{13,96 * 3,549 * 0,746}{76 * 0,6} = 0,81kw$$

$$Pot_{4"} = \frac{13,96 * 1,516 * 0,746}{76 * 0,6} = 0,346kw$$

Costo de bombeo, 8x30 = 240 horas.

Tabla II. **Costo de bombeo**

Diámetro (")	Potencia (kw)	Horas al mes	Precio unitario	Costo bombeo
4"	2,277	240	Q 2,34	Q 1,278,763
5"	0,811	240	Q 2,34	Q 455,460
6"	0,346	240	Q 2,34	Q 194,310

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Costo mensual**

Diámetro (")	Costo bombeo	Costo de tubería	Precio unitario
4"	Q 1 278,76	Q 843,530	Q 2 122,290
5"	Q 455,46	Q 1 153,956	Q 1 609,416
6"	Q 154,31	Q 1 825,137	Q 1 979,451

Fuente: elaboración propia.

Como se ve, el diámetro más económico es de 5 pulgadas y es el que se usará.

- Golpe de ariete

$$v = \frac{1,974 * 13,96}{5,135^2} = 1,045m/s$$

- Celeradida

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 * 10^4}{3 * 10^4} * \frac{5,135}{0,214}}}$$

$$\alpha = 338,896m/s$$

- Sobre presión

$$\Delta P = \frac{\alpha * v}{9} = \frac{338,896 * 1,045}{9,81}$$

$$\Delta P = 36,101$$

$$\Delta P = 36,101 + 101,734 = 137,83 > 112$$

- No soporta golpe de ariete, probar con tubería de 5" 250 Psi.

$$v = \frac{1,974 * 13,96}{4,909^2} = 1,144m/s$$

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 * 10^4}{3 * 10^4} * \frac{4,909}{0,327}}}$$

$$\alpha = 421,336m/s$$

- Sobre presión

$$\Delta P = \frac{\alpha * v}{9} = \frac{421,336 * 1,144}{9,81}$$

$$\Delta P = 49,134$$

$$\Delta P = 49,134 + 101,734 = 150,868 < 176$$

Soporta el golpe de ariete

Cálculo de la carga dinámica total

Nivel dinámico a boca pozo: 50 metros

Perdida de carga en la sección.

$$h = \frac{1743,811 * 70 * 13,96^{1,85}}{150^{1,85} * 4,909^{4,87}}$$

$$h = 0,65m$$

- Boca de pozo a descarga

$$101,743 + 3 = 104,734m$$

- Pérdida de carga de línea de impulsión

$$hf = \frac{1743,811 * 452,292 * 1,05 * 13,962^{1,85}}{150^{1,85} * 4,909^{4,87}}$$

$$hf = 4,419m$$

- Pérdidas menores

$$H = 0,1 * 4,19 = ,0442m$$

- Perdidas por velocidad

$$v = \frac{v^2}{2 * g} = \frac{1,144^2}{2 * 9,81}$$

$$v = 0,067m/s$$

- Total de pérdidas

$$Pot = \frac{160,312 * 13,962}{76 * 0,6}$$

$$Pot = 49,05 HP$$

$$49,05 * 0,746 = 36,617 KJ$$

- Costo de bombeo

$$C.B. = 240 * 36,617 * 2,34$$

$$C.B = Q 20 564,107/mes$$

## 2.7. Diseño del tanque de distribución

Debe considerarse la capacidad para diseñar el tanque de distribución porque estará en función del caudal y variaciones horarias. Su ubicación debe ser adecuada para abastecer por gravedad todas las viviendas de la comunidad.

El tipo de tanque puede ser enterrado, semienterrado o elevado, y construido de concreto armado, concreto ciclópeo, metal y recientemente de plástico. Debe ser diseñado de tal manera que el agua tiene que ser siempre potable, debe estar cubierta e impedir el paso de la lluvia, polvo o animales y otros ajenos al sistema de agua y con acceso necesario para la limpieza y respiración, así como drenaje que permitan vaciarlo. Según las normas UNEPAR, el volumen de diseño en sistemas pro gravedad estará entre 25 % y 40 % del caudal medio y en sistemas por bombeo del 40 % al 60 %, en este caso se adopta un factor de 45 %, por lo que será igual a:

$$Vol = \frac{\% * Qm * 86\ 400}{1\ 000}$$

$$Vol = \frac{* 3,87 * 86\ 400}{1\ 000}$$

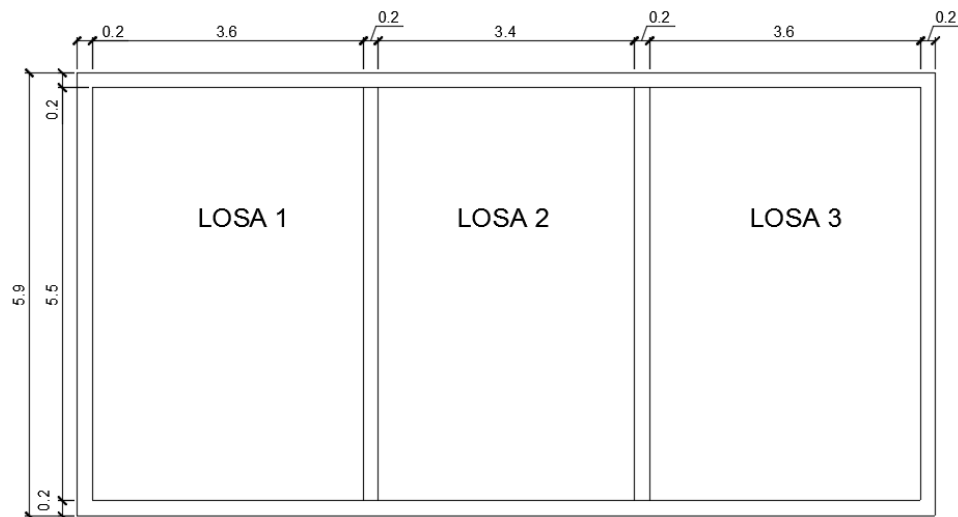
$$Vol = 150,47m^3$$

Las dimensiones del tanque serán de 11 metros de largo por 5,5 metros de ancho y 2,5 metros de profundidad, con el cual se tendrá un volumen de 151,25 m<sup>3</sup>.

### 2.7.1. Diseño de la losa

Con base en el método 3 de la American Concrete Institute (ACI), se diseñarán dos losas iguales de 3,60 metros por 5,50 metros y otra de 3,40 metros por 5,50 metros, unidas por dos vigas intermedias, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3. Esquema de la losa del tanque de distribución



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Si la relación  $m = a/b$  es mayor que 0,5 debe diseñarse en 2 sentido; si es menor que 0,5 se diseñará en un sentido.

Donde:

a = lado menor longitud de la losa

b = lado mayor longitud de la losa

Tabla IV. **Funcionamiento de las losas**

Descripción	Losa 1	Losa 2	Losa 3
m = a/b	0,65	0,62	0,65
Refuerzo	Dos sentidos	Dos sentidos	Dos sentidos

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el espesor de la losa (t) se utilizará la siguiente fórmula:

$$t = \frac{P}{180} t = \frac{(3,80+5,5)^2}{180} = 0,101m, \quad t = \frac{(3,40+5,5)^2}{180} = 0,098m$$

Se utilizará un espesor de 0,12 metros.

- Integración de cargas
  - Carga muerta (CM): se considera el peso propio de la losa y las sobrecargas.

$$CM = \gamma * t + sobrecarga$$

$$CM = 2400 \frac{kg}{m^3} * 0,12 m + 50 \frac{kg}{m^2}$$

$$CM = 338 kg/m^2$$

- Carga muerta última (CMu)

$$CMu = 1,4 * 338 kg/m^2$$

$$CM = 473,20 kg/m^2$$

- Carga viva (CV)

Debido a que la losa únicamente soporta cargas en ocasiones eventuales por ser de cubierta, se asumirá una  $CV = 100 \text{ kg/m}^2$ .

- Carga viva última (CVu) =  $1,7 * CV$

$$CVu = 1,7 * 100 \text{ kg/m}^2$$

$$CVu = 170 \text{ kg/m}^2$$

- Carga ultima (CU): también conocida como carga de diseño, se tomará en cuenta la carga muerta t la carga viva.

$$CU = 1,4 * CM + 1,7 * CV$$

$$CU = 473,20 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 643,20 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de momentos

Para determinar los momentos negativos positivos en los puntos críticos de la losa, se emplearán las fórmulas especificadas en el código ACI.

$$Ma(-) = C_{an} * CU * a^2$$

$$Mb(-) = C_{bn} * CU * b^2$$

$$Ma(+) = C_{acm} * CMU * a^2 + C_{acv} * CVU * a^2$$

$$Mb(+) = C_{bcm} * CMU * a^2 + C_{bcv} * CVU * b^2$$



Donde:

$C_{an}$  = coeficiente negativo del lado a, según la relación a/b y empotramiento.

$C_{bn}$  = coeficiente negativo del lado b, según la relación a/b y empotramiento.

$C_{a_{cm}}$  = coeficiente de carga muerta positivo en a, según la relación a/b y empotramiento.

$C_{a_{cv}}$  = coeficiente de cara viva positiva en a, según la relación a/b y empotramiento.

$C_{b_{cm}}$  = coeficiente de cara viva positiva en b, según la relación a/b y empotramiento.

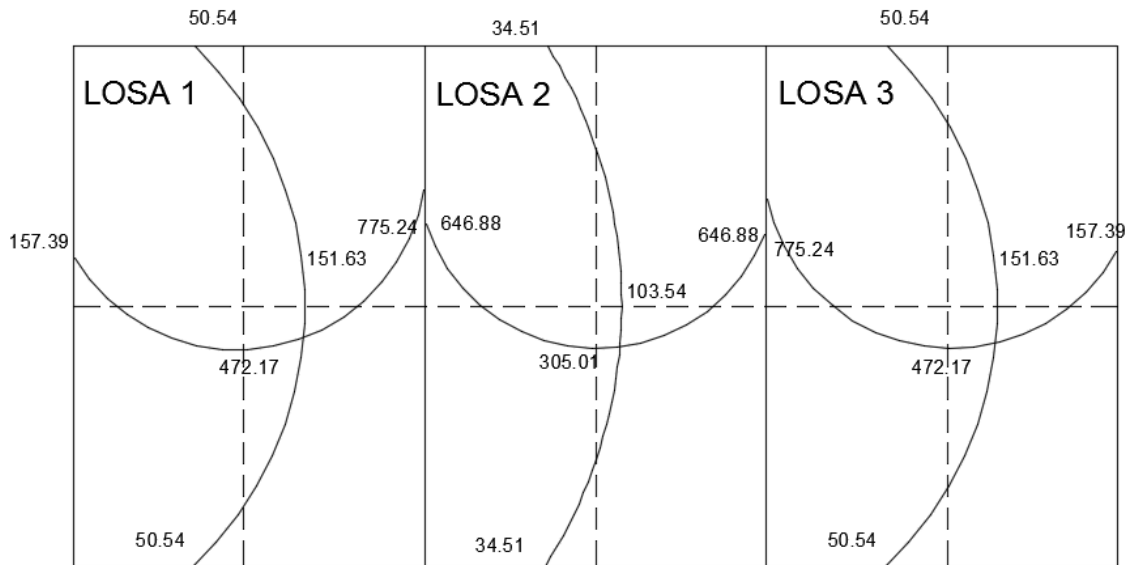
$C_{b_{cv}}$  = coeficiente de cara viva positiva en b, según la relación a/b y empotramiento.

Tabla V. **Cálculo de momentos negativos y positivos**

<b>Descripción</b>	<b>Losa 1</b>	<b>Losa 2</b>	<b>Losa 3</b>
Relación $m = a/b$	0,65	0,65	0,65
Caso de empotramiento según ACI	Caso 6	caso 5	caso 6
$M_a (-)$ (kg-m)	775,24	646,88	775,24
$M_b (-)$ (kg-m)	No existe	No existe	No existe
$M_a (+)$ (kg-m)	472,17	305,01	472,17
$M_b (+)$ (kg-m)	151,63	103,54	151,63

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Diagrama de momentos de la losa del tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Balanceo de momentos

Cuando dos losas tienen un lado en común y momentos diferentes, estos deben balancearse antes de diseñar los refuerzos que requiere las losas, según el caso, el balanceo se hace de la siguiente manera:

- Si  $0,80 \cdot M_{\text{mayor}} \leq M_{\text{menor}} \rightarrow M_b = (M_{\text{mayor}} \cdot M_{\text{menor}}) / 2$
- Si  $0,80 \cdot M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}} \rightarrow$  se balancea por el método de rigidez, de la siguiente manera:

$$K_1 = \frac{1}{L_1} \quad K_2 = \frac{1}{L_2}$$

$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \quad D_2 = \frac{K_2}{K_1 + K_2}$$

Donde:

$L_1$  y  $L_2$  = longitud de la losa considerada

Momento mayor = 775,24 kg-m

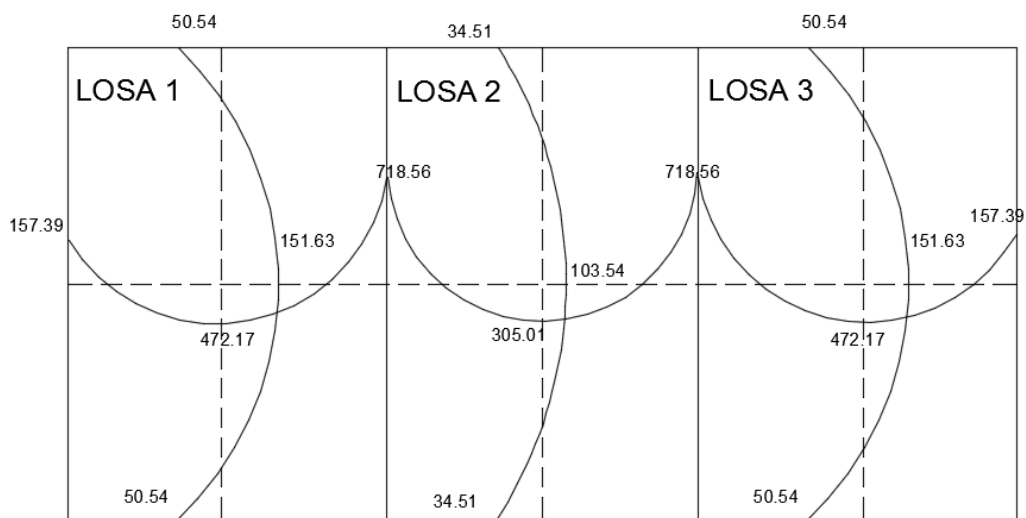
Momento menor = 664,88 kg-m

$$0,80 \cdot (772,24 \text{ kg-m}) \leq 664,24 \text{ kg-m} \rightarrow M_b = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}}) / 2$$

$$617,792 \text{ kg-m} \leq 664,24 \text{ kg-m} \rightarrow M_b = (772,24 \text{ kg-m} + 664,88 \text{ k-m}) / 2 = 718,56 \text{ kg-m.}$$

Por lo tanto, el diagrama de momentos queda así:

Figura 5. **Diagrama de momentos balanceados de la losa del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia.

- Diseño de acero de refuerzo

El refuerzo para la losa se diseña considerando una viga de ancho unitario de un metro; el procedimiento es el siguiente.

Se usará varilla No. 3; con  $\varnothing = 0,952$  cm, el peralte efectivo será:

Peralte efectivo (d) = t – recubrimiento –  $\varnothing/2$

$$d = 12 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - 0,952/2$$

$$d = 9,023$$

$$d = 9 \text{ cm}$$

Acero mínimo ( $A_{smin}$ ) que deberá de utilizarse para refuerzo:

$$A_{smin} = (0,40 \times 14,1 \times A) / 2810$$

$$A_{smin} = (0,40 \times 14,1 \times 100 \times 9) / 2810$$

$$A_{smin} = 1,81 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento mínimo ( $S_{min}$ ) para el acero mínimo ( $A_{smin}$ ):

$$1,81 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S_{min} \rightarrow S_{min} = 29,23 \text{ cm}$$

Según el ACI 318 – 11; sección 13,3,2; el espaciado máximo de la armadura en las secciones críticas no debe exceder de tres veces el espesor de la losa ( $3*t$ ).

$$S_{max} = 3*t = 3*12 = 36 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se usará una separación de 30 cm,

Calcular  $A_{s_{min}}$  que deberá utilizarse para el nuevo espaciamiento  $S_{min}$  para refuerzo.

$A_{s_{min}}$  ----- 100 cm

0,71cm<sup>2</sup> ----- 30 cm →  $A_{s_{min}} = 2,36\text{cm}^2$

Calculando el momento que resiste el  $A_{s_{min}} 2,36\text{cm}^2$

$$MU = 0,90 \left( A_{s_{min}} * f_y * \left( d - A_{s_{min}} * \frac{f_y}{1,7 * f'_c * b} \right) \right)$$

$$MU = 0,90 \left( 2,36 * 2810 * \left( 9 - 2,36 * \frac{2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right)$$

$$Mu = 52607,267\text{kg} - \text{cm}$$

$$MU = 526,07\text{Kg} - \text{m}$$

Para los momentos menores que resisten el MU de área de acero mínimo ( $A_{s_{min}}$ ) y con un espaciamiento a 30 centímetro; para los momentos mayores al MU de acero mínimo ( $A_{s_{min}}$ ) se calcula el área requerido de la siguiente forma:

$Mu = 808,04\text{kg-m}$ .

Se calcula el  $A_s$  para el mayor momento

$$A_{s_{req}} = \left( b * d + \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'_c}} \right) * 0,85 * \frac{f'_c}{f_y}$$

$$A_{s_{req}} = \left( 100 * 9 + \sqrt{(100 * 9)^2 - \frac{808,04 * 100}{0,003825 * 210}} \right) * 0,85 * \frac{210}{2810}$$

$$A_{s_{req}} = 3,67\text{cm}^2$$

- Calculando espaciamiento con la nueva área de acero

3,67 cm<sup>2</sup> ----- 100 cm

0,71 cm<sup>2</sup> -----S<sub>req</sub> → S<sub>req</sub> = 19,34 cm

Utilizar espaciamiento 15 cm.

Tabla VI. **Área de acero y espaciamiento para momentos actuantes**

Tipo de momentos	Momentos Kg-m	Espesor de losa (t) cm	Peralte efectivo (cm)	As <sub>req</sub> cm <sup>2</sup>	S <sub>max</sub> cm
(-)	34,51	12,00	9,00	2,36	30,00
(-)	50,54	12,00	9,00	2,36	30,00
(+)	103,54	12,00	9,00	2,36	30,00
(+)	151,63	12,00	9,00	2,36	30,00
(-)	157,30	12,00	9,00	2,36	30,00
(+)	472,17	12,00	9,00	2,36	30,00
(+)	305,01	12,00	9,00	2,36	30,00
(-)	718,56	12,00	9,00	3,67	15,00

Fuente: elaboración propia.

El armado se localiza en los planos en la sección de anexos.

- Verificación por corte

Los esfuerzos por corte deberán ser resistidos únicamente por el concreto que conforma la losa, por lo que solamente se compruebe si el espesor de la losa es el adecuado para soportar los esfuerzos.

- Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{max} = \frac{CU * L}{2} = \frac{643,20 * 5,5}{2}$$
$$V_{max} = 1768,80 \text{ kg}$$

- Cálculo del corte máximo resistente

$$V_{res} = 45 * \sqrt{f'c} * t$$
$$V_{res} = 45 * \sqrt{210} * 12$$
$$V_{res} = 7825,34 \text{ kg}$$

Como  $V_{max} < V_{res}$  significa que el espesor es adecuado y la losa resiste los esfuerzos de corte.

### 2.7.2. Diseño de la viga

Debido a que la longitud de la viga es de 5,5 metros, se predimensiona utilizando para la altura  $L/16$  de la luz; y para la base  $h/2$ , quedando de la siguiente manera:

$h = 5,5/16 = 0,343 \text{ m}$ ; lo cual se aproximará a 0,40 m.

$b = 0,40/2 = 0,20 \text{ m}$ .

Datos:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$t_{losa} = 0,12 \text{ m}$$

$$\gamma_{con} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

Recubrimiento = 4 cm

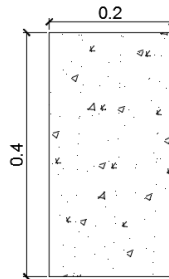
$d = 40 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 36 \text{ cm}$

$\text{CMU} = 473,20 \text{ kg/m}^2$

$\text{CVU} = 170 \text{ kg/m}^2$

$\text{CU} = 643,20 \text{ kg/m}^2$

Figura 6. **Sección de viga intermedia del tanque de distribución**

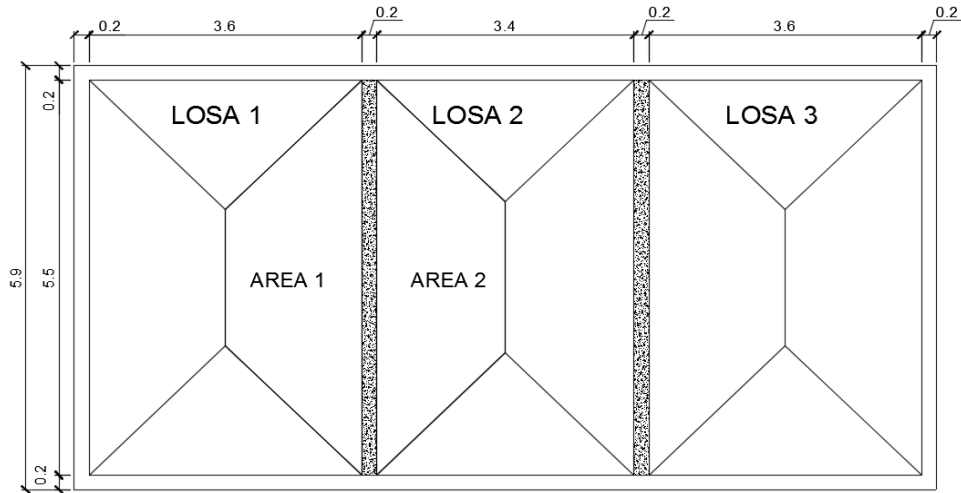


Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Con las dimensiones de la sección propuesta, se determina el peso propio de la viga y el peso de la losa, por medio de áreas tributarias.



Figura 7. Diagrama de áreas tributarias



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$A1 = 6,66 \text{ m}^2$$

$$A2 = 6,46 \text{ m}^2$$

- Peso de la losa sobre la viga

$$W_{L1} = \frac{CU * A_1}{L_1} = \frac{643,20 * 6,66}{5,5}$$

$$W_{L1} = 778,86 \text{ kg/m}$$

$$W_{L2} = \frac{CU * A_2}{L_2} = \frac{643,20 * 6,46}{5,5}$$

$$W_{L1} = 755,47 \text{ kg/m}$$

- Peso propio de la viga

$$W_{\text{viga}} = 1,4 * (b * h * \gamma_{\text{concreto}})$$

$$W_{\text{viga}} = 1,4 * (0,20 * 0,40 * 2\ 400)$$

$$W_{\text{viga}} = 268,80 \text{ kg/m}$$

- Carga total

$$CT = W_{L1} + W_{L2} + W_{\text{viga}}$$

$$CT = 778,86 + 755,47 + 268,80$$

$$CT = 1\ 803,13 \text{ kg/m}$$

- Determinación de los momentos y cortes actuantes en la viga

- Momento positivo

$$M_{(+)} = \frac{CT * L^2}{8} = \frac{1\ 803,13 * 5,7^2}{8}$$

$$M_{(+)} = 7\ 322,96 \text{ kg} - m$$

- Momento negativo

$$M_{(-)} = \frac{CT * L^2}{12} = \frac{1\ 803,13 * 5,7^2}{12}$$

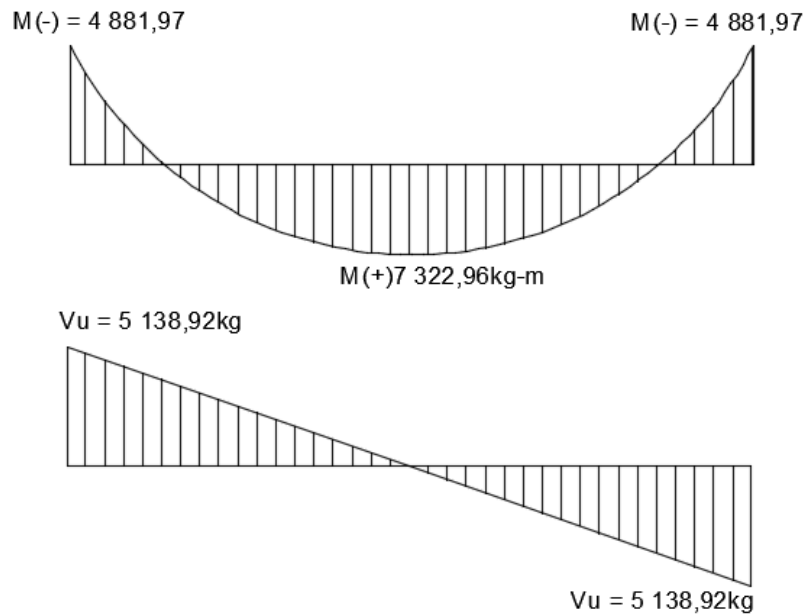
$$M_{(-)} = 488,97 \text{ kg} - m$$

- Corte último

$$Vu = \frac{CT * L}{2} = \frac{1\ 803,13 * 5,7}{2}$$

$$Vu = 5\ 138,92 \text{ kg}$$

Figura 8. Diagrama de cortes y momentos de la viga intermedia



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Previo al diseño del refuerzo longitudinal en la viga, se calcula los límites dentro de los cuales deben de estar este, utilizando los siguientes criterios:

Cálculo de área de acero ( $A_{sreq}$ ).

$$Asreq = \left[ b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Muxb}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 * \left( \frac{f'c}{fy} \right)$$

$$Asreq = \left[ 20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{7\,322,96 * 20}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \left( \frac{210}{2810} \right)$$

$$Asreq = 8,91 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del área de acero máximo ( $A_{s_{max}}$ )

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0,5 * \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,003 * E_s * ,85 * f'c}{f_y(f_y + 0,003 * E_s)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 0,003 * 6117 * ,85 * 210}{2810 * (2180 + 0,003 * 6117)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 6117 * ,85 * 210}{2810 * (2180 + 6117)}$$

$$\rho_b = 0,0369$$

$$\rho_{max} = 0,5 * 0,0369$$

$$\rho_{max} = 0,0185$$

$$A_{s_{max}} = 0,0185 * 20 * 36$$

$$A_{s_{max}} = 13,32 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de área de acero mínimo ( $A_{s_{min}}$ )

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 20 * 36$$

$$A_{s_{min}} = 3,61 \text{ cm}^2$$

Como  $A_{s_{min}} < A_{s_{req}} < A_{s_{max}}$  → viga simplemente reforzada

Como  $3,61 \text{ cm}^2 < 8,91 \text{ cm}^2 < 13,32 \text{ cm}^2$  es una viga simplemente reforzada

- Refuerzo longitudinal

Con los momentos obtenidos, se calculan las áreas requeridas para cada momento, tratando de mantenerlas dentro del rango permisible.

Para el momento positivo 7 322,96 kg-m se tiene un área de:

$$Asreq = \left[ 20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{7\,322,96 * 20}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \left( \frac{210}{2\,810} \right)$$

$$Asreq = 8,91 \text{ cm}^2$$

Con el área de acero calculado se procede a calcular la cantidad de varilla que se usará. 4 varillas No. 5 más 1 varilla No. 4.

$$4 * 1,0979 + 1,266 = 9,18 \text{ cm}^2 > 8,91 \text{ cm}^2. \text{ Ver detalle en planos.}$$

Para el momento negativo 4 881,97 kg-m se tiene un área de:

$$Asreq = \left[ 20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{4\,881,97 * 20}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 * \left( \frac{210}{2\,810} \right)$$

$$Asreq = 5,72 \text{ cm}^2$$

Con las áreas requeridas para cada momento, se hace la distribución del acero.

Se usarán 3 varillas No. 5,  $3 * 1,979 = 5,91 \text{ cm}^2 < 5,72 \text{ cm}^2$ , ver detalle en planos.

- Acero transversal

Es el refuerzo por corte, se presenta en forma de estribos espaciados a lo largo del eje de la viga según sea necesario. El procedimiento para el diseño de los estribos es el siguiente:

- Calcular el esfuerzo de corte que resiste la viga.

$$V_c = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 20 * 36$$

$$V_c = 4\,700,42 \text{ kg}$$

Es el esfuerzo cortante actuante ( $V_{ac}$ ) según el diagrama de cortes es 5 138,9 kg.

- Cálculo del esfuerzo de corte que resiste el acero y espaciamiento donde se colocará.

$$V_s = V_{ac} - V_c$$

$$V_s = 5\,138,95 - 4\,700,42$$

$$V_s = 438,50 \text{ kg}$$

- Calcular es espaciamiento

$$S = \frac{0,85 * A_{var} * f_y * d}{V_s}$$

$$S = \frac{0,85 * (2 * 0,316) * 2810 * 36}{438,50}$$

$$S = 123,93 \text{ cm}$$

- Corte de acero máximo y espaciamiento máximo

$$V_s = \frac{A_{var} * f_y * d}{d/2}$$

$$V_s = \frac{(2 * 0,316) * 2810 * 36}{36/2}$$

$$V_s = 3\ 551,84\ kg$$

$$V_{s_{max}} = V_s + V_c$$

$$V_{s_{max}} = 3\ 551,84 + 4\ 700,42$$

$$V_{s_{max}} = 8\ 252,26\ kg$$

- Cálculo de espaciamiento máximo

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{36}{2}$$

$$S_{max} = 18\ cm$$

El primer estribo se colocará a  $S/2$ ; es decir a 9 centímetros del rostro del apoyo, luego, se colocarán estribos No. 3 a cada 15 cm. (Ver detalle de armado en planos).

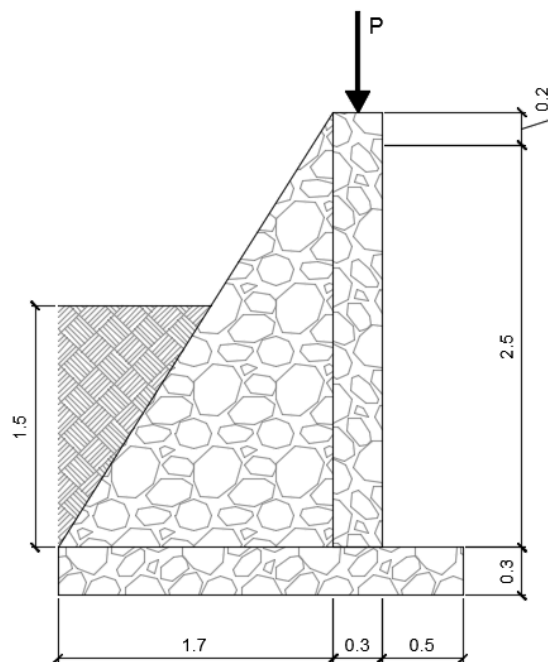
### 2.7.3. Diseño de muro

El muro se puede construir de mampostería reforzada, concreto ciclópeo, concreto reforzado; para este proyecto se optó por utilizar el material local que predomina en la comunidad, como lo que es la piedra. Se determinó diseñar un

tanque semienterrado cuya condición crítica se da cuando el tanque se encuentre completamente lleno.

El diseño consiste en verificar que las presiones máximas que ejercen sobre las paredes del tanque y sobre el suelo no afecten la estabilidad del tanque. El tanque tendrá una altura total de 3,00 metros, considerando que la altura del nivel de agua es de 2,50 metros.

Figura 9. **Sección del muro del tanque de distribución**



Fuente: elaboración propia.

Datos:

Peso específico ( $\gamma_s$ ) = 1 400,00 kg/m<sup>3</sup>

Peso específico ( $\gamma_{con}$ ) = 2 400 kg/m<sup>3</sup>

Peso específico del concreto ciclópeo ( $\gamma_{cc}$ ) = 2 500 kg/m<sup>3</sup>



Ángulo de fricción = 25°

Valor soporte del suelo (Vs) = 14,000 kg/m<sup>3</sup>

- Carga uniformemente distribuida (W)

$$W = W_{\text{losa+viga}} + W_{\text{viga apoyo}}$$

$$W_{\text{viga apoyo}} = \gamma c + 0,20 \cdot 0,40$$

$$W_{\text{viga apoyo}} = 2\,400 + (0,20 \cdot 0,40)$$

$$W_{\text{viga apoyo}} = 192 \text{ kg/m}$$

$$W = 1\,803,13 + 192$$

$$W = 1\,995,13 \text{ kg/m}$$

Considerando W como carga puntual (Pc)

$$Pc = 1\,995,13 \text{ kg/m} \cdot 1\text{m} = 1\,995,13 \text{ kg}$$

- Momento que ejerce la carga puntual

$$Mc = 1\,995,13 \cdot (1,70 + 0,15)$$

$$Mc = 3\,690,99 \text{ kg-m}$$

- Empuje activo

$$Ea = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{agua}} \cdot h^2$$

$$Ea = \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot (2,50)^2$$

$$Ea = 3\,125 \text{ kg/m}$$

- Empuje pasivo

$$Ep = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{suelo}} \cdot h^2 \cdot k_p$$

$$Ep = \frac{1}{2} \cdot 1,400 \cdot (1,30)^2 \cdot (1 + \frac{\sin 25^\circ}{1 - \sin 25^\circ})$$

$$E_p = 2\,914,81 \text{ kg/m}$$

Tabla VII. Datos de muro

Figura	Área m <sup>2</sup>	Peso W kg/m	Brazo m	Momento Kg-m
1	2,29	5 496,00	1,13	6 210,48
2	0,81	1 944,00	1,85	3 596,40
3	0,69	1 656,00	1,25	2 070,00
4		2 914,81	0,50	1 457,41
		12 010,81		13 334,29

Fuente: elaboración propia.

- Momento de volteo

$$M_{act} = E_a \cdot h/3$$

$$M_{act} = 4\,500 \cdot (2,50/3 + 0,30)$$

$$M_{act} = 5\,100 \text{ kg-m}$$

- Verificación de la estabilidad contra volteo ( $F_{sv} > 1,5$ ).

$$F_{sv} = \frac{M_R + M_C}{M_{act}}$$

$$F_{sv} = \frac{13\,334,29 + 3\,690,99}{5\,100}$$

$$F_{sv} = 3,33 > 1,5$$

- Verificación de la estabilidad contra deslizamiento ( $F_d > 1,5$ )

$$F_d = \frac{F\delta}{F_a}$$

$$Fd = \frac{(1\,995,13 + 12\,010,81) * \tan 25}{3\,125}$$

$$Fd = 2,09 > 1,5$$

- Verificación de presión máxima

$$a = \frac{M_R + M_c - M_{act}}{W_T}$$

$$a = \frac{13\,334,29 + 3\,690,99 - 5\,100}{1\,995,13 + 12\,010,81}$$

$$a = 0,85$$

$$e_x = \frac{Base}{2} - a$$

$$e_x = \frac{2,50}{2} - 0,85$$

$$e_x = 0,40$$

- Módulo de sección (Sx)

$$S_x = \frac{1}{6} * B^2 * L$$

$$S_x = \frac{1}{6} * 2,50^2 * 1$$

$$S_x = 1,04m^3$$

- Presión máxima

$$P_{max} = \frac{W_T}{A} + \frac{W_T * e_x}{S_x}$$

$$P_{max} = \frac{(1\,995,13 + 12\,010,81)}{2,5 * 1} + \frac{(1\,995,13 + 12\,010,81) * 0,40}{1,04}$$

$$P_{max} = 10\,989,28 \text{ kg/m}^2 < 14\,000 \text{ kg/m}^2$$

Todas las verificaciones para el diseño de muros se encuentran dentro de los rangos, por lo tanto, las dimensiones de los muros del tanque de almacenamiento son los indicados.

## **2.8. Obras hidráulicas**

Son todos aquellos accesorios que son necesarios para la realización del proyecto, entre estas obras hidráulicas se pueden mencionar: cajas rompe presión, cajas para válvulas, conexiones prediales, entre otras.

### **2.8.1. Conexiones prediales**

Las conexiones domiciliarias de un sistema de abastecimiento de agua potable tiene como finalidad suministrar el vital líquido en condiciones aceptables a la población, a través de un servicio domiciliario. Cada instalación contará con tubería de acometida PVC de diámetro ½ pulgada. Hoy día se construyen con tubería y accesorios PVC y dependiendo de la condición del funcionamiento del sistema, puede incluir o no aparatos de medición del caudal servicio (contadores de agua).

### **2.8.2. Cajas de válvulas**

Las válvulas de control son la que se utilizan para cerrar un circuito o redes, así como para reparaciones y mantenimiento. Se localizarán para aislar circuitos o tramos en forma total o parcial de la red.

Las válvulas de limpieza se colocan en la parte baja, se ubican al principal de la red y se usan para extraer todos los sedimentos que se pueden acumular en los puntos bajos de las tuberías.

## 2.9. Propuesta de desinfección

Para el tratamiento de desinfección se propone un alimentador automático de tricloro, instalado en serie con la tubería de conducción a la entrada del tanque de distribución.

El sistema de desinfección propuesto para este proyecto consiste en desinfección por cloro, ya que además de ser uno de los tratamientos más utilizados en el país, es muy eficiente y confiable, este tratamiento se hará por medio de un dosificador automático de tabletas de tricloro.

Las pastillas de tricloro tienen un tamaño de 3 pulgadas por diámetro y 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro 90 por ciento y un 10 por ciento estabilizador. El peso de la tableta es de 200 gramos y la velocidad a la que se disuelve en agua en reposo, es de 15 gramos en 24 horas.

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 y 0,15 por ciento, este depende del caudal a tratar.

$$G = \frac{C * M * D}{\%CL}$$

Donde:

G = gramos de tricloro

C = gramos por litro deseado = 0,15 %

M = litros de agua a tratarse por día = 38 880 lt/d

D = número de días = 30 días

%CL = concentración de cloro = 90 %

Sustituyendo:

$$G = \frac{0,001 * 86\ 400 * 3,87 * 30}{0,90} =$$
$$G = 11\ 145,60 \text{ gramos}$$

Numero de tabletas de tricloro:

$$n = \frac{11\ 145,60}{200} = 55,72$$

Esto quiere decir que se usaran 56 tabletas de tricloro al mes.

## **2.10. Propuesta de operación y mantenimiento**

Para que este proyecto se mantenga en óptimas condiciones y en funcionamiento se debe contar con recursos financieros para operar el sistema.

Para operarlo, se requiere de una persona con un salario mínimo de Q 2 607,00 al mes. Se encargará del mantenimiento y operación del sistema de distribución de agua potable. La operación de la bomba del pozo es de Q 20 564,11 al mes, lo que se paga en facturas. Q 23 171,11 al mes.

Costo en mantenimiento: respecto al cual se estima tres por millas del costo total del presupuesto del proyecto:

$$CM = \frac{0,003 * \text{costo proyecto}}{n}$$

Donde

CM = costo del mantenimiento

n = periodo del proyecto

$$CM = \frac{0,003 * 1\ 161\ 181,28}{22}$$

$$CM = 158,34\ Q/mes$$

Costo de tratamiento, que involucra la compra de materiales, para la desinfección.

$$CT = \text{Costo de tabletas} * \text{cantidad de tabletas al mes}$$

$$CT = Q12,88 * 56 = Q\ 708,60/mes$$

Costo de administración, que representa el fondo que se utilice para gastos de papelería, sellos, viático, entre otros. Se estima un 10 % de la suma del pago del fontanero, mantenimiento y tratamiento.

$$G.A = 0,10 * (\text{pago fontanero} + \text{mantenimiento} + \text{tratamiento})$$

$$G.A = 0,10 * (2607,00 + 158,34 + 708,60)$$

$$G.A = 347,39$$

Tarifa, se calcula sumando todos los gastos o costos anteriores y se divide dentro del número total de conexiones, que para este proyecto son 216 viviendas.

$$\text{Tarifa} = \frac{\sum \text{Gastos y costos}}{\text{total de conexiones}}$$

$$\text{Gastos} = 2\ 607,00 + 20\ 564,11 + 158,34 + 408,60 + 347,39 = 24\ 085,44$$

$$Tarifa = \frac{24\,085,44}{216} = 111,50 \text{ por vivienda}$$

La tarifa por adoptar para cada vivienda seria Q 112,00 al mes. Por cualquier imprevisto.

### **2.11. Elaboración de planos**

Los planos para la red de agua potable y detalles se presentan en el apéndice. Están conformados por la planta general, planta de diseño hidráulico, perfiles y detalles de obras hidráulicas.

### **2.12. Presupuesto del proyecto**

Para el cálculo del presupuesto del proyecto, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos proporcionados por la municipalidad de Jutiapa: el 66 % de prestaciones y de indirectos 30 %, incluyendo aspectos administrativos, imprevistos y utilidad.



Figura 10. Presupuesto general del proyecto

<b>PROYECTO:</b>	CONSTRUCCIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE				
<b>UBICACIÓN:</b>	ALDE SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA				
<b>RESUMEN DEL PRESUPUESTO</b>					
NO	DESCRIPCION DEL RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
1	Replanteo topográfico	3088.00	ml	Q 2.96	Q 9,140.48
2	Trazo y estaqueado	3088.00	ml	Q 23.46	Q 72,454.54
3	Demolición de Pavimento Hidraulico	764.40	m <sup>2</sup>	Q 93.46	Q 71,441.55
4	Excavación	1111.68	m <sup>3</sup>	Q 171.68	Q 190,858.22
5	Restitución de Pavimento Hidráulico	22.87	m <sup>3</sup>	Q 2,015.88	Q 46,107.14
LINEA DE CONDUCCIÓN					
6	Instalación de tubería PVC 250 PSI Ø 5"	474.00	ml	Q 345.07	Q 163,564.13
7	Tanque de distribución de 151m <sup>3</sup>	1.00	unidad	Q 287,988.54	Q 287,988.54
8	Cajas para Válvula	2.00	unidad	Q 3,670.17	Q 7,340.33
9	Hipoclorato	1.00	unidad	Q 3,253.16	Q 3,253.16
LINEA DE DISTRIBUCIÓN					
10	Instalación de tubería PVC 125 Psi Ø 5"	126.00	ml	Q 217.83	Q 27,446.74
11	Instalación de tubería PVC 125 Psi Ø 4"	540.00	ml	Q 160.11	Q 86,461.83
12	Instalación de tubería PVC 125 Psi Ø 3"	180.00	ml	Q 127.24	Q 22,903.34
13	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 2 1/2"	288.00	ml	Q 116.98	Q 33,690.38
14	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 2"	66.00	ml	Q 101.78	Q 6,717.71
15	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 1 1/2"	486.00	ml	Q 90.64	Q 44,049.10
16	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 1 1/4"	492.00	ml	Q 84.74	Q 41,693.93
17	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 1"	438.00	ml	Q 81.31	Q 35,613.12
18	Cajas de rompe presión 1 m3	2.00	unidad	Q 5,228.52	Q 10,457.04
19	Conexiones prediales	216.00	unidad	Q 1,531.44	Q 330,790.82
<b>TOTAL</b>				<b>Q</b>	<b>1,161,181.28</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.13. Cronograma de ejecución física y financiera

La función de este es establecer un tiempo razonable para la ejecución de dicha obra y al mismo tiempo llevar un control de los gastos que se realizan a medida que la obra va avanzando.

Figura 11. Cronograma de ejecución física y financiera

PROYECTO	RED DE AGUA POTABLE
UBICACIÓN	ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA

### CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

NO	DESCRIPCION DEL RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	MES 1			MES 2			MES 3			MES 4			MES 5		
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Replanteo topográfico	3 088,00	ml	■														
		Q 9 140,48																
2	Trazo y estaqueado	3 088,00	ml		■													
		Q 72 454,54																
3	Demolición de Pavimento Hidráulico	764,40	m³			■												
		Q 71 441,55																
4	Excavación	1 111,68	m³		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Q 190 858,22																
5	Restitución de Pavimento Hidráulico	22,87	m³					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Q 46 107,14																
6	Instalación de tubería PVC 250 PSI Ø 5"	474,00	ml		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Q 163 564,13																
7	Tanque de distribución de 151m3	1,00	ml				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Q 287 988,54																
8	Cajas para Válvula	2,00	unidad					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Q 7 340,33																
9	Hipoclorato	1,00	unidad						■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Q 3 253,16																
10	Instalación de tubería PVC 125 Psi Ø 5"	126,00	unidad						■	■	■	■	■	■	■	■	■	
		Q 27 446,74																
11	Instalación de tubería PVC 125 Psi Ø 4"	540,00	unidad							■	■	■	■	■	■	■	■	
		Q 86 461,83																
12	Instalación de tubería PVC 125 Psi Ø 3"	180,00	unidad								■	■	■	■	■	■	■	
		Q 22 903,34																
13	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 2 1/2"	288,00	ml									■	■	■	■	■	■	
		Q 33 690,38																
14	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 2"	66,00	ml											■	■	■	■	
		Q 6 717,71																
15	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 1 1/2"	486,00	ml													■	■	
		Q 44 049,10																
16	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 1 1/4"	492,00	ml														■	
		Q 41 693,93																
17	Instalación de tubería PVC 160 Psi Ø 1"	438,00	ml														■	
		Q 35 613,12																
18	Cajas de rompe presión 1 m3	2,00	ml														■	
		Q 10 457,04																
19	Conexiones prediales	216,00	ml														■	
		Q 330 790,82																

Fuente: elaboración propia.

## 2.14. Evaluación Socioeconómico

El proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable tiene un gran componente social, ya que es para las comunidades; por lo tanto, posee un enfoque para análisis de su evaluación en ese sentido, por lo que se debe considerar los efectos indirectos y de valorización social, así como los beneficios y costos de instalación y manejo del sistema.

### 2.14.1. Valor Presente Neto (VPN)

Se utiliza para conocer alternativas de inversión del proyecto. Por lo tanto, consiste en analizar la inversión inicial, ingresos y egresos anuales del mismo. Para este proyecto la tasa de rendimiento mínima atractiva que se utilizará será de 12 %.

Para esto proyecto la ejecución requiere Q 1 161 181,28. Debido a que es de carácter social, esta inversión no es recuperable, por lo cual debe ser proporcionado por una institución gubernativa. Por lo tanto, este rubro no se considerará, ya que se analizará si el proyecto es auto sostenible. El costo de operación y mantenimiento (CA) anuales, si el gasto al mes es de Q 24 085,44/mes se calcula así:

$$CA = Q\ 24\ 085,55 * 12\ mese$$

$$CA = Q\ 289\ 025,28/anual$$

La tarifa mensual es de Q 112,00 al mes, mientras que la tarifa anual (TA) es de:

$$T.A = 115,00 * \#vivienda * 12meses$$

$$TA = 112,00 * 216 * 12 = Q\ 290\ 304,00/anual$$

- Costo de operación y mantenimiento:

$$VP = CA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 289\ 025,28 * \left[ \frac{(1+0,12)^{22} - 1}{0,12 * (1+0,12)^{22}} \right]$$

$$VP = 2\ 209\ 495,88$$

- Tarifa poblacional

$$VP = TA * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right] = 290\,304,00 * \left[ \frac{(1+0,12)^{22} - 1}{0,12 * (1+0,12)^{22}} \right]$$

$$VP = 2\,219\,271,24$$

El VPN está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizarán durante 22 años del proyecto.

$$VPN = Ingresos - egresos$$

$$VPN = 2\,219\,271,24 - 2\,209\,495,88$$

$$VPN = 9\,775,36$$

Con la tasa propuesta el resultado indica que el proyecto es auto sostenible, por lo que se recomienda mantener esta cuota mensual a Q112,00.

#### 2.14.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Dado que este proyecto es de carácter social no es posible obtener una TIR atractiva, por lo tanto, se debe analizar a nivel municipal según costo/beneficio.

$$Costo = inversión inicial - PVN$$

$$Costo = 1\,161\,181,28 - 9\,775,36$$

$$Cosot = Q\,1\,151\,405,92$$

Beneficio: número de habitantes en el futuro.

$$\frac{\text{costo}}{\text{beneficio}} = \frac{Q\ 1\ 161\ 181,28}{1673} = Q\ 668,23/ha$$

Con base en el valor anterior se concluye que el proyecto podrá ser considerado favorable según las instituciones.

## **2.15. Evaluación impacto ambiental**

Se evaluará el impacto ambiental del proyecto de sistema de agua potable. También se tomará en cuenta el movimiento de tierra, que se deriva del levantamiento de polvo, y el ruido de la maquinaria que se utilice.

### **2.15.1. Impacto ambiental**

En la ejecución del proyecto de red de distribución de agua potable en la aldea San José Buena Vista, Jutiapa, se presentan los siguientes aspectos.

- En la colocación de la tubería puede haber remoción de vegetación por medio de la tala de árboles, que en el campo se conoce como abrir brecha.
- Excavación del suelo para instalar la tubería, ya que este proceso afecta la estabilidad del suelo.
- La contaminación de partículas en suspensión y polvo al momento de realizar la excavación de la zanja.
- Modificación auditiva por la generación de ruidos propios de las actividades de ejecución del proyecto.

- Inconveniente en la circulación peatonal y vehicular por la ejecución del proyecto en la comunidad.
- La disminución de caudal de las superficies subterráneas, lo cual involucra el descenso del nivel freático.
- Molestia a los vecinos al pasar la tubería en terreno donde haya siembra.

### **2.15.2. Medidas de mitigación**

Un buen manejo del impacto ambiental proporciona herramientas para disminuir el impacto que provoca el proyecto.

- Se tuvo el cuidado de pasar la tubería entre los árboles para que estos no fueran cortados, y se colocó la tubería sobre un lado peatonal.
- Se compactaron las zanjas para no provocar inestabilidad del suelo, ya que las profundidades de las zanjas tienen lo mínimo posible.
- Se identificará el lugar de excavación y se proporcionará equipo de protección a los trabajadores para no provocar problemas respiratorios.
- Para el acarreo del material sobrante se utilizarán lonas para evitar la propagación de partículas y depositar los materiales sobrantes en un lugar autorizado por la municipalidad.
- Para disminuir la contaminación auditiva se trabajará en horarios laborales normales y se proporcionará equipo de protección para los trabajadores.
- Para los tramos de ejecución del proyecto se contará con señalización para las personas que circular en el lugar, así como el apoyo de la policía de tránsito.
- La municipalidad mantendrá el control del uso adecuado del agua para la construcción y para el consumo de la comunidad beneficiada, a través de

dotaciones diarias, de un control de acceso y cuidado de las fuentes de agua.

- Se tendrá cuidado el lugar donde pasará la tubería, llegando un acuerdo con los dueños de terreno con siempre en caso de que los halla.

## CONCLUSIONES

1. Con el diseño y la construcción de la red de agua potable para la aldea San José Buena Vista, Jutiapa, la población tendrá un mayor acceso a este vital líquido, lo cual ayudará a mejorar la calidad de vida en la región, ya que se pretende dar un servicio libre de agentes patógenos o contaminantes perjudiciales evitando de esta manera riesgos a la salud, razón importante para que las autoridades correspondientes gestionen el financiamiento adecuado para llevar a la realidad la construcción del proyecto.
2. El sistema de red de distribución de agua potable beneficiará a 1 080 habitantes de la aldea San José Buena Vista, dando una mejor calidad de vida a la población en general por poseer este servicio, teniendo agua trata de que disminuirá las enfermedades.
3. Educar y hacer conciencia a los usuarios para que hagan uso adecuado del agua, además de que sean responsables con la tarifa mensual que deberán pagar que será de Q 112,00, para darle el mantenimiento adecuado a todos los componentes del sistema de agua potable y éste operado eficazmente.





## RECOMENDACIONES

1. Es necesario que la comunidad brinde la protección necesaria para la conservación de la fuente de abastecimiento, circulando el predio para no permitir el ingreso de personas y animales. Además, se debe contemplar un plan de reforestación en el área para evitar la disminución de su caudal en época seca.
2. Capacitar al personal (fontanero) que se encarga de la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.
3. Aplicar un estricto control bacteriológico al sistema de agua potable, que son 56 tabletas de tricloro al mes, por lo que el fontanero deberá corroborar constantemente que el sistema de cloración permanezca en óptimas condiciones y con la dosificación adecuada.
4. Promover el pago de la tarifa de servicio de agua potable que son Q 112,00 al mes, lo cual servirá para sostener los gastos de operación y mantenimiento del sistema.
5. Actualizar los precios de los materiales y la mano de obra, al momento de que el proyecto sea aprobado, pues en el mercado actual éstos cambian constantemente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, *Pedro*. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*  
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería.  
Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2007.  
128 p.
2. American Concret Institute. *Reglamento para las construcciones de  
concreto estructural y comentario*. ACI 318S-11. 121 p.
3. CHIGUAQUE ANGEL, David Salvador. *Diseño de sistema de  
alcantarillado sanitario para los sectores cuatro caminos, el cerrito  
y la frontera, aldea el Pajón y sistema de agua potable para la  
aldea el pueblito y 0 calle e la cabecera municipal de Santa  
Catarina Pinula, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil.  
Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala,  
Guatemala: 2018. 216 p.
4. Comisión Guatemalteca de Normas. 29001. *Norma para exámenes  
bacteriológicos y fisicoquímicos sanitario*. 2013. 12 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el sistema de abastecimiento  
de agua potable a zonas rurales*. Guatemala, 1997. 64 p.
6. Instituto de Fomento Municipal; Ministerio de Salud Pública. *Guía de  
normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de  
abastecimiento de agua para consumo humano*. 2011. 64 p.



## APÉNDICES

Apéndice 1. **Tabla de resumen de cálculo hidráulico**

DE	A	L	L Diseño	No. Tubos	Q (l/s)	Øint. (")	Clase (psi)	Hf	Vel.
<b>Eje Central</b>									
TANQUE	0+120	120,000	126	21	7,757	5,221	125	0,293	0,562
0+120	0+192,486	72,486	76	13	7,721	4,224	125	0,491	0,854
0+196,486	0+294,389	97,903	103	17	6,895	4,224	125	0,540	0,763
0+294,389	0+467,909	173,520	182	30	6,249	4,224	125	0,796	0,691
0+467,909	0+638,833	170,924	179	30	5,028	3,284	125	1,784	0,920
0+638,833	0+683,694	44,861	47	8	3,089	2,655	160	0,536	0,865
0+683,694	0+748,232	64,538	68	11	1,688	2,193	160	0,643	0,693
0+748,232	0+890,279	142,047	149	25	1,185	1,754	160	2,172	0,760
0+890,279	1+105,168	214,889	226	38	0,779	1,532	160	2,931	0,655
<b>RAMAL No. 1</b>									
0+000	0+249,308	249,308	262	44	0,823	1,532	160	3,761	0,692
<b>RAMAL No. 2</b>									
0+000	0+097,609	97,609	102	17	0,658	1,195	160	3,245	0,910
<b>RAMAL No. 3</b>									
0+000	0+048,933	48,933	51	9	0,472	1,195	160	0,878	0,652
<b>RAMAL No. 4</b>									
0+000	0+050	50	53	9	1,437	1,754	160	1,104	0,922
0+050	0+280	230	242	40	1,329	2,655	160	0,579	0,372
0+280	0+621,379	341,379	358	60	1,329	2,193	160	2,174	0,546
<b>RAMAL No. 5</b>									
0+000	0+266,585	266,585	280	47	1,185	1,754	160	4,082	0,760
<b>RAMAL No. 6</b>									
0+000	0+143,616	143,616	151	25	0,602	1,195	160	4,075	0,832
<b>RAMAL No. 7</b>									
0+000	0+123,229	123,229	129	22	0,472	1,195	160	2,220	0,652

Continuación del apéndice 1.

COTA TERRENO		Cota L, Piezometrica		Presión dinámica (mca)		P, Hidrostática (mca)	
Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
1103,604	1083,295	1103,000	1102,707	0,000	19,412	0,000	19,705
1083,295	1067,757	1083,000	1082,509	0,000	14,752	0,000	15,243
1067,757	1053,540	1082,509	1081,969	14,752	28,429	15,243	29,460
1053,540	1044,930	1081,969	1081,173	28,429	36,243	29,460	38,070
1044,930	1029,600	1081,173	1079,389	36,243	49,789	38,070	53,400
1029,600	1032,420	1079,389	1078,853	49,789	46,433	53,400	50,580
1032,420	1033,080	1078,853	1078,210	46,433	45,130	50,580	49,920
1033,080	1031,358	1078,210	1076,038	45,130	44,680	49,920	51,642
1031,358	1031,410	1076,038	1073,107	44,680	41,697	51,642	51,590
1067,67	1039,980	1082,509	1078,748	14,839	38,768	15,330	43,020
1053,54	1047,26	1081,969	1078,724	28,429	31,464	29,460	35,740
1044,930	1042,747	1081,173	1080,295	36,243	37,548	38,070	40,253
1029,600	1024,454	1079,389	1078,285	49,789	53,831	53,400	58,546
1024,454	1009,991	1024,000	1023,421	0,000	13,430	0,000	14,009
1009,991	1000,07	1023,421	1021,247	13,430	21,177	14,009	23,930
1032,420	1046,750	1078,853	1074,771	46,433	28,021	50,580	36,250
1033,080	1018,430	1078,210	1074,135	45,130	55,705	49,920	64,570
1031,390	1029,610	1076,038	1073,818	44,648	44,208	51,610	53,390

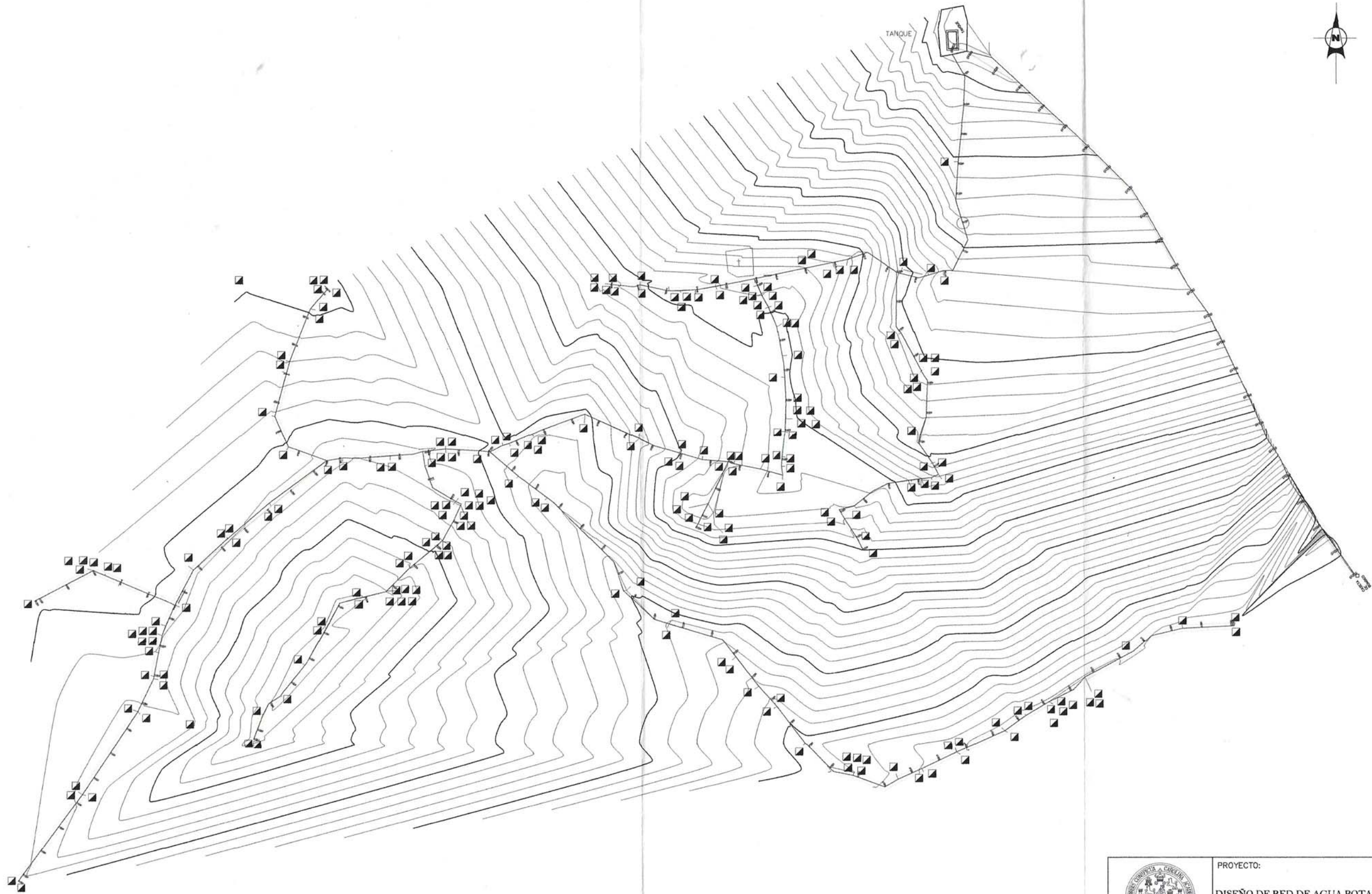
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. **Planos**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.



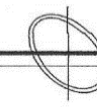
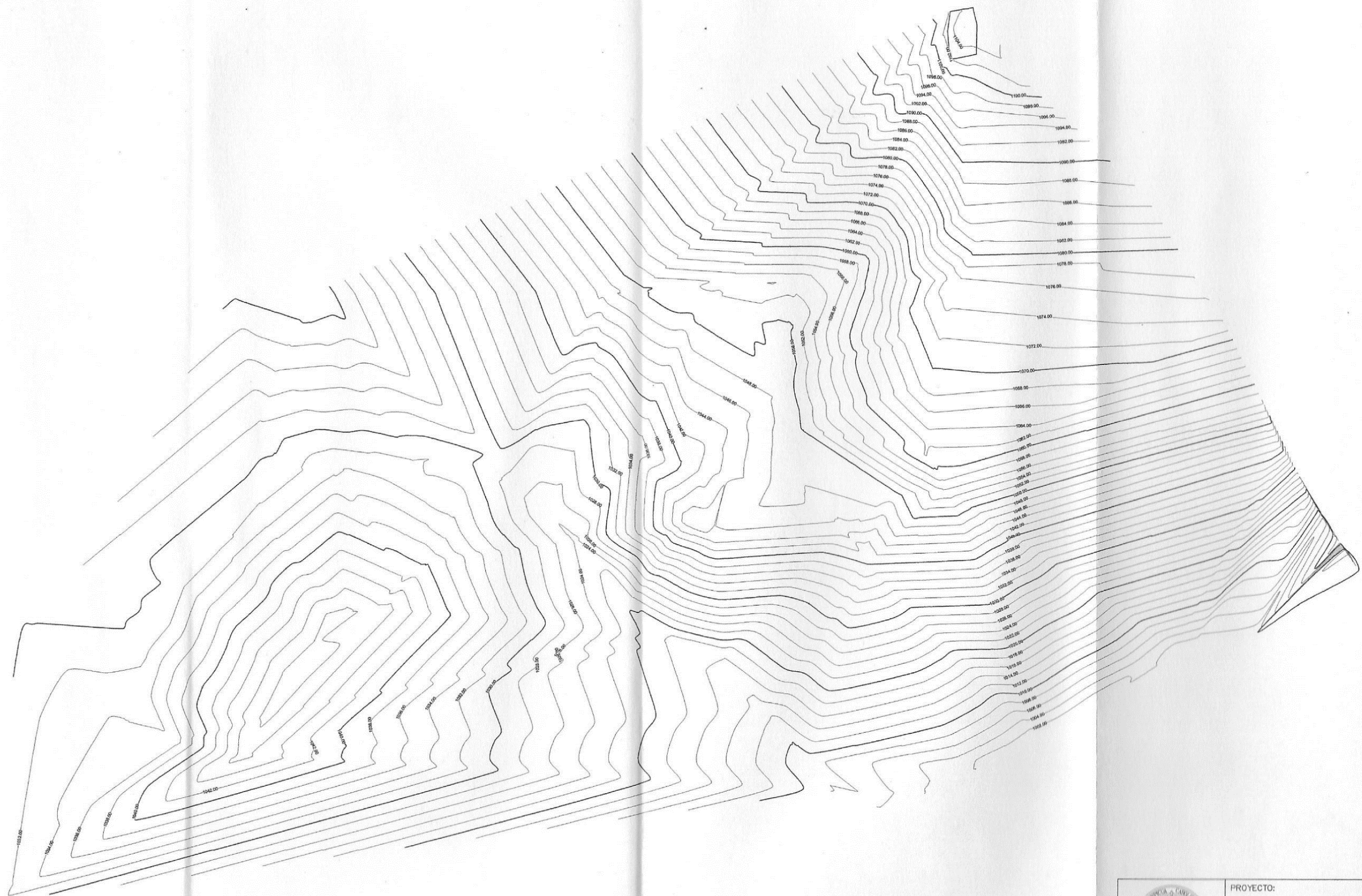




PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA  
RED DE AGUA POTABLE

ESC: 1/1250


	PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA DE AGUA POTABLE	
FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ABNER SALGUERO	SUPERVISOR DE EP: DISEÑO: ABNER SALGUERO CARNÉ: 5009-43457	HOJA No. 1 21



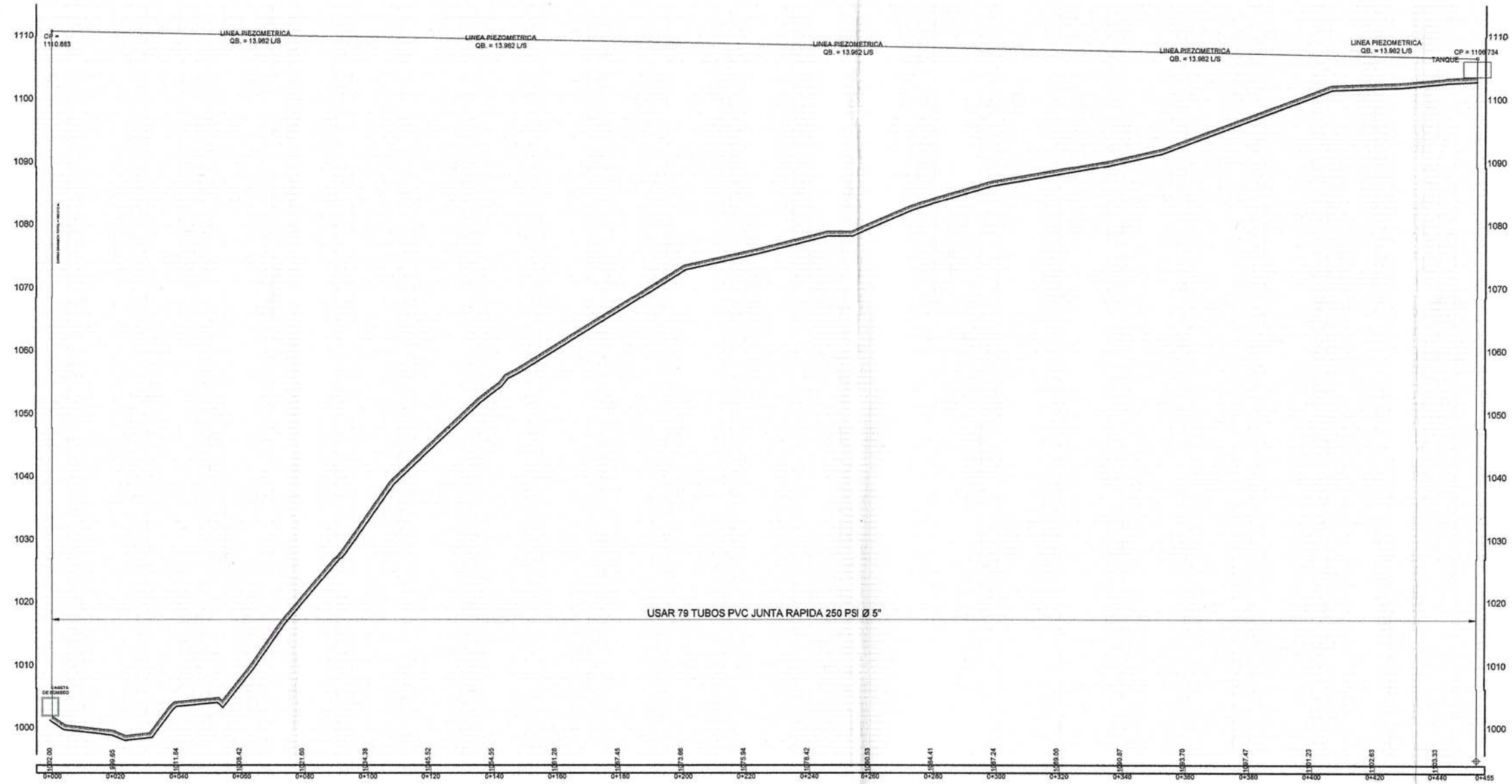
PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

RED DE AGUA POTABLE

ESC:1/1250

	PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE LOS CURVAS DE NIVEL	
FECHA: FEBRERO 2019 DISEÑADA POR: DISEÑADO POR: DISEÑADO POR: DISEÑADO POR:	DISEÑADO POR: DISEÑADO POR: DISEÑADO POR: DISEÑADO POR:	HOJA N.º 2 21

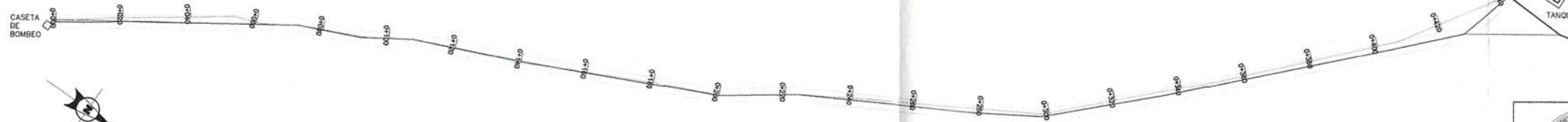
Ing. Manuel Alberto Arrivillaga Ochoa  
 SUPERVISOR DE OBRAS  
 Ing. Oscar Andrés Salguero  
 DISEÑO DE OBRAS DE INGENIERIA  
 Calle: 3008-43457



**PERFIL RED DE CONDUCCION 0+000 A 0+452**

RED DE AGUA POTABLE

ESC H: 1/750  
ESC V: 1/375

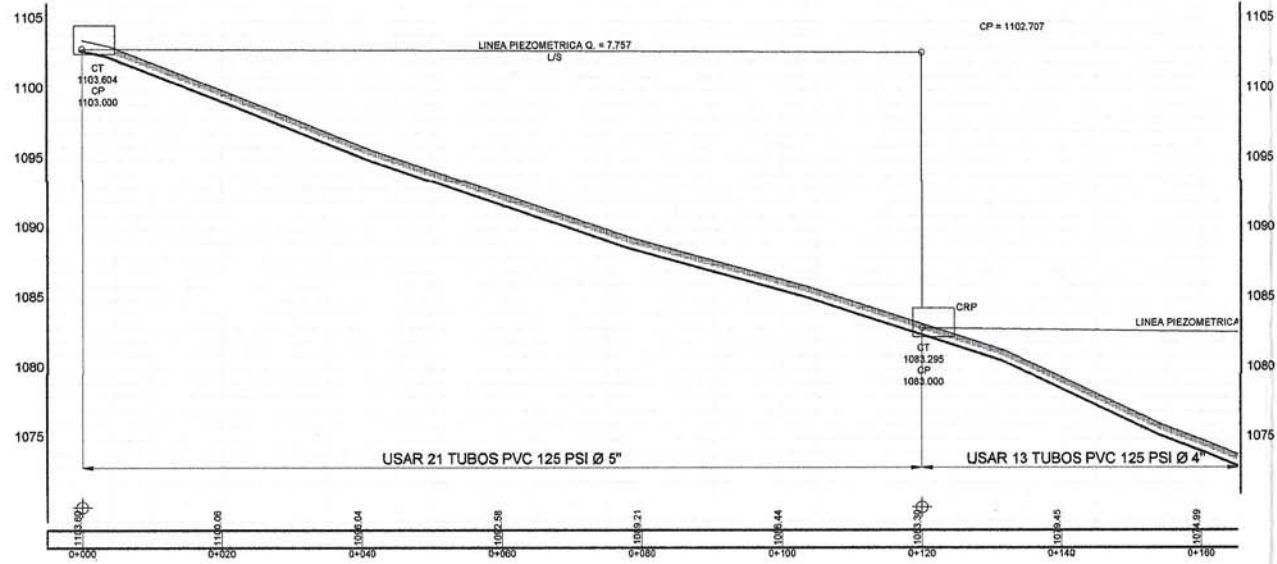


**PLANTA RED DE CONDUCCION 0+000 A 0+452**

RED DE AGUA POTABLE

ESC: 1/750

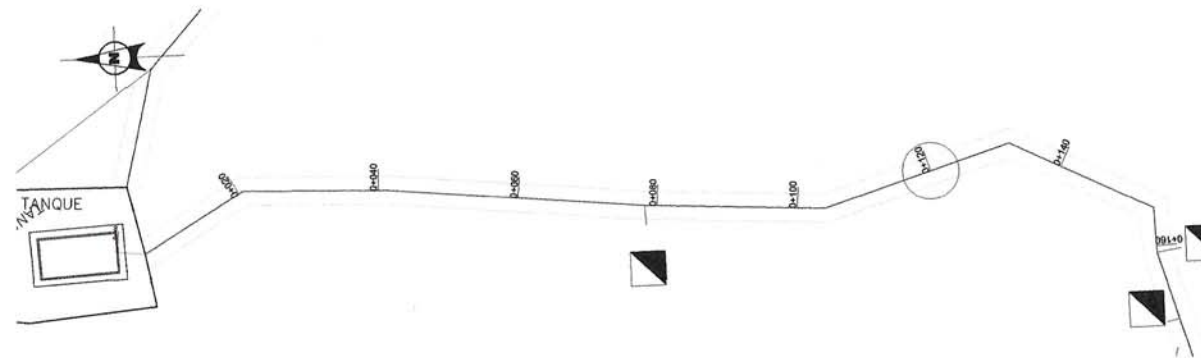
 FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA
	PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE
FECHA: ENERO 2019	ESCALA INDICADA	HOJA No.
DISEÑO: IBNER SALGUERO	CALCULO: IBNER SALGUERO	3
DIBUJO: IBNER SALGUERO	VERIFICACION: IBNER SALGUERO	21
No. de Orden: 2009-43457 Facultad de Ingeniería		



PERFIL RED DE DISTRIBUCION 0+000 A 0+160

RED DE AGUA POTABLE

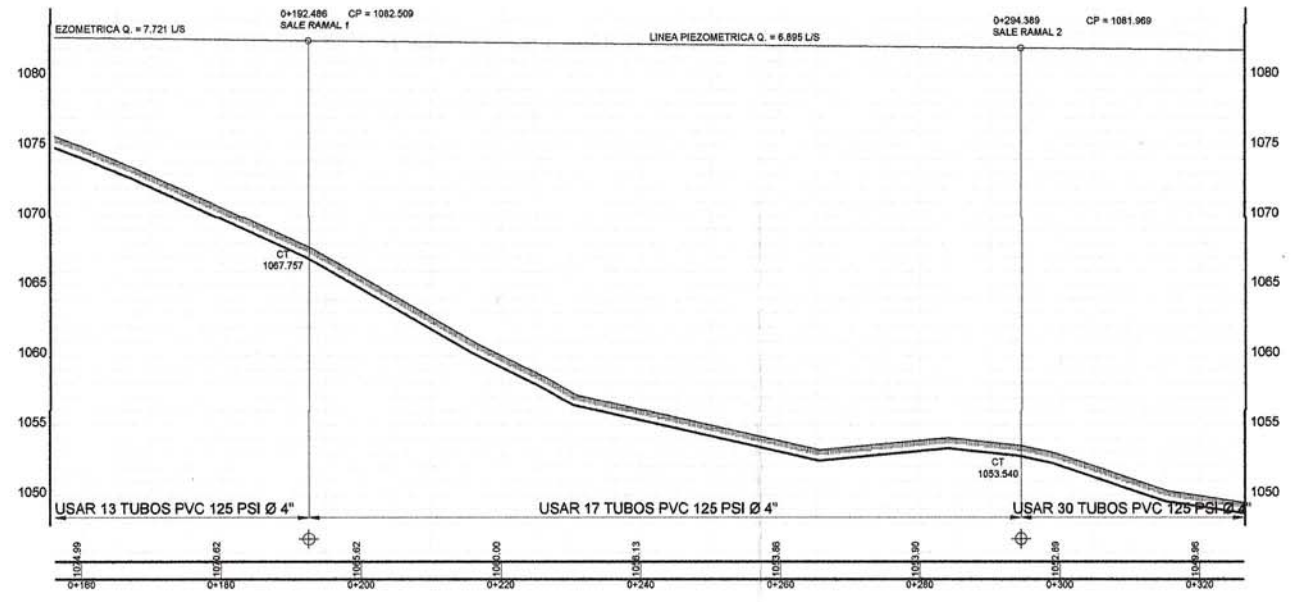
ESC H: 1/500  
ESC V: 1/250



PLANTA RED DE DISTRIBUCION 0+000 A 0+160

RED DE AGUA POTABLE

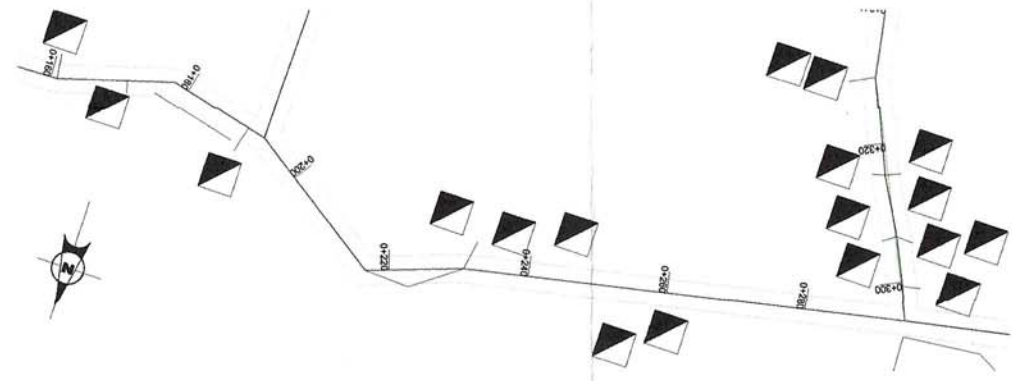
ESC: 1/500



PERFIL RED DE DISTRIBUCION 0+160 A 0+320

RED DE AGUA POTABLE

ESC H: 1/500  
ESC V: 1/250

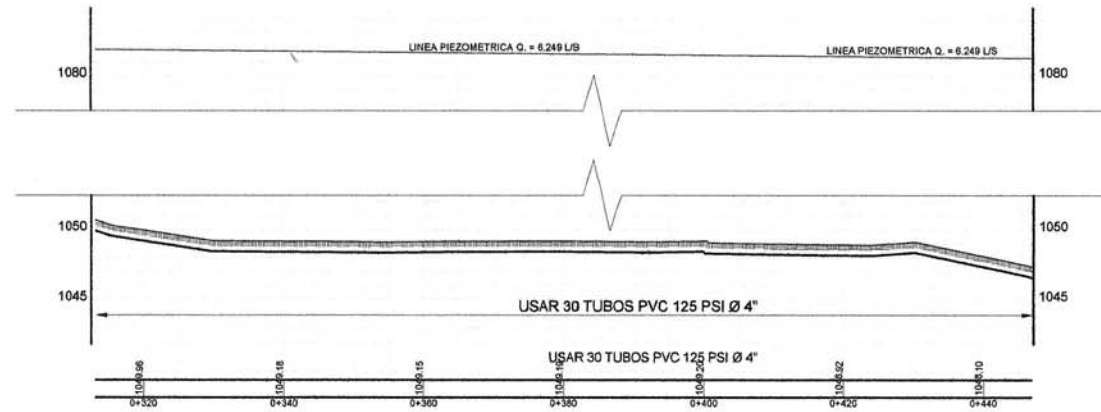


PLANTA RED DE DISTRIBUCION 0+160 A 0+320

RED DE AGUA POTABLE

ESC: 1/500

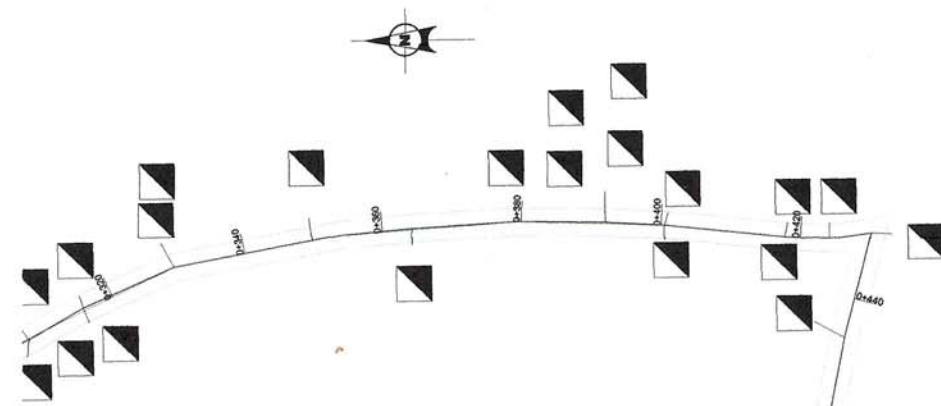
 FACULTAD DE INGENIERIA Ing. Msc. Ricardo Arriola Ochoa DEPARTAMENTO DE EPS	PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ABNER SALGUERO CALCULO: ABNER SALGUERO DIBUJO: ABNER SALGUERO C.A.N.E. 2009-43457



PERFIL RED DE DISTRIBUCION 0+320 A 0+440

RED DE AGUA POTABLE

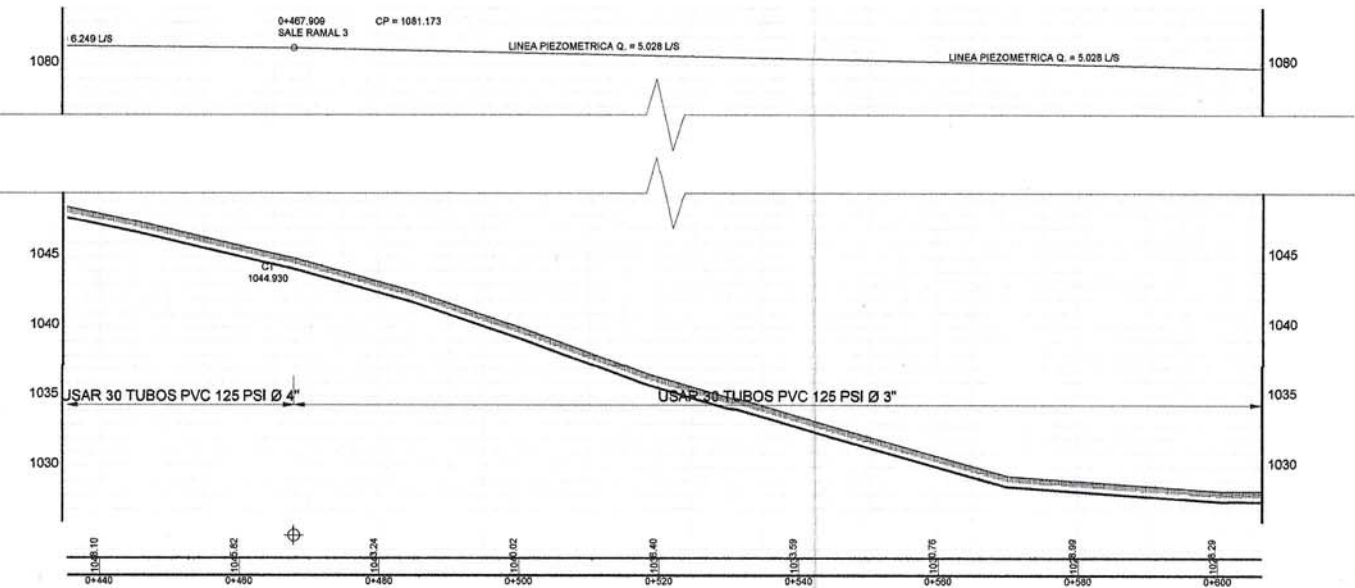
ESC H: 1/500  
ESC V: 1/250



PLANTA RED DE DISTRIBUCION 0+320 A 0+440

RED DE AGUA POTABLE

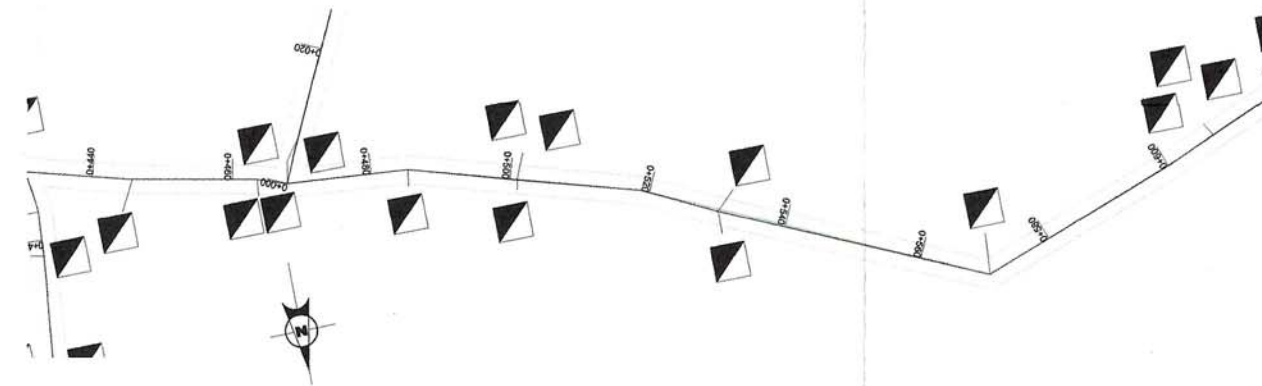
ESC: 1/500



PERFIL RED DE DISTRIBUCION 0+440 A 0+600

RED DE AGUA POTABLE

ESC H: 1/500  
ESC V: 1/250

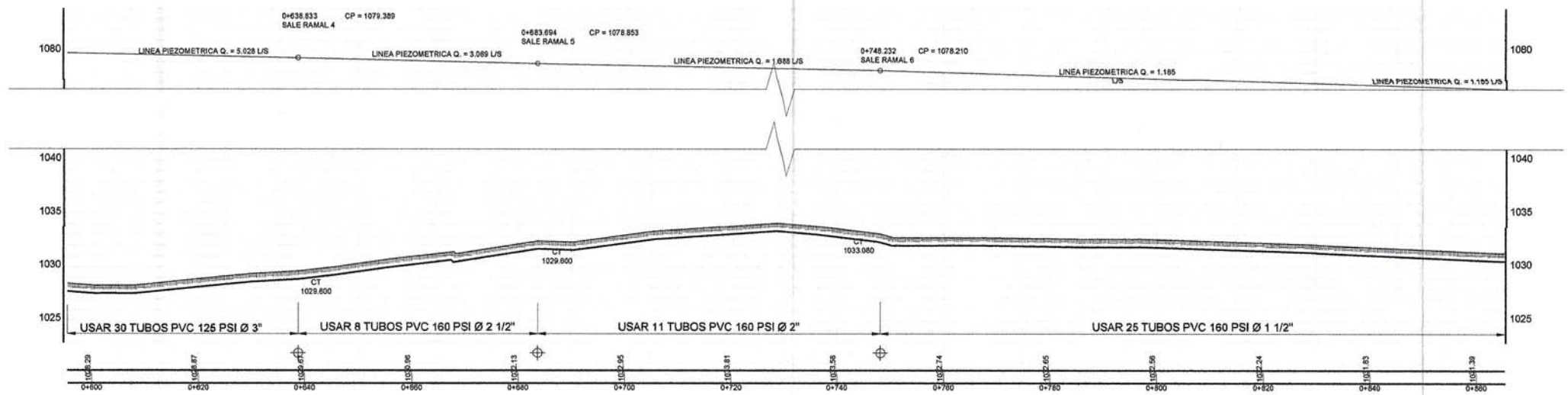


PLANTA RED DE DISTRIBUCION 0+440 A 0+600

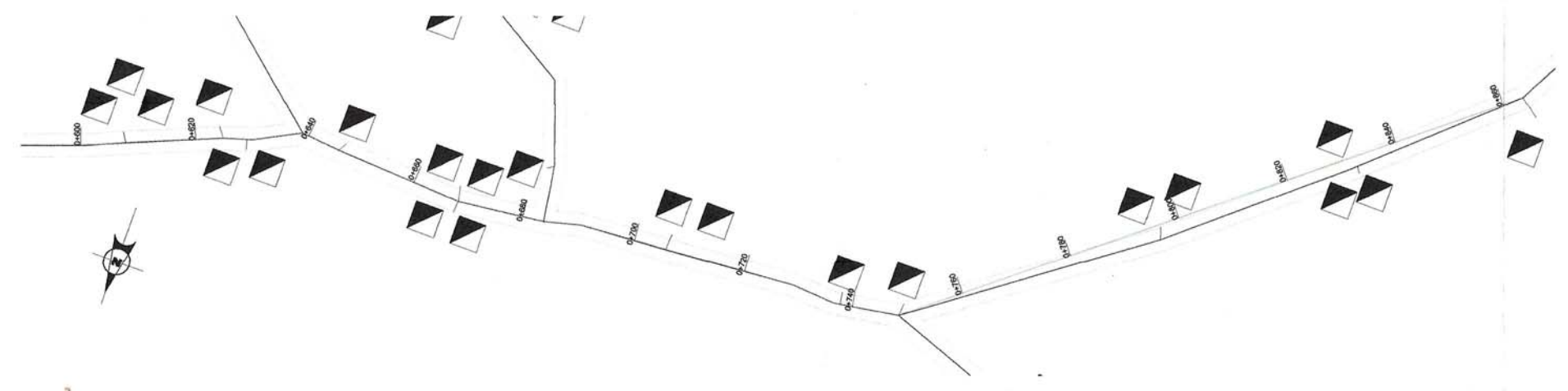
RED DE AGUA POTABLE

ESC: 1/500

 <b>USAC</b> FACULTAD DE INGENIERIA Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ARNER SALGUERO CALCULO: ARNER SALGUERO DIBUJO: ARNER SALGUERO CARNE: 2009-49457

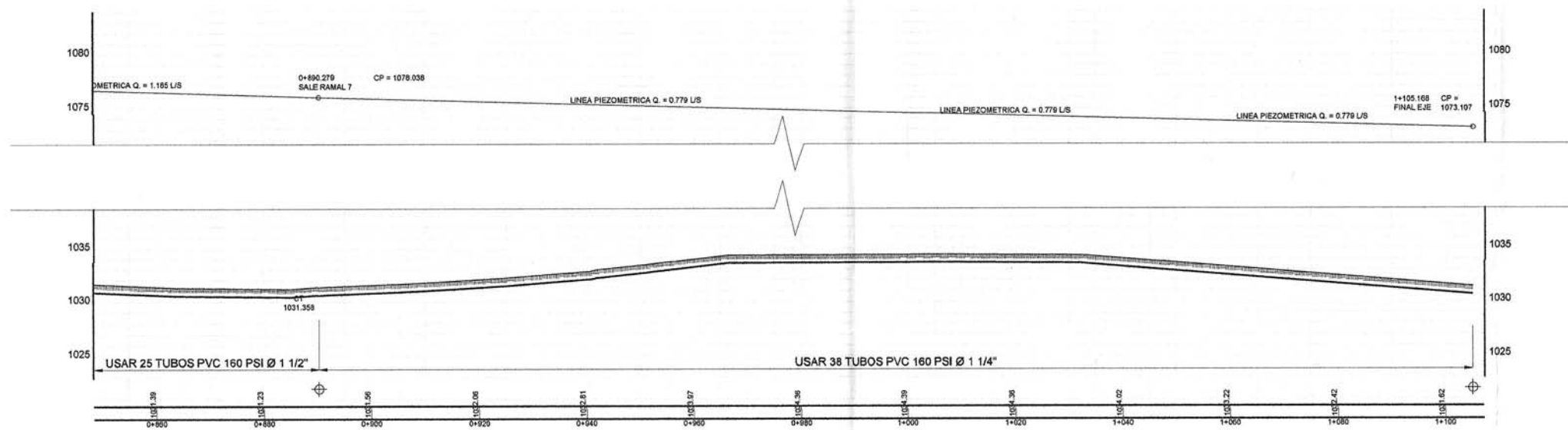


**PERFIL RED DE DISTRIBUCION 0+600 A 0+860**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/500  
 ESC V: 1/250

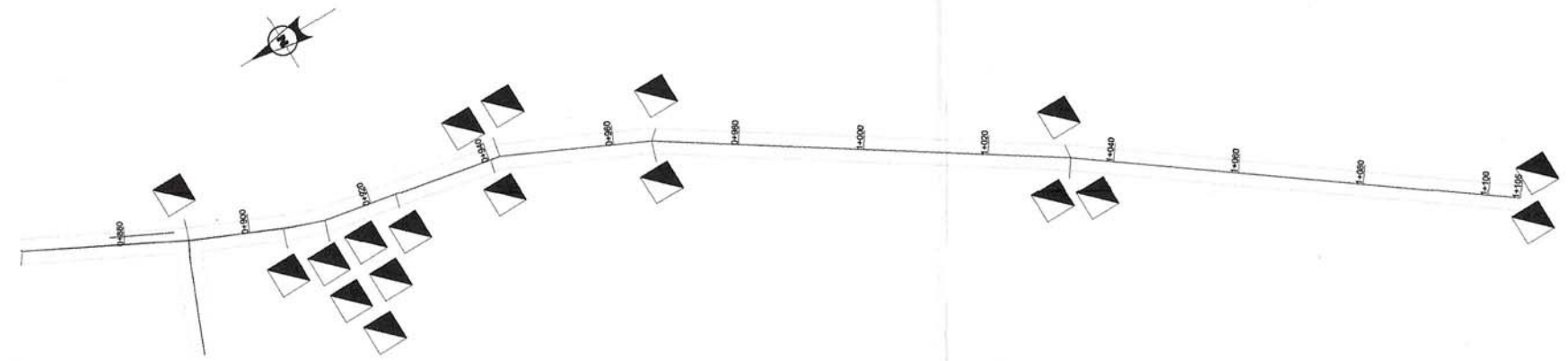


**PLANTA RED DE DISTRIBUCION 0+600 A 0+860**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/500

	PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ABNER SALGUERO CALIFICADO: ABNER SALGUERO DIBUJO: ABNER SALGUERO AÑO: 2009-43457



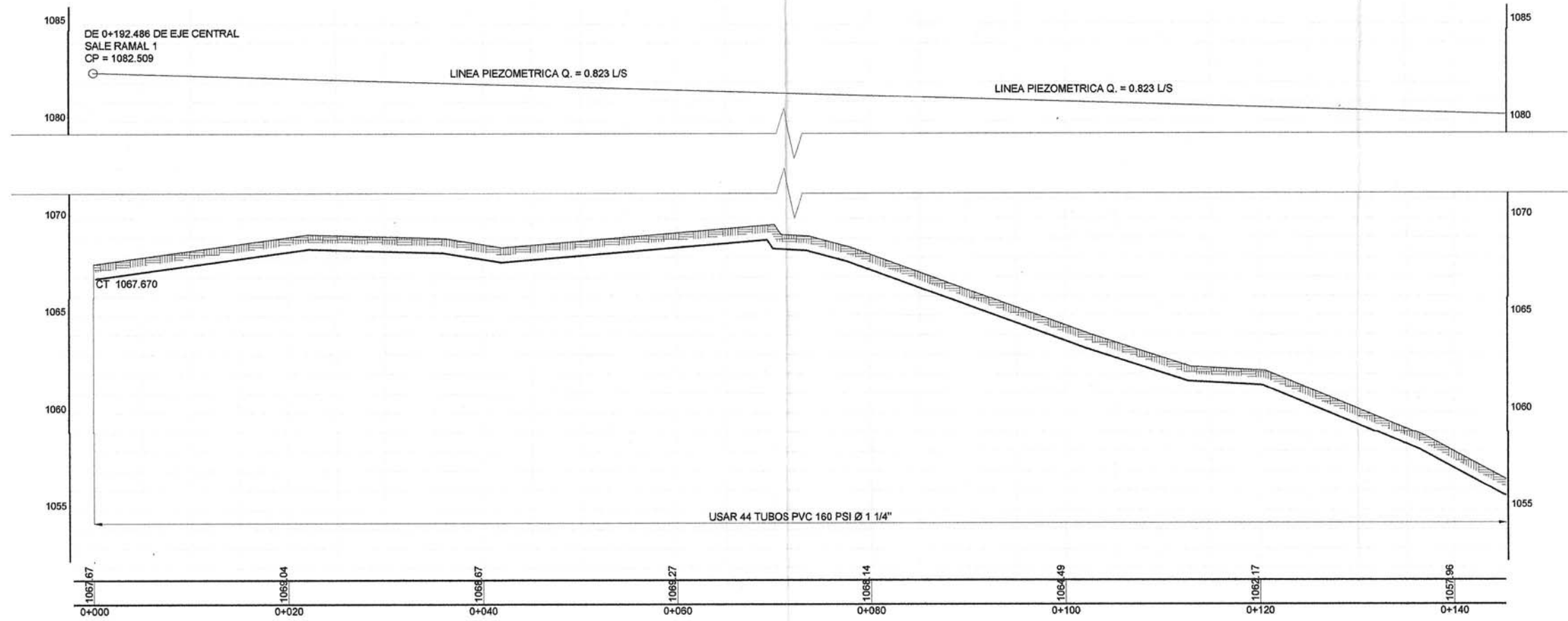

**PERFIL RED DE DISTRIBUCION 0+860 A 1+105**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/500  
 ESC V: 1/250



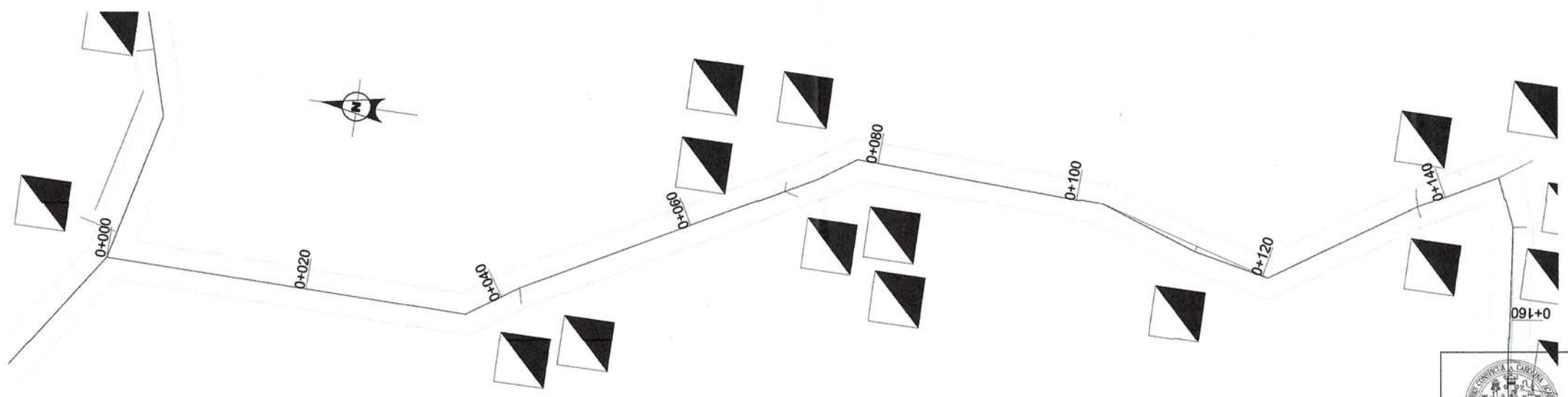

**PLANTA RED DE DISTRIBUCION 0+860 A 1+105**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/500

	PROYECTO: <b>DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA</b>	
	PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE</b>	
	FECHA: ENERO 2019	HOJA No. 7 21
	ESCALA: INDICADA	
	DISEÑO: ABNER SALGUERO	
	CALCULO: ABNER SALGUERO	
DIBUJO: ABNER SALGUERO CARRÉ: 2009-43457		
Facultad de Ingeniería		



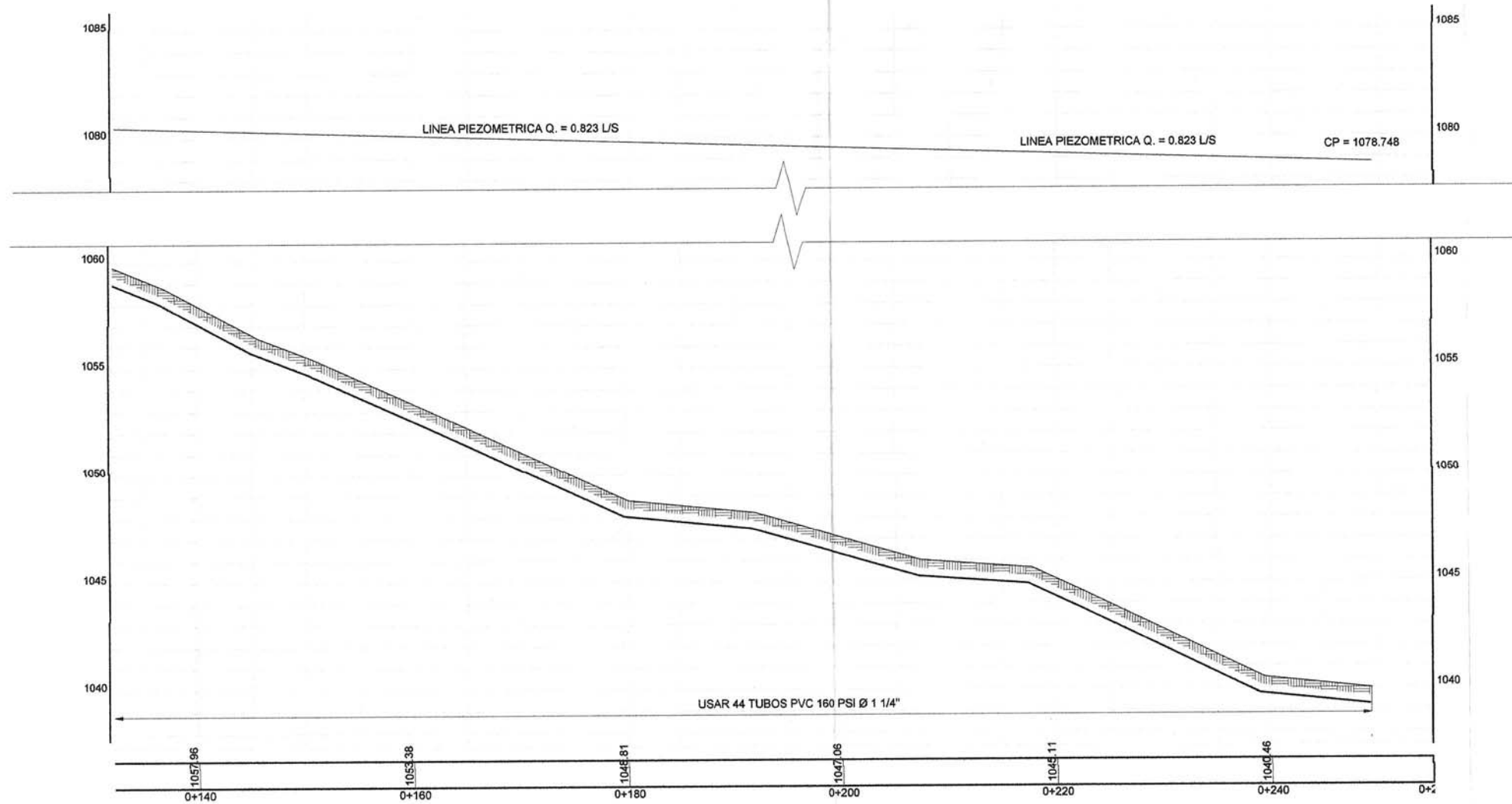


**PERFIL TRAMO 1 0+000 A 1+140**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125

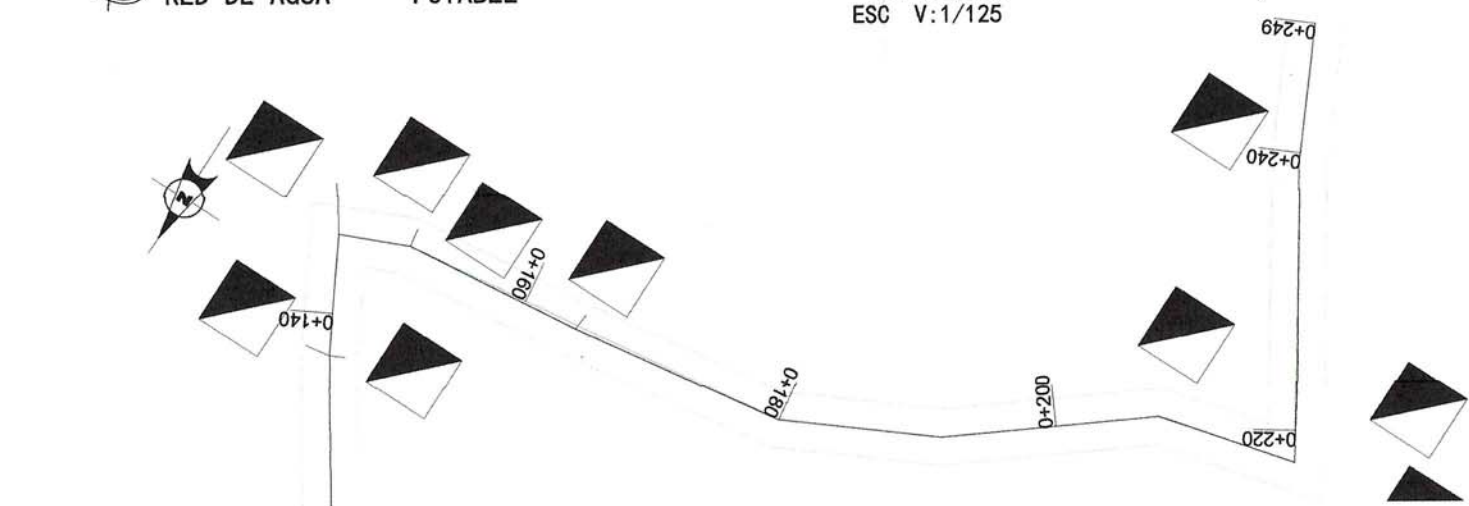


**PLANTA TRAMO 1 0+000 A 1+140**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

 Universidad San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	
Ing. Manuel Arrivillaga Ochoa ASESOR Unidad de Prácticas de Ingeniería y PDS No. de ID: MANUEL ALFREDO ARRIVILLA OCHOA	FECHA: ENERO 2019	HOJA No.	8
	ESCALA: INDICADA		21
	DISEÑO: ABNER SALGUERO		
	CÁLCULO: ABNER SALGUERO		
	REVISIÓN: ABNER SALGUERO		
	CARNE: 2009-43457		



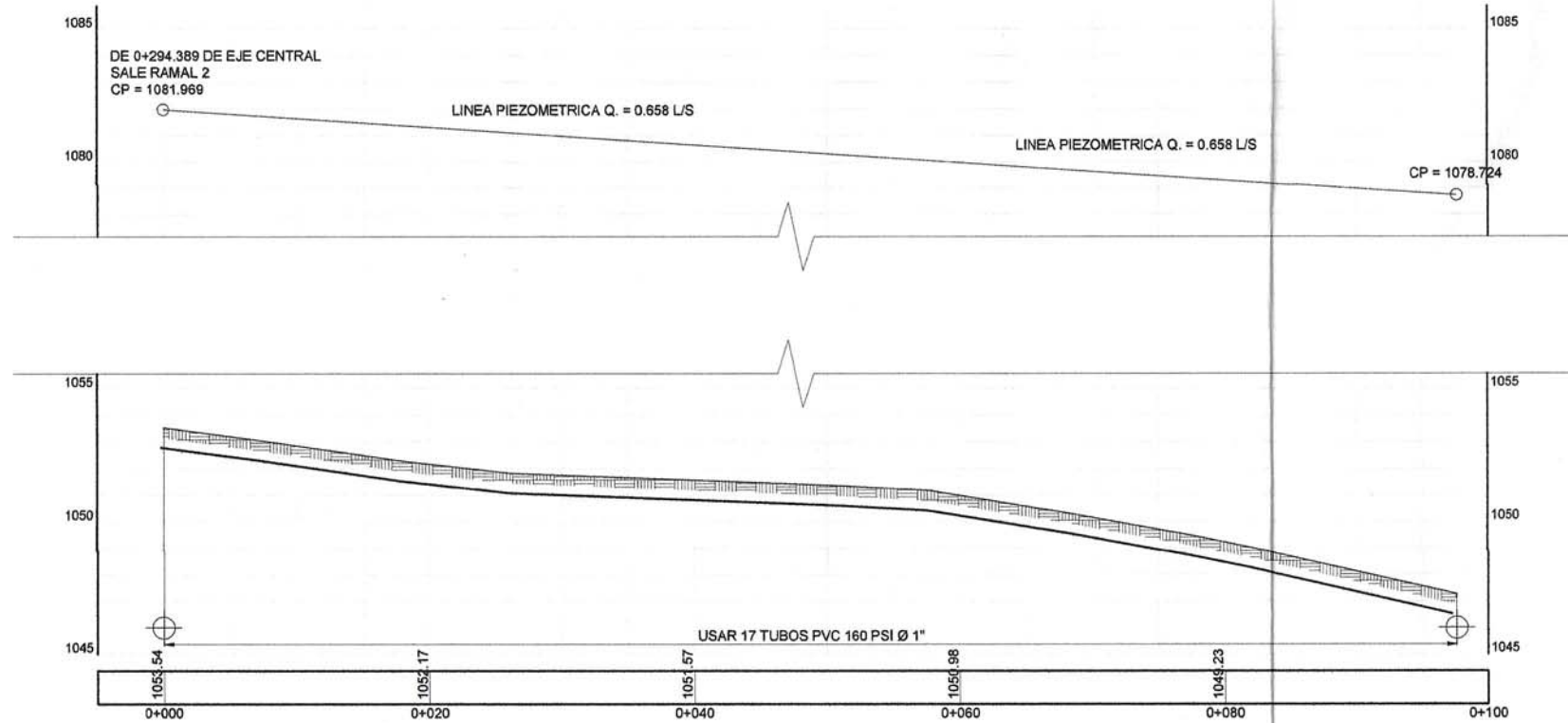
PERFIL TRAMO 1 0+140 A 0+249  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125



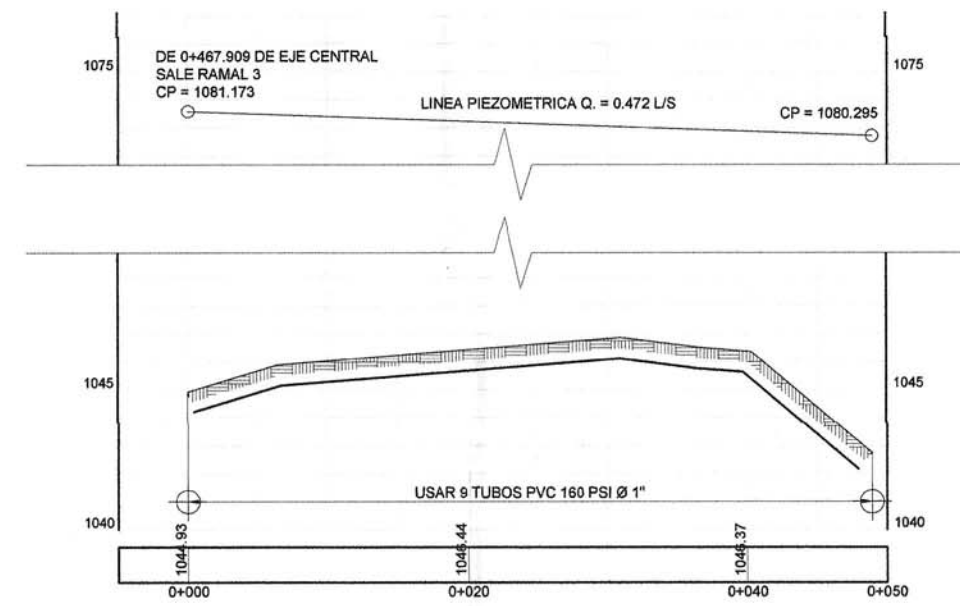
PLANTA TRAMO 1 0+140 A 1+249  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

	PROYECTO:	
	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
PLANO DE PLANTEAMIENTO Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE		
FECHA: ENERO 2019 ESCALA INDICADA DISEÑO: ANNER SALGUERO CALCULO: ANNER SALGUERO DIBUJO: ANNER SALGUERO CARR: 2009-43457	HOJA No.	9
Unidad de Práctica de Ingeniería MANTUEL ALFREDO ARÁVILLA OCHAETA		

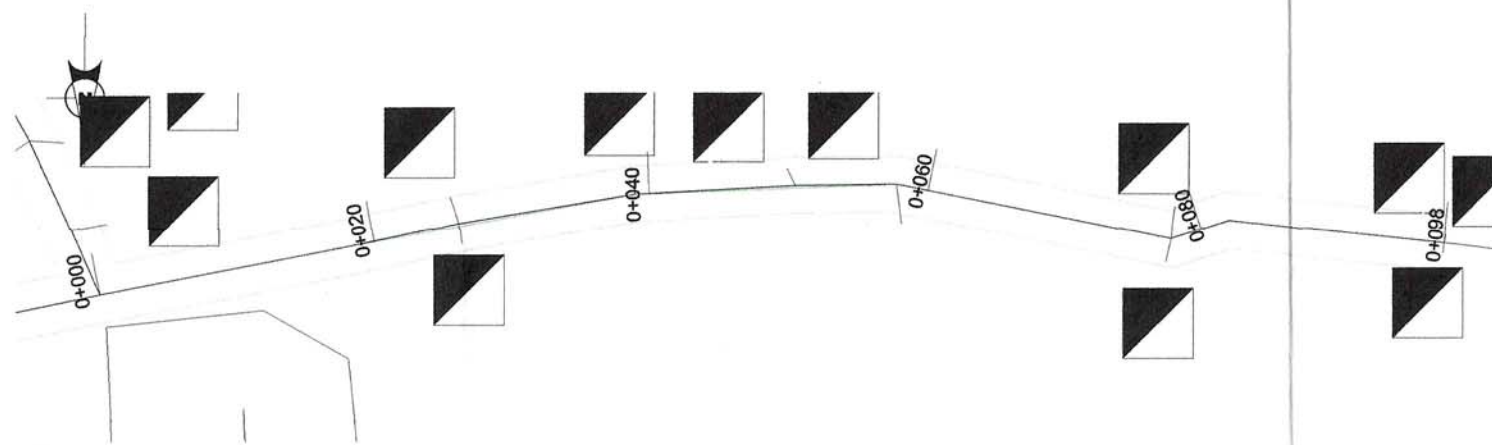
Ing. Anner Salguero  
 Facultad de Ingeniería



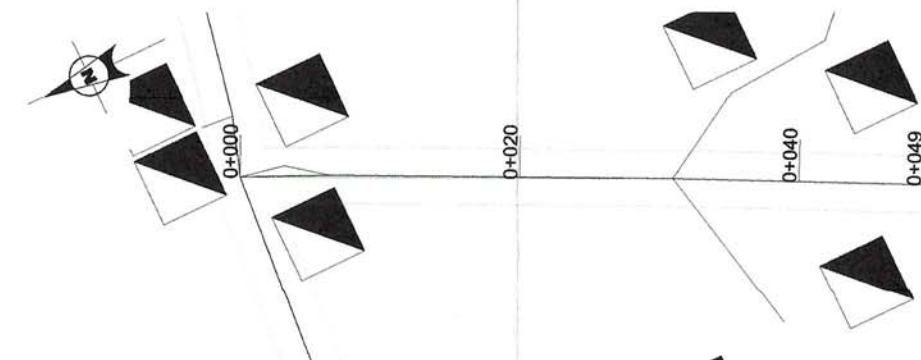
**PERFIL TRAMO 2 0+000 A 0+098**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125



**PERFIL TRAMO 3 0+000 A 0+049**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125

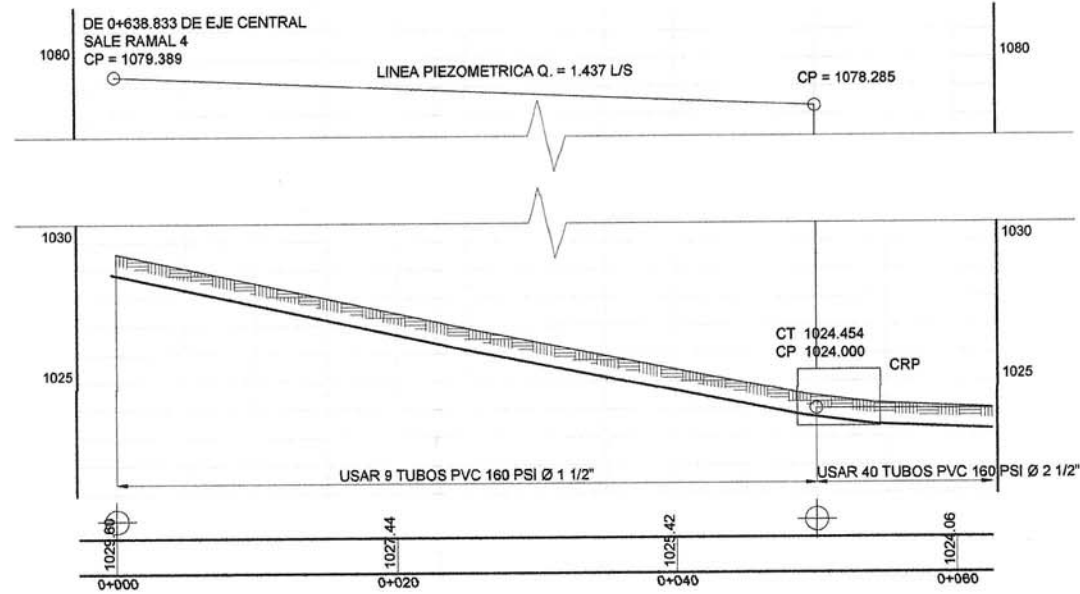


**PLANTA TRAMO 2 0+000 A 0+098**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250



**PLANTA TRAMO 3 0+000 A 0+049**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

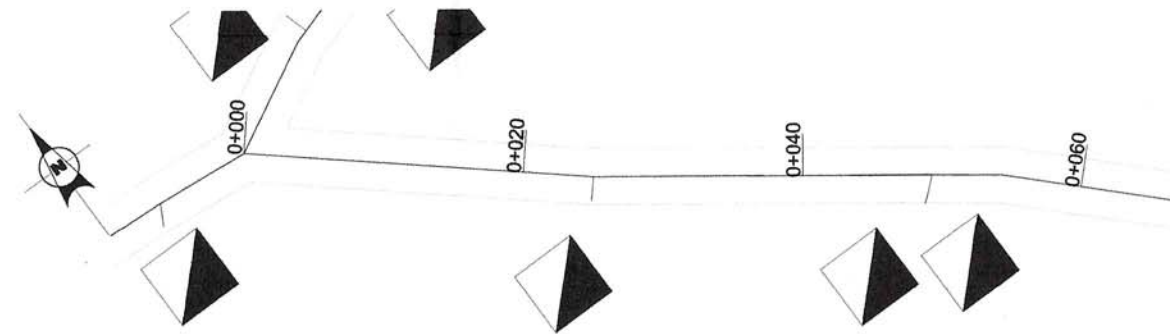
	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA
	PLANO DE PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	
Ing. Manuel Alfredo Arrivilla Ochaeta ASESOR TECNICO DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS VARELA, MANUEL ALFREDO ARRIVILLA OCHAETA Facultad de Ingeniería	FECHA: ENERO 2019 ESCALA INDICADA DISEÑO: ABERNER SALGUERO CALCULO: ABERNER SALGUERO DIBUJO: ABERNER SALGUERO CARNE: 2009-43457	HOJA No. 10 21



PERFIL TRAMO 4 0+000 A 0+060

RED DE AGUA POTABLE

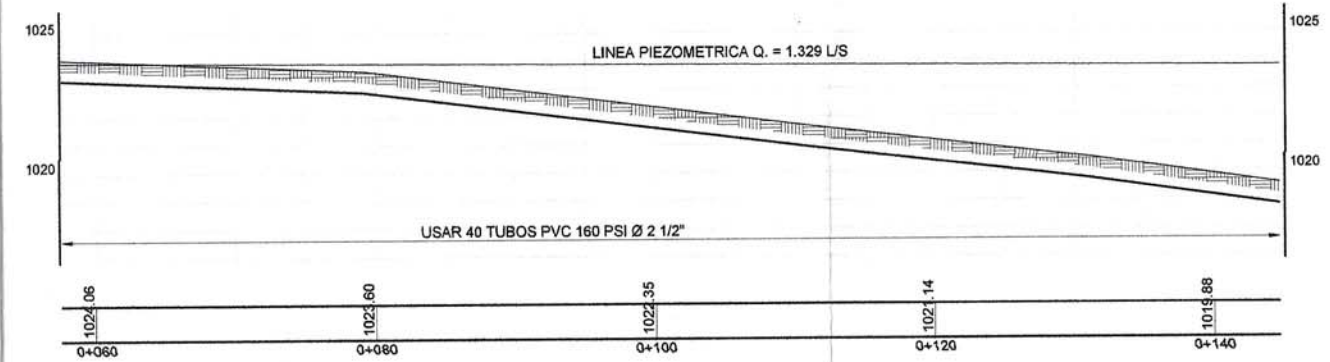
ESC H: 1/250  
ESC V: 1/125



PLANTA TRAMO 4 0+000 A 0+060

RED DE AGUA POTABLE

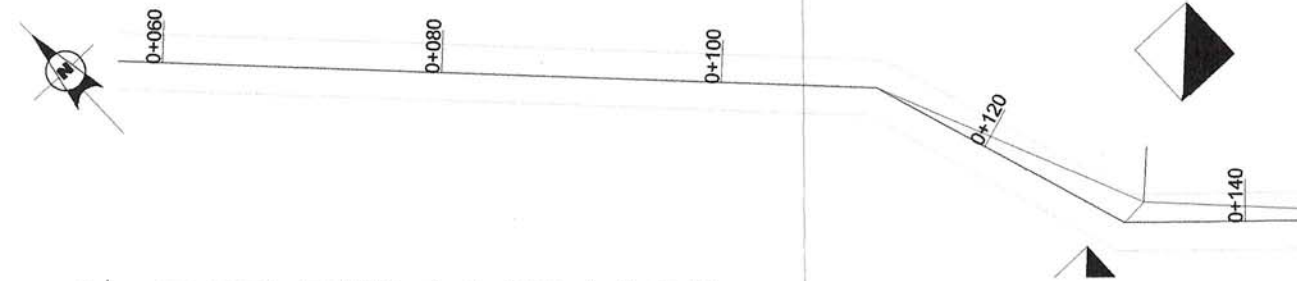
ESC: 1/250



PERFIL TRAMO 4 0+060 A 0+140

RED DE AGUA POTABLE



ESC H: 1/250  
ESC V: 1/125



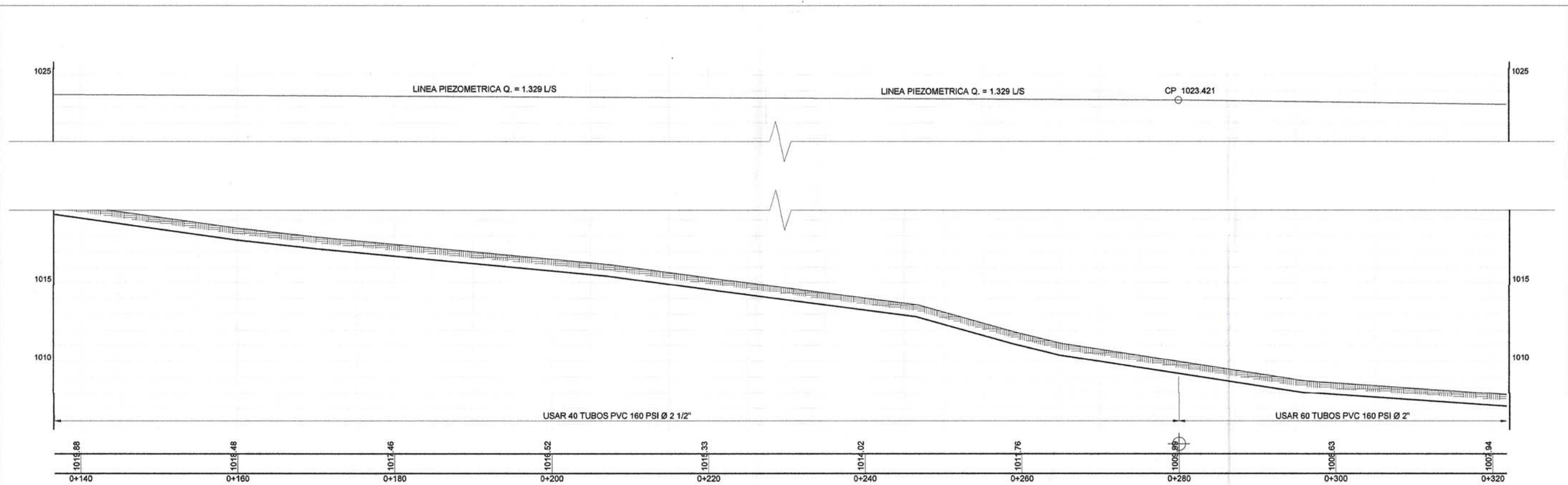
PLANTA TRAMO 4 0+060 A 0+140

RED DE AGUA POTABLE

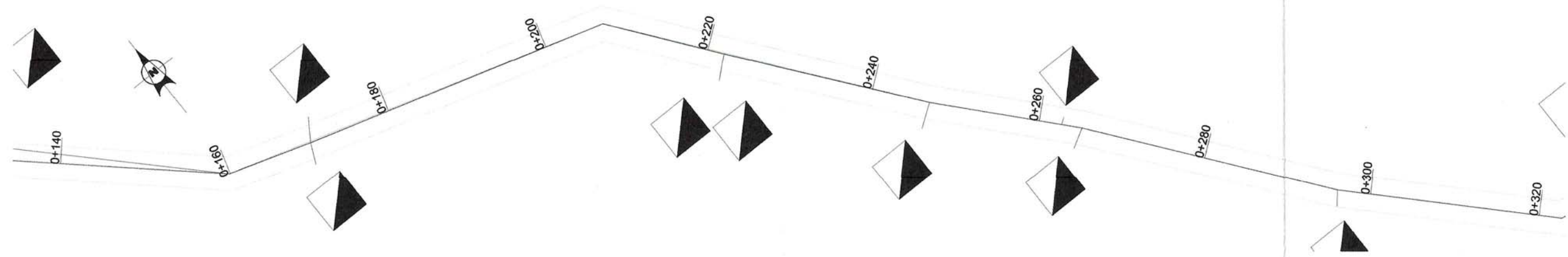
ESC: 1/250

	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA		
	PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE		
 <p>Ing. Manuel Alfredo Salguero ASESOR - UTECSA Unidad de Estudios de Ingeniería y EPS Unidad de Estudios de Redes Arborescentes</p>	FECHA: ENERO 2019	HOJA No.		
	ESCALA: INDICADA			
	DISEÑO: ABNER SALGUERO	CALCULO: ABNER SALGUERO	11	
	DIBUJO: ABNER SALGUERO	CARNE: 2009-43457	21	

Facultad de Ingeniería

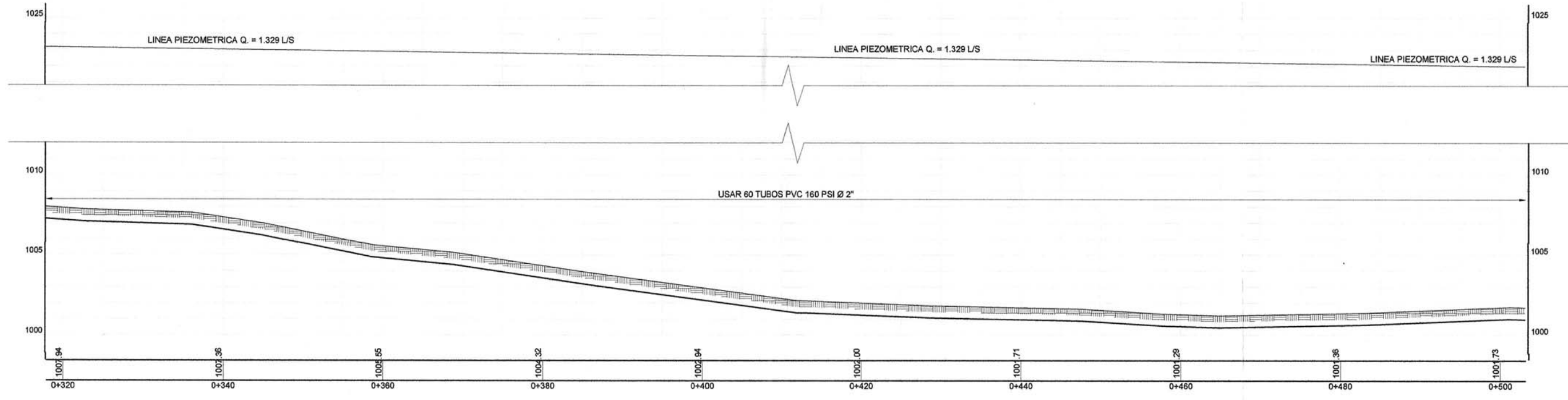


**PERFIL TRAMO 4 0+140 A 0+320**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125

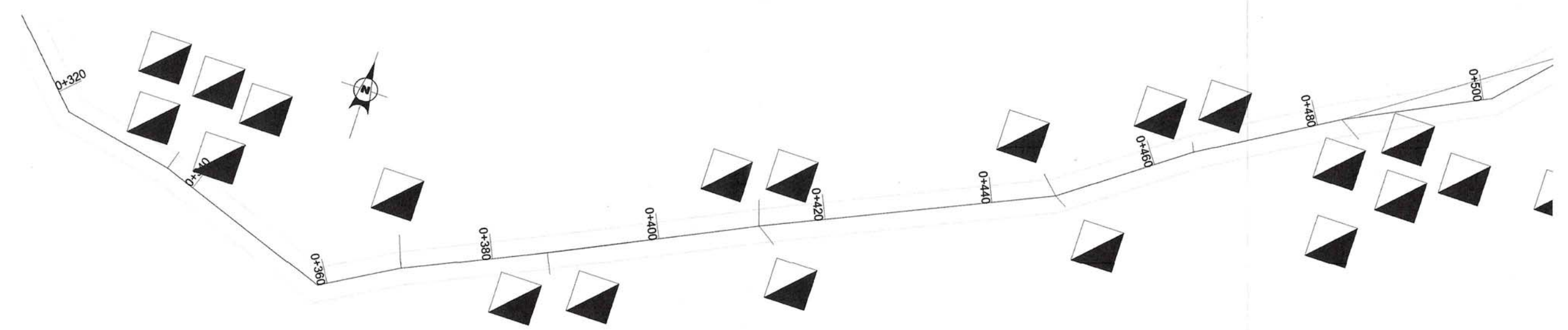


**PLANTA TRAMO 4 0+140 A 0+320**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA
	PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE
Ing. Manuel Alfredo Salguero Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ARNER SALGUERO CALCULO: ARNER SALGUERO DIBUJO: ARNER SALGUERO CARNÉ: 2000-43457	HOJA No. 12 / 21

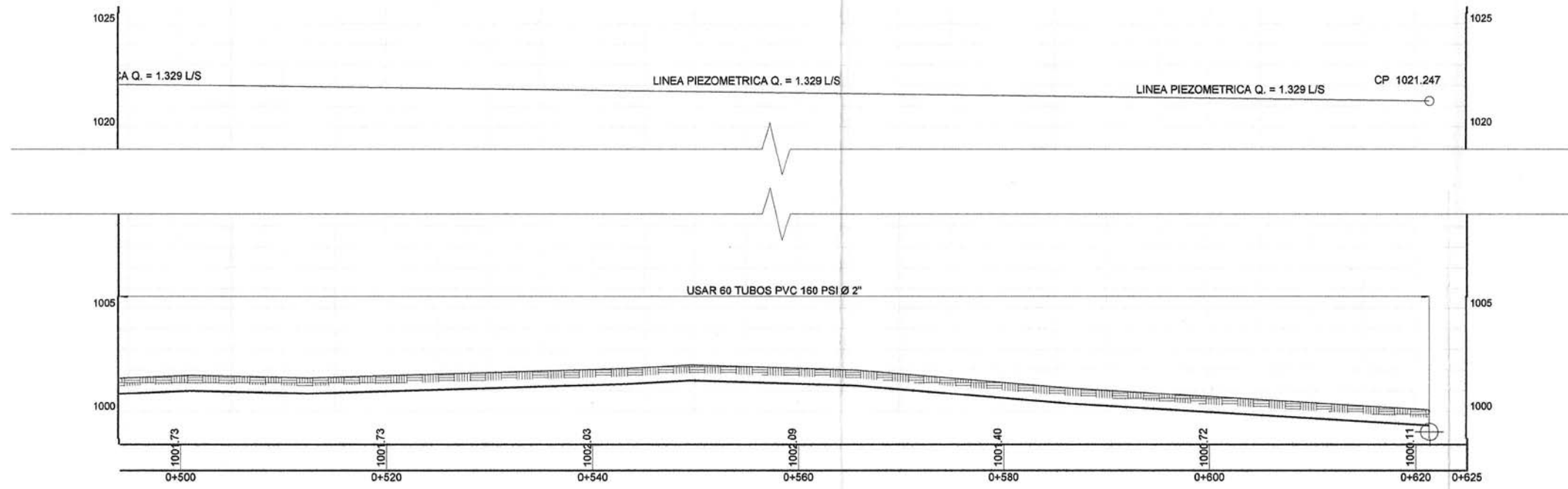



**PERFIL TRAMO 4 0+320 A 0+500**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125

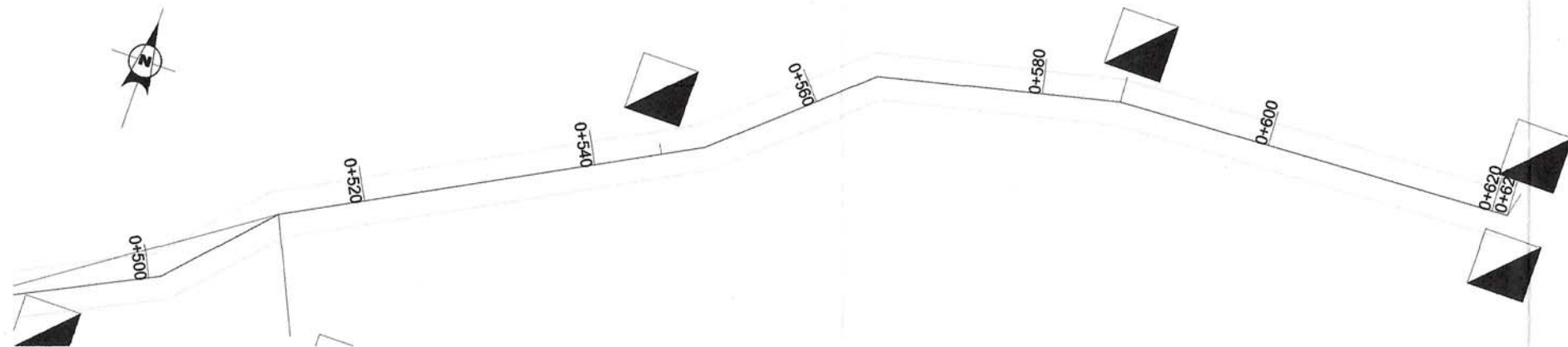



**PLANTA TRAMO 4 0+320 A 0+500**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

 FACULTAD DE INGENIERIA Ing. Manuel Antonio Arriola Cordero ASesor SUPERVISOR DE EPS Vía BAJO ING. MANUEL ALFREDO ARRIOLA CORDERO Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería	PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ARNER SALGUERO CALCULO: ARNER SALGUERO DIBUJO: ARNER SALGUERO CARNE: 2009-43457

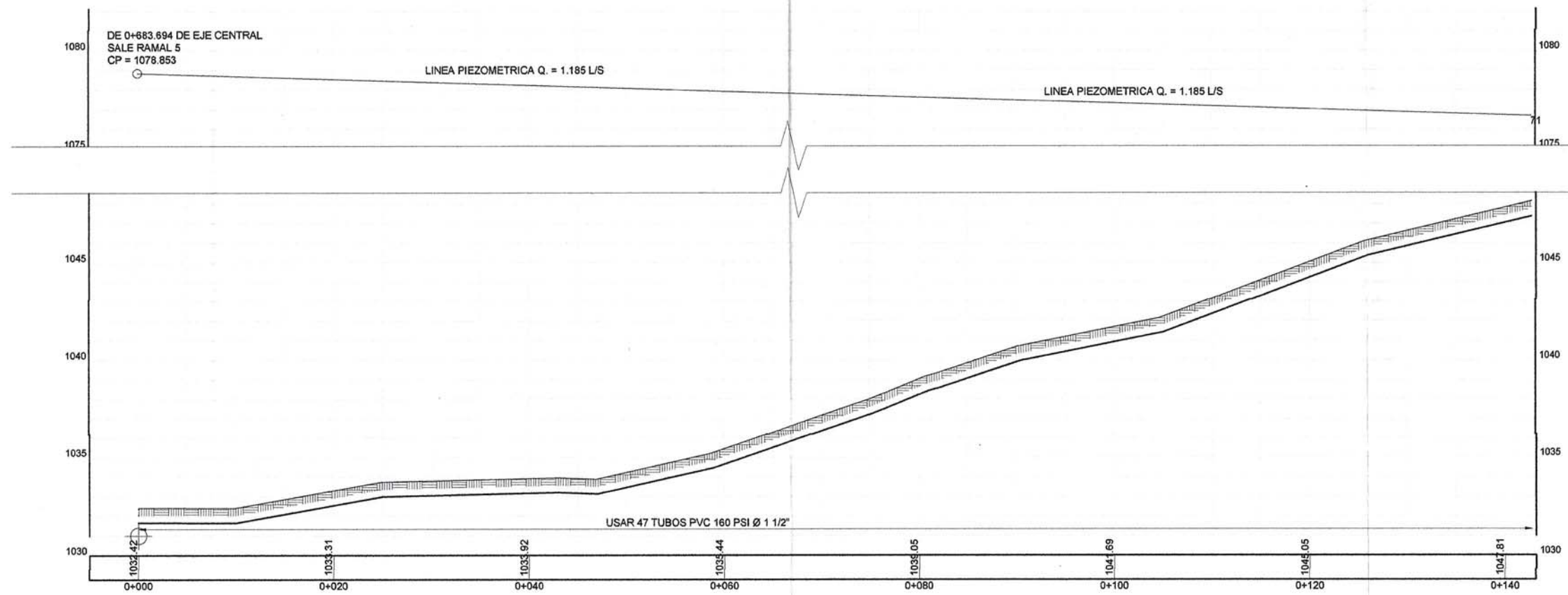



**PERFIL TRAMO 4 0+500 A 0+621**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125

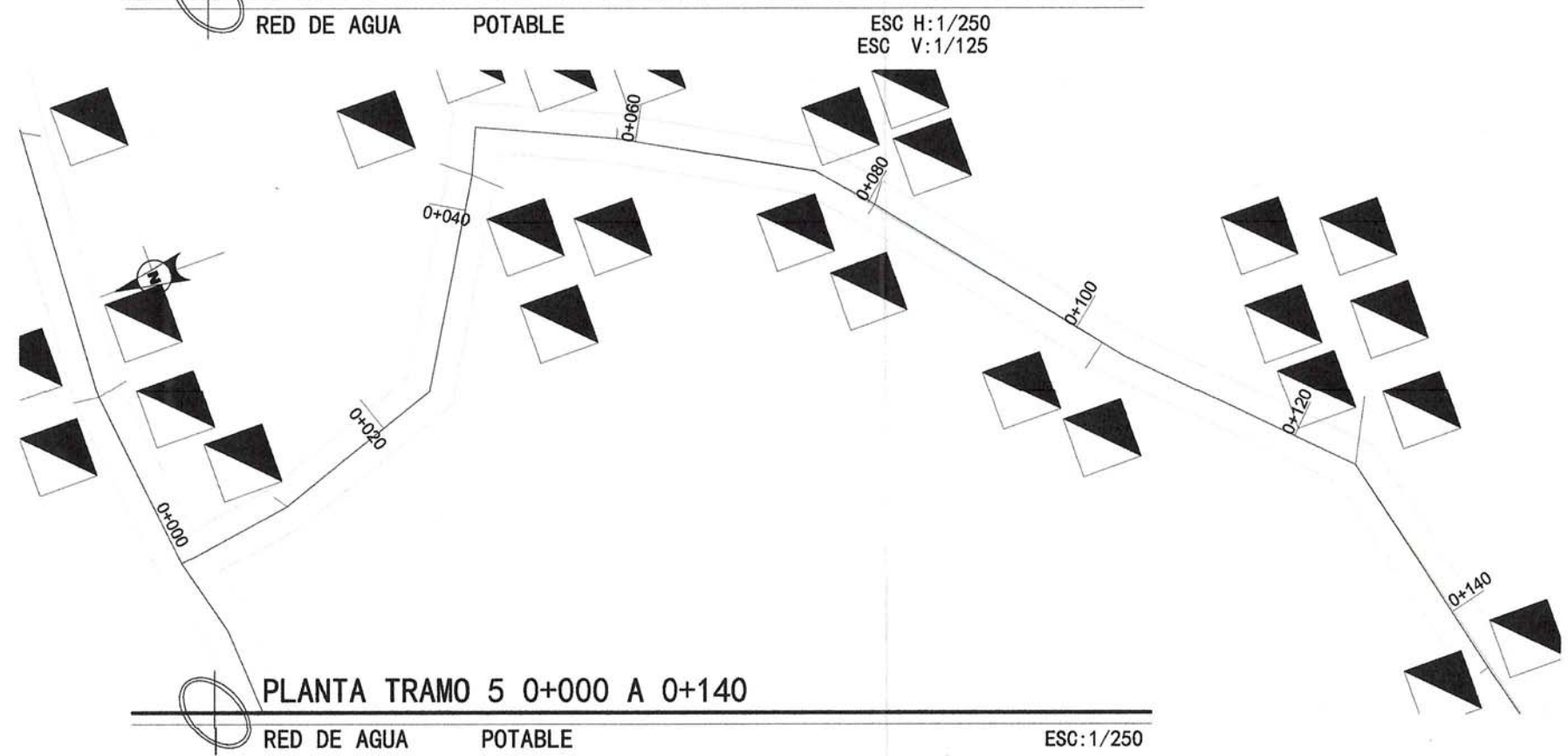



**PLANTA TRAMO 4 0+500 A 0+621**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

 USAC FACULTAD DE INGENIERIA Universidad de San Carlos de Guatemala Ing. Manuel Alvarado V. R. D. INGENIERIA Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	
FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ABNER SALGUERO CALCULO: ABNER SALGUERO DIBUJO: ABNER SALGUERO C.D.M. 2009-13457	HOJA No. 14 21	



PERFIL TRAMO 5 0+000 A 0+140

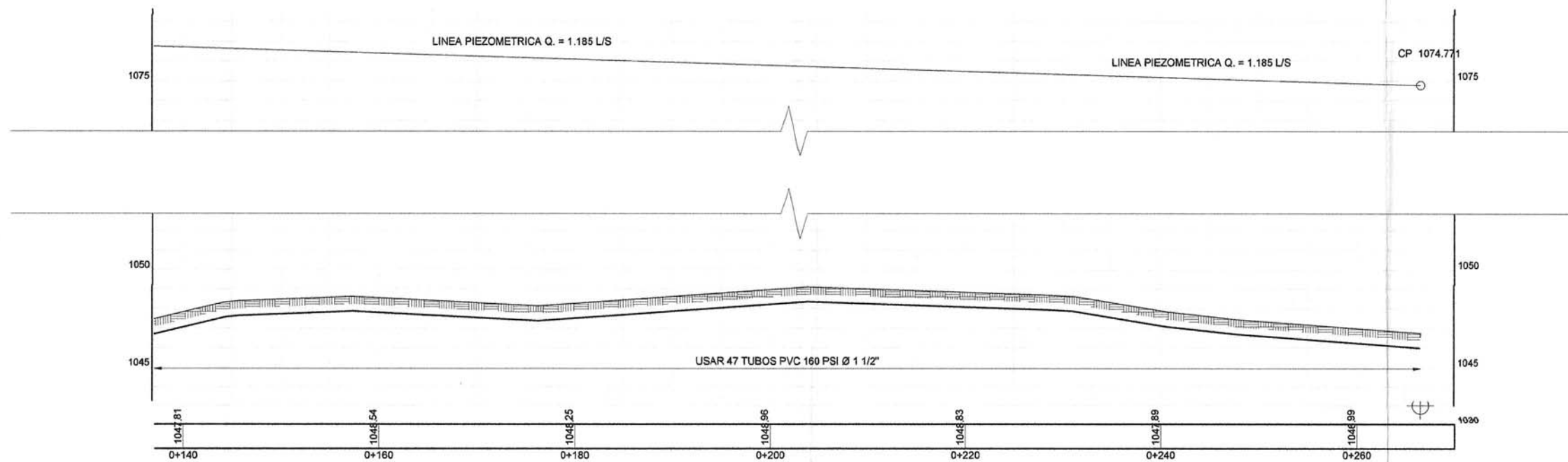



PLANTA TRAMO 5 0+000 A 0+140

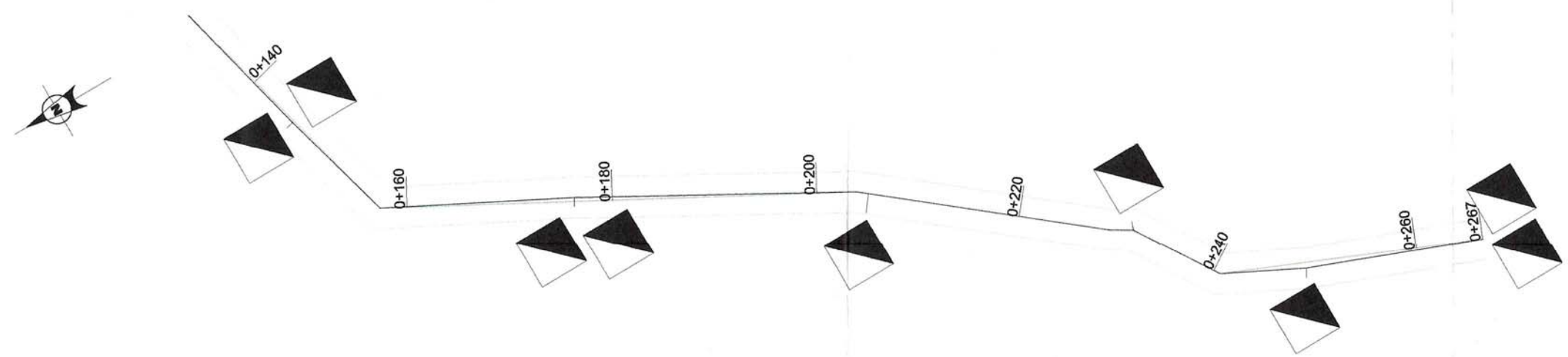
RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/250


	PROYECTO:	
	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE:	
	PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	
FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ABNER SALGUERO CALCULO: ABNER SALGUERO DIBUJO: ABNER SALGUERO C.A.M.: 2009-43457	HOJA No.	15/21
Facultad de Ingeniería		



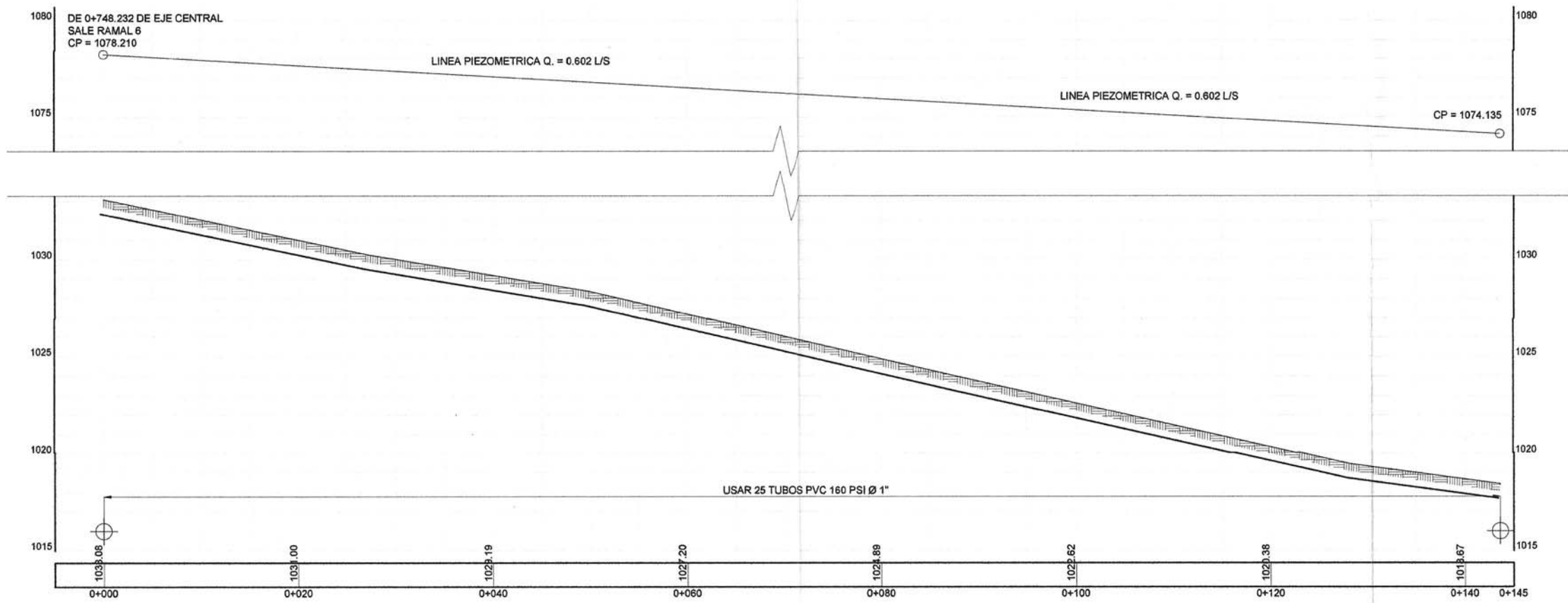



**PERFIL TRAMO 5 0+140 A 0+267**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125

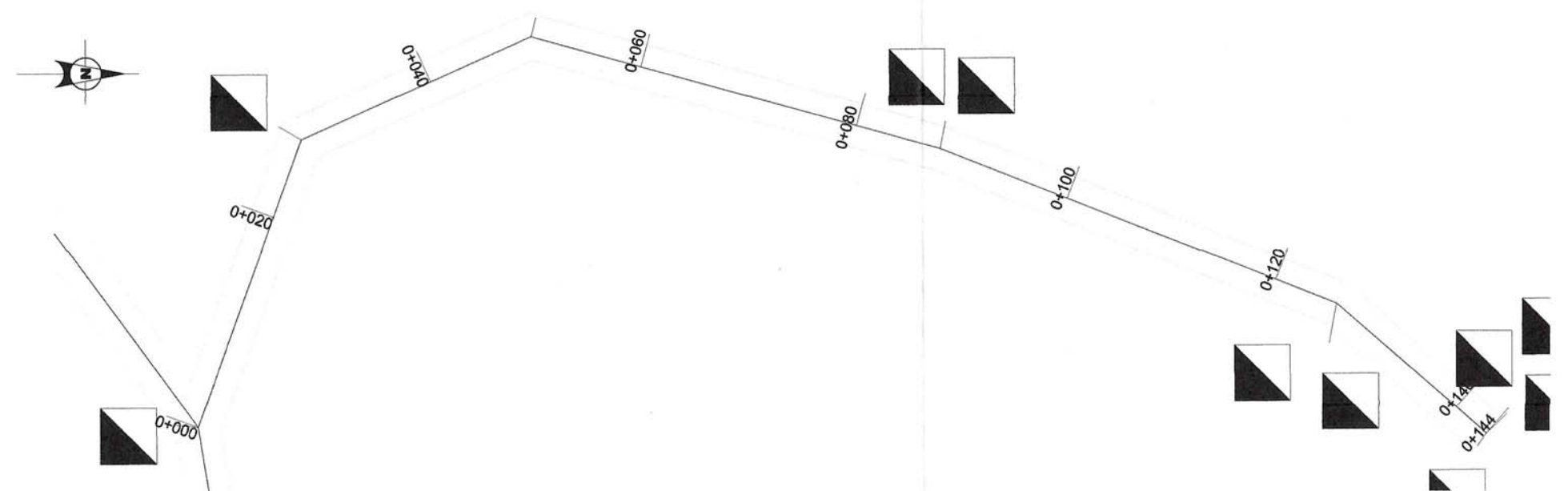



**PLANTA TRAMO 5 0+140 A 0+267**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

 Ing. Manuel Alberto Arrivillaga Ochoa ASESOR Unidad de Ingeniería de Instalaciones V. 16 de 1987 MARQUEL ALFONSO DOMÍNGUEZ OCHOA Facultad de Ingeniería	PROYECTO: DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA
	PLANO DE: PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE
FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ARNER SALGUERO CALCULO: ARNER SALGUERO DIBUJO: ARNER SALGUERO CARNE: 2000-43457	HOJA No. 16 21



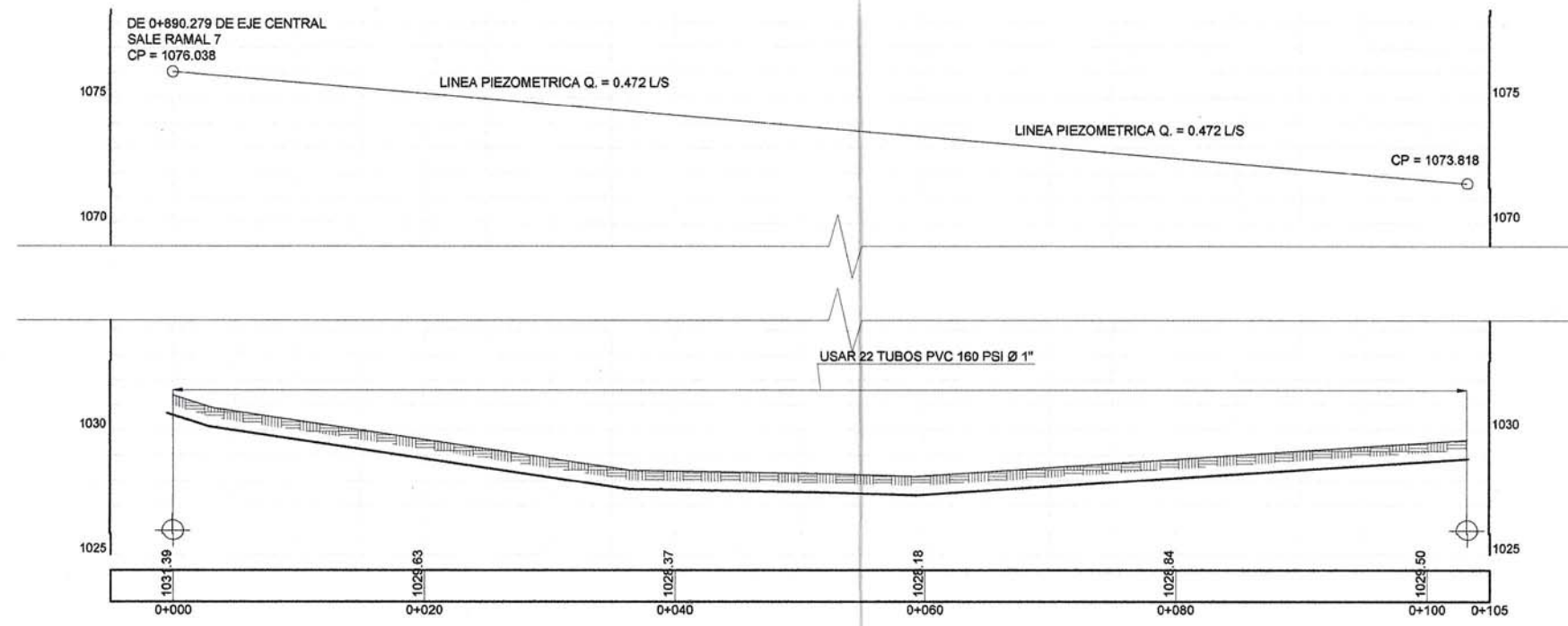
**PERFIL TRAMO 6 0+000 A 0+144**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125



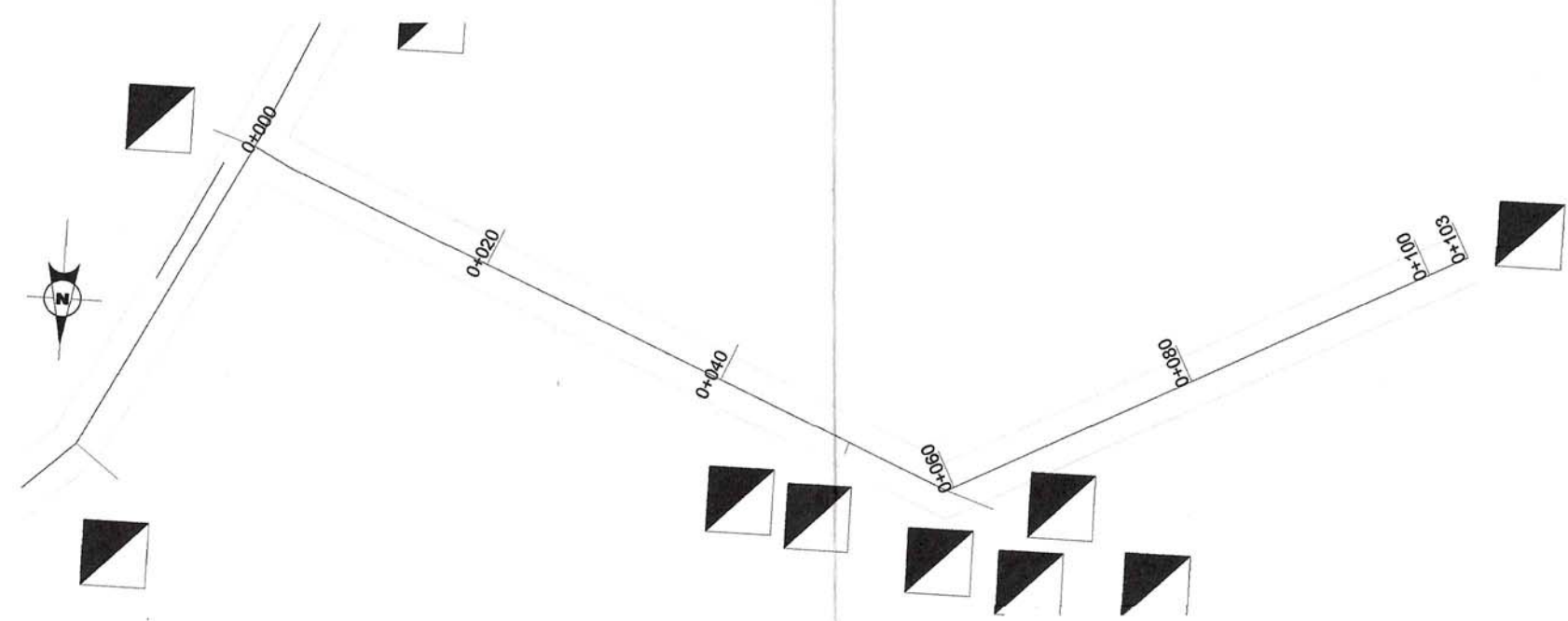
**PLANTA TRAMO 6 0+000 A 0+144**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	
	FECHA:	ENERO 2019	HOJA No.
	ESCALA:	INDICADA	17
	DISEÑO:	ABNER SALGUERO	21
	CALCULO:	ABNER SALGUERO	
	DIBUJO:	ABNER SALGUERO	
	CARNE:	2009-43457	

Facultad de Ingeniería

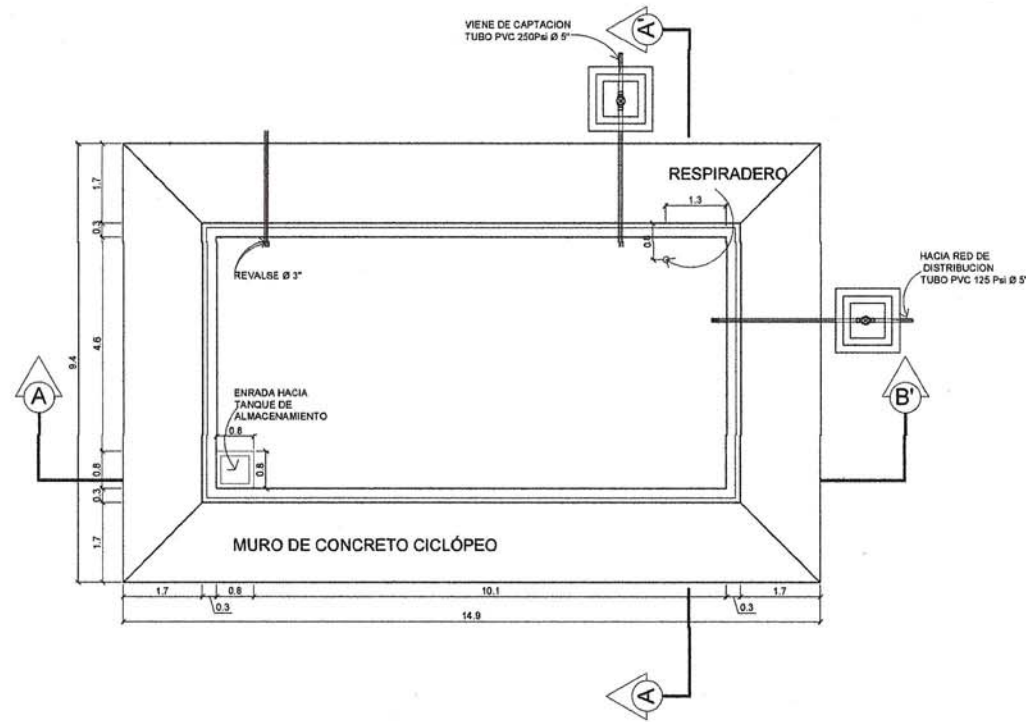


**PERFIL TRAMO 7 0+000 A 0+103**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC H: 1/250  
 ESC V: 1/125



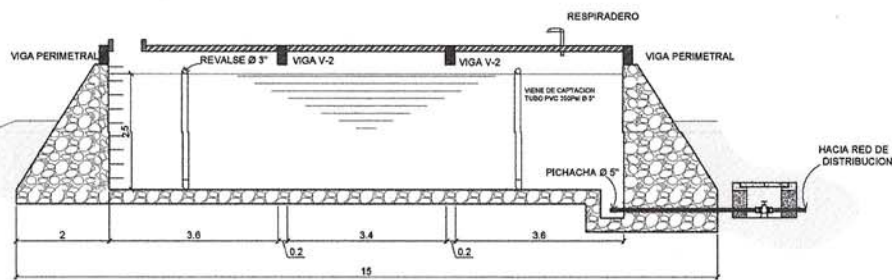
**PLANTA TRAMO 7 0+000 A 0+103**  
 RED DE AGUA POTABLE  
 ESC: 1/250

 FACULTAD DE INGENIERIA Universidad de San Carlos de Guatemala	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL DE RED DE AGUA POTABLE	
Ing. Manuel Alfredo Arrivilla Ochoa ASOSOM Unidad de Prácticas de Ingeniería y EDS	FECHA: ENERO 2019	ESCALA: INDICADA	HOJA No.
	DISEÑO: ABNER SALGUERO	CALCULO: ABNER SALGUERO	18
	DIBUJO: ABNER SALGUERO	CARNE: 2009-43457	21



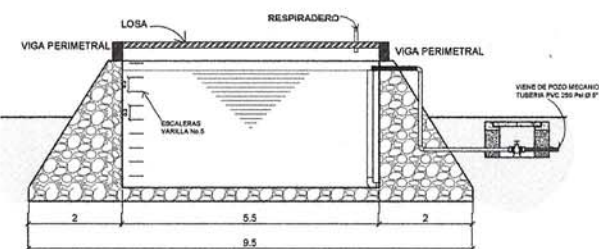
PLANTA TANQUE DE DISTRIBUCION

RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75



SECCION B-B' DEL TANQUE

RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75



SECCION A-A' DEL TANQUE

RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75

ESPECIFICACIONES

LOS MUROS DEL TANQUE SERÁN DE CONCRETO CICLÓPEO.

EL CONCRETO A UTILIZAR DEBE TENER UNA RESISTENCIA DE COMPRESIÓN DE 210kg/cm<sup>2</sup>.

PARA OBTENER LA RESISTENCIA DESEADA, SE NECESITA UNA MEZCLA CON PROPORCIÓN VOLUMÉTRICA CUVETA; 1:2:3.

EL ACERO DE REFUERZO A USAR SERA DE  $f_y = 2810\text{kg/cm}^2$  (GRADO 40,000 Psi).

SE COLOCARÁN PINES DENTRO DEL MURO A CADA 0,80m.

LOS MUROS DE PIEDRA DEBERÁN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALIZADO.

LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERÁN QUEDARSE CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.

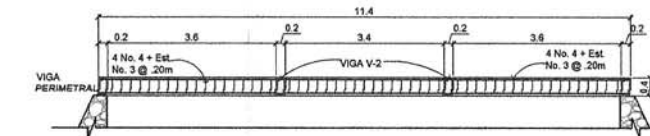
COLOCAR MALLA TIPO MOSQUITERO EN LA PARTE EXTERIOR DE LA BOCA DEL RESPIRADERO

LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% A LOS LADOS, PARA EVACUAR QUE EL AGUA REPOSE EN LA LOSA



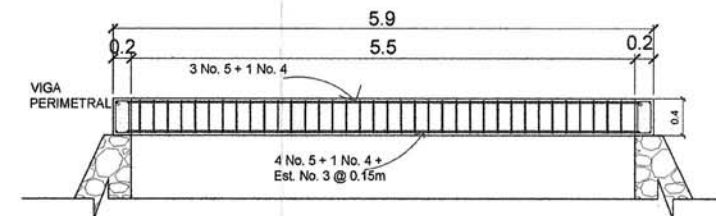
PLANTA DE ARMADO DE LOSA

RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75



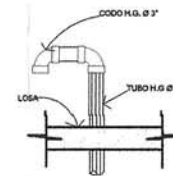
DETALLE DE VIGA PERIMETRAL

RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75



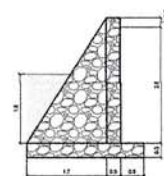
DETALLE DE VIGA V-2

RED DE AGUA POTABLE SIN ESCALA



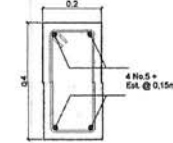
DETALLE DE RESPIRADERO

RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75



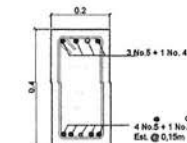
DETALLE DE MURO

RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75



DETALLE DE VIGA V-2

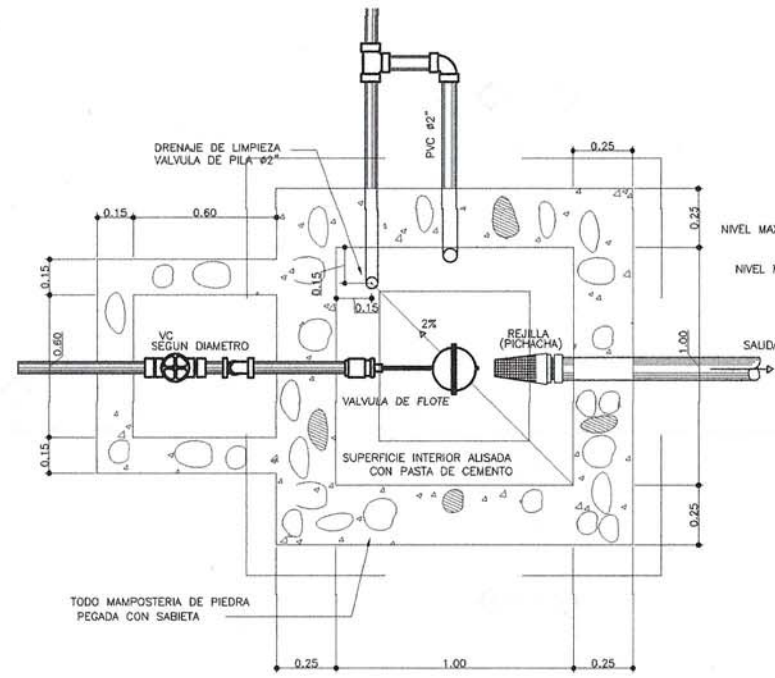
RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75



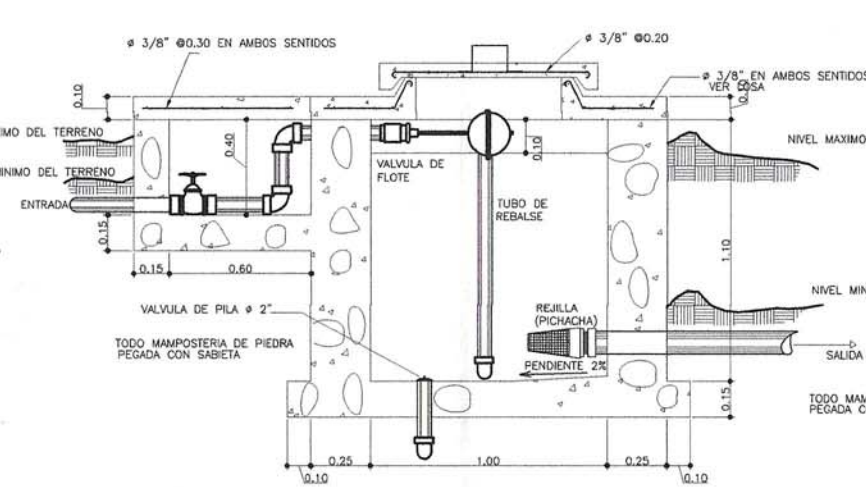
DETALLE DE VIGA V-2

RED DE AGUA POTABLE ESC: 1/75

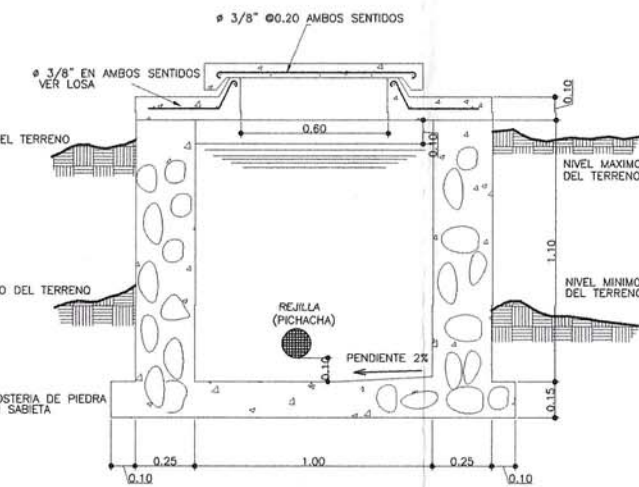
	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA
	PLANO DE:	DETALLE DE TANQUE DE DISTRIBUCION DE 151 M <sup>3</sup>
	FECHA:	ENERO 2019
	ESCALA:	INDICADA
	DISEÑO:	ARNER SALGUERO
	CALCULO:	ARNER SALGUERO
	DEBIDO:	ARNER SALGUERO
	CARNE:	2008-43457
	HOJA No.	19
		21



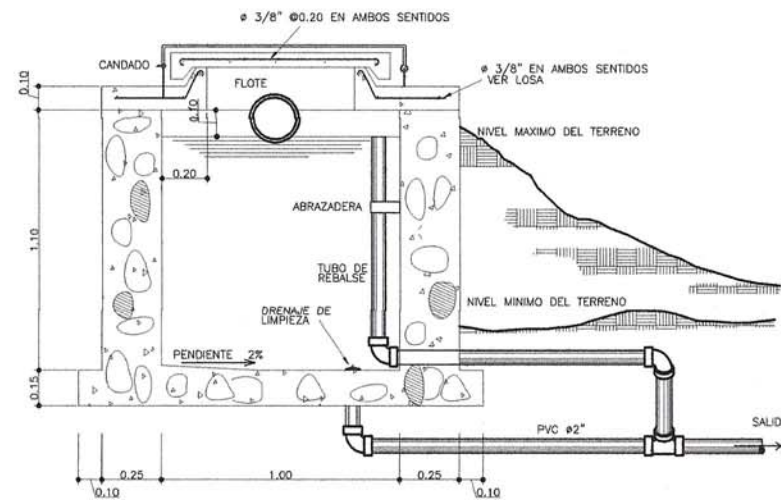
PLANTA  
SIN ESCALA



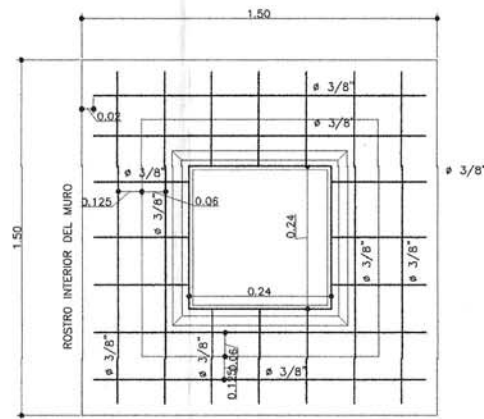
SECCION L-L  
SIN ESCALA



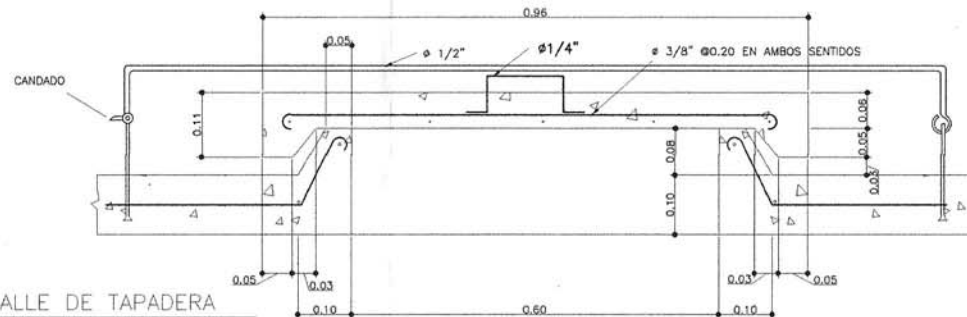
SECCION F-F  
SIN ESCALA



SECCION A-A  
SIN ESCALA

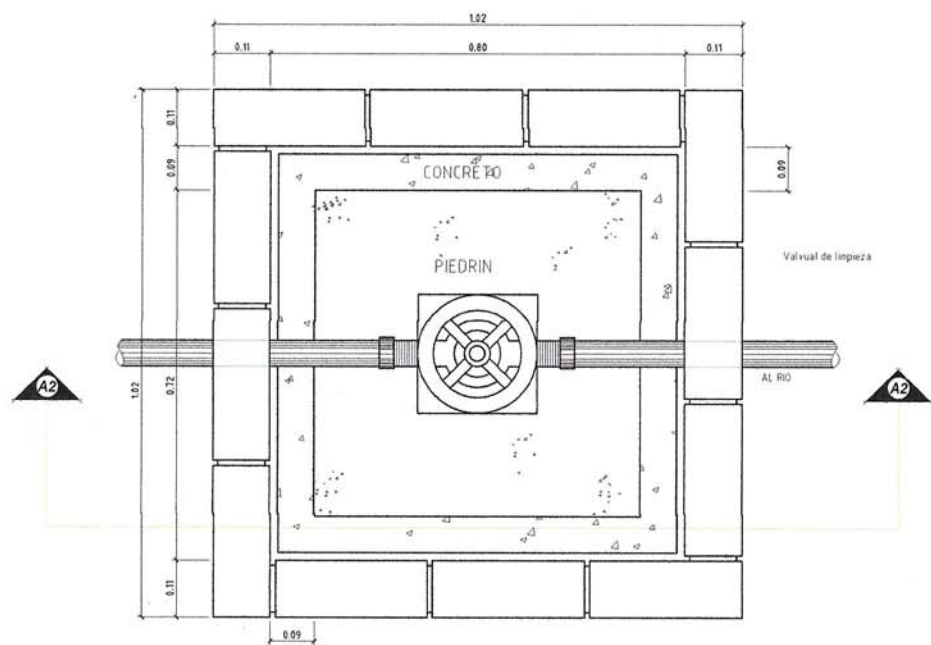


DETALLE DE LOSA  
SIN ESCALA

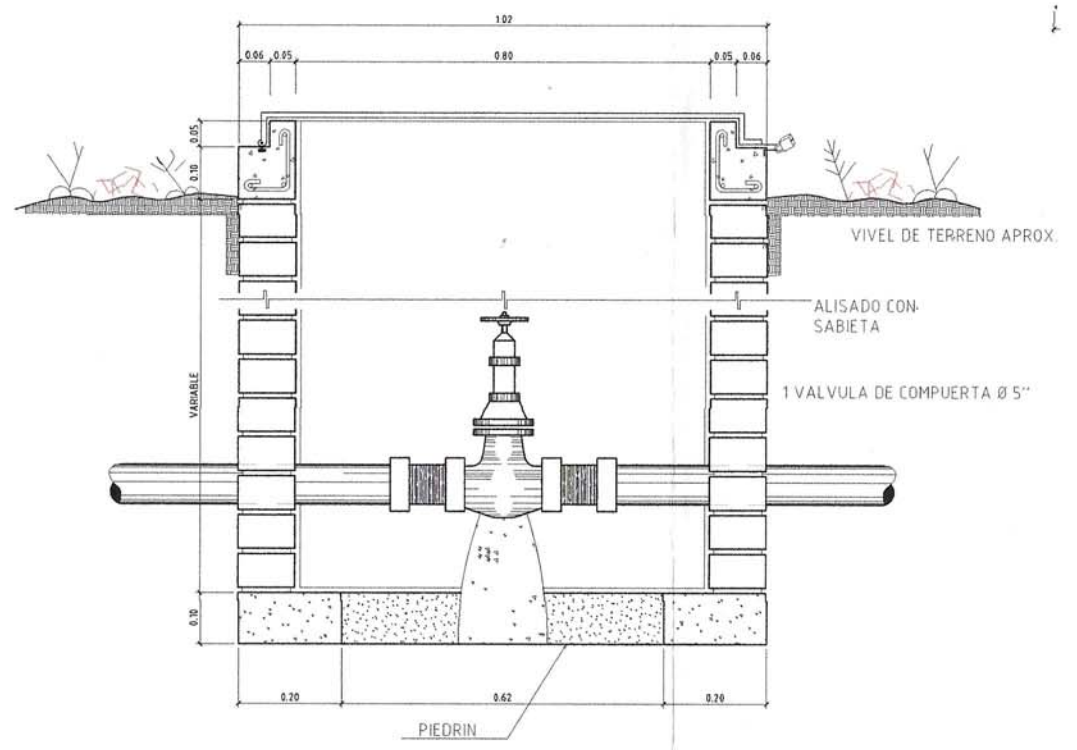


DETALLE DE TAPADERA  
SIN ESCALA

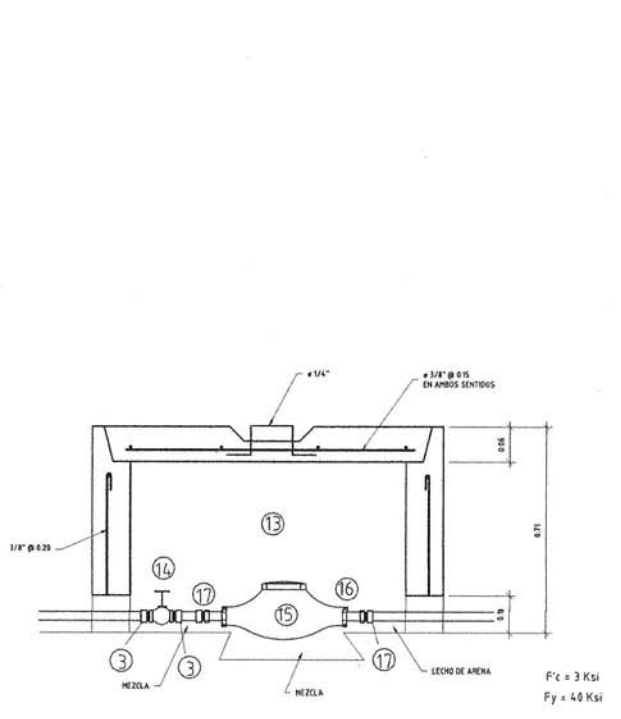
 USAC FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO:	DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE DE LA ALDEA SAN JOSE BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA	
	PLANO DE:	DETALLE DE CAJA ROMPE-PRESION	
Universidad de San Carlos de Guatemala Ing. Manuel Antonio Pacheco Pacheco Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS	FECHA: ENERO 2019	HOJA No.	20
	ESCALA: INDICADA		21
	INGENIERO: ARNER SALGUERO		
	CALCULO: ARNER SALGUERO		
	DISEÑO: ARNER SALGUERO		
	CASE: 2008-49457		



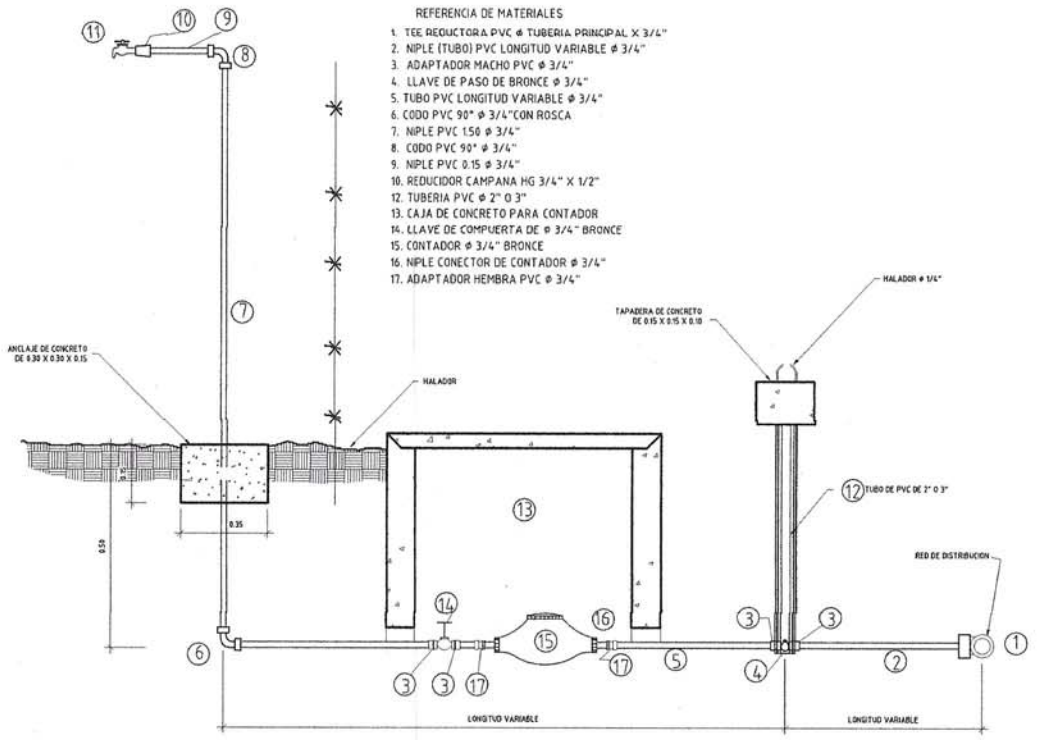
VALVULA DE COMPUERTA  
SIN ESCALA



SECCION A2-A2



F<sub>c</sub> = 3 KSI  
F<sub>y</sub> = 40 KSI




- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 3/4"
  2. NIPLE (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
  3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"
  4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 3/4"
  5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
  6. CODO PVC 90° Ø 3/4" CON ROSCA
  7. NIPLE PVC 1.50 Ø 3/4"
  8. CODO PVC 90° Ø 3/4"
  9. NIPLE PVC 0.15 Ø 3/4"
  10. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
  11. TUBERIA PVC Ø 2" O 3"
  12. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
  13. LLAVE DE COMPUERTA DE Ø 3/4" BRONCE
  14. CONTADOR Ø 3/4" BRONCE
  15. NIPLE CONECTOR DE CONTADOR Ø 3/4"
  16. NIPLE CONECTOR DE CONTADOR Ø 3/4"
  17. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 3/4"

	PROYECTO: <b>DISEÑO DE RED DE AGUA POTABLE          ALDEA PINEDA, ORATORIO          SANTA ROSA</b>	
	PLANO DE: <b>DETALLE DE VALVULA Y          CONEXION PREDIAL</b>	
FECHA: ENERO 2019 ESCALA: INDICADA DISEÑO: ARNER SALGUERO CALCULO: ARNER SALGUERO DIBUJO: ARNER SALGUERO	HOJA No. 21 21	CARNÉ: 2008-43457


Ing. Manuel Antonio Ochoaeta  
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS  
 Ing. MARTEL ALBERTO ARRIVILLA OCHAETA  
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

# ANEXOS

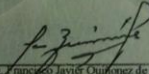

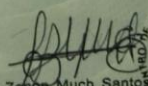
## Anexo 1. Análisis físico químico sanitario



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**




---

O.T. No. 36075		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		No. 4384 INF. No. 26515	
INTERESADO: <u>ABNER EVILIO SALGUERO MORALES,</u> CARNÉ No. 200843457		PROYECTO: <u>EPS: "DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA"</u>			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea San José Buena Vista</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-05-23, 14 h 35 min</u>			
FUENTE: <u>Grifo</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB: <u>2016-05-24, 08 h 50 min</u>			
MUNICIPIO: <u>Jutiapa</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Jutiapa</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>--</u>			
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>515,00 <math>\mu</math>hos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>00,34 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>06,65 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>273,00 mg/L</u>			
SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS	
1. CALCIO (Ca)	30,46	6. CLORUROS (Cl)	33,00		
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,087	7. MAGNESIO (Mg)	02,89		
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	18,10	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	35,00		
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02		
5. MANGANESO (Mn)	00,024	10. DUREZA TOTAL	88,00		
HIDROXIDOS mg/L		CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00,00		00,00		192,00	
				ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
				192,00	
OTRAS DETERMINACIONES					
OBSERVACIONES: <u>Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.</u>					
TÉCNICA: <u>"STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21<sup>ST</sup> EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.</u>					
Guatemala, 2016-06-03					
Vo.Bo. 					
Ing. Francisco Javier Quiroz de la Cruz DIRECTOR CII/USAC		FACULTAD DE INGENIERIA - USAC - Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12		Zenon Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: <a href="http://cii.usac.edu.gt">http://cii.usac.edu.gt</a>					

Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC.

## Anexo 2. Examen bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



---

**No. 4385**

**EXAMEN BACTERIOLOGICO**

**O.T. No. 36075**

**INF. No. A - 361665**

<p><b>INTERESADO:</b> <u>ARNER EVILIO SALGUERO MORALES,</u> <u>CARNE No. 2008-43457</u></p> <p><b>MUESTRA RECOLECTADA POR:</b> <u>Interesado</u></p> <p><b>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:</b> <u>Aldea San José Buena Vista</u></p> <p><b>FUENTE:</b> <u>Grifo</u></p> <p><b>MUNICIPIO:</b> <u>Jutiapa</u></p> <p><b>DEPARTAMENTO:</b> <u>Jutiapa</u></p>	<p><b>PROYECTO:</b> <u>EPS: "DISEÑO DE MEJORAMIENTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAN JOSÉ BUENA VISTA, JUTIAPA, JUTIAPA"</u></p> <p><b>DEPENDENCIA:</b> <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u></p> <p><b>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:</b> <u>2016-05-23: 14 h35 mm.</u></p> <p><b>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:</b> <u>2016-05-24: 08 h50 mm</u></p> <p><b>CONDICIONES DE TRANSPORTE:</b> <u>Con refrigeración</u></p>
<p><b>SABOR:</b> <u>-----</u></p> <p><b>ASPECTO:</b> <u>Clara</u></p> <p><b>OLOR:</b> <u>Inodora</u></p>	<p><b>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN:</b> <u>No hay</u></p> <p><b>CLORO RESIDUAL:</b> <u>-----</u></p>

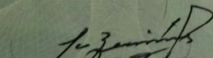
**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
00,10 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
<b>RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm<sup>3</sup></b>		<b>&gt; 16 X 10<sup>2</sup></b>	<b>&gt; 16 X 10<sup>2</sup></b>

**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**

**OBSERVACIONES:** BACTERIOLÓGICAMENTE el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2016-06-03

Vo.Bo.   
**Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz**  
**DIRECTOR/CI/USAC**




**Zenon Much Santos**  
Ing. Químico Col. No. 420  
MSc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC-  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, USAC.