



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

**DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COLONIA LO DE MEDRANO,  
ALDEA AGUA CALIENTE, Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA  
AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO**

**Jorge Antonio Sipaque Quiñónez**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COLONIA LO DE MEDRANO,  
ALDEA AGUA CALIENTE, Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA  
AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIÑÓNEZ**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, MARZO DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## **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 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COLONIA LO DE MEDRANO,  
ALDEA AGUA CALIENTE, Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA  
AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 2 de septiembre 2015.

**Jorge Antonio Sipaque Quiñónez**



Guatemala, 20 de febrero de 2017  
REF.EPS.DOC.136.02.17

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

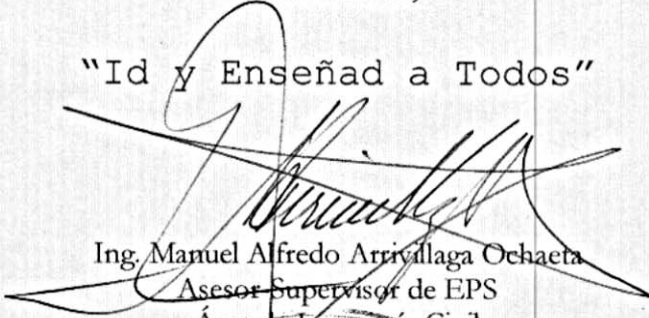
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jorge Antonio Sipaque Quiñónez, Registro Académico 200915510 y CUI**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO.**

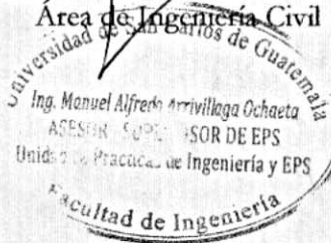
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

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



**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
 06 de marzo de 2017

Ingeniero  
 Hugo Leonel Montenegro Franco  
 Director Escuela Ingeniería Civil  
 Facultad de Ingeniería  
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

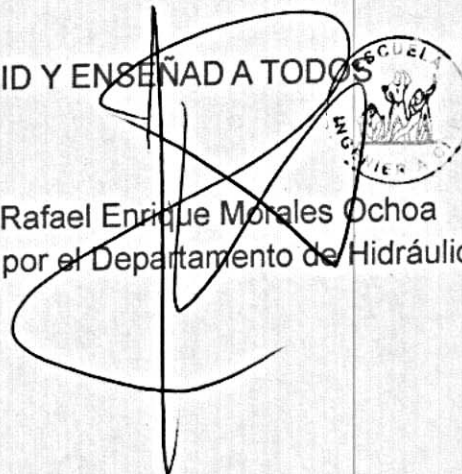
Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jorge Antonio Sipaque Quiñonez, con Carnet No.200915510, 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,

¡DID Y ENSEÑADA A TODOS!

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




FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO  
 DE  
 HIDRAULICA  
**USAC**

/mrrm.





Guatemala, 08 de marzo de 2017  
Ref.EPS.D.74.03.17

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

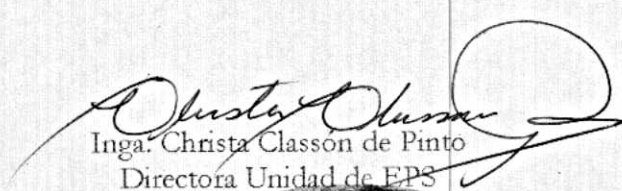
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario Jorge Antonio Sipaque Quiñónez, **Registro Académico 200915510 y CUI 1991 85247 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

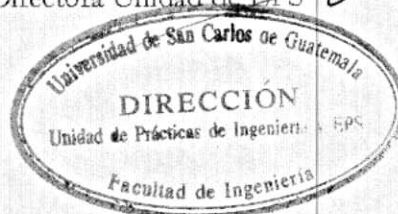
Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor-Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classón de Pinto  
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





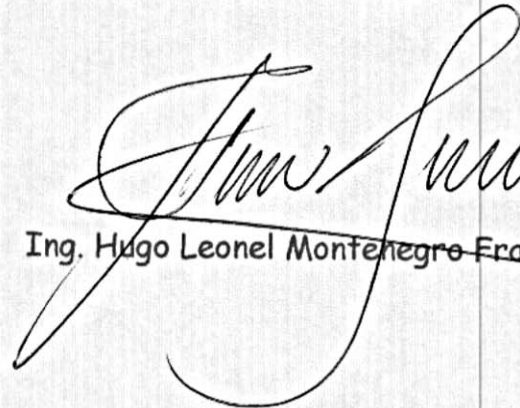
**USAC**  
**TRICENTENARIA**  
 Universidad de San Carlos de Guatemala  
 FACULTAD DE INGENIERÍA

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

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Jorge Antonio Sipaque Quiñónez titulado **DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
 Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo 2017.

/mrrm.



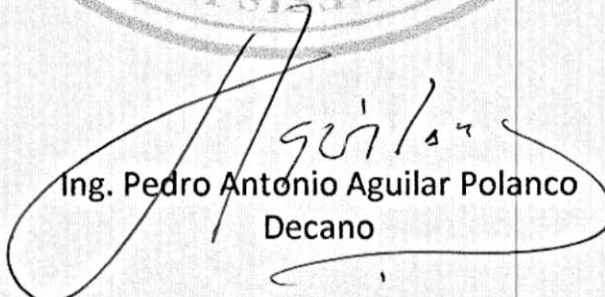




DTG. 149.2017

El Decano 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, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, Y DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO**, presentado por el estudiante universitario: **Jorge Antonio Sipaque Quiñónez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, marzo de 2017

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida, su protección y su bendición.
<b>Mis padres</b>	Por formarme en una preciosa familia.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por forjarme como un buen profesional.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Mi alma <i>máter</i> .
<b>Municipalidad de San Antonio la Paz, departamento de El Progreso</b>	Por haberme permitido realizar mi EPS en tan hermoso municipio.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida, su protección y su bendición.
<b>Mis padres</b>	Fermin Gustavo Sipaque Zelada y Mirna Guidelia Quiñónez Girón, por todo el amor, paciencia y apoyo incondicional que me han brindado en la vida.
<b>Mis hermanos</b>	César, Pamela, Luis y Gerardo, por el apoyo y cariño que me han brindado incondicionalmente.
<b>Mis primos</b>	Elisa, Eduardo, Vinicio y Javier, por todo el apoyo, consejos y cariño que me han dado en todas las etapas de mi vida.
<b>Mis tíos y tías</b>	En especial a Rosalba Quiñónez y Esperanza Castillo.
<b>Mi novia</b>	Yadira Luna, por todo su amor.
<b>Ing. Alfredo Arrivillaga</b>	Por brindarme su asesoría, apoyo y consejo.
<b>Mis compañeros y amigos</b>	Por todo el cariño y apoyo fuera y dentro de la carrera.

**Toda mi familia**

Por todo su apoyo y cariño.

**Municipalidad de San  
Antonio la Paz**

Por todo el apoyo, aprecio y cariño que recibí durante la realización de mi EPS.

**Facultad de Ingeniería**

Por permitirme forjar en sus aulas uno de mis más grandes sueños.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Por recibirme y abrirme las puertas al conocimiento.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de la Aldea Agua Caliente .....	1
1.1.1. Aspectos generales .....	1
1.1.2. Antecedentes históricos.....	1
1.1.3. Ubicación y localización.....	2
1.1.4. Topografía e hidrografía .....	3
1.1.5. Clima .....	4
1.1.6. Temperatura .....	4
1.1.7. Humedad .....	4
1.1.8. Lluvia .....	4
1.1.9. Salud .....	4
1.1.10. Educación.....	5
1.1.11. Actividad económica.....	5
1.1.12. Infraestructura y servicios.....	5
1.1.13. Tipología de la vivienda .....	6
1.1.14. Idioma y religión .....	6
1.1.15. Grupo étnico .....	6
1.1.16. Recreación .....	7

1.1.17.	Organización de la comunidad .....	7
1.2.	Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura para la Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente y Aldea Agua Caliente, San Antonio La Paz, El Progreso.....	7
1.2.1.	Descripción de las necesidades .....	7
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades .....	8
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1.	Diseño de red de alcantarillado sanitario para Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, El Progreso .....	9
2.1.1.	Descripción del proyecto .....	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	9
2.1.2.1.	Altimetría .....	10
2.1.2.2.	Planimetría .....	10
2.1.3.	Tipo de sistemas de alcantarillado .....	10
2.1.3.1.	Alcantarillado sanitario .....	10
2.1.3.2.	Alcantarillado separativo .....	10
2.1.3.3.	Alcantarillado combinado .....	11
2.1.4.	Parte de un alcantarillado sanitario .....	11
2.1.4.1.	Colector .....	11
2.1.4.2.	Pozo de visita .....	11
2.1.4.3.	Conexiones domiciliarias.....	12
	2.1.4.3.1. Caja o candela .....	12
	2.1.4.3.2. Tubería secundaria .....	13
2.1.5.	Período de diseño .....	13
2.1.6.	Población actual .....	14
2.1.7.	Población futura.....	14
2.1.8.	Determinación de caudales .....	15

2.1.8.1.	Población tributaria .....	15
2.1.8.2.	Dotación .....	15
2.1.8.3.	Caudal domiciliario .....	16
	2.1.8.3.1. Factor de retorno .....	17
2.1.8.4.	Caudal industrial .....	17
2.1.8.5.	Caudales varios .....	17
	2.1.8.5.1. Caudal de conexiones ilícitas .....	17
	2.1.8.5.2. Caudal de Infiltración.....	18
	2.1.8.5.3. Caudal comercial.....	19
2.1.9.	Caudal medio .....	19
2.1.10.	Caudal de diseño.....	20
	2.1.10.1. Factor de caudal medio .....	20
	2.1.10.2. Factor de caudal Harmond .....	21
2.1.11.	Fundamento hidráulico .....	21
	2.1.11.1. Ecuación de Manning para flujo de canales .....	21
	2.1.11.2. Caudal a sección llena.....	22
	2.1.11.3. Relaciones hidráulicas.....	22
	2.1.11.4. Pendiente .....	23
	2.1.11.5. Diámetros de tubería .....	23
	2.1.11.6. Coeficiente de rugosidad .....	23
2.1.12.	Profundidad de colector.....	24
2.1.13.	Cota Invert.....	25
	2.1.13.1. Especificaciones de colocación de cotas Invert.....	26
2.1.14.	Ancho de zanja.....	28
2.1.15.	Volúmenes de excavación.....	29
2.1.16.	Desfogue .....	29

2.1.17.	Cálculo hidráulico .....	30
2.1.17.1.	Red de alcantarillado sanitario .....	30
2.1.18.	Elaboración de planos finales.....	34
2.1.19.	Presupuesto .....	35
2.1.20.	Evaluación socioeconómica .....	37
2.1.20.1.	Valor Presente Neto .....	37
2.1.20.2.	Tasa Interna de Retorno.....	38
2.1.21.	Evaluación de impacto ambiental de red de alcantarillado sanitario.....	38
2.1.21.1.	Elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos que serán alterados por el proyecto .....	38
2.1.21.2.	Medidas de mitigación.....	39
2.2.	Diseño de sistema de agua potable para Aldea Agua Caliente, San Antonio La Paz, El Progreso .....	40
2.2.1.	Descripción del proyecto .....	40
2.2.2.	Levantamiento topográfico .....	40
2.2.2.1.	Altimetría .....	41
2.2.2.2.	Planimetría .....	41
2.2.3.	Fuente de agua .....	41
2.2.4.	Calidad de agua .....	41
2.2.5.	Muestra de agua.....	42
2.2.5.1.	Examen bacteriológico .....	42
2.2.5.2.	Examen físico-químico sanitario.....	42
2.2.6.	Aforo.....	43
2.2.7.	Partes del sistema de abastecimiento de agua potable.....	44
2.2.7.1.	Captación .....	44
2.2.7.2.	Desarenador.....	45



2.2.7.3.	Línea de conducción.....	47
2.2.7.4.	Pasos aéreos.....	48
2.2.7.5.	Válvula de limpieza.....	48
2.2.7.6.	Válvula de aire .....	49
2.2.7.7.	Caja rompresiones.....	49
2.2.7.8.	Tanque de almacenamiento .....	49
2.2.8.	Período de diseño .....	50
2.2.9.	Población inicial.....	51
2.2.10.	Población futura.....	51
2.2.11.	Dotación .....	52
2.2.12.	Factor de consumo diario .....	52
2.2.12.1.	Factor máximo diario (FMD) .....	53
2.2.12.2.	Factor de hora máxima (FMH).....	53
2.2.13.	Caudales de diseño .....	54
2.2.13.1.	Caudal medio diario.....	54
2.2.13.2.	Caudal máximo diario .....	54
2.2.13.3.	Caudal máximo horario.....	55
2.2.14.	Fundamento hidráulico .....	56
2.2.14.1.	Diámetro teórico .....	56
2.2.14.2.	Pérdidas por fricción .....	56
2.2.14.3.	Velocidad de diseño .....	57
2.2.14.4.	Presiones de trabajo de tuberías .....	57
2.2.15.	Cálculo hidráulico .....	58
2.2.15.1.	Desarenado .....	58
2.2.15.2.	Línea de conducción.....	65
2.2.15.3.	Paso aéreo .....	68
2.2.15.4.	Tanque de almacenamiento .....	81
2.2.16.	Elaboración de planos finales.....	82
2.2.17.	Presupuesto .....	83

2.2.18.	Evaluación socioeconómica .....	85
2.2.18.1.	Valor Presente Neto .....	85
2.2.18.2.	Tasa Interna de Retorno.....	86
2.2.19.	Evaluación de impacto ambiental para el sistema de abastecimiento de agua potable.....	86
2.2.19.1.	Elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos que serán alterados por el proyecto .....	87
2.2.19.2.	Medidas de mitigación.....	87
CONCLUSIONES.....		89
RECOMENDACIONES.....		91
BIBLIOGRAFÍA.....		93
APÉNDICES .....		97
ANEXOS.....		99

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Parque de la Aldea Agua Caliente, San Antonio La Paz, El Progreso.....	2
2.	Ubicación del municipio de San Antonio La Paz .....	3

### TABLAS

I.	Profundidad de colector .....	24
II.	Ancho de zanja .....	28
III.	Bases generales para diseño de alcantarillado sanitario .....	30
IV.	Presupuesto de red de alcantarillado sanitario para Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, El Progreso.....	35
V.	Cronograma de ejecución físico-financiero .....	36
VI.	Aforo del Río Las Pacayas.....	43
VII.	Relación entre diámetros de las partículas y velocidad de sedimentación .....	47
VIII.	Tuberías usuales en diseños de agua potable.....	58
IX.	Bases de diseño para desarenador de sistema de abastecimiento de agua potable .....	59
X.	Bases generales para diseño de línea de conducción de sistema de abastecimiento de agua potable.....	65
XI.	Bases generales para diseño del paso aéreo del sistema de abastecimiento de agua potable .....	68
XII.	Cálculo de flecha.....	71

XIII.	Valor corregido de tensión de paso aéreo. 30 metros de luz.....	71
XIV.	Longitud de péndolas de paso aéreo. 30 metros de luz .....	74
XV.	Datos de torre luz de 30 metros.....	75
XVI.	Presupuesto de sistema de agua potable, Aldea Agua Caliente, El Progreso .....	83
XVII.	Cronograma de ejecución físico-financiero.....	84

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>d</b>	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
<b>A</b>	Área
<b>Hp</b>	Caballos de fuerza
<b>q com.</b>	Caudal comercial
<b>Q</b>	Caudal de diseño
<b>q c.i</b>	Caudal de conexiones ilícitas
<b>q dis</b>	Caudal de diseño actual
<b>q dis</b>	Caudal de diseño futuro
<b>qinf</b>	Caudal de infiltración
<b>Qdm</b>	Caudal día máximo
<b>q dom.</b>	Caudal domiciliar
<b>Qhm</b>	Caudal hora máximo
<b>q ind.</b>	Caudal industrial
<b>Qm</b>	Caudal medio
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>n</b>	Coeficiente de escorrentía
<b>n</b>	Coeficiente de rugosidad
<b>C</b>	Coeficiente de rugosidad según material de tubería
<b>CP</b>	Cota piezométrica
<b>Ø</b>	Diámetro
<b>D</b>	Diámetro de la tubería
<b>E-</b>	Estación topográfica
<b>fqm</b>	Factor de caudal medio

<b>F.H.</b>	Factor de Harmond
<b>HG</b>	Hierro galvanizado
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>n</b>	Intensidad de lluvia
<b>i</b>	Intensidad de lluvia
<b>l</b>	Litros
<b>l/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>lts./s</b>	Litros por segundo
<b>l/s</b>	Litros sobre segundos
<b>L</b>	Longitud
<b>m</b>	Metro
<b>m.c.a.</b>	Metros columna de agua
<b>mm/hr</b>	Milímetro por hora
<b>S</b>	Pendiente
<b>Hf</b>	Pérdida de carga
<b>t</b>	Período de diseño
<b>Po</b>	Población actual
<b>Pf</b>	Población futura
<b>PV</b>	Pozo de visita
<b>CD</b>	Presión dinámica
<b>CE</b>	Presión estática
<b>a/A</b>	Relación de áreas
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>d/D</b>	Relación de diámetros
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>v</b>	Velocidad
<b>V</b>	Velocidad de flujo a sección llena

## GLOSARIO

<b>Accesorios</b>	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, <i>nipples</i> , coplas, tees, válvulas, etc.
<b>Aforo</b>	Medición del volumen de agua que fluye de una fuente por unidad de tiempo.
<b>Agua potable</b>	Es aquella sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos.
<b>Aguas negras</b>	Son las aguas que una vez utilizadas son retiradas de una vivienda, comercio o industria. Tienen una relación directa con el caudal que ingresa, ya que una menor parte es consumida en diversos usos.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Censo</b>	Es toda la información sobre la cantidad de población en un período de tiempo determinado. Brinda y facilita una descripción de los cambios que ocurren con el paso del tiempo.
<b>COGUANOR</b>	Comisión Guatemalteca de Normas.
<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado.

<b>Cotas Invert</b>	Son las alturas o cotas de la parte inferior de una tubería ya instalada.
<b>Carga estática</b>	También es llamada presión estática y es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a caja rompresión, o tanque de distribución, y el punto de descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m. c. a.)
<b>Carga dinámica</b>	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría el agua en tubos piezométricos a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
<b>Densidad de vivienda</b>	Relación existente entre el número de viviendas por unidad vivienda de área.
<b>Desinfección</b>	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos.
<b>Estiaje</b>	Es la época del año en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
<b>Factor de retorno</b>	Porcentaje de agua que después de ser utilizada retorna al sistema de drenaje o alcantarillado.
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.



<b>Pérdida de carga</b>	Es el cambio que experimenta la presión, dentro de la tubería, por motivo de la fricción.
<b>Piezométrica</b>	Altura de presión de agua que se tiene en un punto dado.
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que se emplea para medir superficies planas de terreno.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.
<b>Topografía</b>	Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.



## RESUMEN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado. Contiene el plan de trabajo de dos propuestas de proyectos ubicados en el territorio de San Antonio La Paz, El Progreso, como un aporte del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Aquí se localizan, describen y delimitan las características del municipio, se presenta una propuesta de planificación, cálculo, diseño y también planos de los dos proyectos en que se tomaron en cuenta aspectos técnicos relevantes.

El objetivo de estos proyectos es la construcción de un sistema de drenaje sanitario que consta de red, tuberías secundarias, conexiones domiciliarias y conexión hacia un colector principal, que conducirá a la planta de tratamiento, con una longitud total de 902 metros lineales. Este proyecto vendrá a satisfacer las necesidades básicas de los habitantes de la colonia en lo que se refiere a saneamiento urbano.

El sistema de agua potable consta de su captación, línea de conducción, cajas de limpieza, válvulas de aire, válvulas de limpieza y pasos aéreos, con una longitud total de 6 953 metros lineales. Este proyecto vendrá a satisfacer la necesidad de agua potable en la aldea, recurso tan indispensable para la vida.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar una red de alcantarillado sanitario para la Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, y diseñar un sistema de agua potable para la Aldea Agua Caliente, San Antonio la Paz, El Progreso.

### **Específicos**

1. Elaborar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades y servicios básicos e infraestructura del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso.
2. Proporcionar a la municipalidad el juego, presupuesto y cronograma del diseño de red de alcantarillado sanitario para Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, así como del diseño del sistema de agua potable para la Aldea Agua Caliente, San Antonio La Paz, El Progreso.
3. Colaborar con la mejora de la condición de vida y salud de las personas de la Aldea Agua Caliente.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación, con el apoyo del programa de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, contiene el desarrollo de los proyectos llevados a cabo dentro del Municipio de San Antonio La Paz, El Progreso. Se encuentra conformado como lo establece el reglamento de EPS, por tres partes: docencia, investigación y servicio técnico profesional.

Estos proyectos son necesarios para el desarrollo de la comunidad, surgen de la necesidad de solventar problemas de salud y saneamiento en el municipio. El primero se encuentra ubicado en la Aldea Agua Caliente, en la Colonia Lo de Medrano. Ahí existen algunos sectores que no cuentan con servicio de alcantarillado, lo que ha generado problemas a la población de la aldea, debido a que varias viviendas tienen el drenaje a flor de tierra, contaminando el ambiente y proliferando las enfermedades. De esto surge la necesidad del diseño de un sistema de drenaje sanitario cuyo desfogue será una planta de tratamiento en la Aldea Agua Caliente.

El segundo proyecto consiste en el diseño del sistema de agua potable también para la Aldea Agua Caliente, iniciando en Finca Las Pacayas, de donde se obtiene el agua y se conduce hasta llegar a la aldea. El sistema de agua potable no satisface las necesidades de la población, pues atraviesa terrenos privados. Con el diseño se reubicará el sistema de agua potable y se brindará un mejor servicio a la población.





# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de la Aldea Agua Caliente**

### **1.1.1. Aspectos generales**

La Aldea Agua Caliente se encuentra dentro del territorio del Municipio de San Antonio la Paz. El fundador de este municipio fue Justo Rufino Barrios. En ese entonces el municipio era una finca denominada El Encinal, propiedad de la familia Garrido Paredes, con pocos pobladores, cuyo número de casas llegaba a seis.

### **1.1.2. Antecedentes históricos**

El nombre de la Aldea Agua Caliente deriva del río principal que atraviesa el lugar. También se debe a que a pocos minutos del área se pueden encontrar fuentes termales y, conforme a datos geológicos, lavas riolíticas y pómez. Se cuenta con registros sobre la aldea escritos por el dominico irlandés Tomás Gage, quien residió en el país entre 1625 y 1637. Publicó en el año de 1648 que en los alrededores de un sitio llamado Agua Caliente hay un río del cual sacaban los nativos del lugar una cantidad de oro tal, que los españoles habían impuesto un tributo por año pagadero en oro.

Después del terremoto de 1976, esta aldea comenzó a crecer y a recibir ayuda para que los pobladores damnificados tuvieran un lugar digno en donde vivir. Una parte de la población realiza sus actividades diarias fuera de la aldea y regresa para descansar. La aldea es muy reconocida por su tranquilidad.

Figura 1. **Parque de la Aldea Agua Caliente, San Antonio La Paz, El Progreso**



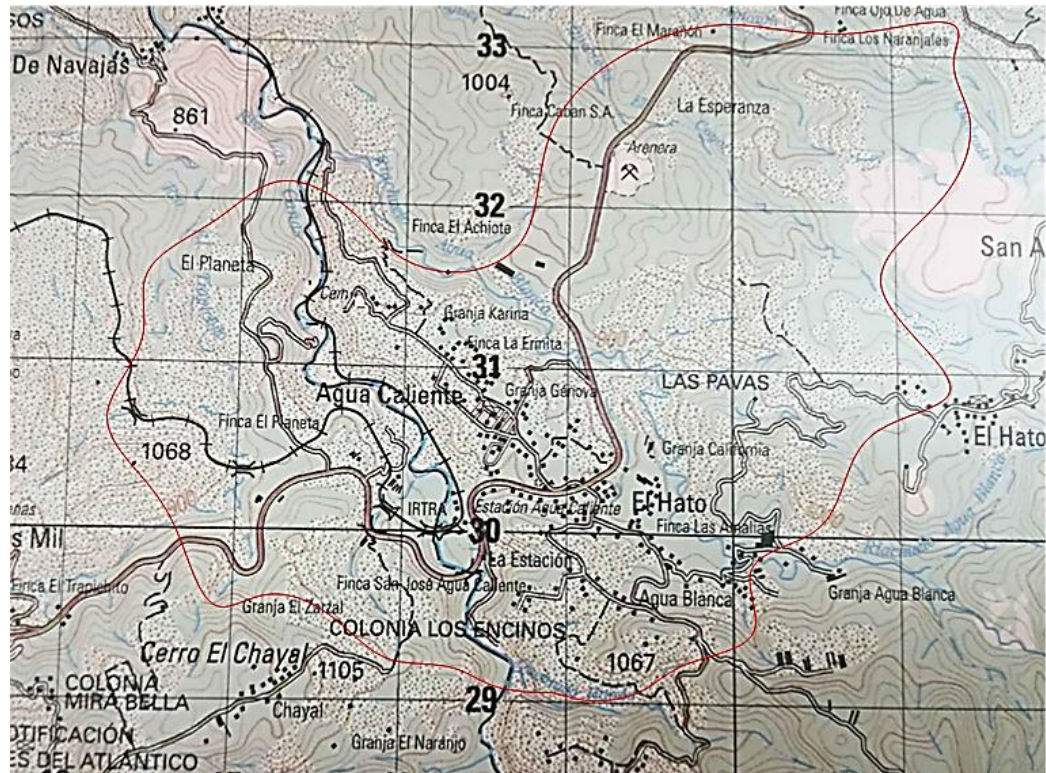
Fuente: elaboración propia.

### **1.1.3. Ubicación y localización**

La Aldea Agua Caliente está localizada en la parte sureste del Municipio de San Antonio la Paz, perteneciente a la región V o región central. Colinda al norte con el Municipio de Sanarate, al este con Sanarate y Mataquesuintla, Departamento de Jalapa; al sur con Palencia y el Departamento de Guatemala, al oeste con Palencia y San José del Golfo y con el Departamento de Guatemala.

Su ingreso principal se encuentra en el entronque por la carretera a la ruta atlántica CA-9, alrededor del kilómetro 30, donde se encuentran señalizaciones de la entrada a la Aldea Agua Caliente, ubicada a 10 kilómetros de su cabecera departamental San Antonio la Paz y a una distancia de 30 km de la ciudad capital.

Figura 2. **Ubicación del municipio de San Antonio La Paz**



Fuente: OBIOLS GÓMEZ, Alfredo. *Hojas topográficas*. Instituto Geográfico Nacional.

#### 1.1.4. **Topografía e hidrografía**

El municipio cuenta con una topografía principalmente quebrada. Entre sus accidentes geográficos está la Sierra de Palencia, ubicada en el Caserío de El Tambor, de la Aldea Moritas. También hay varios cerros, entre los cuales están: El Alto, El Paxte, Los Ajales, El Brasil, El Incienso, Las Margaritas y Los Mojones. Entre los accidentes hidrográficos pueden mencionarse: Agua Caliente, Agua Tibia, Agua Dulce, Las Cañas, Los Plátanos, y Las Pacayas.

### **1.1.5. Clima**

La Aldea Agua Caliente, según el mapa climatológico de la sección de climatología del INSIVUMEH, tiene la clasificación A'b'Di, Cuenta con un clima cálido con ambiente benigno templado.

### **1.1.6. Temperatura**

Según la estación meteorológica San Pedro Ayampuc, ubicada en el Municipio de San Pedro Ayampuc, Guatemala, la temperatura promedio de la Aldea Agua Caliente es de 23,4 °C. La temperatura promedio máxima anual es de 29,9 °C y la temperatura mínima promedio anual es de 15,2 °C.

### **1.1.7. Humedad**

La humedad relativa promedio en la región que comprende la Aldea Agua Caliente está entre el 70 y el 80 % de humedad relativa anual.

### **1.1.8. Lluvia**

Según la estación meteorológica San Pedro Ayampuc, ubicada en el Municipio de San Pedro Ayampuc, Guatemala, la lluvia promedio según registros más actualizados en la Aldea Agua Caliente es de 1 818,2 mm de lluvia, con un total anual de 139 días.

### **1.1.9. Salud**

La Aldea Agua Caliente cuenta con un puesto de salud que atiende a las comunidades de Los Astales, Colonia Prados de Canaán, Suquinay y

Encuentros Navajas. Este puesto de salud cuenta con poca atención por falta de personal (a la fecha).

#### **1.1.10. Educación**

La movilidad educativa se observa en la aldea principalmente en el nivel básico y diversificado. Cuenta con centros educativos privados hasta diversificado, uno por cooperativa hasta educación básica y dos por cooperativa de educación primaria y de párvulos. Los alumnos provienen principalmente de las comunidades de Azacualpilla, Palencia, Suquinay, Prados de Canaán, los Astales, Agua Caliente y Los Encuentros Navaja. El índice de analfabetismo del municipio de San Antonio La Paz es de un 22 %, tasa relativamente baja en comparación con los datos que presentan otros municipios a nivel nacional, según una monografía de San Antonio La Paz del año 2009.

#### **1.1.11. Actividad económica**

En la Aldea Agua Caliente existen varias fuentes de trabajo, entre ellas se encuentran las granjas de cerdo y pollo. También hay varias fincas que ofrecen trabajo a muchos jornaleros que sostienen a su familia, y la otra parte de la población trabaja fuera de la aldea, en la capital y en los otros municipios del departamento, por su cercanía con la aldea.

#### **1.1.12. Infraestructura y servicios**

La Aldea Agua Caliente cuenta con los siguientes servicios comerciales: centro de educación, servicio de agua potable, energía eléctrica, caja rural, empresa de cable para TV, servicio de alcantarillado en el casco urbano, centro

de salud, telefonía pública, telefonía celular, telefonía residencial, cementerio, cancha de fútbol, abarrotería, tiendas, entre otros.

#### **1.1.13. Tipología de la vivienda**

La Aldea Agua Caliente cuenta con una muy buena organización urbanística. Se divide en nueve colonias, las que se han ido creando de una manera ordenada: Agua Blanca, Estación Agua Caliente, Prados de Canaán, El Achiote, La Esperanza, Los Mandarinales, Belén, Medrano y la del Cementerio.

En la aldea se observa una gran cantidad de viviendas de buena calidad, construidas con mampostería reforzada y pisos de granito. Esto se ve principalmente en las colonias existentes, pero hay zonas retiradas donde aún se encuentran casas con paredes de adobe y madera, techos de láminas de zinc y piso de tierra o cemento.

#### **1.1.14. Idioma y religión**

El idioma oficial es el español y la religión dominante es la católica. Existen también un buen número de iglesias evangélicas.

#### **1.1.15. Grupo étnico**

Con relación al grupo étnico, en este municipio el 99 % de la población está conformado por población no indígena y el otro 1 %, según estudios realizados por el INE en el año 2002, pertenece a etnias indígenas.

### **1.1.16. Recreación**

La Aldea Agua Caliente cuenta con muchos centros recreativos, entre los cuales se pueden mencionar las instalaciones del Instituto de Recreación de los Trabajadores de la Empresa Privada de Guatemala (Irtra). También destacan los balnearios San Rafael, Los Años Maravillosos y el Mirador. Posee un parque jardinizado frente a la Iglesia Católica, varias instalaciones deportivas y un área de gimnasio al aire libre. Su fiesta patronal, en honor de San Vicente de Ferrer, es una feria en la que se puede disfrutar del jaripeo, juegos mecánicos y venta de comida, además de la procesión de la Iglesia Católica.

### **1.1.17. Organización de la comunidad**

La administración del municipio está a cargo de la Municipalidad de San Antonio la Paz. La Aldea Agua Caliente se encuentra representada por el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), que es el encargado de representarla ante la municipalidad.

## **1.2. Diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura para la Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente y Aldea Agua Caliente, San Antonio La Paz, El Progreso**

### **1.2.1. Descripción de las necesidades**

En la Aldea Agua Caliente se presentan distintas necesidades, dependiendo de la comunidad o población. A través de una entrevista realizada a las autoridades municipales, el COCODE y líderes de la aldea, se determinaron las necesidades, las cuales se presentan a continuación en orden jerárquico:

- Sistema de abastecimiento de agua potable, Aldea Agua Caliente: actualmente existe un sistema de agua potable que suministra de agua potable a la aldea. Este se encuentra en malas condiciones y atraviesa terrenos privados.
- Alcantarillado sanitario para Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente: las aguas servidas de la Colonia Lo de Medrano no cuentan con servicio de alcantarillado sino que van a dar a flor de tierra; así proliferan las plagas y enfermedades en la aldea.
- Muro de contención para cancha deportiva, Aldea Agua Caliente: se desea crear un muro de contención para evitar la erosión del suelo de dos costados de la cancha deportiva.
- Puesto de salud Aldea Agua Caliente: se desea remodelar las instalaciones del actual centro de salud de la aldea, debido a que hace años que no se le da ningún mantenimiento.
- Pavimento de las calles, Aldea Agua Caliente: existen tramos de calle dentro del casco urbano de la aldea que aún no están pavimentados.

### **1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades**

Se tomaron en cuenta, en la priorización de las necesidades, los criterios de autoridades municipales, COODES, líderes de la aldea y unidad de EPS, concluyendo de la siguiente manera:

- Sistema de abastecimiento de agua potable, Aldea Agua Caliente.
- Alcantarillado sanitario para Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente.



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

### **2.1. Diseño de red de alcantarillado sanitario para Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, El Progreso**

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

En el diseño de la red de alcantarillado sanitario se hizo uso de las normas de diseño de alcantarillados y del INFOM, tomando en cuenta topografía, caudal, población, entre otros. El proyecto consiste en 902 metros de longitud de tubería PVC de 6 pulgadas de diámetro, 16 pozos de visita de ladrillo tuyuyo de distintas profundidades con un altura promedio de 1,46 metros y 128 conexiones domiciliarias con diámetro de tubería de 4 pulgadas. El flujo dentro del alcantarillado será por gravedad, conduciéndose a su desfogue en una planta de tratamiento.

#### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

En los proyectos de alcantarillado es una parte esencial realizar la topografía de calidad de primer orden, debido a que trabajan por gravedad, y es necesario definir las pendientes del terreno y el punto bajo hacia donde se conducirán las aguas negras. En el levantamiento topográfico para este proyecto se utilizó una estación total marca Trimble® M3. Consistió en una poligonal abierta, ubicando la línea central del alcantarillado y tomando radiaciones hacia puntos clave con sus respectivas elevaciones de cada punto.

### **2.1.2.1. Altimetría**

Los datos obtenidos por medio de la estación total son cotas Z. Estos datos se obtuvieron a lo largo de la línea central donde se ubicará el colector principal de la red de drenaje, tuberías secundarias hacia viviendas y estructuras de interés del proyecto.

### **2.1.2.2. Planimetría**

Los datos obtenidos por medio de la estación son coordenadas X-Y. Estos datos se obtuvieron a largo de la línea central, donde se ubicará el colector principal, tuberías secundarias hacia viviendas y estructuras de interés del proyecto.

## **2.1.3. Tipo de sistemas de alcantarillado**

### **2.1.3.1. Alcantarillado sanitario**

Es el que conduce las aguas residuales provenientes de las viviendas; puede recolectar algunos desechos comerciales e industriales, pero no está diseñado para las aguas provenientes de las lluvias.

### **2.1.3.2. Alcantarillado separativo**

Este alcantarillado evacua independientemente el caudal sanitario de las aguas provenientes de las lluvias. Se diseña cuidadosamente para que no exista interconexión entre ellas y evitar así el intercambio de presión, gases, etc., y se garantice su eficiente funcionamiento.

### **2.1.3.3. Alcantarillado combinado**

Se diseñan para transportar la combinación de aguas residuales y las aguas provenientes de las lluvias.

### **2.1.4. Parte de un alcantarillado sanitario**

#### **2.1.4.1. Colector**

Es el medio por el cual se evacuan y trasladan las aguas residuales y desechos lejos de la población de donde se originan, a través de una tubería subterránea. Dicha tubería debe comportarse hidráulicamente como canales abiertos. En el presente proyecto se utilizarán 889 ml efectivos de tubería PVC de 6 pulgadas de diámetro, los cuales servirán para recolectar aguas negras.

#### **2.1.4.2. Pozo de visita**

Los pozos de visita son estructuras indispensables para el funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario, complementan el diseño hidráulico proporcionando un control del flujo hidráulico, dirección, cambios de gradientes y unión de los distintos ramales de una red de alcantarillado. Además, son empleados para inspección, limpieza y oxígeno al sistema. Se tomaron en consideración las normativas del INFOM que se exponen a continuación:

- Cambio de pendientes.
- Cambio de diámetro.
- En el inicio de cualquier ramal.
- En intersecciones de dos o más tuberías colectoras.

- En las curvas no más de 30 metros.
- En distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24 pulgadas.

En el proyecto se hizo uso de 16 pozos de visita de sección circular, se diseñaron con ladrillo de barro cocido unido con mortero de cemento y arena de la proporción 1:3 y revestido el interior con el mismo enlucido del mismo mortero, de un espesor mínimo de 2 centímetros, cuyo fondo es una losa de concreto con proporción de 1:2:4 con espesor mínimo de 30 centímetros.

#### **2.1.4.3. Conexiones domiciliare**

La conexión domiciliar tiene la finalidad de llevar las aguas servidas desde la vivienda o edificio hacia el colector principal. Al realizar conexiones domiciliare con tubería PVC, dependiendo de la necesidad se utilizarán conexiones tipo “Y” o “T” en cada edificación. En el sistema se diseñó con conexión tipo Y, de esta manera el flujo entra al sistema de una manera menos violenta. La conexión domiciliar consta de dos partes: caja o candela y la tubería secundaria.

##### **2.1.4.3.1. Caja o candela**

La conexión domiciliar es la estructura que conecta las aguas provenientes de la vivienda con el alcantarillado. Se realiza por medio de una caja de inspección, generalmente construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. Las cajas deben estar impermeabilizadas para evitar filtraciones y con tapadera para realizar inspecciones. El fondo debe estar fundido de concreto, con un grado de pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan llevarla al colector principal.

#### **2.1.4.3.2. Tubería secundaria**

Esta tubería permite la conexión de la candela domiciliar con el colector principal. Se debe utilizar tubo PVC de 4 pulgadas, con pendiente mínima de 2 % y máxima del 6 %, rango adecuado para la evacuación del agua. La conexión domiciliar con el colector principal se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados mínimo aguas abajo.

#### **2.1.5. Período de diseño**

Es el período de tiempo en que el sistema de alcantarillado sanitario prestará un servicio de forma eficiente a la población. Este varía de acuerdo con las consideraciones de diseño, y pasado este período es necesario rehabilitar el mismo. Para seleccionar el período de diseño se deben tomar en cuenta las normas de diseño de alcantarillado sanitario del INFOM:

- Durabilidad de las instalaciones
- Facilidad de construcción y posibilidades de ampliación
- Tendencia de crecimiento poblacional
- Posibilidad de financiamiento y tasa de interés

Para este proyecto se tomó un período de diseño de 25 años, con 2 años adicionales de gestión para su realización, siendo un total de 27 años como período de diseño final.

### **2.1.6. Población actual**

No se cuenta con datos de la población actual de la colonia Lo de Medrano, del Municipio de San Antonio la Paz. La población inicial con la que se diseñó se obtuvo con base en un censo realizado a la población de la colonia beneficiada.

### **2.1.7. Población futura**

La población que se utiliza para diseñar la red de alcantarillado es una proyección de la misma, con el objeto de estimar la población futura que tributará los caudales sanitarios. Se utilizó el método geométrico usando la población actual con base en encuestas y siendo la tasa de crecimiento poblacional de 1,87 %, según el Instituto Nacional Estadística. La fórmula de crecimiento geométrico se calcula de la manera siguiente:

$$Pf = Po * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde

Pf = población futura

Po = población inicial

r = factor de crecimiento (tasa)

n = periodo de diseño (años)

Actualmente, la Colonia Lo De Medrano cuenta con 420 habitantes, la población futura se calculó con la fórmula de crecimiento geométrico para un período de diseño de 27 años.

$$Pf = 420 * \left(1 + \frac{1,87}{100}\right)^{27} = 693 \text{ habitantes}$$

### **2.1.8. Determinación de caudales**

La determinación del caudal para un sistema de alcantarillado sanitario debe razonar varios factores que son obligatorios para poder establecer el caudal de una población.

#### **2.1.8.1. Población tributaria**

Es el sector que aporta al caudal en cada tramo del colector principal. De acuerdo con la tasa de demografía de esta población, el caudal recolectado irá creciendo equitativamente al número de habitantes.

#### **2.1.8.2. Dotación**

Es la cantidad de agua asignada a un habitante, en un día, en una población. Se expresa en litros/habitantes/día. Para hacer una selección adecuada de la dotación según el INFOM y UNEPAR, se deben tomar en cuenta los siguientes factores:

- Clima
- Nivel de vida
- Actividades productivas
- Abastecimiento privado
- Servicios comunales o públicos
- Facilidad de drenaje
- Calidad y cantidad del agua

- Medición
- Administración del sistema
- Presiones

Si no se cuenta con estudios de demanda poblacional se deben tomar en cuenta los siguientes valores:

- Servicio con base en llenacántaros exclusivamente: 30 a 60 l/hab/día.
- Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: 60 a 90 l/hab/día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 l/hab/día.
- Servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda: 90 a 170 l/hab/día.
- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual: mínimo 20 l/hab/día.
- Servicio de aljibes 20 l/hab/día.

Para este proyecto, ubicado en la Aldea Agua Caliente, se manejó la cifra de 100 lts/hab/día, dotación que es aceptable para un servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda, según el INFOM y las normas UNEPAR.

### **2.1.8.3. Caudal domiciliar**

El agua se utiliza de distintas maneras en una vivienda, después de haber sido utilizada recibe el nombre de caudal domiciliar, el que es trasladado al colector principal. Este es un valor obligatorio para el diseño del alcantarillado sanitario. La cantidad de agua de desecho tiene un factor de retorno que está directamente relacionada con la dotación.



$$q_{dom} = \frac{dot.* No. hab}{86\ 400} * F.R.$$

Donde

Dot. = dotación (lts./hab/día)

No. Hab. = número de habitantes por tramo

F.R. = factor de retorno

#### **2.1.8.3.1. Factor de retorno**

El factor de retorno es el porcentaje de agua que después de ser utilizada retornará al drenaje. Este porcentaje oscila entre el 70 % y el 90 %. No se cuenta con registros de este factor en la aldea, por lo que se adoptará un promedio de estos valores: un 75 % de factor de retorno.

#### **2.1.8.4. Caudal industrial**

Es el caudal producido por la industria, como rastros, fábricas de textiles, licoreras y demás. Varía de acuerdo con el establecimiento que se esté tomando en cuenta. Para este proyecto no se tomó en cuenta, debido a que no existen a lo largo de todo el alcantarillado.

#### **2.1.8.5. Caudales varios**

##### **2.1.8.5.1. Caudal de conexiones ilícitas**

Este es el caudal de agua pluvial que se conecta ilícitamente al sistema de alcantarillado sanitario. De acuerdo con las normas del INFOM, este se calcula como el 10 % mínimo del caudal domiciliar; se hace de la siguiente forma:

$$q_{ilicito} = 0,10 * q_{dom}$$

Donde

$q_{dom}$  = Caudal domiciliar

#### 2.1.8.5.2. Caudal de Infiltración

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, profundidad a la que se coloca, tipo de juntas, calidad de mano de obra y demás. El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- Material de la tubería y tipo de unión.

Se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo. Generalmente se presenta en litros por kilómetro por día. Su valor puede variar entre 12 000 y 18 000 lt/km/día. La tubería de PVC teóricamente no presenta infiltración. El INFOM recomienda el cálculo de este de la siguiente forma:

$$Q_{inf} = \frac{F_{inf}(L_{tuberia} + num. casas * 6m)}{8\ 6400}$$

Donde

$F_{inf}$  = Factor de infiltración (12000 <  $F_{inf}$  < 18000 lt/km/día)

$L_{tuberia}$  = longitud total de la tubería

Para el sistema de alcantarillado sanitario de la Aldea Agua Caliente el caudal de infiltración es cero, debido a que el material a utilizar es tubería de PVC, norma ASTM 3034.

### **2.1.8.5.3. Caudal comercial**

El caudal comercial es el agua desechada por las edificaciones comerciales como comedores, restaurantes, hoteles, entre otros. Por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 a 3 000 lt/comercio/día. Para este proyecto se tomó en cuenta este caudal, debido a que no existe ningún comercio a lo largo de todo el alcantarillado.

$$Q_{com} = \frac{Dotación * \#comercial}{8\ 6400}$$

Donde

Dotación= consumo diario de agua dado en litros habitante día

# Comerciales = número de comerciales

### **2.1.9. Caudal medio**

Es la suma del caudal domiciliar, caudal comercial, caudal industrial, caudal de conexiones ilícitas y caudal de infiltración:

$$Q_{medio} = q_{dom} + q_{com} + q_{ind} + q_{ilicito} + q_{inf}$$

Donde

qdom = caudal domiciliar

qcom =caudal comercial

qind= caudal industrial

qinf = caudal de infiltración

qillicito = caudal de conexiones ilícitas

### **2.1.10. Caudal de diseño**

Este es el caudal de diseño de aguas negras que se transportará en el alcantarillado, el cual varía de un tramo a otro. Se obtiene con integración de datos obtenidos. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{diseño} = F_{qm} * F.H.* No.Hab. futuros$$

Donde

Qdiseño = caudal de diseño de cada tramo

Fqm = factor de caudal medio

F.H. = el factor de Hardmond

Hab. futuros = número de habitantes a servir

#### **2.1.10.1. Factor de caudal medio**

Este factor relaciona la contribución del caudal por persona en el tramo. Se obtiene con la suma de los distintos caudales, dividido entre el número de habitantes a servir por tramo. Según el INFOM, debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005. Si da valor menor, se tomará 0,002; si fuera mayor, se tomará 0,005. El factor no debe estar demasiado distante de los rangos máximos y mínimos establecidos. Se calcula de la siguiente manera:

$$f_{qm} = \frac{Q_{medio}}{No.habitantes}$$

Donde

Qmedio = caudal medio

Núm. habitantes = número de habitantes

### **2.1.10.2. Factor de caudal Harmond**

Factor de flujo instantáneo. Es la fórmula estadística aplicada para determinar el caudal máximo. Es la probabilidad de que variados artefactos sanitarios en las viviendas se utilicen simultáneamente en el tramo de análisis. Su valor adimensional varía de 1,5 a 4,5 y se calcula de la siguiente manera:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde

F.H.= factor de Harmond

P= población acumulada del tramo (unidades de millar)

### **2.1.11. Fundamento hidráulico**

#### **2.1.11.1. Ecuación de Manning para flujo de canales**

Se utilizará la ecuación de Manning para determinar el flujo constante para conductos circulares, debido a que los sistemas de alcantarillado deben funcionar como canales parcialmente llenos. El caudal de diseño no debe ser mayor al caudal de sección llena.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde

V= velocidad (m/s)

Rh =radio hidráulico

S = pendiente del canal (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning

### **2.1.11.2. Caudal a sección llena**

El caudal que transportará el tubo a sección llena se obtiene con la siguiente ecuación:

$$Q = A * V$$
$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde

Q = Caudal a sección llena (l/s)

A = Área de la tubería ( $m^2$ )

V = Velocidad a sección llena (m/s)

D = Diámetro de tubo (m)

$\pi$  = Constante Pi

### **2.1.11.3. Relaciones hidráulicas**

Las relaciones hidráulicas son un conjunto de tablas obtenidas a partir de la ecuación de Manning para agilizar el proceso de cálculo. Este se inicia con el valor de la relación de  $q/Q$ , donde  $q$  es caudal de diseño y  $Q$  caudal a sección llen. Con base en este valor se puede obtener en las tablas la relación de  $v/V$  y  $d/D$ . Se deben considerar los siguientes parámetros de diseño:

- Q diseño < Q sección llena.
- La velocidad debe estar comprendida entre:  $0,6 \leq v \leq 3$  (m/seg) para concreto.
- El tirante hidráulico debe estar entre  $0,10 \leq d/D \leq 0,75$  d/D, con lo cual se evita que la tubería trabaje a presión.

#### **2.1.11.4. Pendiente**

La pendiente de tubería es recomendable adaptarla a la del terreno para reducir costos de excavación, siempre que se encuentre dentro del rango de velocidades permitidas. Para conexiones domiciliarias la pendiente mínima será de 2 % y la máxima de 6 %.

#### **2.1.11.5. Diámetros de tubería**

Las normas del INFOM indican que el diámetro mínimo a utilizar para alcantarillado sanitario será de 8 pulgadas en el caso de tubería de concreto y de 6 pulgadas para tubería de PVC. Para las conexiones domiciliarias se puede utilizar un diámetro de 6 pulgadas para tubería de concreto y 4 pulgadas para tubería de PVC, formando ángulo de 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal. Para el presente diseño se utilizará tubería PVC de 6 pulgadas de diámetro, Norma ASTM 3034.

#### **2.1.11.6. Coeficiente de rugosidad**

El valor del coeficiente de rugosidad depende del tipo de material de que está hecha la tubería; este indica qué tan lisa o rugosa es la misma. El coeficiente de rugosidad para tubos de PVC es de 0,010 y para tubos de concreto es de 0,014. En este proyecto se utilizará tubería PVC.

### 2.1.12. Profundidad de colector

La función principal de la profundidad del colector es evitar rupturas o fisuras en la tubería por el peso del tránsito que circulará sobre ella. Debe permitir la conexión en los domiciliarios del alcantarillado, la protección por clima y adaptarse a las condiciones constructivas. La profundidad se toma con base en los siguientes criterios de diseño:

- Tubo de concreto
  - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1 m
  - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 1,20 m
  
- Tubo de PVC
  - Para tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 0,60 m
  - Para tránsito pesado (mayor a 2 toneladas) = 0,90 m

La tabla siguiente resume la profundidad mínima de la tubería, tomando en cuenta su diámetro, espesor y profundidad mínima, para diferentes diámetros de tubería y tránsito según el tipo de material.

Tabla I. Profundidad de colector

colector tubería concreto								
DIAMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
tránsito Liviano(cm)	111	117	122	128	134	140	149	165
tránsito Pesado (cm)	131	137	142	148	154	160	169	185
colector tubería de PVC								
DIAMETROS	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
tránsito Liviano (cm)	60	60	60	90	90	90	90	90
tránsito Pesado (cm)	90	90	90	110	110	120	120	120

Fuente: elaboración propia.



### 2.1.13. Cota Invert

Es la cota de nivel que indica la localización de la parte inferior de la tubería que se conecta a los pozos de visita desde la cota del terreno natural. Además, es la distancia de entrada y salida de la tubería del alcantarillado. Se calcula de la siguiente manera:

$$Sterreno\% = \frac{CTi - CTf}{D.H.} * 100$$

$$CTf = CTi - (D.H.* Sterreno\%)$$

$$Cli = CTi - (Htrafico + Etubo + \emptyset)$$

$$Clf = Cli - D.H.* Stubo\%$$

$$Hpozo\ inicial = CTi - Cli$$

$$Hpozo\ final = CTf - Clf$$

Donde

D.H. = distancia horizontal entre pozos de visita

S% = pendiente

CTf= cota del terreno final

CTi = cota del terreno inicial

Cli= cota Invert de inicio

Clf= cota Invert de final

Hpozo\ inicial= altura de pozo de visita inicial

Hpozo\ final= altura pozo de visita final

### 2.1.13.1. Especificaciones de colocación de cotas Invert

Para la colocación de las cotas Invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita se deben considerar los siguientes parámetros de diseño:

- Escenario 1: cuando entra tubería y sale con el mismo diámetro, la cota Invert de salida estará como mínimo a 3cm debajo de la cota Invert de entrada.

$$\phi A = \phi B$$

$$CI\ salida = Ci\ entrada - 3cm$$

- Escenario 2: cuando entra tubería y sale de diferente diámetro en un pozo de visita, la cota Invert debe estar como mínimo debajo de la cota Invert de entrada, igual a la diferencia de los diámetros de la cota Invert de entrada y salida.

$$\phi A < \phi B$$

$$CI\ salida = CI\ entrada - (\phi B > \phi A) * 2,54$$

- Escenario 3: cuando en un pozo de visita entran dos tuberías del mismo diámetro y salen del mismo diámetro que las que ingresan, la cota Invert de salida mínima estará 3 cm debajo de la cota más baja que entre donde se tomará el menor valor de los resultados.

$$\phi A = \phi B = \phi C$$

$$CI\ salida = Ci\ entrada A - 3cm$$

$$CI\ salida = Ci\ entrada B - 3cm$$

- Escenario 4: cuando a un pozo de visita llegan dos o más tuberías de distinto diámetro de las que salen a él, la cota Invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor menor, presentando diferentes casos:

- Cuando tubería de igual diámetro ingresa y sale una de diámetro diferente, la cota Invert de salida será la resta de los diámetros para cada una y se utilizará el menor valor.

$$\phi A = \phi B$$

$$CI\ salida = CI\ entrada\ "A, B" - (\phi C - \phi A, B) * 2,54cm$$

- Cuando tubería de diámetro distinto ingresa y sale una de diferente diámetro, la cota Invert de salida será la resta de los diámetros para cada una y se utilizará el menor valor.

$$\phi A \neq \phi B$$

$$CI\ salida = CI\ entrada\ "A, B" - (\phi C - \phi A, B) * 2,54cm$$

- Cuando entra más de una tubería de diámetro diferente, teniendo una de las tuberías el diámetro de la tubería de salida, la cota Invert de salida para ellas es la diferencia de los diámetros, y la otra tendrá como mínimo 3 cm y se utilizará el menor valor.

$$\phi C = \phi B \quad \phi A \neq \phi B; \phi C > \phi A$$

$$CI\ salida = CI\ entrada\ A - (\phi C - \phi A, B) * 2,54cm$$

- Cuando solo una tubería continúa con la red de alcantarillado del pozo de visita las demás deberán ser iniciales.

- La cota Invert de salida de la tubería inicial deberá estar en consideración a la profundidad mínima del tránsito liviano o pesado según el diseño.
- La cota Invert de salida de la tubería de seguimiento deberá cumplir con las especificaciones anteriormente descritas.

#### 2.1.14. Ancho de zanja

El ancho de zanja es el espacio mínimo que se necesita para poder realizar el trabajo de la colocación de la tubería sin dificultades de espacio. Este valor se encuentra dado por el diámetro de la tubería y de la profundidad a la que se debe ubicar.

Tabla II. Ancho de zanja

Diámetro (plg)	Profundidad		
	2 metros	2 a 4 metros	4 a 6 metros
4	0,50	0,60	0,70
6	0,55	0,65	0,75
8	0,60	0,70	0,80
10	0,70	0,80	0,80
12	0,80	0,80	0,80
15	0,90	0,90	0,90
18	1,00	1,00	1,10
24	1,10	1,10	1,35

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.15. Volúmenes de excavación

El volumen de excavación es la cantidad de suelo que se removerá para colocar la tubería a una profundidad. Se calcula a partir de la profundidad de los pozos de visita, ancho de zanja según diámetro de la tubería y distancia entre pozos.

$$Vol = \left[ \frac{(H1 + H2)}{2} * d * Az \right]$$

Donde

Vol = volumen de excavación (m<sup>3</sup>)

H1= profundidad del primer pozo de visita (m)

H2 =profundidad del segundo pozo de visita (m)

d = distancia entre pozos (m)

Az = ancho de zanja (m)

### 2.1.16. Desfogue

El propósito del tratamiento de las aguas residuales es reducir la contaminación de ríos, lagos y mantos acuíferos, que son las fuentes fundamentales de agua. Para el siguiente proyecto se tiene planificada, después de finalizar la red de alcantarillado sanitario, la implementación de una planta de tratamiento para aguas residuales como una alternativa para contribuir con el cuidado del medio ambiente, la cual estará a cargo del diseño un ingeniero sanitaria. Se diseñará la planta de tratamiento respetando las normas establecidas por el Ministerio de Medio Ambiente, para que las aguas residuales sean debidamente tratadas, para lograr mitigar daños al ambiente y a los pobladores cercanos al lugar de desfogue.

### 2.1.17. Cálculo hidráulico

La red de alcantarillado sanitario para el Caserío Lo De Medrano se diseñará con base en las normas que estable el Instituto de Fomento Municipal, INFOM, y normas de diseño de alcantarillados sanitario.

#### 2.1.17.1. Red de alcantarillado sanitario

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV-1 a PV-2. A continuación, en la tabla, se muestra el resumen de los parámetros de diseño aplicados en el tramo.

Tabla III. Bases generales para diseño de alcantarillado sanitario

Características	
Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	de PV-1 a PV-2
Distancia horizontal	95,95 metros
Número de casa Actual tramo	20 viviendas
Habitantes por casa	Habitantes/viviendas
Período de diseño	27 años
Tasa de crecimiento poblacional	1,87%
Dotación	120 litros/habitante/día
Tipo y diámetro tubería conexión domiciliar	PVC diámetro 4 plg
Pendiente tubería conexión domiciliar	2 a 6 %

Fuente: elaboración propia.

- Población actual

$$P_o = 20 * 6 = 120 \text{ habitantes}$$

- Población futura

$$Pf = 120 * \left(1 + \frac{1,87}{100}\right)^{27} = 198 \text{ habitantes}$$

- Pendiente del terreno

$$S\% \text{ terreno} = \frac{(CT \text{ inicial} - CT \text{ final}) * 100}{\text{Distancia}}$$

$$S\% \text{ terreno} = \frac{(204,61 - 200,04)}{95,95} * 100 = 4,76 \%$$

- Caudal medio

$$Q \text{ medio} = q \text{ dom} + q \text{ ilicito} + q \text{ inf}$$

$$q \text{ domActual} = \frac{120 * 120 * 0,75}{86\,400} * 0,75 = 0,125 \text{ l/s}$$

$$q \text{ domFuturo} = \frac{198 * 120 * 0,75}{86\,400} * 0,75 = 0,20625 \text{ l/s}$$

$$q \text{ ilicitaActual} = 10 \% * Q \text{ dom} = 10 \% * 0,125 = 0,01250 \text{ l/s}$$

$$q \text{ ilicitaFuturo} = 10 \% * Q \text{ dom} = 10 \% * 0,125 = 0,02063 \text{ l/s}$$

$$q \text{ inf} = 0 \text{ tubería PVC no tiene filtración}$$

$$Q \text{ medioActual} = 0,125 + 0,0125 = 0,1375 \text{ l/s}$$

$$Q \text{ medioFuturo} = 0,20625 + 0,02063 = 0,2268 \text{ l/s}$$

- Factor de caudal medio

$$F \text{ qmActual} = \frac{Q \text{ med.}}{\text{No. hab.}} = \frac{0,1375}{120} = 0,002$$

$$F \text{ qmFuturo} = \frac{Q \text{ med.}}{\text{No. hab.}} = \frac{0,2268}{120} = 0,002$$

- Factor de Harmond

$$FH_{Actual} = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}} = \frac{18 + \sqrt{120/1\ 000}}{4 + \sqrt{120/1\ 000}} = 4,221$$

$$FH_{Futuro} = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}} = \frac{18 + \sqrt{198/1\ 000}}{4 + \sqrt{198/1\ 000}} = 4,150$$

- Caudal de diseño

$$Q_{disActual} = No. hab. * Fqm * FH = 120 * 0,002 * 4,221 = 1,0131l/s$$

$$Q_{disFuturo} = No. hab. * Fqm * FH = 198 * 0,002 * 4,150 = 1,6433l/s$$

- Diámetro de tubería

*tuberia PVC 6" ASTM 3034*

- Pendiente de tubería

4,76 %

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{0,03429 * (6)^{2/3} * (4,76)^{1/2}}{n} = 2,47m/s$$

- Caudal a sección llena

$$Q_{sec. llena} = A * V$$

$$Q_{sec. llena} = \frac{\pi}{4} * (6 * 0,0254)^2 * 1,22 * 1\ 000l/m^3$$

$$Q_{sec. llena} = 22,34l/m^3$$



- Relación de caudales

$$Q_{dis}/Q_{sec. llena Actual} = 0,022475$$

$$Q_{dis}/Q_{sec. llena Futuro} = 0,036456$$

- Relación de velocidad

$$v/V_{Actual} = 0,40873$$

$$v/V_{Futuro} = 0,473014$$

- Velocidad a sección parcial

$$v_{Actual} = V * v/V = 01,0099m/s$$

$$v_{Futuro} = V * v/V = 01,0099m/s$$

- Chequeos hidráulicos de diseño para el futuro

Caudales	$q_{dis} < Q_{sec. llena}$	$1,6433 \text{ l/s} \leq 45,074 \text{ l/s}$	cumple
Velocidad	$0,6 \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$	$0,6 \leq 1,1688 \leq 3,00 \text{ m/s}$	cumple
Diámetro	$0,1 \leq d/D \leq 0,75$	$0,1 \leq 0,11 \leq 0,75$	cumple

- Distancia horizontal efectiva

Diámetro de pozo: 1,02 metros

Grosor de paredes: ladrillo de barro cocido 0,065x0.11x0,23m

- Cota Invert de salida pozo PV-1

$$C_{li} = C_{Ti} - (H_{trafico} + E_{tubo} + \emptyset) = 204,61 - 1.4 = 203,21m$$

- Cota Invert de entrada pozo PV-2

$$Cif = Cli - D.H.* Stubo\% = 203,21 - (4,76 \% * 95,95) = 198,64m$$

- Profundidad de pozo PV-1

$$H_{pozo\ inicia} = 204,61 - 203,21 = 1,40m$$

- Profundidad de pozo PV-2

$$H_{pozo\ inicia} = 200,04 - 198,64 = 1,40m$$

- Volumen de excavación de zanja

$$Vol = \left[ \frac{(H1 + H2)}{2} * d * Az \right] = \left[ \frac{(1,4 + 1,4)}{2} * 95,95 * 0,55 \right] = 73,88 m^3$$

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para todo el sistema de alcantarillado se presentan en la en apéndice 1.

### **2.1.18. Elaboración de planos finales**

Los planos en detalle se encuentran en los anexos, los cuales contienen la topografía del proyecto, detalles de planta y perfil de la red de distribución, detalles de pozos y acometidas.

## 2.1.19. Presupuesto

Presupuesto de red de alcantarillado sanitario para Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, El Progreso.

Tabla IV. **Presupuesto de red de alcantarillado sanitario para Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, El Progreso**

<b>RESUMEN DE RENGLONES</b>						
PROYECTO:						
<b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.</b>						
LOCALIZACIÓN:				FECHA:		
aldea Agua Caliente				Septiembre de 2016		
RENGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
1.00	REPLANTEO TOPOGRAFICO	901.14	ml	Q 4.01	Q	3,612.98
2.00	EXCAVACION DE ZANJA	723.62	m3	Q 49.97	Q	36,156.00
3.00	COLOCACION DE BASE PARA COLECTOR CENTRAL (t = 0.1 m)	82.00	m3	Q 331.72	Q	27,200.73
4.00	COLECTOR PRINCIPAL	887.54	ml	Q 225.79	Q	200,402.75
5.00	POZO DE VISITA 12, (1.29 m)	1.00	Unidad	Q 4,566.08	Q	4,566.08
6.00	POZO DE VISITA 1,4,6,13 (1.40 m)	4.00	Unidad	Q 5,872.83	Q	23,491.34
7.00	POZO DE VISITA 2,5,7,14 (1.43 m)	4.00	unidad	Q 5,887.93	Q	23,551.70
8.00	POZO DE VISITA 8,15 (1.46 m)	2.00	Unidad	Q 4,910.14	Q	9,820.28
9.00	POZO DE VISITA 9,16 (1.49 m)	2.00	Unidad	Q 4,924.92	Q	9,849.84
10.00	POZO DE VISITA 10 (1.52m)	1.00	Unidad	Q 4,543.43	Q	4,543.43
11.00	POZO DE VISITA 11 (1.65m)	1.00	Unidad	Q 4,638.81	Q	4,638.81
12.00	POZO DE VISITA 3 (1.72m)	1.00	Unidad	Q 4,913.60	Q	4,913.60
13.00	CONEXIONES DOMICILIARES	128.00	Unidad	Q 1,422.16	Q	182,036.81
14.00	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA	723.62	m3	Q 49.15	Q	35,566.50
15.00	LIMPIEZA FINAL	1.00	Global	Q 6,161.13	Q	6,161.13
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q</b>	<b>576,512.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. Cronograma de ejecución físico-financiero

CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICO - FINANCIERO												
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	RIESGO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	Total		
1.00	REFLANTEO TOPOGRAFICO	801.14	m	Q3,612.88	Q3,612.88					Q	3,612.88	
2.00	EXCAVACION DE ZANJA	723.62	m3	Q36,156.00	Q36,156.00					Q	36,156.00	
3.00	COLOCACION DE BASE PARA COLECTOR CENTRAL (1= 61.7m)	82.00	m3	Q27,200.73	Q27,200.73					Q	27,200.73	
4.00	COLECTOR PRINCIPAL	887.54	m	Q200,402.75	Q100,201.38	Q100,201.38				Q	200,402.75	
5.00	POZO DE VISITA 12 (1.29 m)	1.00	Unidad	Q4,566.08	Q4,566.08					Q	4,566.08	
6.00	POZO DE VISITA 14,6.13 (1.40 m)	4.00	Unidad	Q23,491.34	Q11,745.67	Q11,745.67				Q	23,491.34	
7.00	POZO DE VISITA 2,5.71,4 (1.43 m)	4.00	unidad	Q23,551.70		Q23,551.70				Q	23,551.70	
8.00	POZO DE VISITA 8,15 (1.46 m)	2.00	Unidad	Q9,820.28		Q9,820.28				Q	9,820.28	
9.00	POZO DE VISITA 9,16 (1.48 m)	2.00	Unidad	Q9,849.84		Q4,924.92	Q4,924.92			Q	9,849.84	
10.00	POZO DE VISITA 10 (1.52m)	1.00	Unidad	Q4,543.43			Q4,543.43			Q	4,543.43	
11.00	POZO DE VISITA 11 (1.65m)	1.00	Unidad	Q4,638.81			Q4,638.81			Q	4,638.81	
12.00	POZO DE VISITA 3 (1.72m)	1.00	Unidad	Q4,913.60			Q4,913.60			Q	4,913.60	
13.00	CONEXIONES DOMICILIARES	128.00	Unidad	Q182,036.81			Q91,018.41	Q91,018.41		Q	182,036.81	
14.00	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA	723.62	m3	Q35,566.50			Q35,566.50			Q	35,566.50	
15.00	LIMPIEZA FINAL	1.00	Global	Q6,161.13			Q6,161.13			Q	6,161.13	
Inversion Mensual					Q167,171.09	Q116,513.13	Q50,042.58	Q110,039.17	Q132,746.04	Q	576,512.00	
Inversion Mensual Acumulada					Q167,171.09	Q283,684.22	Q333,726.79	Q443,765.96	Q576,512.00			
Inversion Mensual %					29%	20%	9%	19%	23%		100%	
Inversion Mensual Acumulada					16717109%	45085530%	7848209%	122834605%	180466005%			
VALOR TOTAL DEL PROYECTO DE QUINIENTOS SETENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS DOCE EXACTOS.												

Proyecto: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.  
 Comunidad: COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE  
 Municipio: SAN ANTONIO LA PAZ  
 Departamento: EL PROGRESO

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.20. Evaluación socioeconómica**

La red de alcantarillado sanitario no representa una generación de capital, sin embargo, debe realizarse un análisis financiero y determinar la rentabilidad del proyecto, mediante los métodos del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

#### **2.1.20.1. Valor Presente Neto**

El Valor Presente Neto (VPN) se utiliza para representar el flujo previsto de efectivo resultante de una inversión propuesta. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto, a un valor presente al término del período de funcionamiento, el cual se evalúa con base en lo siguiente:

- Cuando el  $VPN > 0$ , se recupera el monto invertido, se obtiene una rentabilidad y una ganancia que equivale al valor presente.
- Cuando el  $VPN = 0$ , se recupera el monto invertido y se obtiene una rentabilidad deseada pero no se obtiene una ganancia.
- Cuando el  $VPN < 0$ , se hace una evaluación según la tasa de interés y un porcentaje de ganancia.

En el caso del proyecto de red de alcantarillado sanitario para la Colonia Lo de Medrano, no se tiene contemplando un beneficio económico, únicamente se tiene un objetivo de carácter social. En este proyecto la municipalidad no contempla obtener alguna utilidad, por lo que el VPN se establece como negativo, siendo el costo total del proyecto. Se calcula de la manera siguiente:

$$VPN = VP \text{ beneficio} - VP \text{ costos}$$

$$VPN = 0 - Q 570 5674,00$$

$$VPN = -Q 573 572,00$$

### **2.1.20.2. Tasa Interna de Retorno**

En el proyecto de red de alcantarillado sanitario para la Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, la municipalidad no tiene contemplado obtener ninguna ganancia ni utilidad, debido a que es una obra de carácter social, y no es calculable la TIR debido a que no es posible generar interés sobre un saldo no recuperable en toda la duración del proyecto.

### **2.1.21. Evaluación de impacto ambiental de red de alcantarillado sanitario**

El medio ambiente está conformado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados en condiciones ideales en un equilibrio, esencial para la el crecimiento, supervivencia y reproducción de los seres vivos. Todo proyecto genera un impacto ambiental, pero todos tienen un impacto diferente en el ambiente, por tal motivo la evaluación de impacto ambiental de la red de alcantarillado sanitario es importante para definir los efectos positivos y negativos que tendrá sobre el medio ambiente, y así conocer las medidas de mitigación que deben aplicarse.

#### **2.1.21.1. Elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos que serán alterados por el proyecto**

- Recursos hídricos: existen fuentes superficiales, quebradas y ríos que pueden llegar a ser contaminadas con el movimiento de tierra.

- El suelo: se impactará negativamente el suelo por el movimiento de tierras que se realizará en el zanjeo.
- Emisiones al ambiente: los gases y olores producidos por las aguas negras si no se verifican las fugas de agua.
- Salud: debido a la construcción del proyecto, se dificultará la circulación y habrá problemas de respiración menores, además será producido polvo, producto del movimiento de tierras en las diversas etapas del proyecto.

#### **2.1.21.2. Medidas de mitigación**

- Se tendrá un chequeo continuo de que no exista contaminación de las fuentes cercanas al proyecto.
- Se deberá capacitar al personal de mantenimiento del sistema para solventar emergencias referentes al manejo de las aguas servidas y reparaciones menores.
- Para evitar problemas de circulación y respiratorios menores, se desarrollarán las actividades que contengan mayor movimiento de tierra en horas de menor afluencia de pobladores.
- Dar una inducción sobre el uso del sistema de alcantarillado a las personas que hacen uso directo del sistema para así evitar su deterioro.
- Se diseñará el sistema evitando la intervención en las áreas cercanas al área boscosa, principalmente explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio.
- Se realizará excavación de zanja únicamente en lugares donde sea necesario y conforme al diseño.

## **2.2. Diseño de sistema de agua potable para Aldea Agua Caliente, San Antonio La Paz, El Progreso**

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

En el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se hizo uso de las normas de sistemas rurales de abastecimiento de agua potable y del INFOM. En este se tomó en cuenta topografía, caudal, población, entre otros.

El proyecto consiste en el diseño de 6 980 metros de longitud, iniciando en una captación de río de montaña, con tubería PVC de distintas resistencias de diámetros de 6 y 4 pulgadas, dos pasos aéreos de 50 y 20 metros de longitud, 15 válvulas de limpieza, 19 válvulas de aire, 1 caja rompedora de presión arreglada con base en el diseño hidráulico hasta llegar al tanque de almacenamiento existente.

### **2.2.2. Levantamiento topográfico**

En los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua potable, la calidad de la topografía debe ser de primer orden, debido a que la mayoría de los sistemas trabaja por gravedad, y con la topografía se definen las pendientes y rutas más convenientes para diseñar el sistema de agua potable. En el levantamiento topográfico para este proyecto se utilizó una estación total marca Trimble® M3. Consistió en una poligonal abierta ubicando la línea central del sistema de agua potable y tomando radiaciones hacia puntos clave con sus respectivas elevaciones de cada punto.



#### **2.2.2.1. Altimetría**

Los datos obtenidos por medio de la estación total son cotas Z. Estos datos se obtuvieron a lo largo de la línea central donde se ubicará el colector principal de la red de drenaje, tuberías secundarias hacia viviendas y estructuras de interés del proyecto.

#### **2.2.2.2. Planimetría**

Los datos obtenidos por medio de la estación son coordenadas X-Y. Estos datos se obtuvieron a lo largo de la línea central donde se ubicará el colector principal, tuberías secundarias hacia viviendas y estructuras de interés del proyecto.

#### **2.2.3. Fuente de agua**

El recurso hídrico que se transporta a las comunidades de la Aldea Agua Caliente se obtiene de una fuente superficial montañosa del río de Las Pacayas. A dicha fuente se le realizarán los análisis bacteriológicos y físico-químicos para conocer si el agua llena ciertas condiciones de consumo humano.

#### **2.2.4. Calidad de agua**

La calidad del agua se evalúa con base en las características químicas, físicas y biológicas, en un estado natural o alterado por el contacto humano. Se debe garantizar que el agua sea apta para el consumo humano y por ello debe cumplir los requisitos mínimos establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29 001.

### **2.2.5. Muestra de agua**

Se realizaron los análisis para conocer la calidad del agua del proyecto. Para el examen físico-químico se utilizó 1 galón para transportar la muestra y para el examen bacteriológico se utilizará un recipiente de 100 mililitros de vidrio esterilizado de boca ancha y tapón hermético. Se tomó la muestra con todas las precauciones para no contaminarla. Se transportó refrigerada y fue llevada al laboratorio en un período no mayor a 24 horas.

#### **2.2.5.1. Examen bacteriológico**

Según los resultados del laboratorio químico de microbiología sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los exámenes de calidad del agua, método que se basa en la investigación de bacterias coliformes como indicadores de contaminación fecal, arrojaron un resultado positivo, por lo cual se procedió a practicar la prueba confirmativa, obteniendo un número más probable de gérmenes de 240 total y 144 fecal, por lo cual el agua se enmarca en la clasificación II, que precisa la aplicación básica de métodos habituales para su tratamiento, según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

#### **2.2.5.2. Examen físico-químico sanitario**

Según los resultados del laboratorio de calidad física y calidad química del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la calidad física es de aspecto turbio, el cual puede ser tratado con tratamientos primarios habituales y, desde el punto de vista de la calidad química, el agua cumple con los requisitos según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

### 2.2.6. Aforo

El aforo del río Las Pacayas se realizó en época de estiaje, con el objetivo de diseñar con el caudal mínimo del río. Para obtener el caudal se utilizó el método de aforo volumétrico. Se cronometró cinco veces el tiempo en que se llena un recipiente de 18,5 litros y se obtuvo un disponible de 25 l/s aproximadamente.

Tabla VI. **Aforo del Río Las Pacayas**

aforo volumétrico tubería 1				
numero	tiempo(s)	volumen(l)	caudal(L/s)	caudal(G/s)
1	1,2	18,5	15,4166667	4,07848325
2	1,53	18,5	12,0915033	3,1988104
3	1,46	18,5	12,6712329	3,35217802
4	1,6	18,5	11,5625	3,05886243
5	1,23	18,5	11,56504	3,05953439
Caudal Promedio			12,6613886	3,3495737
aforo volumétrico tubería 2				
numero	tiempo(s)	volumen(l)	caudal(L/s)	
1	1,6	18,5	11,5625	3,05886243
2	1,68	18,5	11,0119048	2,91320233
3	1,51	18,5	12,2516556	3,24117873
4	1,48	18,5	12,5	3,30687831
5	1,26	18,5	14,6825397	3,88426976
promedio			12,40172	3,28087831
caudal tubería 1 y 2			25,0631086	6,63045201

Fuente: elaboración propia.

## **2.2.7. Partes del sistema de abastecimiento de agua potable**

### **2.2.7.1. Captación**

Las fuentes de agua se clasifican en superficiales y subterráneas. En el proyecto se cuenta con una fuente de abastecimiento del tipo superficial, captación bocatoma, de fondo perpendicular a la corriente que ingresa a la captación con una rejilla para evitar el ingreso de material de gran tamaño que pueda afectar el correcto funcionamiento del sistema que se encuentra en buena condición. Este, además, cumple con la demanda de la población y cumple con las normas de diseño según el INFOM y según los análisis realizados y las normas enunciadas a continuación:

- Ubicarse preferiblemente en tramos rectos o en la orilla exterior de las curvas de los cuerpos de agua cuando no acarreen sólidos o material flotante; de lo contrario deberá ubicarse en la orilla interior de las curvas.
- Deberá escogerse el sitio que garantice que los sólidos y el material flotante no ingresen a las estructuras de la obra.
- Se deberá evitar elegir una fuente en la que se encuentre aguas debajo de una fuente importante de contaminación.
- Las estructuras de la obra de captación y la fuente deberán aislarse para evitar el ingreso a personas no autorizadas, animales u otro tipo de agentes externos.
- La obra de captación deberá ubicarse en un lugar en donde la corriente no amenace las estructuras de la misma. Tampoco deberá existir peligro de deslaves o derrumbes que puedan dañarla.
- Deberá ubicarse en lugares donde no se formen bancos de arena.

### **2.2.7.2. Desarenador**

Un desarenador es una estructura hidráulica diseñada para remover partículas de cierto tamaño con el fin de evitar que se produzcan depósitos en los sistemas de abastecimiento. Su principio de diseño se basa en la sedimentación de partículas en suspensión por la acción de la gravedad. Se recomienda una distancia del desarenado con respecto a la captación entre 50 y 300 m para evitar problemas de taponamientos en la línea de conducción. Los desarenadores se clasifican según su función y su velocidad y se encuentran conformados por los siguientes componentes:

- Zona de entrada: tiene como función el conseguir una distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformando a su vez la velocidad.
- Zona de desarenación: parte de la estructura en la cual se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.
- Zona de salida: conformada por un vertedero de rebose diseñado para mantener una velocidad que no altere el reposo de la arena sedimentada.
- Zona de depósito y eliminación de área sedimentada: constituida por una tolva con pendiente mínima de 10 % que permita el deslizamiento de la arena hacia el canal de limpieza de los sedimentos.

Criterios de diseño aplicados:

- El período de diseño, teniendo en cuenta criterios económicos y técnicos, es de 8 a 16 años.
- Tiempo de retención hidráulico de 100 a 300 segundos.

- El número de unidades mínimas en paralelo es 2 para efectos de mantenimiento, con ancho mínimo de 60 cm. En caso de caudales pequeños y turbiedades bajas se podrá contar con una sola unidad que debe contar con un canal de *by-pass* para efectos de mantenimiento.
- El período de operación es de 24 horas por día.
- Debe existir una transición en la unión del canal o tubería de llegada al desarenador para asegurar la uniformidad de la velocidad en la zona de entrada.
- Se recomienda que la unión del canal o tubería de llegada al desarenador se efectúe mediante una transición, sin curvas ni ángulos bruscos, para asegurar la uniformidad de la velocidad en la sección transversal de la unidad. La transición debe tener un ángulo de divergencia suave no mayor de  $12^{\circ} 30'$ .
- La velocidad de paso por el vertedero de salida debe ser pequeña para causar menor turbulencia y arrastre de material (Krochin,  $V=1\text{m/s}$ ).
- La relación largo/ancho debe ser entre 10 y 20.
- La sedimentación de arena fina ( $d < 0,01\text{ cm}$ ) se efectúa en forma más eficiente en régimen laminar con valores de número de Reynolds menores de uno ( $Re < 1,0$ ).
- La sedimentación de arena gruesa se efectúa en régimen de transición con valores de Reynolds entre 1,0 y 1 000.
- La sedimentación de grava se efectúa en régimen turbulento con valores de número de Reynolds mayores de 1 000.

Tabla VII. **Relación entre diámetros de las partículas y velocidad de sedimentación**

material	Límite de las partículas (cm)	Numero de Reynolds	Vs	Régimen	Ley Aplicable
Grava	>1,00	>10 000	100	Turbulento	$V_s = 1.82 \sqrt{dg \left( \frac{\rho a - \rho}{\rho} \right)}$ Newton
Arena Gruesa	0,1000 0,080 0,050 0,050 0,040 0,030 0,020 0,015	1 000 600 180 27 17 10 4 2	10,00 8,3 6,3 5,3 4,2 3,2 2,1 1,5	Transición	$V_s = 0.22 * \left( \frac{\rho a - \rho}{\mu} * g \right)^{\frac{2}{3}}$ $* \left[ \frac{d}{(\mu/\rho)^{1/3}} \right]$ Allen
Arena Fina	0,010 0,008 0,006 0,005 0,004 0,003 0,002 0,001	0,8 0,5 0,24 1,00 1,00 1,00 1,00 1,00	0,8 0,6 0,4 0,3 0,2 0,13 0,06 0,015	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} * g * \left( \frac{\rho a - \rho}{\mu} \right) * d^2$ Stokes

Fuente: Organización Panamericana de la Salud -OPS-. *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores.*

### 2.2.7.3. Línea de conducción

La línea de conducción es el arreglo entre el conjunto de tuberías libres o forzadas de distintos diámetros, resistencia por la cual se transporta el agua desde la captación hacia el tanque de distribución. Para agua de alta calidad o tratada la conducción no deberá ser a cielo abierto. Después del sistema de tratamiento no se admiten conducciones libres. Se debe aplicar en el diseño las siguientes normas del INFOM:

- Las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 0,60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo).
- Si los terrenos son dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 0,80 metros.
- En caminos, calles urbanas o pasos de vehículos de carga, la profundidad de colocación no será menor de 1,20 metros.
- Si por condiciones del terreno debe instalarse en forma superficial, el material debe ser resistente a la intemperie y al daño malicioso, preferiblemente de hierro galvanizado.

#### **2.2.7.4. Pasos aéreos**

Los pasos aéreos son utilizados cuando el diseño exige atravesar un río o zanjón. Debido a que estos se encuentran expuestos, se recomienda diseñarlos con tubería Hg (hierro galvanizado). En el diseño de estos pasos, según las normas del INFOM, debe considerarse lo siguiente:

- Diseño de elementos de anclaje, principales tirantes verticales y otros
- Cargas vivas y muertas propias
- Cargas de viento
- Cargas por sismos
- Esfuerzos por variación de temperatura y otros

#### **2.2.7.5. Válvula de limpieza**

La función de la válvula de compuerta es la extracción de los sedimentos mediante el cierre del flujo, el cual permite su limpieza. Estos sedimentos se acumulan en los puntos de inflexión más bajos dentro de los sistemas de agua potable, reduciendo el área útil de la tubería e impidiendo la libre circulación del



flujo. Estas válvulas son colocadas dentro de estructuras hechas de concreto armado para su protección.

#### **2.2.7.6. Válvula de aire**

La función de la válvula de aire es la extracción de aire mediante su liberación por medio de la válvula. Al encontrarse dentro del sistema crea bolsas de aire, reduciendo el área útil de la tubería, y obstaculiza la libre circulación del flujo de agua. Se colocan en los puntos de inflexión más altos, donde cambia la pendiente. Estas válvulas son colocadas dentro de estructuras hechas de concreto armado para su protección.

#### **2.2.7.7. Caja rompepresiones**

Las cajas rompepresión son obras de ingeniería utilizadas para aliviar la presión dinámica acumulada en una tubería cuando es sobrepasada su resistencia. Se puede elevar la resistencia de la tubería o hacer uso de una caja rompepresión, la que deja la cota piezométrica a nivel del terreno, lo cual disminuye los costos al no utilizar tuberías de alta presión, siempre que el diseño lo permita. Para su localización en conducción se recomienda colocarlas a presiones menores de 90 mca (metros columna agua) de la presión estática. En este proyecto estará hecha de mampostería.

#### **2.2.7.8. Tanque de almacenamiento**

La función del tanque de distribución o almacenamiento es suministrar agua a la población, almacenando agua para cubrir la demanda en los distintos horarios de mayor consumo y cubrir el gasto requerido en el día. Se recomienda utilizar los datos de la demanda real de la comunidad para establecer el

volumen del tanque de distribución. De lo contrario se considerará para su diseño el 25 a 40 % del caudal medio diario, en el caso de sistemas por gravedad. Para diseñar un tanque de almacenamiento o distribución, deben tenerse presentes los elementos de su funcionalidad, que se rigen básicamente por:

- Tener capacidad de regular las variaciones horarias del consumo o demanda, considerando la capacidad de producción de la fuente.
- Las dimensiones del predio donde se ubicará.
- Tipo de suelo y condiciones de anegabilidad.
- Conocer la capacidad de soporte del suelo donde se cimentará.
- Ventilación de tubería de 2 pulgadas como mínimo.
- Determinar las presiones de servicio y su diferencia de altura con la ubicación del tanque en relación a las viviendas, para analizar si afecta su altimetría y determinar el tipo de depósito y altura de salida de la conducción.

En el proyecto existe un área habilitada con malla y *block* donde se restringe el ingreso a personas particulares, se encuentra el tanque de forma rectangular de concreto armado en muy buena condición, mismo al que se realizó el análisis y que cumple la demanda de agua de la población

#### **2.2.8. Período de diseño**

Es el período de tiempo en que el sistema de abastecimiento de agua potable prestará un servicio de forma eficiente a la población. Para seleccionar el período de diseño se deben tomar en cuenta las normas de diseño de alcantarillado sanitario del INFOM:

- Vida útil de los materiales
- Calidad de los materiales y de las construcciones
- Costos y tasas de interés
- Futuras ampliaciones del sistema
- Comportamiento del sistema en sus primeros años
- Población de diseño
- Caudal

Para este proyecto se tomó un período de diseño de 20 años con 2 años adicionales de gestión para su realización, siendo un total de 22 años como período de diseño final.

### **2.2.9. Población inicial**

No se cuenta con un censo actualizado sobre la población de la Aldea Agua Caliente del Municipio de San Antonio La Paz. La información con la que se cuenta es del plan de desarrollo de San Antonio La Paz (2011-2025) y del Instituto Nacional de Estadística (2008-2020). Según la estimación, la población para el 2016 se calculó de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{poblacion total a servir} &= 7\,430 \text{ habitantes} \\
 \text{poblacion año 2016} &= 7430 \left(1 + \frac{1,87}{100}\right)^{16} = 9\,994 \text{ habitantes}
 \end{aligned}$$

### **2.2.10. Población futura**

Es la población estimada que se utiliza para diseñar el sistema de agua potable. En el proyecto se utilizó el método geométrico, usando la estimación de la población actual y la tasa de crecimiento poblacional, siendo de 1,87 % para

el Municipio de San Antonio la Paz, según el Instituto Nacional Estadística. La fórmula de crecimiento geométrico se calcula de la manera siguiente:

$$Pf = Po * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde

Pf = población futura

Po = población inicial

r = factor de crecimiento (tasa)

n = periodo de diseño (años)

$$Pf = 9994 * \left(1 + \frac{1,87}{100}\right)^{22} = 15\ 024 \text{ habitantes}$$

### **2.2.11. Dotación**

Es la cantidad de agua signada a un habitante, en un día, en una población. Se expresa en litros/habitantes/día, para hacer una selección adecuada de la dotación según el INFOM y UNEPAR. Para el proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable para la Aldea Agua Caliente se manejó 120 lts/hab/día, dotación para servicio de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda.

### **2.2.12. Factor de consumo diario**

En un sistema de abastecimiento de agua, el consumo es alterado por una serie de factores, en función de las condiciones propias del lugar. Estos factores se utilizarán para garantizar el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año bajo cualquier condición.

### **2.2.12.1. Factor máximo diario (FMD)**

Este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. Se usará para determinar el caudal de conducción y estará en relación con la cantidad de habitantes. UNEPAR e INFOM recomiendan lo siguiente:

- 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes
- 1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes

Para el proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable se utilizará un FMD de 1,2, debido a que es una población mayor a 1 000 habitantes.

### **2.2.12.2. Factor de hora máxima (FMH)**

Este incremento depende de la población que se esté estudiando y de sus costumbres. Se usará para determinar el caudal de distribución y estará en relación con la cantidad de habitantes. UNEPAR e INFOM recomiendan lo siguiente.

- 2,0 a 3,0 para poblaciones menores de 1 000 habitantes
- 2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes

Para el proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable se utilizará un FMH de 2, debido a que es una población mayor a 1 000 habitantes.

## 2.2.13. Caudales de diseño

### 2.2.13.1. Caudal medio diario

Este caudal consiste en el consumo promedio de una dotación de agua en una población durante un año, las veinticuatro horas al día, pero al no contar con los registros se puede obtener su valor mediante un cálculo en función de la dotación asignada y la población futura. Se calcula de la manera siguiente:

$$Q_m = \frac{(P) * (D)}{86\ 400 \text{ segundos}}$$

Donde

$Q_m$  = caudal medio diario en lts/s

$D$  =demanda (100 lts/Hab/día)

$P$  = número de habitantes futuros

$$Q_m = \frac{(15\ 024 \text{ habitantes}) * (120 \text{ l/hab/día})}{86\ 400 \text{ segundos}} = 20,86 \text{ l/s}$$

### 2.2.13.2. Caudal máximo diario

Es el día de máximo consumo de una serie de registros obtenidos en un año durante veinticuatro horas al día. El mayor consumo de agua sucede generalmente cuando hay actividades en las que participa la mayor parte de la población.

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

Donde

Qmd = Caudal de día máximo o máximo diario

FDM = Factor de día máximo

Qmd = Caudal medio diario

$$Qmd = 20,82 \text{ l/s} * 1,2 = 24,984$$

### **2.2.13.3. Caudal máximo horario**

Es el caudal máximo de consumo observado en una hora del día, también conocido como caudal de distribución. Se obtiene mediante la multiplicación del caudal medio diario por un factor que va de 2,0 a 3,0 para poblaciones menores de 1 000 habitantes y de 2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes. Al no contarse con registros de este valor se puede obtener de la manera siguiente:

$$Qmh = Qm * FHM$$

Donde

Qmh = caudal máximo horario o de hora máxima

FHM = factor de hora máxima

Qmd = caudal medio diario

$$Qmh = \frac{20,82 \text{ l}}{\text{s}} * 2 = 4,64 \text{ l/s}$$

## 2.2.14. Fundamento hidráulico

### 2.2.14.1. Diámetro teórico

De la fórmula Hazen & Williams se despeja el diámetro teórico. En esta fórmula se utiliza como cota la diferencia de niveles entre el tramo inicial y final a diseñar. Se calcula de la siguiente manera:

$$D = \left( \frac{1741,8111 * L * Q^{1,85}}{hf * C^{1,85}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde

hf = pérdidas por fricción

L = longitud a analizar

Q = caudal del sistema

D = diámetro del sistema

C = constante de la tubería del sistema

### 2.2.14.2. Pérdidas por fricción

A medida que el agua fluye a lo largo del sistema ocurren pérdidas de energía debido a la fricción que se produce entre el contacto del agua y el interior de la tubería. Esto trae como resultado la pérdida de presión entre dos puntos del sistema de flujo. Se calcula a partir de la fórmula de Hazen y Williams de la manera siguiente:

$$hf = \frac{1741,8111 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}}$$



Donde

$h_f$  = pérdidas por fricción

L = longitud a analizar

Q = caudal del sistema

D = diámetro del sistema

C = constante de la tubería del sistema

### **2.2.14.3. Velocidad de diseño**

Las velocidades dentro del sistema de agua potable deben encontrarse según las normas del INFOM a una mínima velocidad de 0,4 m/seg y una máxima de 3,0m/seg. Si llegara a ser mayor de esta velocidad, debe justificarse y proveerse la protección de las obras que pueden ser afectadas por esta condición. Se utiliza la ecuación de la continuidad y se calcula de la manera siguiente:

$$v = \frac{1,974 * Q}{\emptyset^2}$$

Donde

v = velocidad

Q= caudal

$\emptyset$ = diámetro interno real

### **2.2.14.4. Presiones de trabajo de tuberías**

Las tuberías se encuentran clasificadas por tres características que son tipo, clase y tipo de tubería. Los materiales más utilizados en los sistemas de abastecimiento de agua potable son el PVC (cloruro Polivinilo) y el HG (hierro

galvanizado). Por recomendación del INFOM las tuberías se diseñaron al 80 % de la capacidad.

**Tabla VIII. Tuberías usuales en diseños de agua potable**

Tipo	Diámetro	Resistencia (psi)	Resistencia (mca)	Resistencia de diseño (mca)
PVC 100	1"-12"	100	70	56
PVC 160	1"-12"	160	112	90
PVC 250	3/4"-12"	250	175	140
PVC 315	1/2"	315	220	176
HG TL	1/2"-8"	700	490	390
HG TM	1/2"-8"	1100	770	616

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.15. Cálculo hidráulico**

El sistema de abastecimiento de agua potable para la Aldea Agua Caliente se diseñó con base en las normas de diseño de sistemas de agua potable y las normas que establece el Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

#### **2.2.15.1. Desarenado**

Tiene por objeto separar del agua cruda la arena y partículas en suspensión gruesa, con el fin de evitar se produzcan depósitos en las obras de conducción, proteger las bombas de la abrasión y evitar sobrecargas en los procesos posteriores de tratamiento. Este es el resumen del cálculo hidráulico del desarenador:

Tabla IX. **Bases de diseño para desarenador de sistema de abastecimiento de agua potable**

Características	
Tipo de sistema	Sistema de abastecimiento de agua potable
Tramo	de EST-7 a EST-8
Caudal	25 L/s, 0,025m <sup>3</sup> /seg
Población a servir	4 721 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	1,87 %
Densidad relativa de la arena	2,65
Diámetro de partículas admitido	0,002cm
Temperatura del agua	22°
Viscosidad cinemática(n) 20°	1,0105x10
N ( viscosidad cinemática)	0,9629x10 <sup>-2</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Velocidad de sedimentación

La sedimentación de arena fina ( $d < 0,01$  cm) se efectúa en forma más eficiente en régimen laminar con valores de número de Reynolds menores de uno ( $Re < 1,0$ ). Se utilizará la ley de Stokes como primera aproximación:

$$V_s = \frac{1}{18} * g * \left( \frac{\rho_s - 1}{n} \right) * d^2$$

$$V_s = \frac{1}{18} * 980 \frac{cm}{seg} * \left( \frac{2,65 - 1}{0,9629x10^{-2}} \right)^{-2} * (0,02cm)^2 = 3,73 \text{ cm/seg}$$

Al disminuir la temperatura aumenta la viscosidad, afectando la velocidad de sedimentación de las partículas. (Aguas frías retienen sedimentos por períodos más largos que cursos de agua más calientes).

Se comprueba si el número de Reynolds cumple con la aplicación de la ley de Stokes donde  $Re < 0,5$  para ser un flujo laminar. En caso de que no cumpla se realiza un reajuste al valor de  $V_s$ , considerando la sedimentación de la partícula en un régimen de transición.

$$Re = \frac{V_s * d}{\eta}$$

$$Re = \frac{3,73m/seg * 0,002cm}{0,9629 \times 10^{-2}} = 7,75 > 0,5$$

Debido a que el  $Re > 0,5$ , no cumple con la aplicación de la ley de Stokes para ser un flujo laminar. Se realiza un reajuste mediante el término del diámetro y el término de velocidad de sedimentación para comprobar el número de Reynolds.

Término de diámetro:

$$g * \left( \frac{\rho_s - 1}{n^2} \right)^{\frac{1}{3}} * d =$$

$$980 \text{ cm/seg}^2 \left( \frac{2,65 - 1}{0,9629 \times 10^{-2}} \right)^{\frac{1}{3}} * 0,02 = 5,18$$

Término de velocidad:

$$V_s = ((g * (\rho_s - 1) * n))^{1/3}$$

$$V_s = \left( \left( \frac{980 \text{ cm}}{\text{seg}^2} * (2,65 - 1) * (0,9629 \times 10^{-2} \text{ cm}^2) \right) \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$V_s = 2,49 \text{ cm/seg}$$

Se comprueba el número de Reynolds nuevamente:

$$Re = \frac{2,49m/seg * 0,02cm}{0,9629 \times 10^{-2}} = 5,17$$

Se encuentra en la zona de transición. Sí cumple.

Se encuentra la velocidad de sedimentación, para ello se debe calcular antes el coeficiente de arrastre ( $C_d$ ) con el nuevo valor del número de Reynolds:

$$C_d = \frac{24}{R} + \frac{3}{\sqrt{R}} + 0,34$$

$$C_d = \frac{24}{5,17} + \frac{3}{\sqrt{5,17}} + 0,34 = 6,30$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{g}{C_d} * (\rho_s - 1) * d}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{4}{3} * \frac{980cm/seg^2}{6,30} (2,56 - 1) * 0,02} = 2,54cm/seg$$

- Área superficial

Se utiliza la gráfica de curva de comportamiento que asume un coeficiente de seguridad y un porcentaje de remoción del 75 % dando valores de  $n=1/3$  y 1,75 de carga de tratamiento.

$$A_s = \frac{Q * \text{Coeficiente de seguridad}}{V_s}$$

$$As = \frac{0,025m^3/seg * 1,75}{0,0254m/seg} = 1,72m^2$$

- Dimensiones propuestas

La relación largo/ancho debe ser entre 10 a 20 y la profundidad mínima especificada es de 1,50 metros y la máxima de 4,5 metros. El diseño estará conformado por dos unidades para limpieza de lodos. Además, se proponen las siguientes dimensiones de desarenador:

Largo=10m

Ancho (B)=0,6m

Profundidad=1,75m

- Velocidad horizontal

$$Vh = \frac{Q}{At} = \frac{0,025m^3seg}{1,75m * 0,6m} = 0,023m/seg = 2,23cm/seg$$

- Velocidad de desplazamiento o resuspensión

Para determinar la velocidad de desplazamiento se debe determinar la rugosidad de la cámara mediante a las expresiones:

$$R = \frac{4 * Rm * Vh}{n}$$

$$\frac{4 * Rm}{K}$$

Donde

Rm= Radio medio hidráulico

Vh=velocidad horizontal

$$n=0,9629 \times 10^{-2}$$

$$K=1 \times 10^{-1} \text{ cm}$$

Entonces:

$$Rm = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro Mojado}} = \frac{60 \text{ cm} * 175 \text{ cm}}{2 * 60 \text{ cm} + 2 * 175 \text{ cm}} = 22,34 \text{ cm}$$

$$R = \frac{4 * Rm * Vh}{n} = \frac{4 * 22,34 \text{ cm} * 2,23 \text{ cm/seg}}{0,9629 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{seg}} = 20695,0$$

$$R = \frac{4 * Rm}{K} = \frac{(4 * 22,34 \text{ cm})}{1 \times 10^{-1} \text{ cm}} = 893,6$$

Con los valores obtenidos de las relaciones anteriores se ingresa en la gráfica 3 y se obtiene  $f=0,027$ .

Entonces:

$$Vd = \sqrt{\frac{8k}{f} * (g * (\rho_s - 1) * d)}$$

Donde

Vd= velocidad de desplazamiento (cm/seg)

K = factor de forma (0,04 arenas unigranulares no adheribles)

F= factor de rugosidad de la cámara

$\rho_s$  = densidad relativa de la arena

$$Vd = \sqrt{\frac{8(0,04)}{0,027} * (980 \text{ cm/seg}^2 * (2,65 - 1) * 0,02 \text{ cm})} = 19,58 \text{ cm/seg}$$

- Chequeo de velocidades

Se debe cumplir con la relación de  $V_d > V_h$ , lo que asegura que no se producirá la suspensión de materia:

$$V_d > v_h$$

$$19,58 \text{ cm/seg} > 2,77 \text{ cm/seg} \text{ cumple}$$

- Período de retención

$$Pr = \frac{\text{Volumen}}{\text{Caudal}} = \frac{10\text{m} * 06.\text{m} * 1,75\text{m}}{0,025\text{m}^3/\text{seg}} = 420 \text{ seg}$$

- Longitud de tramo de transición

$$L1 = \frac{B - d}{2 * \tan \emptyset} = \frac{0,60\text{m} - 0,40\text{m}}{2 * \tan 12^\circ 30'} = 0,45\text{m}$$

- Vertedero

Para determinar la velocidad y tirante sobre el vertedero se utilizarán las siguientes expresiones:

$$h_v = \left( \frac{Q}{(1,85 * B d)} \right)^{2/3}$$

$$V_v = \frac{Q}{B d * h_v}$$

Donde

$H_v$ = altura de agua sobre el vertedero de salida

$V_v$ = velocidad sobre cresta de vertedero



Q= caudal de diseño

Bd= base del tanque desarenador

Tirante sobre el vertedero de salida:

$$hv = \left( \frac{Q}{(1,85 * Bd)} \right)^{2/3} = \left( \frac{0,025 \text{ m}^3/\text{seg}}{((1,85 * 0,60\text{m}))} \right)^{2/3} = 0,08\text{m}$$

Velocidad sobre el vertedero de salida:

$$Vv = \frac{Q}{Bd * hv} = \frac{0,025\text{m}^3/\text{seg}}{(0,6\text{m} * 0,08\text{m})} = \frac{0,52\text{m}}{\text{seg}}, \text{ cumple}$$

### 2.2.15.2. Línea de conducción

Se diseñará el tramo comprendido de la estación 53 a la 56. A continuación se muestra el resumen de los parámetros de diseño aplicados en el tramo:

Tabla X. **Bases generales para diseño de línea de conducción de sistema de abastecimiento de agua potable**

Características	
Tipo de sistema	Sistema de abastecimiento de agua potable
Tramo	de EST-53 a EST-56
Distancia horizontal	59,23 metros
Caudal día máximo	25 l/s
Periodo de diseño	22 años
Población a inicial	3 140 habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	1,87 %
Periodo de diseño	22 años
Dotación	120 litros/habitante/día
Tipo y diámetro de tubería	PVC diámetro 6 plg
Población futura	4 721 habitantes

Fuente: elaboración propia.

- Distancia acumulada

$$DA = acumulada anterior + (distancia de E53 - E56)$$

$$DA = 129,31 + 59,23 = 1088,54m$$

- Carga disponible

$$Hf disponible = cota de entrada E53 - cota salida E56$$

$$Hf disponible = 1125,54 - 1123,37 = 2,17$$

- Diámetro teórico

$$D = \left( \frac{1741,8111 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} hf} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = \left( \frac{1741,8111 * 59,233 * 25^{1,85}}{2,17 * 150^{1,85}} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 4,63$$

$$D1 = 4 plg$$

$$D2 = 6 plg$$

- Pérdidas para diámetros

$$Hf = \left( \frac{1741,8111 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}} \right)$$

$$Hf4 = \left( \frac{1741,8111 * 59,233 * 25^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}} \right) = 4,390$$

$$Hf6 = \left( \frac{1741,8111 * 59,233 * 25^{1,85}}{150^{1,85} * 6^{4,87}} \right) = 0,609$$

Se propuso un diámetro de 6 pulg. debido a que si se utilizaba un diámetro menor a este, se obtendrían demasiadas pérdidas en la tubería y no se tendría la presión necesaria para vencer la cuesta del tramo Est-53-56.

- Presión dinámica

La presión dinámica es la presión que se origina como consecuencia de la velocidad a la que circula el agua por la tubería. Debido a que no es un tramo inicial, se obtiene de la suma de la presión disponible acumulada más la del tramo analizado.

$$\textit{Presion disponible (Dinamica)} = 48,62\textit{mca} + 1,56\textit{mca} = 50,18\textit{mca}$$

- Presión estática

La presión estática es la presión generada por el fluido estático. Depende del peso específico y de la altura del nivel del fluido. Debido a que no es un tramo inicial se obtiene de la suma de la estática acumulada más la del tramo analizado.

$$\textit{Presion Estática} = 61,44\textit{mca} + 2,17 = 63,61\textit{mca}$$

- Tipo de tubería

Se selecciona la tubería teniendo en cuenta que el valor de la presión dinámica y presión estática no sobrepase al 80 % de la capacidad de la tubería, según recomendaciones del INFOM.

$$\textit{tuberia a utilizar} = \textit{tuberia PVC 160 PSI}$$

- Velocidad

$$V = \frac{1,9735 * Q}{\phi^2}$$

$$V = \frac{1,9735 * 25}{(15,24)^2} = 1,371m/s$$

- Chequeos hidráulicos de diseño para el futuro

Velocidad                     $0,6 \leq v \leq 3,00 \text{ m/s}$      $0,4 \leq 1,1688 \leq 2,00 \text{ m/s}$     cumple

Los datos y resultados del cálculo hidráulico para el sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en la apéndice 2.

### 2.2.15.3. Paso aéreo

Se diseñará el paso aéreo del tramo comprendido entre la estación 72-73. A continuación se muestra el resumen de los parámetros de diseño aplicados en el tramo.

Tabla XI.      **Bases generales para diseño del paso aéreo del sistema de abastecimiento de agua potable**

Características	
Tipo de sistema	Sistema de abastecimiento de agua potable
Tramo	de EST-72 a 73
Distancia horizontal	30 metros
Caudal	25 l/s
Periodo de diseño	22 años
Tipo y diámetro de tubería	HG liviano diámetro 4 plg
Peso propio tubo hg 4 plg	10,80 l/pie 16,07 kg/m
Peso propio agua	64 lp/p <sup>3</sup>
Carga viva	150 libras cada 20 pies
Resistencia a compresión del concreto f'c (3 000 PSI)	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia del acero grado 40 (40 000 PSI)	2,810 Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

- Carga muerta

$$CM \text{ Agua} = \pi * \left(\frac{0,333\text{pie}}{2}\right)^2 * 62,4 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 5,59 \text{ lb/pie}$$

$$CM = CM \text{ agua} + \text{Peso Tuberia} = 5,59 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} + 10,8 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 16,39 \text{ lb/pie}$$

- Carga viva

Se asumirá que una persona podría pasar sobre el paso aéreo de extremo a extremo, por lo que se distribuirá su peso a lo largo del tubo, considerando a una persona promedio de 150 lb cada 20 pies.

$$CV = 150\text{lb}/20\text{pies} = 7,50\text{lb/pie}$$

- Cálculo de carga horizontal

$$\text{velocidad del viento} = \frac{67\text{km}}{h}, \text{ caso extremo Guatemala.}$$

$$\text{presion del viendo} = \frac{20\text{lb}}{p^2}$$

$$W = \text{diametro tuberia} \times \text{presin viento} = 6,6 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

- Integración de cargas

Se integran cargas según ACI 318-83 y se toma la mayor.

$$\begin{aligned} U(\text{integracion de Cargas}) &= 0,75(1,4M + 1,7CV + 1,7W) = 35,27 \\ &= 35,27\text{lb/pie} \end{aligned}$$

$$U(\text{carga última}) = (1,4M + 1,7CV) = 35,69\text{lb/pie}$$

- Diseño de cable principal

Se utilizará la fórmula del *Wire Rope Hand Book*

$$H = \frac{W * S^2}{8 * d}$$

$$T = H * \sqrt{1 + \frac{16 * d^2}{s^2}}$$

$$V = \sqrt{T^2 + H^2}$$

$$Y = \frac{WX * (S - X)}{2H}$$

Donde

W = Carga última

S = Luz

H = Tensión horizontal del cable

T = Tensión máxima del cable

V = Tensión vertical del cable

d = Flecha

Y = Variación de la flecha

El Dr. D.B Steiman recomienda una relación económica de flecha y luz de S/9 llegando hasta S/12, pero esta relación regularmente da columnas muy esbeltas, por lo que se determinará la flecha con lo establecido en el reglamento ACI 398-83 de esbeltez  $Lu/r < 22$ .

$$d = \frac{s}{12} = \frac{30}{12} = 2,50$$

Tabla XII. **Cálculo de flecha**

w( carga ultima)	s(Luz)	d(flecha)	d (flecha)	TH(tension cable)	T( tencion maxima delcable)	V(tension vertical)
lb/pie	pies	metro	Pie	libra	libra	libra
35.69	98.4	2.50	8.20	5267.71	5552.65	1755.90
35.69	98.4	2.73	8.95	4828.73	5138.08	1755.90
35.69	98.4	3.00	9.84	4389.76	4727.91	1755.90
35.69	98.4	3.33	10.93	3950.78	4323.41	1755.90

Fuente: elaboración propia.

De la tabla anterior de tensión del cable se seleccionó la flecha de 2,50m, donde tiene una tensión máxima de 5 552,65 lbs. El cable a utilizar es con alma de acero clasificación 6x19, que da un énfasis primario a la resistencia a la abrasión. Deben diseñarse con un factor de seguridad >3, por lo tanto se utilizará un cable de ½, cuyo esfuerzo de ruptura es de 27 200lbs, luego se realiza la integración del peso propio del cable a la carga muerta para obtener el valor corregido:

$$CMT = CM + Wcable = 16,81lbs/pie$$

$$CMT = 16,39 + 0,42 = 16,81lbs/pi$$

$$UT = 1,4CM + 1,7Wcable$$

$$CMT = 1,4(16,81) + 1,7(7,5) = 36,27lb/pie$$

Tabla XIII. **Valor corregido de tensión de paso aéreo. 30 metros de luz**

w( carga ultima)	s(Luz)	d(flecha)	d (flecha)	TH(tension cable)	T( tencion maxima delcable)	TV(tension vertical)
lb/pie	pies	metro	Pie	libra	libra	libra
36.27707492	98.4	2.50	8.20	5354.50	5644.13	1784.83

Fuente: elaboración propia.

Los valores de tensión para la flecha de 30 metros con su corrección serán:

TH (tensión del cable) = 5 354,49 Lb

T (tensión máxima del cable) = 5 644,13 Lb

TV (tension vertical) = 1 784,83 Lb

- Longitud de cable principal

La longitud total del cable se calcula de la siguiente manera:

$$L1 = s + \left[ \frac{(8 * d^2)}{(3 * S)} \right]$$
$$L1 = 30 + \left[ \frac{(8 * 2,5^2)}{(3 * 30)} \right] = 30,55 = 31m$$

Longitud de tensores s/4 según recomendación del Dr. Steinman:

$$L2 = \frac{s}{4}$$
$$L2 = \frac{31}{4} = 8,00m$$

La longitud total del cable está determinada por la longitud suspendida entre soportes más la longitud del tensor, multiplicada por dos por ambos tensores de cada lado del paso aéreo, más un 15 por ciento de incremento de la longitud por los dobleces de anclajes y empalmes:

$$L = (l1 + L2(2)) + (15 \%) * (l1 + L2(2))$$
$$L = 41 + 15 \%(41)$$



$$L = 54 \text{ m}$$

- Cálculo de péndolas o tirantes

Son los tirantes que soportan la carga de tensión de la tubería y se unen al cable principal. Se recomienda una separación máxima de 2,00 m y el tirante central debe tener un mínimo de 0,50 m. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q = U * L$$

Donde

Q= carga de trabajo de péndola

U = carga última

L = separación entre péndolas

$$Q = 36,27\text{lb/pie} * 2\text{m}(3,28\text{pies/m}) = 237,97\text{lb}$$

Las torres son los elementos que soportan el cable y estas deben tener la altura apropiada para que el cable alcance la catenaria apropiada, calculada como se citó anteriormente. De esta manera, las torres proporcionan la altura para que la parte baja del cable esté en el lugar donde es requerido y desde arriba sin encender la longitud necesaria.

Se usará cable con alma de acero de 3/8plg de diámetro, con una resistencia a la ruptura de 12 620 Lbs. La longitud de las péndolas se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$Y = \frac{WX * (S - X)}{2H}$$

Donde

Y = Variación de flecha

W = 36,27 Lb/p  $\approx$  54,77 Kg/m

TH = 5644,13 Lb  $\approx$  2565,51 Kg

X = Variable

S = 30,00 m

Tabla XIV. **Longitud de péndolas de paso aéreo. 30 metros de luz**

pendola	x(m)	s-x(m)	Y(m)	Longitud pendola	Numero de pendolas	Longitud x # de pendola
1	2	28.00	0.62	2.38	2	4.76
2	4	26.00	1.16	1.84	2	3.69
3	6	24.00	1.60	1.40	2	2.80
4	8	22.00	1.96	1.04	2	2.09
5	10	20.00	2.22	0.78	2	1.56
6	12	18.00	2.40	0.60	2	1.20
7	14	16.00	2.49	0.51	2	1.02

Fuente: elaboración propia.

Las péndolas se deben aumentar en 15 por ciento debido a los cables y abrazaderas. La longitud total de es de 36 metros.

- Torres o soportes

Datos de la torre:

Base de sección (B) = 0,30 m

Altura de sección (h) = 0,30 m

Altura libre de la torre = 3,00 m

Se utilizarán las fórmulas siguientes:

$$I = \frac{(B * h^3)}{12}$$

$$rG = (I/A)^{1/2}$$

$$E = \frac{(K * Lu)}{rG}$$

Donde

I= momento de inercia

rG= radio de giro

E=Chequeo por esbeltez

B= Base de sección

H= Altura de la torre

A= área

K=2(adoptado por el tipo de empotramiento)

Lu= altura libre de la torreo 3 metros

Tabla XV. **Datos de torre luz de 30 metros**

B(m)	h(m)	Inercia (m4)	r Giro	esbeltez altura (M)	esbeltez altura (M)	esbeltez altura (M)
				3	3.5	4
0.80	0.80	0.034133333	0.230940108	25.98076211	30.31088913	34.64101615
0.80	0.90	0.0486	0.259807621	23.09401077	26.94301256	30.79201436
0.90	0.80	0.0384	0.230940108	25.98076211	30.31088913	34.64101615
0.90	0.90	0.054675	0.259807621	23.09401077	26.94301256	30.79201436
1.00	1.00	0.083333333	0.288675135	20.78460969	24.24871131	27.71281292
0.30	0.30	0.000675	0.08660254	69.2820323	80.82903769	80.82903769

Fuente: elaboración propia.

Por el valor obtenido en el chequeo de esbeltez, se clasifica como columna intermedia. Según resultados observados en la tabla anterior, se adopta una torre de sección 0,30 m \* 0,30 m y una altura de 3,00 m.

- Carga crítica en columna

Se utiliza la fórmula de Euler para encontrar la carga crítica de una columna con un extremo libre y el otro empotrado. Se calcula de la manera siguiente:

$$P_{cr} = \frac{2 * \pi^2 * E * I}{(2Lu)^2}$$

Donde

I= momento de inercia

$$E = 15100\sqrt{f'c}$$

Lu= altura libre de la torreo 3 metros

$$P_{cr} = \frac{2 * \pi^2 * 15100\sqrt{210} * \left(\frac{30*(30)^3}{12}\right)}{(2(300))^2} = 809826,51kg = 809,826ton$$

En la columna está actuando una carga axial muy pequeña de 1 784,83 lb en comparación a la resistencia de la columna.

- Refuerzo en la columna

Para determinar el área de acero se pueden utilizar dos criterios, uno, el de la sección 10.8.4 del reglamento ACI 318.83, que establece que cuando un elemento sujeto a compresión tiene una sección transversal mayor a la requerida para las condiciones de carga, con el fin de determinar el refuerzo mínimo, se puede emplear un área efectiva reducida  $A_g$ , no menor que un medio del área total. Se calcula de la manera siguiente:

$$AS_{min} = \frac{Ag}{2} = \frac{0,01 * \text{area gruesa}}{2} = \frac{0,01 * 0,30m * 0,30m}{2} = 4,5 \text{ cm}^2$$

$$AS_{no. 4} = \frac{4,50 \text{ cm}^2}{1,267 \text{ cm}^2} = 3,55 \text{ varillas} = 4 \text{ varillas no. 4}$$

*refuerzo transversal No. 3 @ 15cm*

- Zapata

El peralte mínimo recomendado por el ACI para una zapata es de 0,15 m.  
Se proponn las siguientes dimensiones para la zapata y parámetros de diseño:

Vs = Valor soporte del suelo = 15000 kg/m<sup>2</sup> = 15 ton/m<sup>2</sup>

Ys = Peso específico del suelo = 1 500 kg/m<sup>3</sup> = 1,5 ton/m<sup>3</sup>

Yc = Peso específico del concreto ciclópeo = 2 250 kg/m<sup>3</sup>

Secciones: 1,30m x 1,30m

Peralte arriba del refuerzo inferior = 17,5cm

Recubrimiento mínimo del refuerzo = 7,5cm

Desplante cimentación= 1m

$$t = 17,15 + 7,5 = 25 \text{ cm}$$

- Factor de carga

$$F_{cu} = \frac{U}{CM + CV} = \frac{36,28}{16,81 + 7,5} = 1,49$$

Integración de cargas que soporta la zapata:

$$\text{Tensión vertical} = v/2 = 1784,83 \text{ lb}/2 = 0,41 \text{ ton}$$

$$\text{Peso de columna} = Yc * Ag * h = 2,4 \text{ t/m}^3 * (0,3 \text{ m})^2 * (3 + 1) = 0,73 \text{ ton}$$

$$\text{Peso del suelo} = 1,5 \text{ t/m}^3 * (1\text{m})[(1,3)(1,3) - (0,3)(0,3)] = 2,40 \text{ ton}$$

$$\text{peso zapata} = 2,4 \text{ t/m}^3 * 0,25\text{m} * 1,3\text{m}^2 = 1,1 \text{ ton}$$

$$\text{suma de cargas actuando sobre la zapata} = 4,68 \text{ ton}$$

Se hace el chequeo de  $Pz/Az \leq V_s$  para comprobar si se cumple la relación:

$$\frac{Pz}{Az} \leq \frac{4,68}{1,69} \text{ entonces } \frac{2,77 \text{ ton}}{\text{m}^2} \leq \frac{15}{\text{m}^2}, \text{ cumple}$$

- Carga que soporta la zapata

$$W_{uz} = P_{cu} * (Pz) = 1,49 * 4,68 = 6,99 \text{ ton/m}^2$$

- Chequeo por corte simple

*Corte Actuante < Corte Resistente*

$$V_a < V_c$$

$$d = \text{peralte} - \text{recubrimiento} - \varphi 1/2''$$

$$d = 0,25 - 0,075 = 0,175\text{m}$$

$$V_a = W_u * b * t$$

$$V_a = 6.99 \text{ ton/m}^2 * 1.3\text{m} * \left( \frac{1,3\text{m}}{2} - \frac{0,3\text{m}}{2} - (0,175\text{m}) \right) = 2,95 \text{ ton}$$

$$V_r = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * d}{1000}$$

$$V_r = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 130 * 17.}{1000} = 107,61 \text{ ton}$$

$$V_a < V_c, \text{ cumple}$$

- Verificación por corte punzonante

*Corte Actuante < Corte Resistente*

$$V_a < V_c$$

$$V_a = W_u * (\text{area zapata} - \text{area punzante})$$

$$V_a = 6.99 \text{ ton/m}^2 * (1.3^2 - (0.3 + 0.175)^2) = 11.79 \text{ ton}$$

$$V_c = \frac{(0.85 * 1.6 * (f'c)^{\frac{1}{2}} * \text{perimetro punzonante} * d)}{1000}$$

$$V_c = \frac{(0.85 * 1.6 * (210 \text{ kg/cm}^2)^{\frac{1}{2}} * 120 \text{ cm} * 17 \text{ cm})}{1000} = 27.41 \text{ ton}$$

$$V_a < V_c, \text{ cumple}$$

- Diseño de flexión

$$M_u = \frac{W_u * L^2}{2}$$

$$M_u = \frac{6.99 \text{ ton/m}^2 * (\frac{1.3}{2} - \frac{0.3}{2})^2}{2} = 0.873 \text{ ton} = 873 \text{ kg} - \text{m}$$

- Área de acero

$$p_{smin} = \frac{0.4 * 14.1}{2 * 810 \text{ kg/m}^2} = 0.002$$

$$A_{smin} = 0.002 * b * d$$

$$A_{smin} = 0.002 * 130 * 17.5 = 4.55 \text{ cm}^2$$

$$A_s = [b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}}] \left( \frac{0.85 * f'c}{f'y} \right)$$

$$A_s = \left[ 130 * 17.5 - \sqrt{(130 * 17.5)^2 - \frac{873 \text{ kg} - \text{m} * 130 \text{ m}}{0.003825 * \frac{210 \text{ kg}}{\text{cm}^2}}} \right] \left( \frac{0.85 * \frac{210 \text{ kg}}{\text{cm}^2}}{\frac{2 * 810 \text{ kg}}{\text{cm}^2}} \right) =$$

$$A_s = 1,98\text{cm}^2$$

Como  $A_{s\text{min}} > A_s$  se tomará el  $A_s$  min de  $4,55\text{cm}^2$ . Se utilizará por seguridad núm. 4 @ 0,20 en ambos sentidos.

- Diseño de anclaje o muerto

Este será de concreto ciclópeo enterrado con la superficie superior a nivel del suelo. Debe soportar la tensión máxima del cable, por lo que se determina un peso que sea capaz de resistir dicha fuerza y se propone un muerto de dimensiones de  $1,6 \times 1,6 \times 1,6$  de concreto ciclópeo con base en el análisis.

$$W_{\text{bloque}} = \text{Volumen} * \gamma_c \text{ ciclópeo}$$
$$W_{\text{bloque}} = 1,6\text{m}^3 * (2,2\text{ton}/\text{m}^3) = 9,01 \text{ ton}$$

El peso del muerto es mucho mayor que la compresión en V de la tensión del cable:

$$9\text{ton} > 1,78 \text{ ton}$$

Comparado con la tensión máxima del cable:

$$9,01\text{ton} > 2,5 \text{ ton}$$

El cable se encontrará anclado por un muerto de cada lado del paso aéreo, por lo que la tensión se distribuirá en los dos muertos:

$$50 \%(t_{\text{max}}) = (9,01 \text{ ton}) * 0,5$$
$$1,25 < 4,5 \text{ ton, cumple}$$



Los datos y resultados del cálculo del paso aéreo de 50 metros para el sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en los anexos.

#### **2.2.15.4. Tanque de almacenamiento**

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por gravedad, se recomienda diseñar entre el 25 a 40 % del caudal medio diario. Para este caso se realizará el chequeo con un 35 % del caudal medio diario.

$$vol = \frac{Q \text{ conduccion} * 86\ 400}{1\ 000} = \frac{(25l/s)(86\ 400)}{1\ 000} * .25 = 540m^3$$

El tanque existente en el sistema de abastecimiento de agua potable tiene dimensiones de 21 metros de largo por 14 metros de ancho por 2,5 metros de alto y un volumen de 735 m<sup>3</sup>, tanque que fue diseñado con anterioridad para satisfacer la demanda de las comunidades beneficiadas.

- Sistema de desinfección

Según el examen bacteriológico, el agua precisa la aplicación de métodos habituales como la desinfección. Se ha instalado en la línea de conducción en la entrada del tanque de almacenamiento un sistema de desinfección a base de pastillas de tricloro y la cantidad de litros a tratar será el caudal de conducción durante un día:

$$cantidad \ de \ litros \ a \ tratar = \frac{25l}{s} * 86\ 400seg = 2\ 160\ 000l/dia$$

Las tabletas a utilizar para la desinfección serán de tricloro, presentación de 200 gramos de 3" de diámetro, por 1" de espesor, con solución de cloro al

90 % y un 10 % de estabilizador. Para determinar la cantidad de tabletas a utilizar durante un mes se hace mediante la fórmula de hipocloritos:

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

Donde

G= cantidad e gramos que se requiera

C= miligramos por litro

M= litros de agua a tratarse por día

D = número de días que durará el tricloro (15 gr en 24 horas)

%Cl = concentración de cloro (90 % cloro 10 % estabilizador)

$$G = \frac{0,001 * 2\ 160\ 000 * 30}{0,7} = 92571,42 \text{ gramos}$$
$$\text{tabletas} = \frac{9251,42}{200\text{gramos/tableta}} = 463 \text{ tabletas al mes}$$

#### **2.2.16. Elaboración de planos finales**

Los planos en detalle se encuentran en la parte de anexos. Contienen la topografía del proyecto, plantas y perfiles del sistema de agua potable, detalles de la caja romp presión, cajas de válvulas de aire, cajas de válvulas de limpieza, desarenador y pasos aéreos.

## 2.2.17. Presupuesto

Tabla XVI. **Presupuesto de sistema de agua potable, Aldea Agua Caliente, El Progreso**

<b>RESUMEN DE RENGLONES</b>						
PROYECTO:						
<b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.</b>						
LOCALIZACIÓN: aldea Agua Caliente				FECHA: Septiembre de 2016		
RENLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
1.00	REPLANTEO PRELIMINARES	6980.00	ml	Q 3.61	Q	25,222.74
2.00	EXCABACION ZANJA PARA TUBERIA	3839.00	m3	Q 43.97	Q	168,819.70
3.00	DESARENADOR	1.00	Unidad	Q 43,748.76	Q	43,748.76
4.00	CAJAS DE DESARENADOR	2.00	Unidad	Q 4,624.25	Q	9,248.50
5.00	CAJAS VALVULAS DE LIMPIEZA	15.00	Unidad	Q 4,569.89	Q	68,548.37
6.00	CAJAS VALVULAS DE AIRE	19.00	Unidad	Q 4,438.89	Q	84,338.94
7.00	LINEA DE CONDUCCION	6980.00	ml	Q 256.35	Q	1,789,336.86
8.00	PASO AEREO 30 METROS	1.00	Unidad	Q 46,220.63	Q	46,220.63
9.00	PASO AEREO 50 METROS	1.00	Unidad	Q 63,601.95	Q	63,601.95
10.00	LIMPIEZA FINAL	1.00	Unidad	Q 18,287.56	Q	18,287.56
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO:</b>					<b>Q</b>	<b>2,317,374.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Cronograma de ejecución físico-financiero

CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICO - FINANCIERO										
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	Total
1.00	REFLANTEO TOPOGRAFICO	901.14	m <sup>2</sup>	Q3.612.98	Q3.612.98					3.612.98
2.00	EJECUCION DE ZANJA GENERAL (1=0.1 LIT)	723.62	m <sup>3</sup>	Q36.156.00	Q36.156.00					36.156.00
3.00	COLOCACION DE BARRAS PARA COLECTOR	82.00	m <sup>3</sup>	Q27.200.73	Q27.200.73					27.200.73
4.00	COLECTOR PRINCIPAL	887.54	m	Q200.402.75	Q100.201.38					200.402.75
5.00	POZO DE VISTA 12 (1.22m)	1.00	Unidad	Q4.566.08		Q4.566.08				4.566.08
6.00	POZO DE VISTA 14.6 (3 (1.40 m)	4.00	Unidad	Q23.491.34		Q11.745.67	Q11.745.67			23.491.34
7.00	POZO DE VISTA 25.7 (4 (1.43 m)	4.00	Unidad	Q23.551.70			Q23.551.70			23.551.70
8.00	POZO DE VISTA 8.15 (1.46 m)	2.00	Unidad	Q8.820.28			Q8.820.28			8.820.28
9.00	POZO DE VISTA 9.16 (1.49 m)	2.00	Unidad	Q8.849.84			Q4.924.92	Q4.924.92		9.849.84
10.00	POZO DE VISTA 10 (1.52m)	1.00	Unidad	Q4.543.43				Q4.543.43		4.543.43
11.00	POZO DE VISTA 11 (1.65m)	1.00	Unidad	Q4.638.81				Q4.638.81		4.638.81
12.00	POZO DE VISTA 3 (1.72m)	1.00	Unidad	Q4.913.60				Q4.913.60		4.913.60
13.00	CONEXIONES DOMICILIARES	128.00	Unidad	Q182.036.81				Q91.018.41	Q91.018.41	182.036.81
14.00	RELLENO Y COMPACTACION DE ZANJA	723.62	m <sup>3</sup>	Q35.566.50				Q35.566.50		35.566.50
15.00	LIMPIEZA FINAL	1.00	Global	Q6.161.13					Q6.161.13	6.161.13
Inversion Mensual					Q167.171.09	Q116.513.13	Q360.042.56	Q110.039.17	Q132.746.04	576.512.00
Inversion Mensual Acumulada					Q167.171.09	Q283.684.22	Q333.726.79	Q443.765.96	Q576.512.00	
Inversion Mensual %					28%	20%	9%	19%	23%	100%
Inversion Mensual Acumulada					16717109%	45085530%	78448205%	122834805%	180486005%	
VALOR TOTAL DEL PROYECTO DE QUINIENTOS SETENTA Y SEIS MIL QUINIENTOS DOCE EXACTOS.										

Proyecto: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.  
 Comunidad: COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE  
 Municipio: SAN ANTONIO LA PAZ  
 Departamento: EL PROGRESO

Fuente: elaboración propia.

## **2.2.18. Evaluación socioeconómica**

Estos proyectos no representan una generación de capital, sin embargo, debe realizarse un análisis financiero y determinar la rentabilidad del proyecto. Se analizará mediante los métodos del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

### **2.2.18.1. Valor Presente Neto**

El Valor Presente Neto (VPN) se utiliza para representar el flujo previsto de efectivo resultante de una inversión propuesta. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente al término del período de funcionamiento. Se evalúa con base en lo siguiente:

- Cuando el  $VPN > 0$ , se recupera el monto invertido, se obtiene una rentabilidad y una ganancia que equivale al valor presente.
- Cuando el  $VPN = 0$ , se recupera el monto invertido y se obtiene una rentabilidad deseada pero no se obtiene una ganancia.
- Cuando el  $VPN < 0$ , se hace una evaluación según la tasa de interés y un porcentaje de ganancia.

En el caso del proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable, no se tiene contemplado un beneficio económico, únicamente un objetivo de carácter social. En este proyecto la municipalidad no contempla obtener alguna utilidad, por lo que el VPN se establece como negativo, siendo el costo total del proyecto. Se calcula de la manera siguiente:

$$VPN = VP \text{ beneficio} - VP \text{ costos}$$

$$VPN = 0 - Q 570 5674,00$$

$$VPN = -Q 573 572,00$$

### **2.2.18.2. Tasa Interna de Retorno**

En el proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable para la Aldea Agua Caliente, la municipalidad no tiene contemplado obtener ninguna ganancia ni utilidad, debido a que es una obra de carácter social. No es calculable la TIR debido a que no es posible generar interés sobre un saldo no recuperable en toda la duración del proyecto.

### **2.2.19. Evaluación de impacto ambiental para el sistema de abastecimiento de agua potable**

El medio ambiente es un sistema conformado por elementos naturales y artificiales que están interrelacionados en condiciones ideales en un equilibrio esencial para la el crecimiento, supervivencia y la reproducción de los seres vivos. Todo proyecto genera un impacto ambiental, pero todos tienen un impacto diferente en el ambiente, por tal motivo la evaluación de impacto ambiental del sistema de abastecimiento de agua potable es importante para definir los efectos positivos y negativos que tendrá la ejecución del proyecto sobre el medio ambiente y así conocer las medidas de mitigación que deben aplicarse.

### **2.2.19.1. Elementos abióticos, bióticos y socioeconómicos que serán alterados por el proyecto**

- Emisiones al ambiente: levantamiento de pequeñas partículas de polvo y cemento por la construcción del proyecto.
- Efluente de líquidos: generación de aguas residuales por los chequeos de los distintos dispositivos en la línea de conducción.
- Suelo: modificaciones en el suelo por la excavación de la zanja y la producción de materiales por la construcción.
- Vegetación y fauna: remoción y afectación de cobertura vegetal a lo largo del proyecto.
- Salud: debido a la construcción del proyecto, será irregular el servicio de agua potable en algunas etapas del mismo.

### **2.2.19.2. Medidas de mitigación**

- Para evitar problemas de circulación y problemas respiratorios menores se desarrollarán las actividades que conlleven mayor movimiento de tierra en horas de menor afluencia de pobladores.
- Reutilizar el agua residual producida por los ensayos en el sistema.
- Se realizará excavación de zanja únicamente en lugares donde sea necesario conforme al diseño y se contará con un contenedor de basura para poder recolectar los desechos producidos.
- Se diseñará el sistema evitando la intervención en las áreas cercanas al área boscosa.
- Se darán avisos a la comunidad de los días de irregularidad del servicio de agua potable con una anticipación mínima de una semana.





## CONCLUSIONES

1. Los diseños del sistema de agua potable y la red de alcantarillado sanitario para la Aldea Agua Caliente, San Antonio la Paz, cumplen con las expectativas planteadas por el municipio, por lo que las propuestas son factibles, de acuerdo con las necesidades planteadas.
2. El sistema de alcantarillado sanitario de la Aldea Agua Caliente, con un costo total de Q 576 512,00, y por metro línea de Q 639,86, es un proyecto que beneficiará a toda la población de la aldea. Siendo la Colonia Lo de Medrano un sector que carece de sistema de alcantarillado, se conectará al colector principal, para luego trasladar sus aguas a una planta de tratamiento. Con este proyecto la población estará solucionando problemas de salud y mejorando la imagen urbana del lugar.
3. El sistema de abastecimiento de agua potable para la Aldea Agua Caliente, con un costo de Q 2 317 374,00, y por metro línea de Q 333,00, es un proyecto que mejorará la calidad de vida de la población por hacer uso de una fuente adecuada, continua y con el debido tratamiento del agua, disminuyendo así las enfermedades provocadas por contaminación en la fuente de agua.
4. La construcción de los proyectos no causará impacto negativo permanente en la flora y fauna de la Aldea Agua Caliente, debido a que el suelo solo sufrirá leves cambios en la época de construcción por el movimiento de tierra en la excavación, cumpliendo así con las normas

del Ministerio de Ambiente para la ejecución de proyectos de infraestructura.

## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Antonio La Paz:

1. Garantizar la realización calificada de la construcción de los proyectos mediante la supervisión técnica profesional, tanto para el sistema de abastecimiento de agua como para la red de alcantarillado sanitario, mediante la participación de un profesional de la ingeniería civil, para que se cumpla con las especificaciones generales y las contenidas en los planos.
2. Implementar la operación y mantenimiento correctivo y preventivo en ambos proyectos, ya que estos inciden directamente en la duración y buen funcionamiento de los diseños durante sus períodos de realización.
3. Proteger la fuente natural de agua existente mediante un guardia de seguridad, así como por medio del monitoreo y perimetrado de la captación, debido a que es una captación de río, para evitar contaminación por la actividad humana.
4. Se deben comunicar a los vecinos los daños que ocurren al darle un mal uso al alcantarillado sanitario, reduciendo su vida útil al realizar conexiones ilícitas, arrojar líquidos que lo deterioren o depositar basura en el sistema.
5. Revisar periódicamente el sistema de cloración del agua, verificando la cantidad correcta de cloro para el volumen del tanque.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación, Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 198 p.
2. BAJÁN HERNÁNDEZ, William Eduardo. *Diseño del sistema de agua potable para la aldea Panimaché, Municipio de San Pedro Yepocapa, Chimaltenango*. Trabajo de graduación, Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Octubre de 2003. 288 p.
3. CONTRERAS LINARES, Joan Carlo Roberto. *Diseño de alcantarillado sanitario en los caseríos La Comunidad y Labor Vieja, Municipio de San Raymundo, Departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación, Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Septiembre de 2005. 290 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001.
5. LÓPEZ CAAL, Eder Juan. *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío El Magueyal y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de Chiquimula, Departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación, Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Noviembre de 2010. 254 p.

6. MONROY HIGUEROS, Rudy Manolo. *Diseño de captación y conducción de agua del río Quiscab para el casco urbano de Sololá y diseño del camino rural del sector los Par, Caserío Central, Cantón Xajaxac, Municipio de Sololá, Departamento de Sololá*. Trabajo de graduación, Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Marzo de 2011. 152 p.
7. OBIOLS GÓMEZ, Alfredo. *Hojas topográficas*. Instituto Geográfico Nacional. [en línea]. <<http://www.ign.gob.gt/>>. [Consulta: junio de 2016].
8. Organización Panamericana de la Salud -OPS-. *Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores*. [en línea]. <<http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%206%20Tratamiento%20de%20agua/Guia%20desarenadores%20y%20sedimentadores.pdf>>. [Consulta: junio de 2016].
9. OROZCO BARRIOS, Otto Roberto. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el Caserío el Carmen, San Pablo, San Marcos*. Trabajo de graduación, Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2012. 177 p.
10. RIVAS MIJARES, G. *Tratamiento de aguas residuales*. [en línea]. <[https://www.researchgate.net/publication/44564746\\_Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales\\_G\\_Rivas\\_Mijares](https://www.researchgate.net/publication/44564746_Tratamiento_de_aguas_residuales_G_Rivas_Mijares)>. [Consulta: junio de 2016].

11. QUIJADA SAGASTUME, Ramón Estuardo. *Estudio y diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la Colonia las Brisas de la Ciudad de Chiquimula*. Trabajo de graduación, Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. Abril de 2014. 222 p.
12. UNEPAR. *Normas de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. Guatemala, 1991.





## **APÉNDICES**

- Apéndice 1. **Tabla de cálculo de red de alcantarillado sanitario, Colonia Lo de Medrano, Aldea Agua Caliente, El Progreso**
- Apéndice 2. **Tabla de cálculo de sistema de abastecimiento de agua potable, Aldea Agua Caliente, El Progreso**
- Apéndice 3. **Tabla de cálculo de pasos aéreos a 30 metros para sistema de abastecimiento de agua potable, Aldea Agua Caliente, El Progreso**
- Apéndice 4. **Tabla de cálculo de pasos aéreos a 50 metros para sistema de abastecimiento de agua potable, Aldea Agua Caliente, El Progreso**
- Apéndice 5. **Gráficas utilizadas para hidráulico de desarenador**





Apéndice 2. Tabla de cálculo de sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Agua Caliente, El Progreso.

Nº	Teclat. de opr. cond.	Cep. Superf. Ubicación	PLANO No. de captación/desarenador	Metros a desarenador	Tipo de tubería (pvc/Hg)	Φ com. n. desarenador	Φ diseñador	CAUDAL	Cota terreno		Distancia Acumulada	Diferencia Nivel	Longitud Tubos	Φ interno	Velocidad	Cota piezométrica/reservorio disponible (DINAMICA)		Presión Estática metros	Cuna de presión Estática	Tipo de tubería	Presión en PSI	
									inicial	final						inicial	final					inicial
1			captación	121.017		6	25	1.184.75	1.183.25	150	121.017	1.5	20.17	1.245	1.371	1.184.75	1.183.50	0.25	1.50	1.185	160 PSI	2.13
2			desarenador	37.33		6	25	1.183.25	1.183.21	150	37.33	0.04	15.24	1.245	1.371	1.183.25	1.182.50	0.04	1.50	1.185	160 PSI	3.70
3				88.928		6	25	1.183.21	1.177.09	150	88.928	6.12	14.82	1.245	1.371	1.183.21	1.182.50	0.00	1.50	1.183	160 PSI	5.70
4				147.852		6	25	1.177.09	1.168.07	150	268.889	12.79	24.64	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	7.40
5				91.181		6	25	1.168.07	1.163.97	150	360.05	4.19	17.20	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	9.10
6				103.73		6	25	1.163.97	1.155.88	150	463.78	7.98	17.29	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	10.80
7				78.248		6	25	1.155.88	1.151.42	150	542.028	4.57	15.04	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	12.50
8				100.335		6	25	1.151.42	1.146.52	150	642.963	4.9	16.72	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	14.20
9				16.981		6	25	1.146.52	1.140.28	150	768.344	6.23	19.33	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	15.90
10				90.948		6	25	1.140.28	1.135.23	150	849.292	5.06	15.16	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	17.60
11				121.642		6	25	1.135.23	1.128.17	150	970.934	7.06	20.27	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	19.30
12				59.233		6	25	1.128.17	1.123.37	150	1092.31	2.63	9.73	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	21.00
13				102.604		6	25	1.123.37	1.120.77	150	1242.007	2.17	9.87	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	22.70
14				89.4		4	25	1.120.77	1.118.36	150	1384.619	2.6	8.48	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	24.40
15				93.212		4	25	1.118.36	1.108.70	150	1526.81	3.81	14.55	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	26.10
16				87.191		4	25	1.108.70	1.105.90	150	1669.151	8.48	22.72	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	27.80
17				136.341		4	25	1.105.90	1.097.42	150	1811.458	1.94	10.16	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	29.50
18				102.683		4	25	1.097.42	1.035.40	150	1953.807	5.98	17.11	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	31.20
19				101.771		4	25	1.103.40	1.035.21	150	2096.156	1.71	10.16	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	32.90
20				72.477		4	25	1.103.21	1.082.00	150	2238.505	4.99	16.96	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	34.60
21				115.626		6	25	1.108.20	1.097.01	150	2380.854	11.19	19.30	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	36.30
22				109.039		6	25	1.097.01	1.087.00	150	2523.203	9.99	15.24	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	38.00
23				125.662		6	25	1.087.00	1.086.00	150	2665.552	10.01	15.24	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	39.70
24				77.549		6	25	1.086.00	1.082.57	150	2807.901	3.43	12.92	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	41.40
25				63.817		6	25	1.082.57	1.074.00	150	2950.250	8.67	10.64	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	43.10
26				75.598		6	25	1.074.00	1.076.36	150	3092.600	2.36	12.60	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	44.80
27				63.623		6	25	1.076.36	1.082.32	150	3234.949	5.97	10.60	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	46.50
28				62.145		6	25	1.082.32	1.083.00	150	3377.298	0.68	10.36	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	48.20
29				70.551		6	25	1.083.00	1.076.08	150	3519.647	1.94	11.76	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	49.90
30				69.564		6	25	1.076.08	1.080.00	150	3661.996	4.94	14.83	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	51.60
31				69.164		6	25	1.080.00	1.076.45	150	3804.345	3.95	15.53	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	53.30
32				84.055		6	25	1.076.45	1.086.23	150	3946.694	10.22	15.67	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	55.00
33				70.927		6	25	1.086.23	1.083.00	150	4089.043	3.23	11.82	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	56.70
34				98.727		6	25	1.083.00	1.049.00	150	4231.392	14	16.45	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	58.40
35				116.608		6	25	1.049.00	1.057.98	150	4373.741	-8.98	11.52	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	60.10
36				98.112		6	25	1.057.98	1.088.30	150	4516.090	-3.02	19.43	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	61.80
37				156		6	25	1.088.30	1.084.01	150	4658.439	4.29	27.48	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	63.50
38				58.874		6	25	1.084.01	1.088.00	150	4800.788	-4.99	9.48	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	65.20
39				93.034		6	25	1.088.00	1.079.00	150	4943.137	-10	15.51	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	66.90
40				52.93		6	25	1.079.00	1.076.10	150	5085.486	2.9	12.23	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	68.60
41				112.155		6	25	1.076.10	1.077.88	150	5227.835	1.78	8.82	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	70.30
42				65.865		6	25	1.077.88	1.075.20	150	5370.184	2.68	16.69	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	72.00
43				84.551		6	25	1.075.20	1.077.20	150	5512.533	-2	9.31	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	73.70
44				79.741		6	25	1.077.20	1.071.59	150	5654.882	5.67	14.09	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	75.40
45				66.611		6	25	1.071.59	1.084.00	150	5797.231	7.53	13.28	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	77.10
46				98.162		6	25	1.084.00	1.081.00	150	5939.580	13	16.53	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	78.80
47				66.611		6	25	1.081.00	1.044.53	150	6081.929	6.47	11.10	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	80.50
48				73.49		6	25	1.044.53	1.038.11	150	6224.278	6.42	12.25	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	82.20
49				99.63		6	25	1.038.11	1.025.61	150	6366.627	12.5	16.61	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	83.90
50				100.55		6	25	1.025.61	1.013.00	150	6508.976	20.92	23.14	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	85.60
51				138.82		6	25	1.013.00	992.08	150	6651.325	14	15.24	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	87.30
52				113.49		6	25	992.08	965.16	150	6793.674	26.53	16.76	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	89.00
53				100.433		6	25	965.16	978.22	150	6936.023	6.92	15.24	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	90.70
54				71.18		6	25	978.22	974.50	150	7078.372	6.28	11.68	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	92.40
55				80.406		6	25	974.50	970.03	150	7220.721	4.47	13.40	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	94.10
56				26.55		6	25	970.03	967.30	150	7363.070	2.73	11.82	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21	1.50	1.183	160 PSI	95.80
57				13.353		6	25	967.30	971.02	150	7505.419	-3.02	4.43	1.245	1.371	1.183.50	1.181.50	5.21				

Apéndice 3. Tabla de cálculo de pasos aéreos 30 metros para sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Agua Caliente, El Progreso.

datos	
tipo sistema	Sistema de abastecimiento de agua potable
tramo	Paso aéreo 72-73
luz del claro(m)	30
díametro (pie)	4
peso propio (l/pie-xg/m)	10.8
peso hielo (lb/pie)	64
carga viva(lb)	150
velocidad viento(km/h)	67 presión extrema Guatemala
presión de viento (lb/ft <sup>2</sup> )	20

carga muerta(lb/pie)	16.39
carga viva(lb/pie)	7.50
carga horizontal(lb/ft)	6.67
LT integración cargas	35.27
LT carga última	35.69

detalle cable principal

Cálculo de flecha de paso aéreo 9/9 a 9/12					
wt carga última (lb/pie)	s (luz) pies	d (flecha) metro	T <sub>H</sub> (tensión cable) libra	T (tensión máxima del cable) libra	V (tensión vertical) libra
35.69	98.4	2.50	5267.71	5552.65	1755.90
35.69	98.4	2.73	4628.73	5138.09	1755.90
35.69	98.4	3.00	4389.78	4727.91	1755.90
35.69	98.4	3.33	3950.78	4323.41	1755.90

se selección la que tiene tensión máxima de cable

cable tenzor	
tensión cable max. con relación economía (lbs)	5267.71 (lbs)
1/4" esfuerzo de rotura (lbs)	3600.00 (lbs)
3/8" esfuerzo de rotura (lbs)	12620.00 (lbs)
1/2" esfuerzo de rotura (lbs)	27200.00 (lbs)
1" esfuerzo de rotura (lbs)	103180.00 (lbs)
1 1/2" esfuerzo de rotura (lbs)	226600.00 (lbs)
factor de seguridad mayor que ≥ 3	
entonces	27200.00 1/2"

integración del cable a carga muerta/completo	
carga muerta+cable	16.81
LT carga última (lb/pie)	36.27/07492
LT carga última (kg/m)	54.08582078

valor corregido tensión del paso aéreo					
wt carga última (lb/pie)	s (luz) pies	d (flecha) metro	T <sub>H</sub> (tensión cable) libra	T (tensión máxima del cable) libra	V (tensión vertical) libra
36.27/07492	98.4	2.50	5354.50	5644.13	1784.83
				2433.86	

Longitud cable principal	
Wire Hand Book "d" es el 5% de "s"	2.54/050407 (cumple)
longitud total(m)	31
Longitud de tensor(m)	8
Longitud total cable	47
L total	54

cálculo de péndolas o tirantes

recomendación no separaciones mayores a 2.00 metros tirante central 0.5m

cable péndola	
carga de tensión entre péndolas (lb)	237.98 (lbs)
1/4" esfuerzo de rotura (lbs)	3600.00 (lbs)
3/8" esfuerzo de rotura (lbs)	12620.00 (lbs)
1/2" esfuerzo de rotura (lbs)	27200.00 (lbs)
1" esfuerzo de rotura (lbs)	103180 (lbs)
1 1/2" esfuerzo de rotura (lbs)	226600.00 (lbs)
resistencia a la ruptura	
	237.98 entonces
	3600.00 1/4"

Longitud de péndolas						
altura de torreo (m)	x(m)	s-x(m)	Y (m)	Longitud péndola	Número de péndolas	Longitud x # de péndola
1	2	28.00	0.62	2.93	2	4.78
2	4	26.00	1.16	1.84	2	3.69
3	6	24.00	1.60	1.40	2	2.80
4	8	22.00	1.98	1.04	2	2.09
5	10	20.00	2.22	0.78	2	1.56
6	12	18.00	2.40	0.60	2	1.20
7	14	16.00	2.49	0.51	2	1.02
						17.11

torres o soportes (esbeltez)						
B(m)	h(m)	Inercia (m <sup>4</sup> )	r Ocho	esbeltez altura (M)	esbeltez altura (M)	esbeltez altura (M)
0.80	0.80	0.034133333	0.230840108	25.98076211	30.31088913	34.64101615
0.80	0.90	0.0486	0.259807621	23.09401077	26.84301256	30.79201436
0.80	0.90	0.0384	0.230840108	25.98076211	30.31088913	34.64101615
0.80	0.90	0.054675	0.259807621	23.09401077	26.84301256	30.79201436
1.00	1.00	0.063333333	0.288675195	20.78460869	24.24871131	27.71281282
0.30	0.30	0.000675	0.08660254	69.2820323	80.82903789	80.82903789
esbeltez						
	0.5			22 columna corta		
	22.00			100 columna intermedia		

carga crítica de columnas(For)	
kg	ton
809826.51	809.8265119
TV	
1.78 cumple TV-For	

refuerzo en columna	
critero	m <sup>2</sup>
asmin 10.8.4 del reglami	0.00045
asmin 10.9.1 del reglami	0.0009
# varillas	
No. 4, 1/2,	3.543307087
No. 4, 1/2,	7.086614173

zapata	
sección(m)	sección(m)
1.3	1.3
área(m <sup>2</sup> )	área(m <sup>2</sup> )
1.69	1.69
peralte inferior del refuerzo	peralte inferior del refuerzo
17.5	17.5
recubrimiento mínimo(cm)	recubrimiento mínimo(cm)
7.5	7.5
espesor(cm)	espesor(cm)
25	25
factor de carga	factor de carga
1.482573341	1.482573341

cargas que soporta la zapata	
kg/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>
valor soporte del suelo	15000
peso específico del suelo	1500
tensión vertical(fuerza de corte)	1784.83
peso propio de columna	ton
	0.86
peso propio de suelo	ton
	2.4
peso propio zapata	ton
suma de cargas actuando en zapata (PZ)	4.68

chequeo pz/PZ s/valisopore(v/s) 2.77 s 19 cumple

carga última que soporta la zapata 6.99

chequeo por corte simple corte actuante 2.85363001 ton

corte resistente 107.6131875 ton

chequeo por punzonante

va 11.79606924 ton

nc 27.41913394 ton

chequeo por flexión ton-m

0.873839207 873.8352073

área de acero

cuadrilla 0.002007117 4.566192171

as mínimo

Apéndice 4. Tabla de cálculo de pasos aéreos de 50 metros para sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Agua Caliente, El Progreso.

datos	
tipo sistema	Sistema de abastecimiento de agua potable
tramo	paso aéreo 72-73
luz del claro(m)	50
díametro (pulg)	4
peso propio (lb/pie-kg/m)	10.8
peso lizo (lb/pie)	64
carga viva(lb)	160
velocidad viento(km/h)	67
presión extrema Guatemala	presión de viento (lb/ft <sup>2</sup> ) 20

diseño cable principal

Cálculo de flecha de paso aéreo		s/9 a s/12	
w (carga última) lb/pie	s(Luz) pies	d (flecha) metro	Ple
35.69	164	4.17	13.67
35.69	164	4.55	14.91
35.69	164	5.00	16.40
35.69	164	5.56	18.22

se selección la que tiene tensión máxima de cable	
TH(tensión cable) libra	8779.51
V(tensión vertical) libra	9254.42
T(tensión máxima del cable) libra	8047.69
	7879.85
	7205.68

cable tensor		esfuerzo ruptura	
tensión cable max. con relación economía (lbs)	esfuerzo ruptura (lbs)	peso (lbs/pie)	peso (lbs/pie)
1/4" esfuerzo de rotura (lbs)	3600.00	8779.51	3600.00
3/8" esfuerzo de rotura (lbs)	12600.00	12600.00	0.22 (lbs/pie)
1/2" esfuerzo de rotura (lbs)	103180.00	103180.00	0.42 (lbs/pie)
1" esfuerzo de rotura (lbs)	226600.00	226600.00	4.15 (lbs/pie)

factor de seguridad mayor que ≥ 3      26338.54      27200.00(1/2")

integración del cable a carga muerta(corrido)	
carga muerta-cable	16.81
U(carga última lb/pie)	36.27707492
U(carga última kg/m)	54.08682078

valor corregido tensión del paso aéreo

w (carga última) lb/pie	s(Luz) pies	d (flecha) metro	Ple	TH(tensión cable) libra	T(tensión máxima del cable) libra	TV(tensión vertical) libra
36.27707492	164	2.50	8.20	14873.60	15168.16	2974.72
				6760.73		

Longitud cable principal

Wire Hand Book "d" es al 5% de "s"	1.62439244(cumple)
Longitud total(m)	50
Longitud de tensor(m)	13
Longitud total cable	76
L total	88

Calculo de péndolas o tirantes

recomendación no separaciones mayores a 2.00 metros tirante central 0.5m

cable péndola		esfuerzo ruptura	
carga de tensión entre péndolas (lb)	esfuerzo ruptura (lbs)	peso (lbs/pie)	peso (lbs/pie)
1/4" esfuerzo de rotura (lbs)	237.99	237.99	237.99
3/8" esfuerzo de rotura (lbs)	3600.00	3600.00	0.22 (lbs/pie)
1/2" esfuerzo de rotura (lbs)	12600.00	12600.00	0.42 (lbs/pie)
1" esfuerzo de rotura (lbs)	103180.00	103180.00	1.65 (lbs/pie)
1 1/2" esfuerzo de rotura (lbs)	226600.00	226600.00	4.15 (lbs/pie)

resistencia a la ruptura      237.99      3600.00(3/8")

longitud de péndolas altura de torneo (m)

péndola	x(m)	s-x(m)	Y(m)	Longitud péndola	Numero de péndolas
1	2	48.00	0.38	2.62	2
2	4	46.00	0.74	2.26	2
3	6	44.00	1.06	1.94	2
4	8	42.00	1.34	1.66	2
5	10	40.00	1.60	1.40	2
6	12	38.00	1.82	1.18	2
7	14	36.00	2.02	0.98	2
8	16	34.00	2.18	0.82	2
9	18	32.00	2.30	0.70	2
10	20	30.00	2.40	0.60	2
11	22	28.00	2.46	0.54	2
12	24	26.00	2.50	0.50	2

torres o soportes esbeltez

B(m)	h(m)	Inercia (m <sup>4</sup> )	r. Giro	esbeltez altura (M)	esbeltez altura (M)
0.80	0.80	0.034133333	0.230940108	25.98076211	30.31088913
0.80	0.90	0.0486	0.259807621	23.08401077	26.94301255
0.80	0.80	0.0384	0.230940108	25.98076211	30.31088913
0.90	0.90	0.054675	0.259807621	23.09401077	26.94301255
1.00	1.00	0.083333333	0.288675135	20.78460969	24.24871131
0.40	0.40	0.002133333	0.115470054	51.95152423	60.62177826

esbeltez

0 s	22.00 s	22 columna corta
		100 columna intermedia

carga critica de columna(Per)

kg	ton	TV
2559451.69	2559.451692	2.97 cumple TV < Per

refuerzo en columna

critério	ft <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>
asmin 10.8.4 del reglament	0.0008	8
asmin 10.9.1 del reglament	0.0016	16

varilla propuesta

No	4, 1/2,	varillas aprox. # varillas
		6
		12

zapata

sección(m)	área(m <sup>2</sup> )	recubrimiento mínimo(cm)	espesor(cm)	factor de carga
1.3	1.69	17.5	25	1.492573341

cargas que soporta la zapata		kg/m <sup>2</sup>	ton/m <sup>2</sup>
valor soporte del suelo		15000	15
peso específico del suelo		1500	1.5
tensión vertical(fuerza de corte)		2874.72	0.68
peso propio de columna			ton
			1.54
peso propio de suelo		2.286	2.30
peso propio zapata		ton	1.01
suma de cargas acumulada en zapata (PZ)			5.52

chequeo pZ/Az. st(a)or soporte(s)      3.27      15(cumple)

carga ultima que soporta la zapata

chequeo por corte simple	8.24
--------------------------	------

corte actuante

2.94601665 ton
----------------

corte resistente

107.6131875 ton
-----------------

chequeo por punzonante

13.90519035 ton
36.55884528 ton

chequeo por flexión

ton-m	kg-m
0.834361359	834.3613589

área de acero

cuantilla	cm <sup>2</sup>
0.002007117	4.566192171

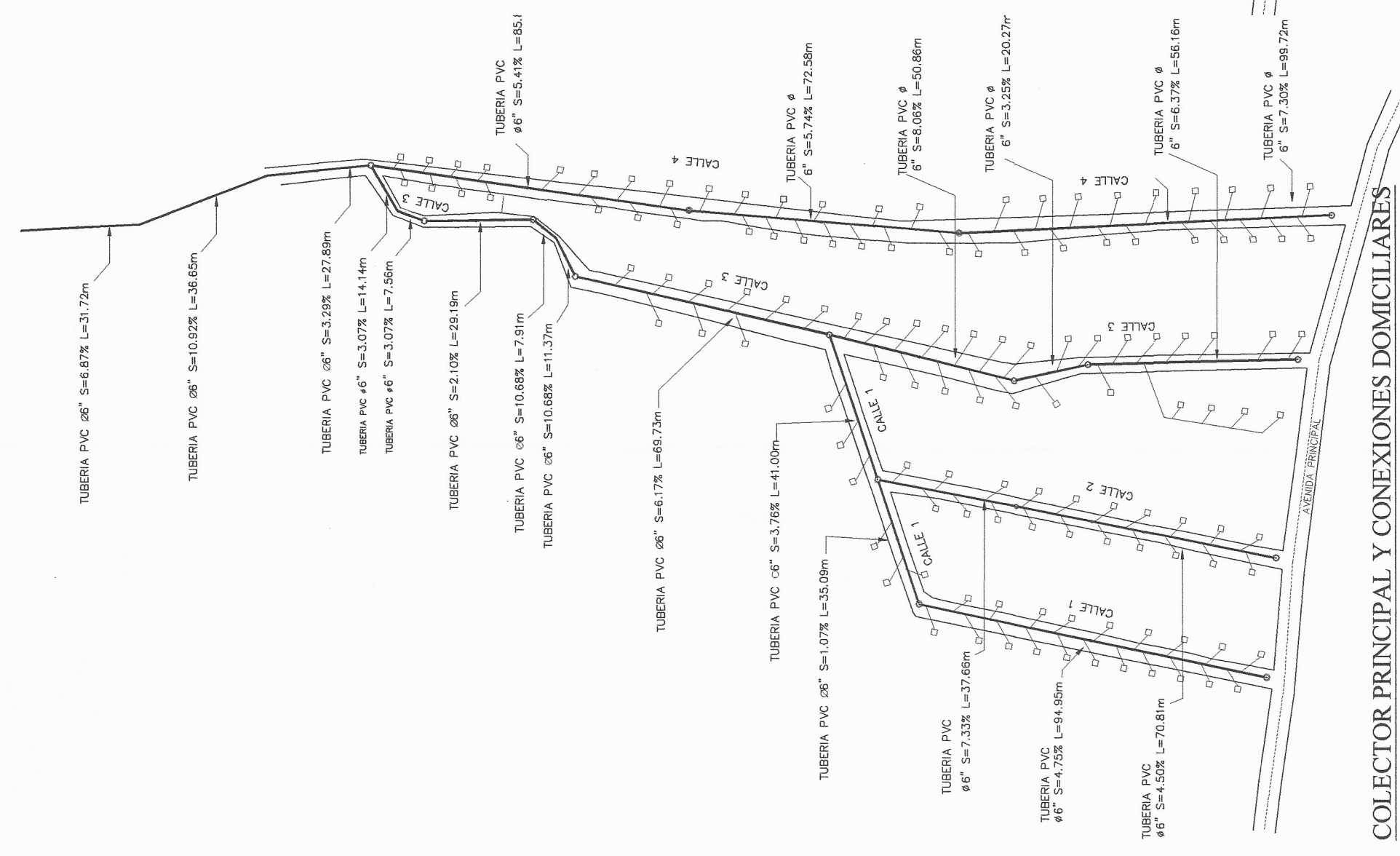
as mínimo

0.002007117	4.566192171
-------------	-------------

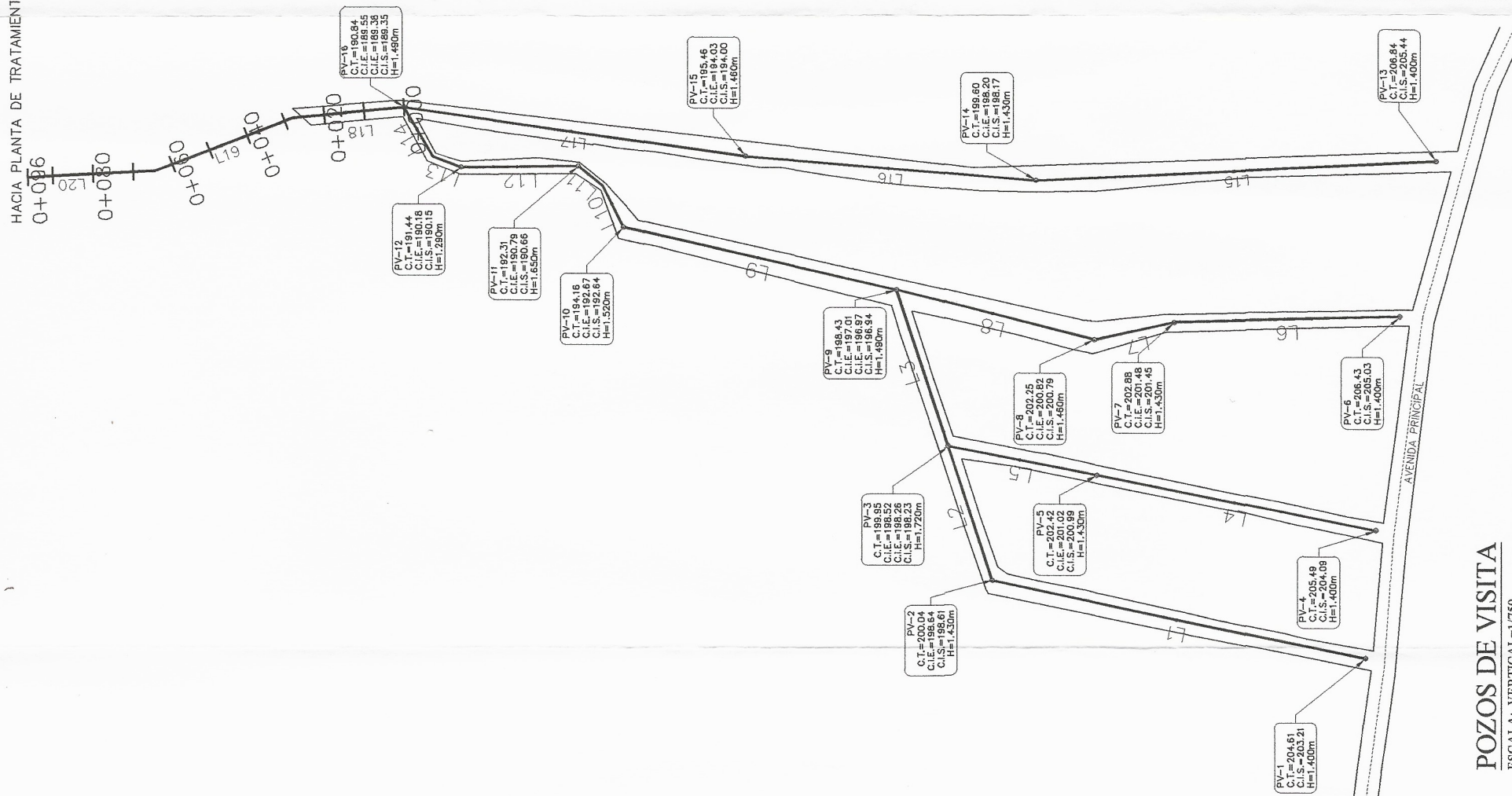
Fuente: Elaboración propia

HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO

HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO



**COLECTOR PRINCIPAL Y CONEXIONES DOMICILIARES**  
 ESCALA: VERTICAL=1/750



**POZOS DE VISITA**  
 ESCALA: VERTICAL=1/750

SIMBOLOGIA	
	POZO DE VISITA
	VIVIENDA
	CONEXION DOMICILIAR 45°
	ALCANTARILLADO

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
 ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE SANEAMIENTO  
 MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
 DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

NOMBRE DEL PROYECTO:  
**RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO COLONIA LÓ DE MEDRANO ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO**

NOMBRE DEL PROYECTO:  
**PLANTA ALCANTARILLADO SANITARIO POZO DE VISITA TUBERIA**

DISEÑO Y CÁLCULO:  
**JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIJONÉZ**

ASISTENTE SUPERVISOR:  
**ING. MANUEL ESPERANZA ARREYAN OCHOAETA**

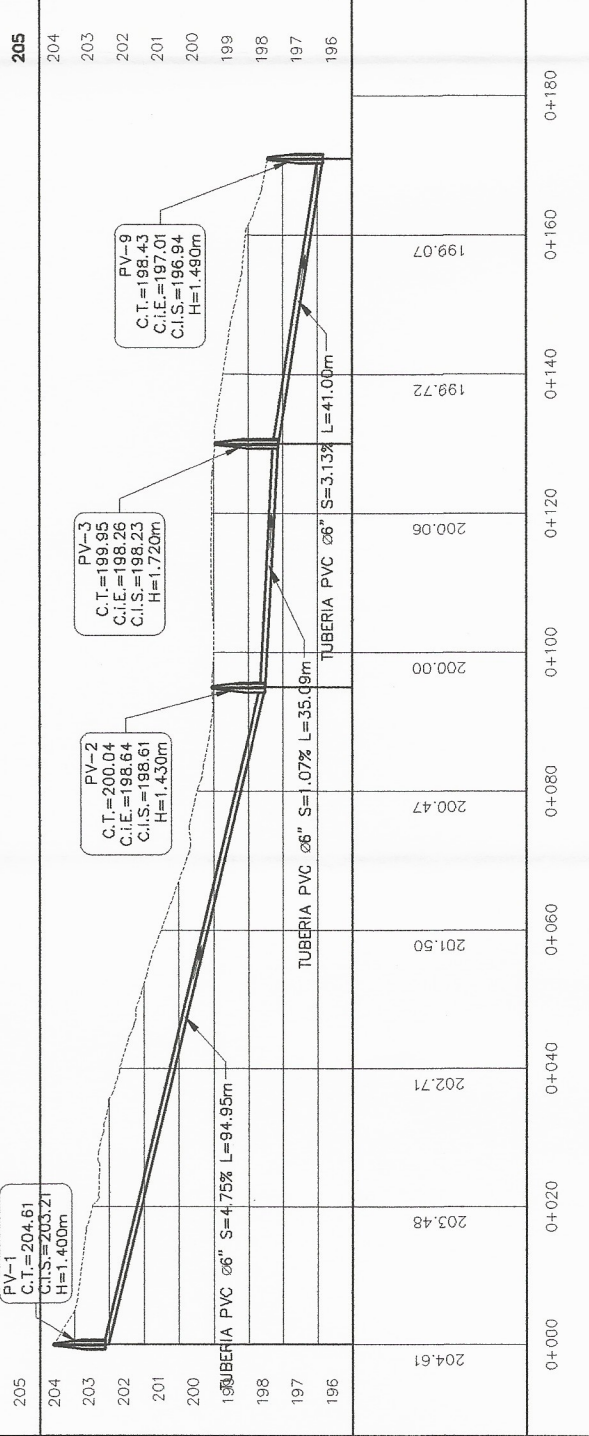
FECHA:  
 SEP- 2016

ESCALA:  
 INDICADA

HOJA No.  
 1

TOTAL DE HOJAS:  
 7

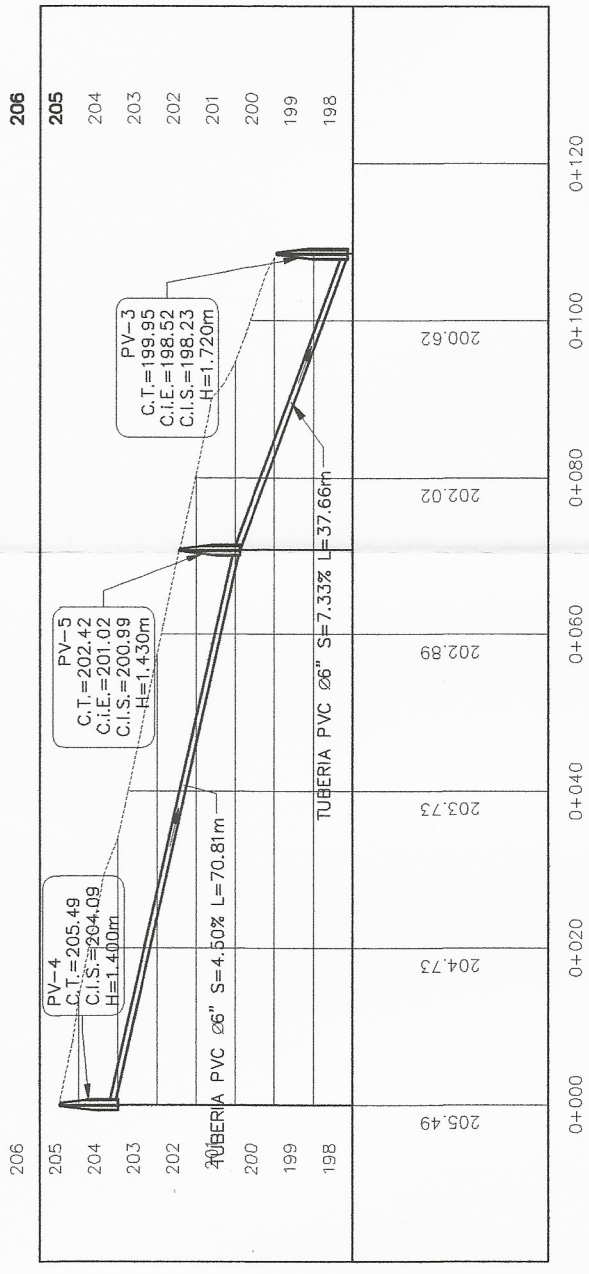
PROFESIONAL:  
 No. B. ALCALDE MUNICIPAL



### PERFIL LONGITUDINAL CALLE 1

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL =1/1000

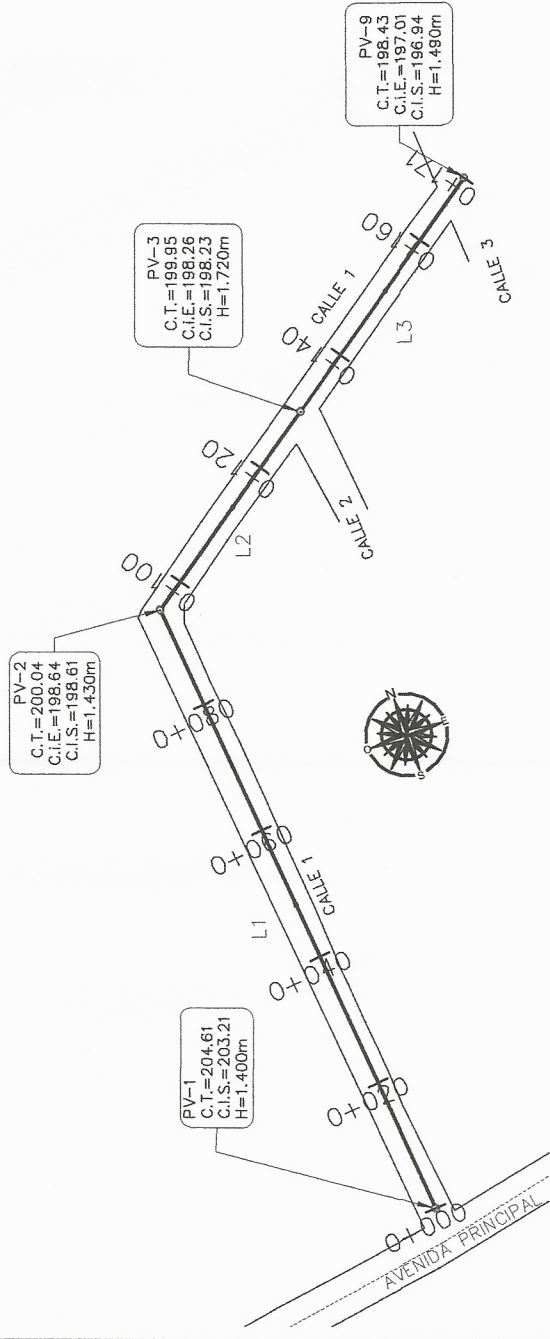
ESC:1/1000



### PERFIL LONGITUDINAL CALLE 2

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL =1/1000

ESC:1/1000

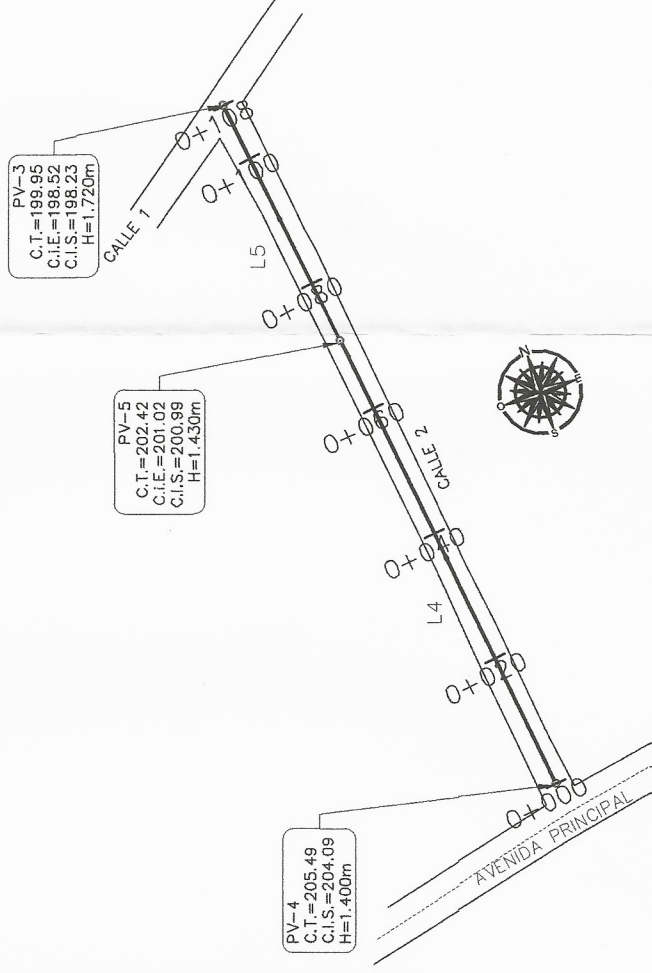


### PLANTA CALLE 1

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL =1/1000

ESC:1/1000

LIBRETA TOPOGRAFICA CALLE 1		
LINEA	LONGITUD	AZIMUT
L1	94.95	11° 53' 45.56"
L2	35.07	71° 48' 05.12"
L3	41.00	71° 37' 34.87"



### PLANTA CALLE 2

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL =1/1000

ESC:1/1000

LIBRETA TOPOGRAFICA CALLE 2		
LINEA	LONGITUD	AZIMUT
L4	70.81	11° 17' 45.87"
L5	37.66	10° 49' 44.34"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
 MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
 DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

Nombre del Proyecto: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO; COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO

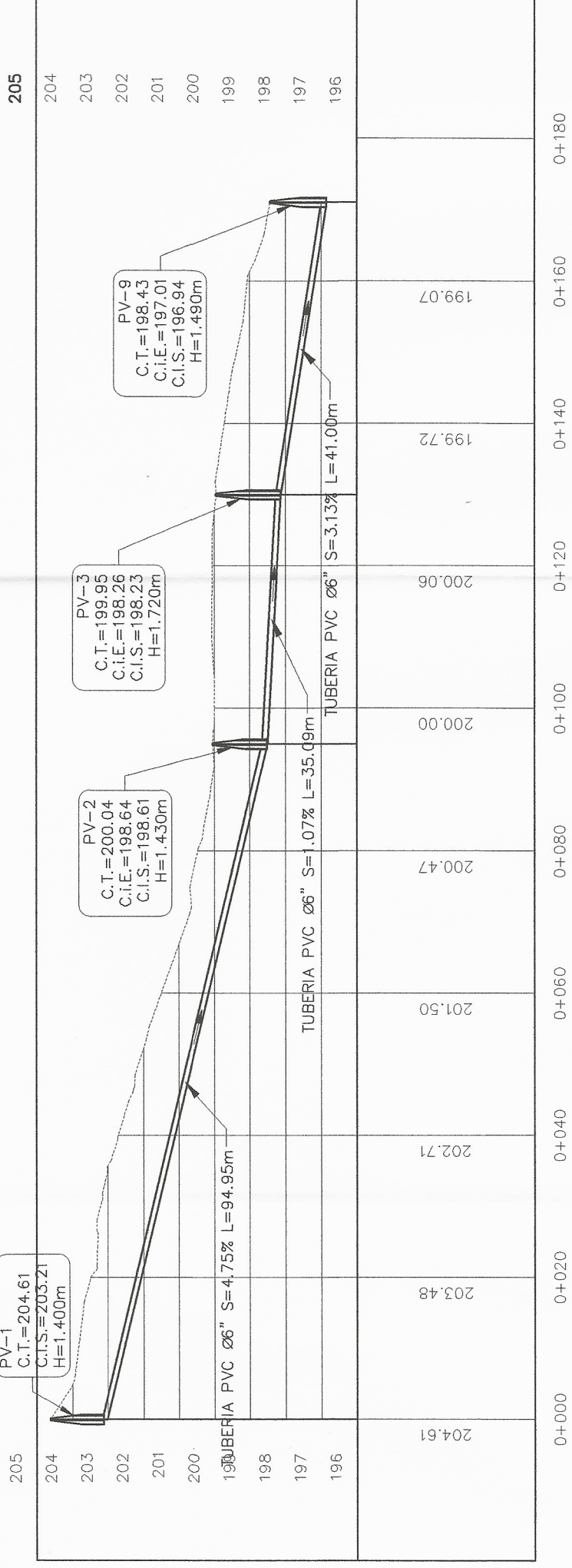
Nombre del Proyecto: PERIL LONGITUDINAL Y PLANTA DE ALCANTARILLADO, CALLE 1 Y CALLE 2

DISEÑO Y CALCULO: JORGE ANTONIO SPAQUE QUIMONEZ  
 ASISTENTE SUPERVISOR: ING. MANRIQUE ALFREDO ARRIVALLAGA OSTIETA

FECHA: SEP- 2016  
 ESCALA: INDICADA  
 HOJA No. 2

V. B. ALCALDE MUNICIPAL

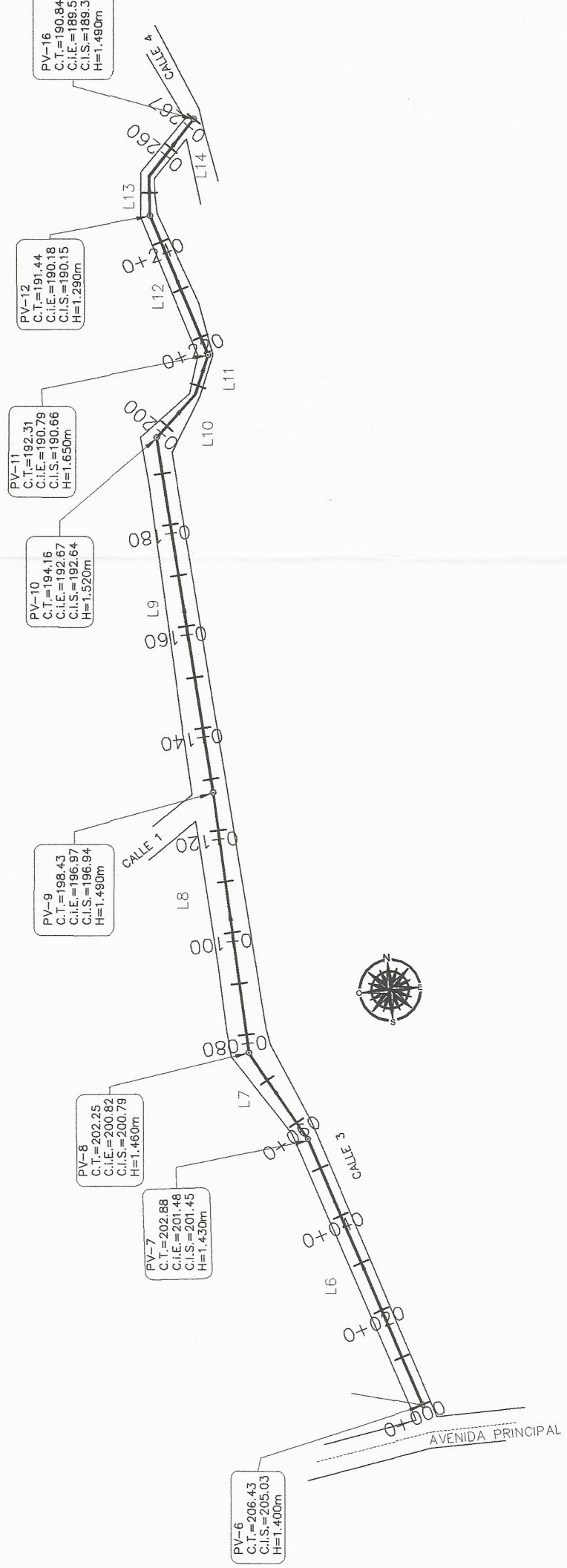




### PERFIL LONGITUDINAL CALLE 3

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL =1/1000

ESC:1/750



### PLANTA CALLE 3

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL =1/1000

ESC:1/1000

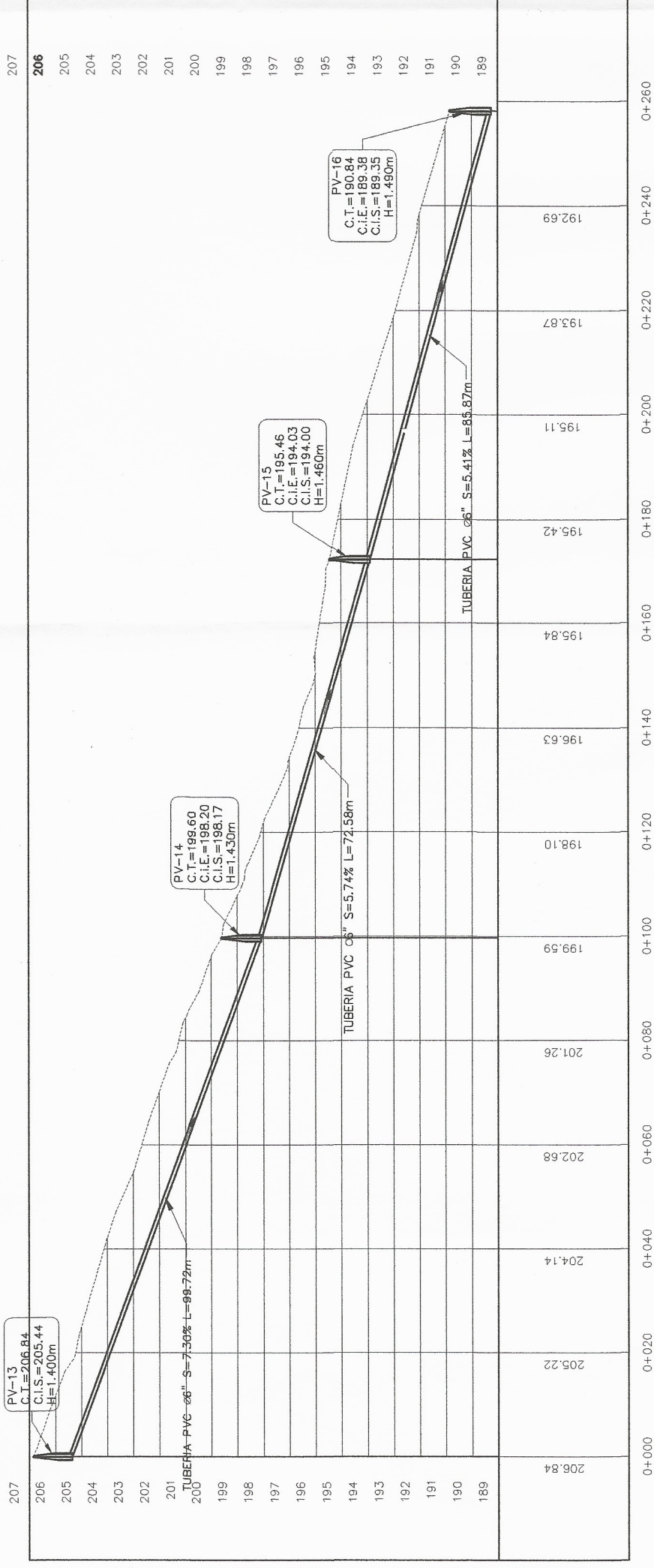
LINEA	LONGITUD	AZIMUT
L6	56.16	358° 36' 46.06"
L7	20.27	347° 30' 42.10"
L8	50.86	14° 06' 05.49"
L9	69.73	12° 50' 14.92"
L10	11.37	63° 24' 04.92"
L11	7.91	39° 30' 31.44"
L12	29.19	359° 08' 17.82"
L13	7.56	20° 12' 49.07"
L14	14.14	59° 39' 54.37"

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
INGENIERÍA CIVIL

FECHA: SEP- 2016  
ESCALA: INDICADA  
HOJA No: 3  
7

NOMBRE DEL PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO.  
 NOMBRE DEL PROYECTO: PERFIL LONGITUDINAL PLANTA DE ALCANTARILLADO CALLES

DISEÑO Y CALCULO: JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIÑONEZ  
 ASesor SUPERVISOR: ING. MANUEL ALBERTO ARBIVALLA ROSSETTA  
 DIBUJO:

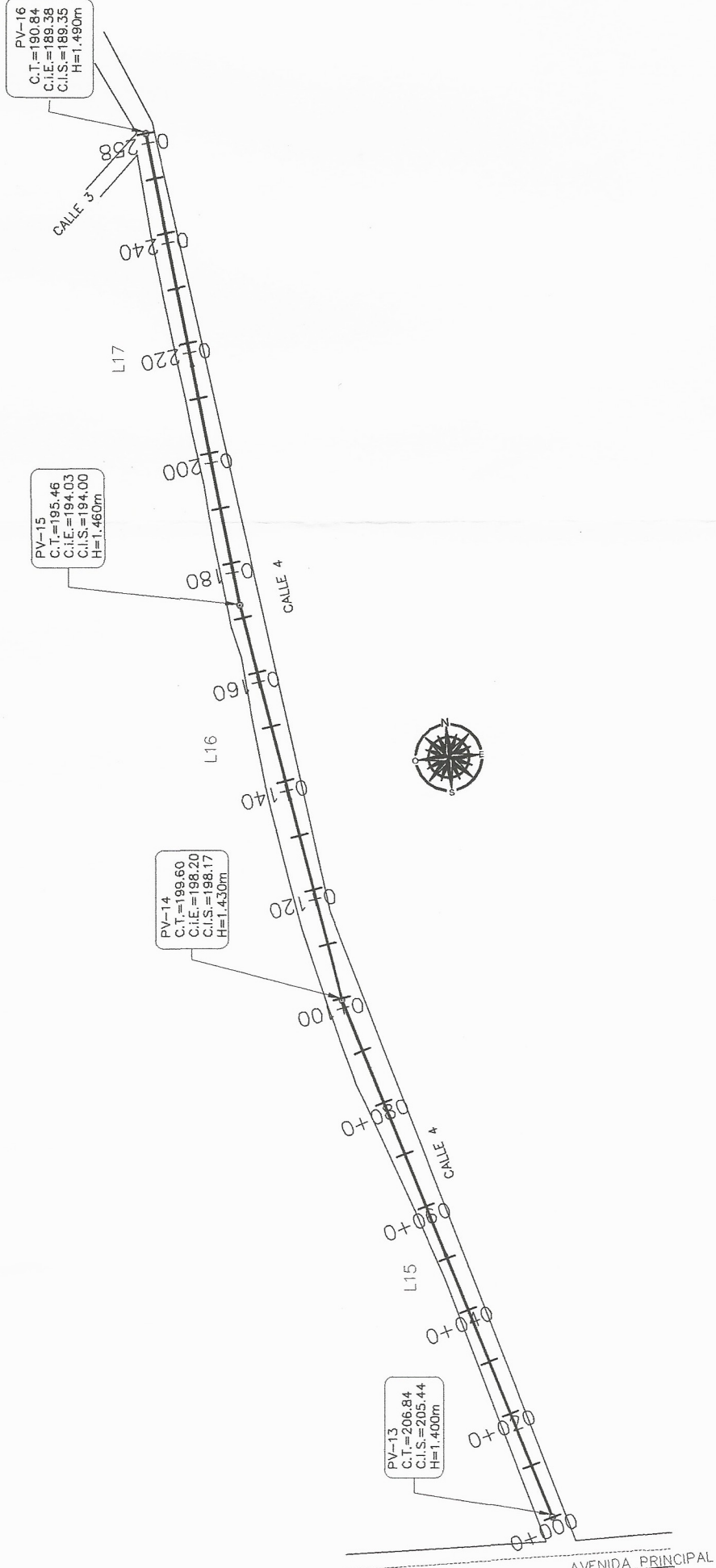


### PERFIL LONGITUDINAL CALLE 4

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL=1/1000

ESCALA: 1/1000

LINEA	LONGITUD	AZIMUT
L15	99.72	357° 11' 31.50"
L16	72.58	4° 46' 31.77"
L17	85.87	8° 00' 58.57"



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
 DEPARTAMENTO EL PROGRESO

Nombre del Proyecto: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO.

Nombre del Proyecto: PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA DE ALCANTARILLADO CALLE 4

Nombre y Cargo: JORGE ANTONIO SPAGUE QUIROZ, DISEÑO Y CALCULO

Nombre y Cargo: ASesor SUPERVISOR, ING. MANUEL ALFREDO ARRILLAGA OSAETA

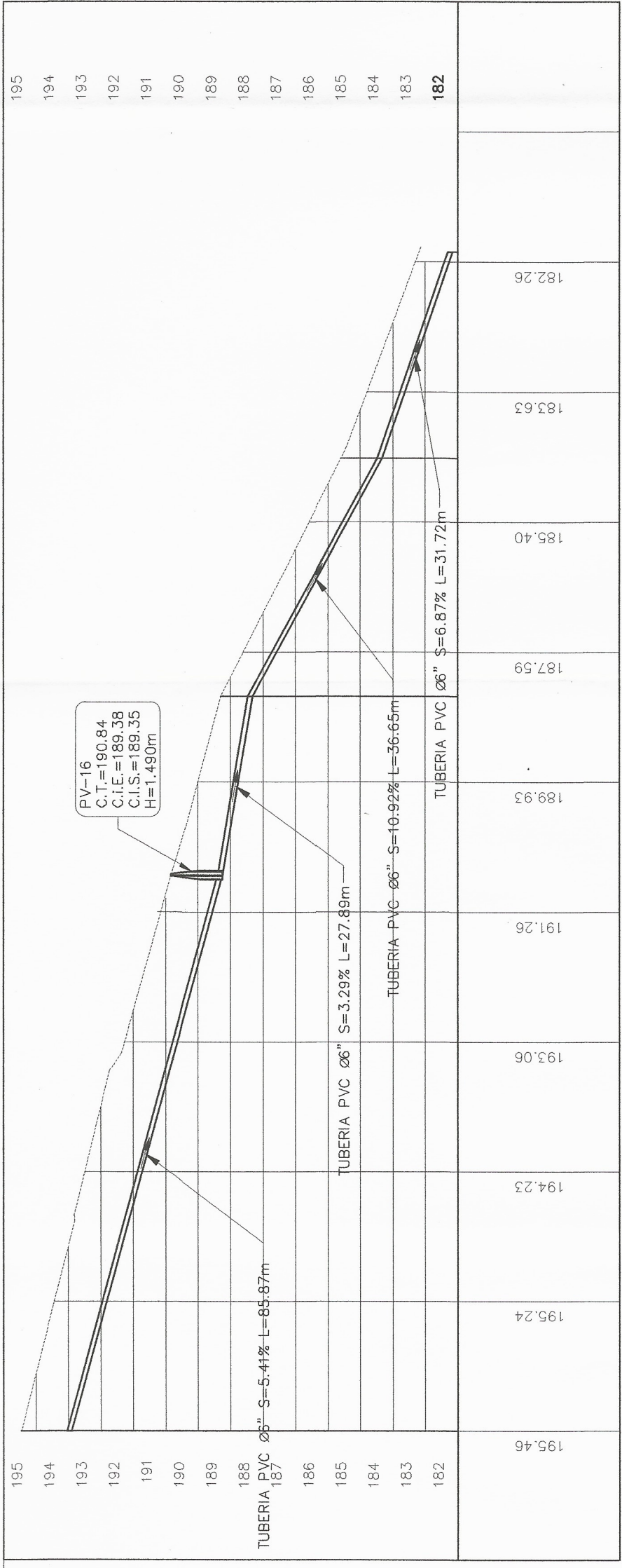
Fecha: SEP-2016

Escala: INDICADA

Hoja No: 4

Total Hojas: 7

Nombre y Cargo: ALCAIDE MUNICIPAL



PV-16  
 C.T.=190.84  
 C.i.E.=189.38  
 C.I.S.=189.35  
 H=1.490m

TUBERIA PVC Ø6" S=5.41% L=85.87m

TUBERIA PVC Ø6" S=3.29% L=27.89m

TUBERIA PVC Ø6" S=10.92% L=36.65m

TUBERIA PVC Ø6" S=6.87% L=31.72m

**PERFIL LONGITUDINAL HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO**

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL=1/1000

HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO

PV-16  
 C.T.=190.84  
 C.i.E.=189.38  
 C.I.S.=189.29  
 C.I.S.=189.35  
 H=1.490m

LIBRETA TOPOGRAFICA HACIA PLANTA

LINEA	LONGITUD	AZIMUT
L18	27.89	354° 40' 44.11"
L19	36.65	338° 58' 06.85"
L20	31.72	357° 11' 16.16"



CALLE 3  
 CALLE 4

**PLANTA HACIA PLANTA DE TRATAMIENTO**

ESCALA: VERTICAL=1/200, HORIZONTAL=1/1000

ESC:1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
 MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
 DEPARTAMENTO DEL PROGRESO

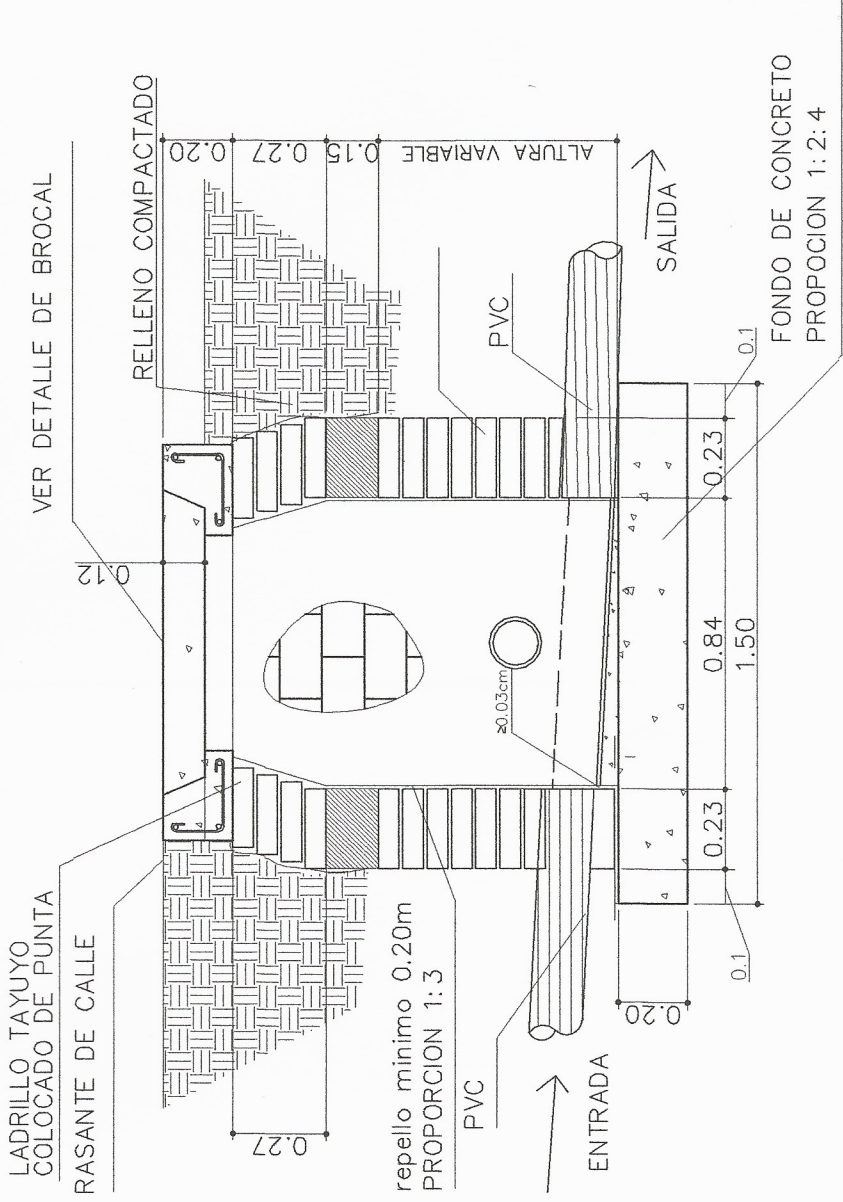
NOMBRE DEL PROYECTO:  
 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA LO DE MEDRANO,  
 ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO

NOMBRE DEL PROYECTO:  
 PERFIL LONGITUDINAL Y PLANTA DE ALCANTARILLADO HACIA  
 PLANTA DE TRATAMIENTO

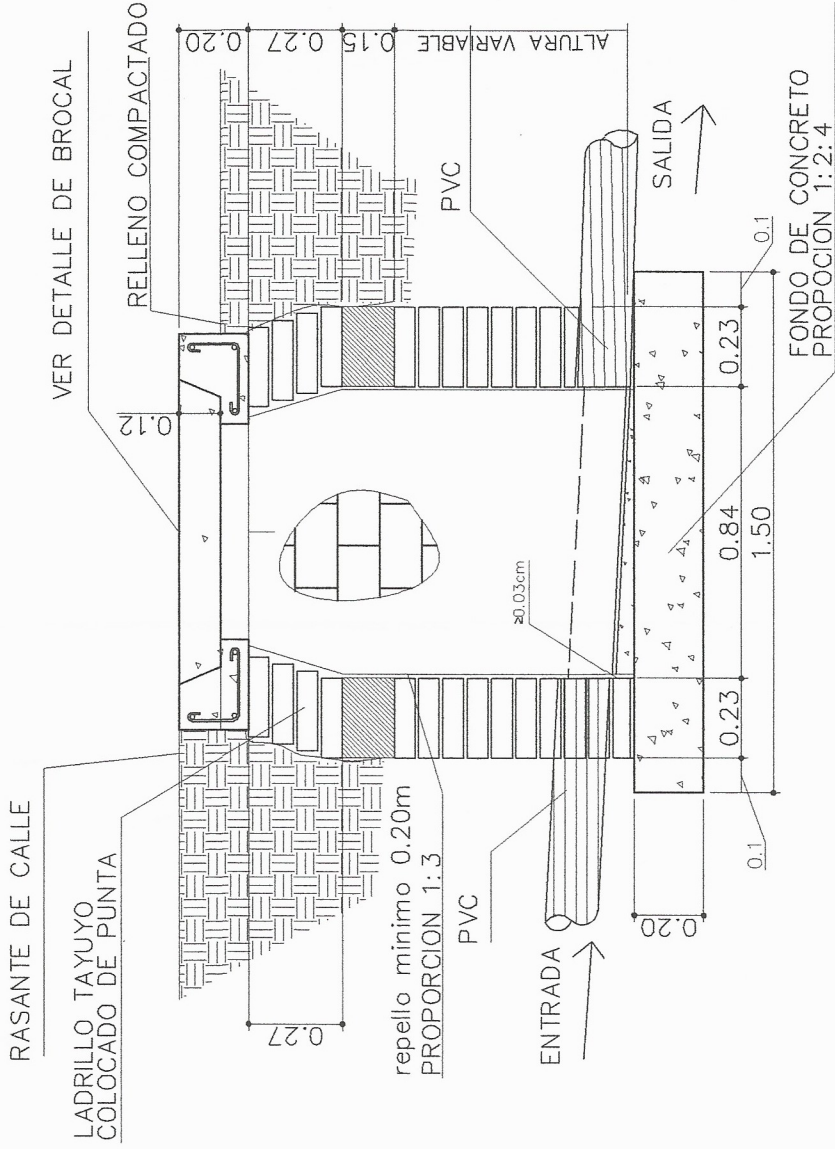
DISEÑO Y CALCULO	DIBUJO	FECHA:
JORGE ANTONIO SPOQUE GONZALEZ	JORGE ANTONIO SPOQUE GONZALEZ	SEP-2016
ASESOR SUPERVISOR	INSTRUMENTACION	ESCALA:
ING. MANUEL ALBERTO ARRILLAGA BARRERA	ARRILLAGA BARRERA	INDICADA
		HOJA No.
		5
		7

F. PROFESIONAL

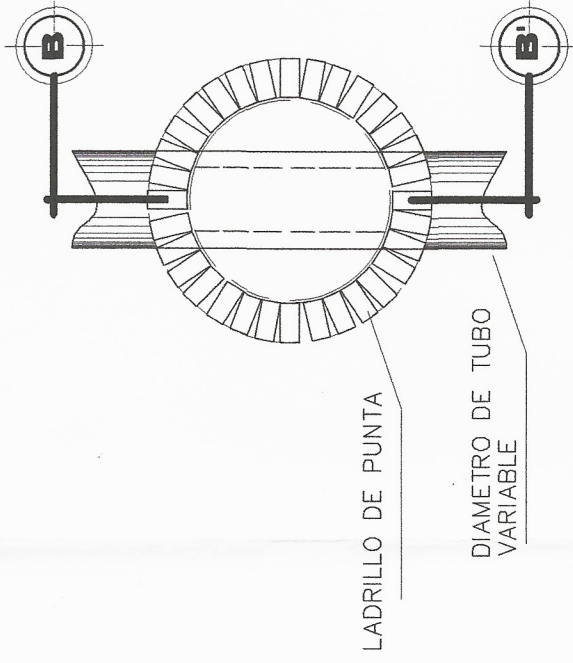
No. B. ALCALDE MUNICIPAL



**DETALLE VISTA DE CORTE A-A'**  
CALA: 1:25

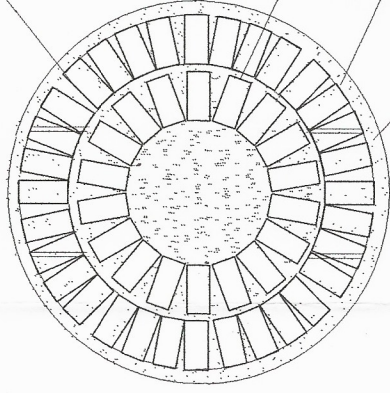


**DETALLE VISTA DE CORTE B-B'**  
CALA: 1:25

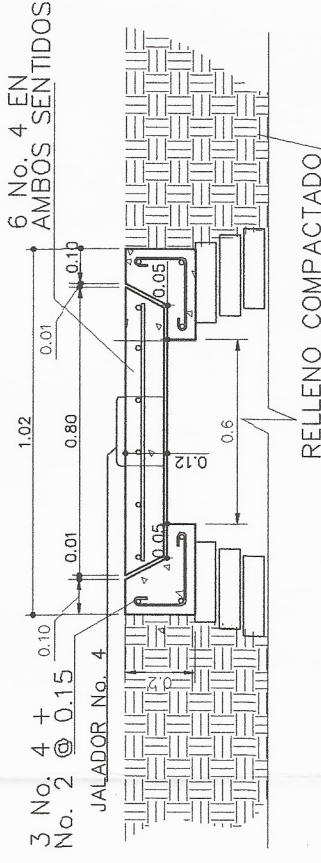


**DETALLE POZO DE VISITA**  
CALA: 1:25

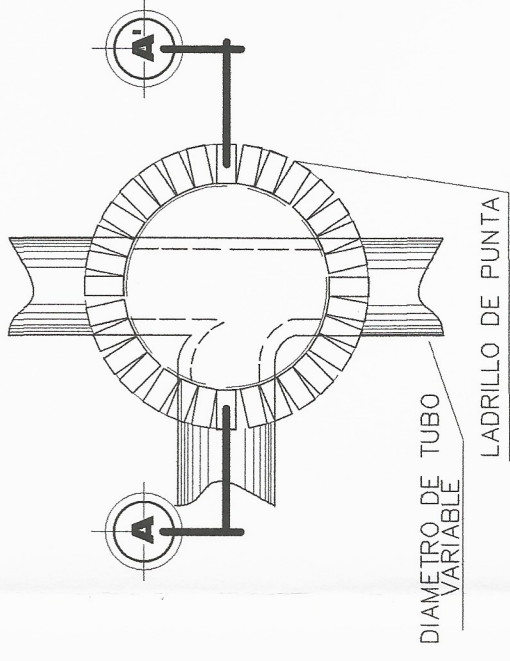
BROCAL DE LADRILLO TAYUYO DE 0.06 X 0.11 X 0.23m PRIMERAS HILADAS



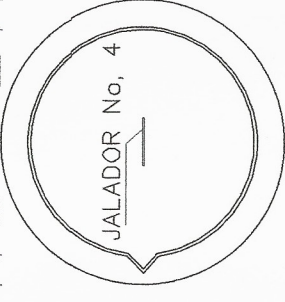
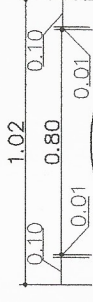
**DETALLE POZO DE VISITA**  
CALA: 1:20



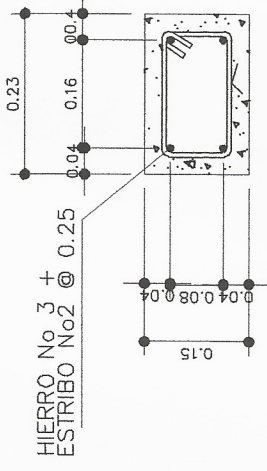
**DETALLE BROCAL**  
CALA: 1:20



**DETALLE POZO DE VISITA**  
CALA: 1:25

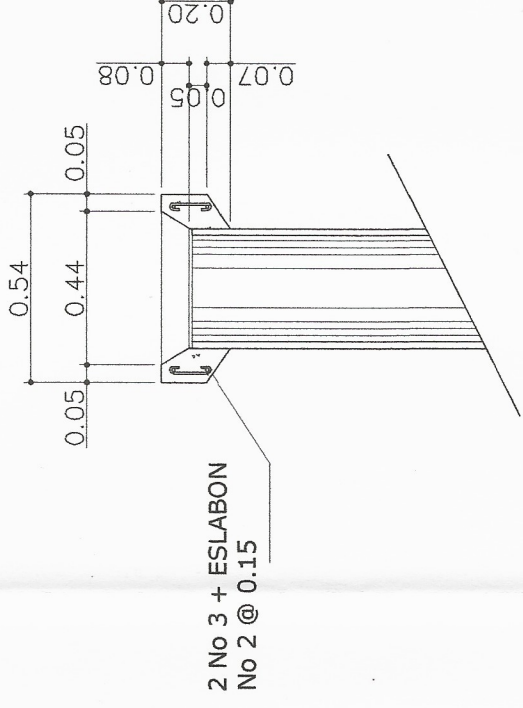
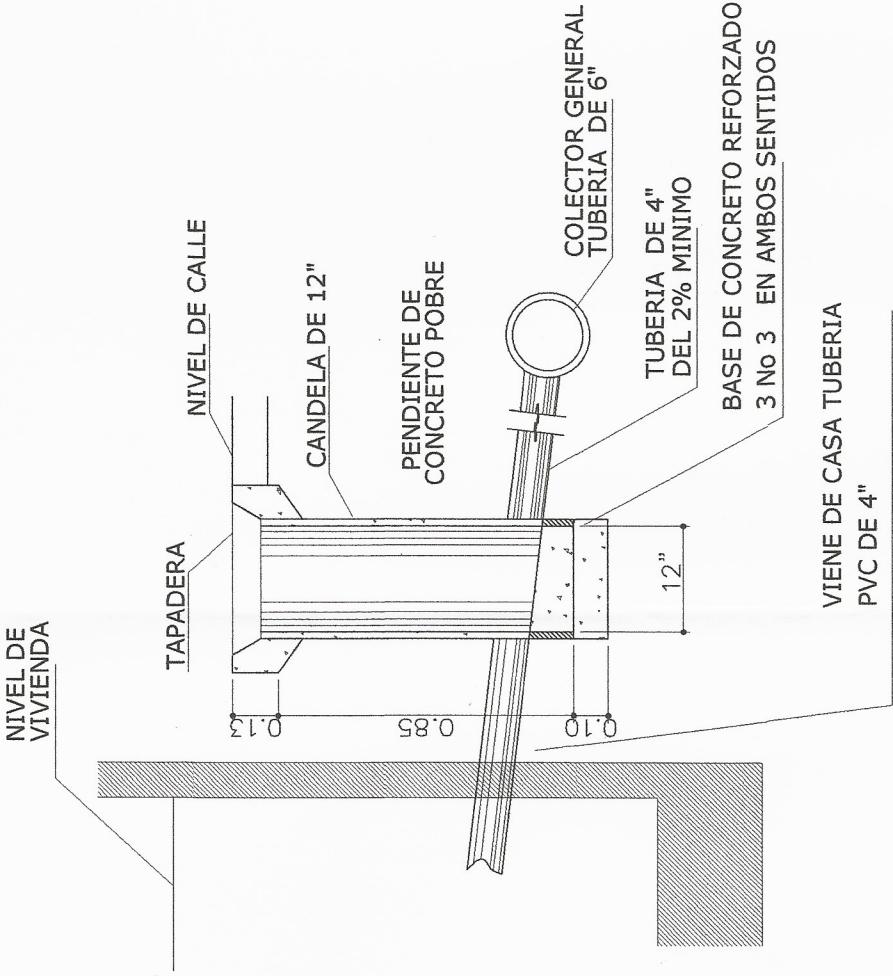
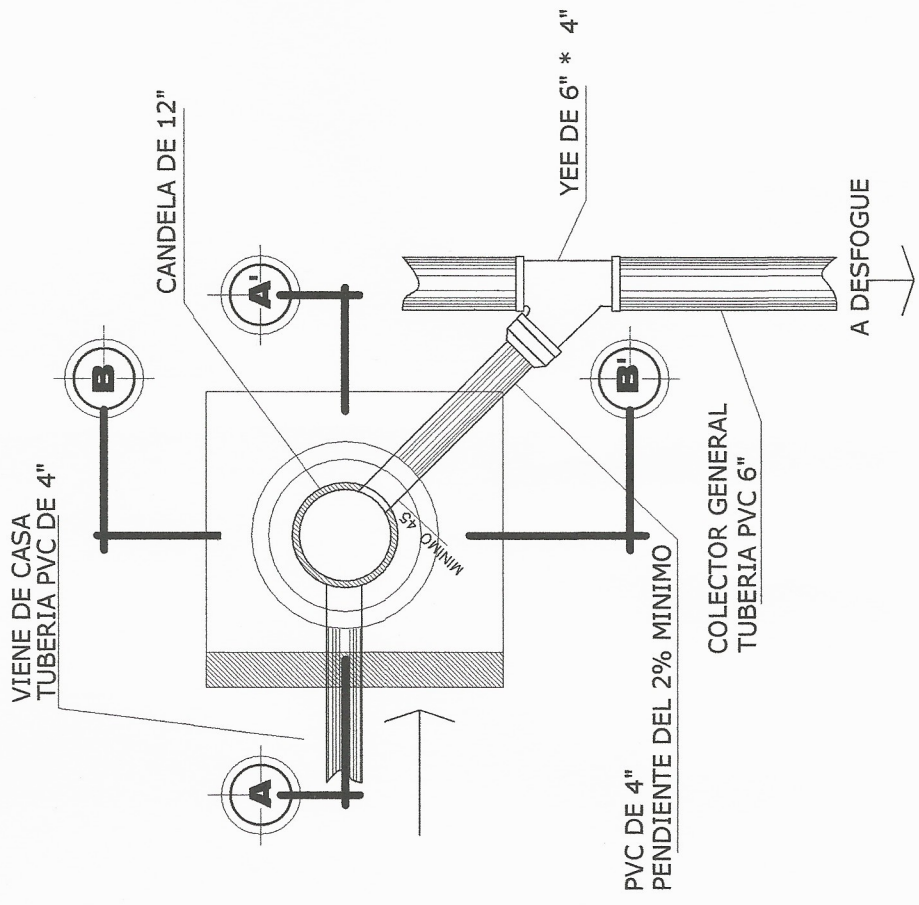


**DETALLE POZO DE VISITA**  
CALA: 1:25



**SOLERA INTERMEDIA**  
CALA: 1:10

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ DEPARTAMENTO EL PROGRESO	NOMBRE DEL PROYECTO: <b>RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA LO DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO</b>	FECHA: <b>SEP-2016</b>
	NOMBRE DEL PROYECTO: <b>DETALLES DE POZO DE VISITA, VISTA PLANTA, BROCAL, SOLERA INTERMEDIA-TAPADERA CORTE A-A, CORTE B-B</b>	DISEÑO / CALCULO: <b>JORGE ANTONIO SIPRIOTE GUINONEZ</b>	ESCALA: <b>INDICADA</b>
INGENIERO SUPERVISOR: <b>ING. DANIEL ALBERTO ARRIVALZA GONZALEZ</b>	INGENIERO DE TITULACION: <b>JORGE ANTONIO SIPRIOTE GUINONEZ</b>	HOJA No. <b>6</b>	TOTAL <b>7</b>

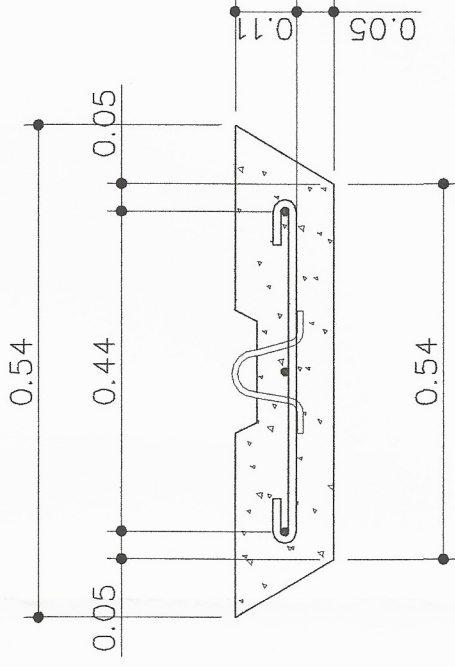
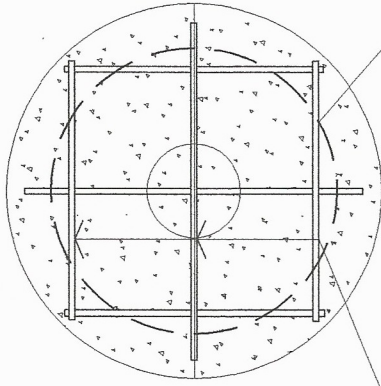


**CONEXION DOMICILIAR**

ESCALA: 1/20

**ACOMETIDA DOMICILIAR CORTE A-A'**

ESCALA: 1/20



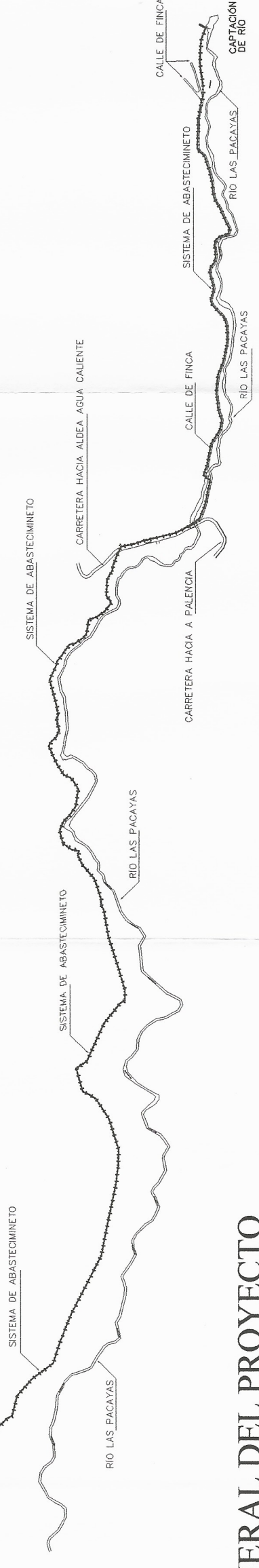
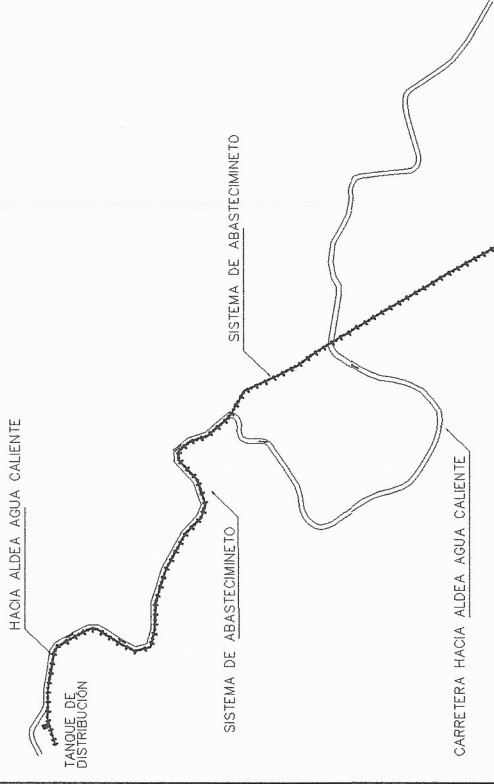
**DETALLE DE TAPADERA- SECCION PLANA**

ESCALA: 1/10

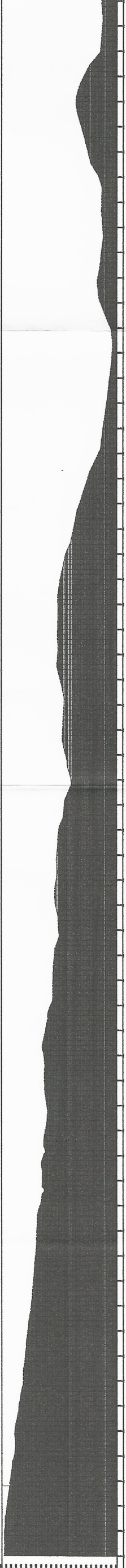
	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA FEDERACION PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO DEPARTAMENTO DE QUICHE	
	NOMBRE DEL PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, COLONIA JOSE DE MEDRANO, ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO	NOMBRE DEL PROYECTO: DETALLES DE CONEXION DOMICILIAR, ACOMETIDA DOMICILIAR, ACOMETIDA CONEXION CORTE A-A', DETALLE DE TAPADERA
DISEÑO Y CALCULO: JORGE ANTONIO SPAQUE QUIROZ	DIBUJO: JORGE ANTONIO SPAQUE QUIROZ	FECHA: SEPT- 2016
ASISTENTE: ING. INGENIERO ARMANDO SCHAETA	ESCALA: INCLUIDA	HOJA No. 7
F. PROFESIONARIO		Vo. Bn. ALCALDE MUNICIPAL

**ACOMETIDA DOMICILIAR**


ESCALA: 1/20



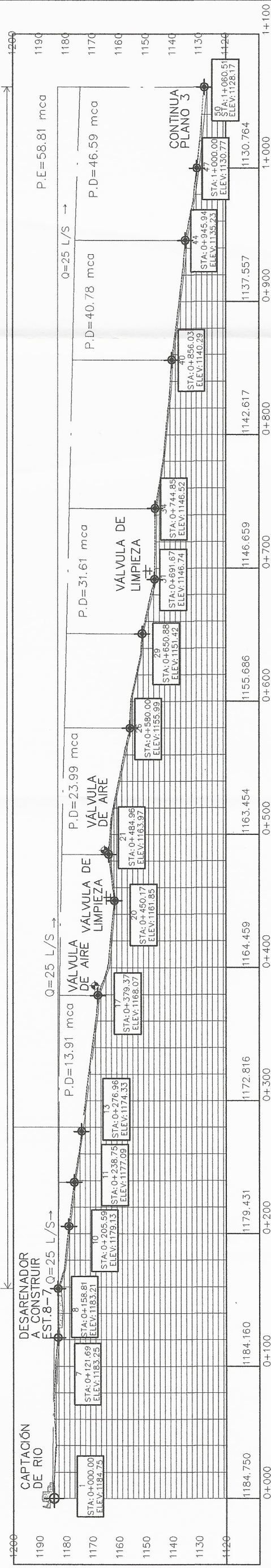
**PLANTA GENERAL DEL PROYECTO**



**PERFIL LONGITUDINAL GENERAL DEL PROYECTO**

		<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ DEPARTAMENTO DE PROGRESO	
NOMBRE DEL PROYECTO <b>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.</b>		FECHA: <b>SEF- 2016</b>	
CONVENIO: <b>PLANTA Y PERFIL GENERAL DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.</b>		ESCALA: <b>INDICADA</b>	
DISEÑO Y CALCULO: <b>JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIRONEZ</b>		HOJA No. <b>1</b>	
ASESOR SUPERVISOR: <b>ING. MANUEL ANTONIO ARRIVAS ROSAVALTA</b>		FOLIO: <b>14</b>	
F. PROFESIONAR		Vg. Bk. ALCALDE MUNICIPAL	

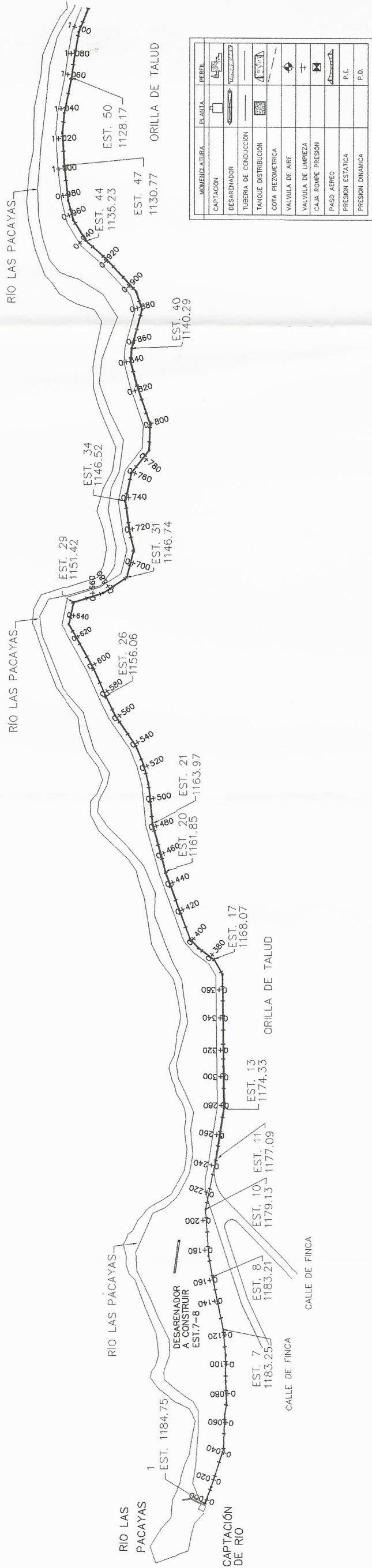
152 TUBOS Ø6" PVC - 160 PSI JUNTA RAPIDA



### PERFIL LONGITUDINAL SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 0+000 A 1+000

ESCALA: VERTICAL=1/500, HORIZONTAL=1/1000

ESC:1/3000



MONUMENTARIA	PLANTA	PERFIL
CAPTACION		
DESARENADOR		
TUBERIA DE CONDUCCION		
TANQUE DISTRIBUCION		
COTA PIEZOMETRICA		
VALVULA DE AIRE		
VALVULA DE LIMPIEZA		
CAJA ROMPE PRESION		
PASO AEREO		
PRESION ESTATICA		P.E
PRESION DINAMICA		P.D.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE

FECHA: SEP-2016  
ESCALA: INDICADA  
FOJA No. 2 de 14

---

NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

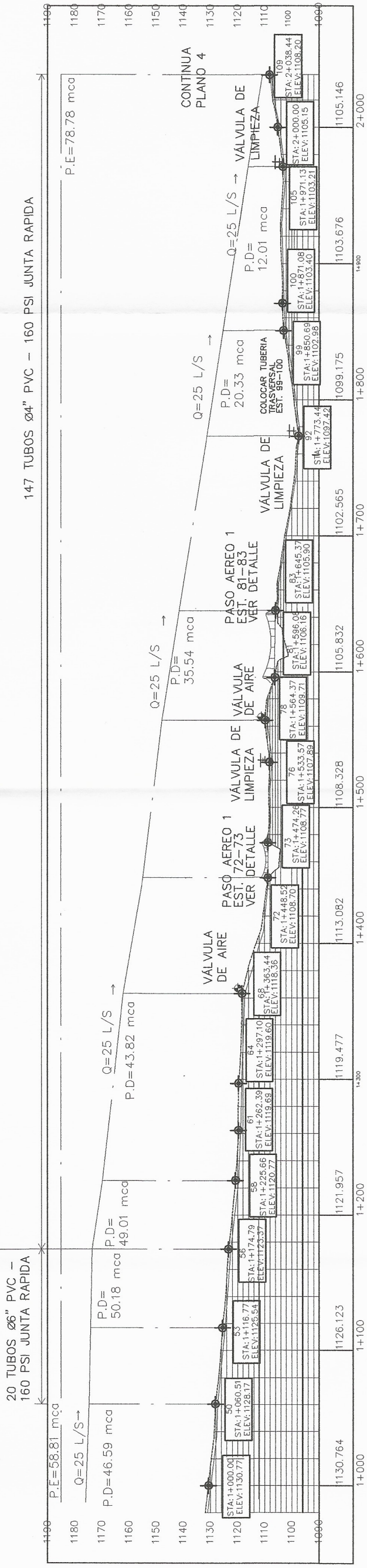
DISEÑO Y CALCULO: JORGE ANTONIO SPOAQUE QUIJONIZ  
ASESOR SUPERVISOR: ING. MANUEL ALBERTO ARRIVILLA OSPINA

F. PINESDOMO, V. B. ALCALDE MUNICIPAL

### PLANTA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 0+000 A 1+000

ESC:1/2750

20 TUBOS Ø6" PVC -  
160 PSI JUNTA RAPIDA



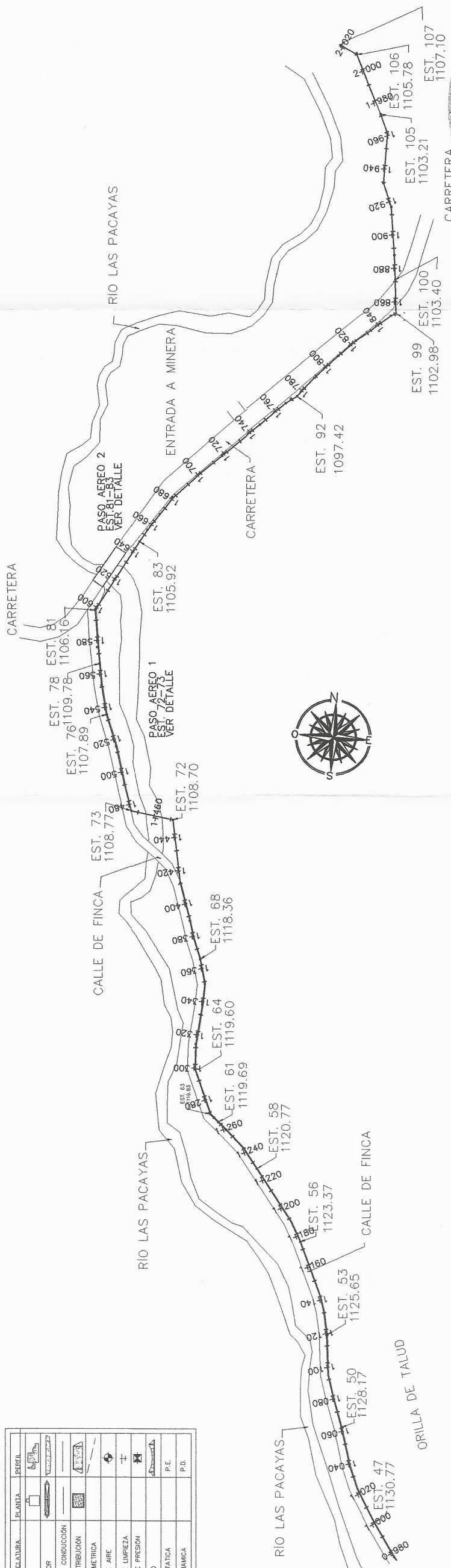
147 TUBOS Ø4" PVC - 160 PSI JUNTA RAPIDA

## PERFIL LONGITUDINAL SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 1+000 A 2+000

ESCALA: VERTICAL=1/500, HORIZONTAL=1/1000

ESC: 1/3000

ABREVIATURA	PLANTA	PERFIL
CAPTACION		
DESARENADOR		
TUBERIA DE CONDUCCION		
TANQUE DISTRIBUCION		
COTA PIEZOMETRICA		
VALVULA DE AIRE		
VALVULA DE LIMPIEZA		
CAMA ROMPE PRESION		
PASO AEREO		
PRESION ESTATICA		
PRESION DINAMICA		



## PLANTA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 1+000 A 2+000

ESC: 1/2500

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

FECHA: SEP- 2016  
ESCALA: INCLUIDA  
FOJA No. 3 / 14

---

NOMBRE DEL PROYECTO:  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO

CONTENIDO:  
PLANTA Y PERFIL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 1+000 A 2+000

DISEÑO Y CALCULO:  
JORGE ANTONIO SIFAQUE QUIROGA

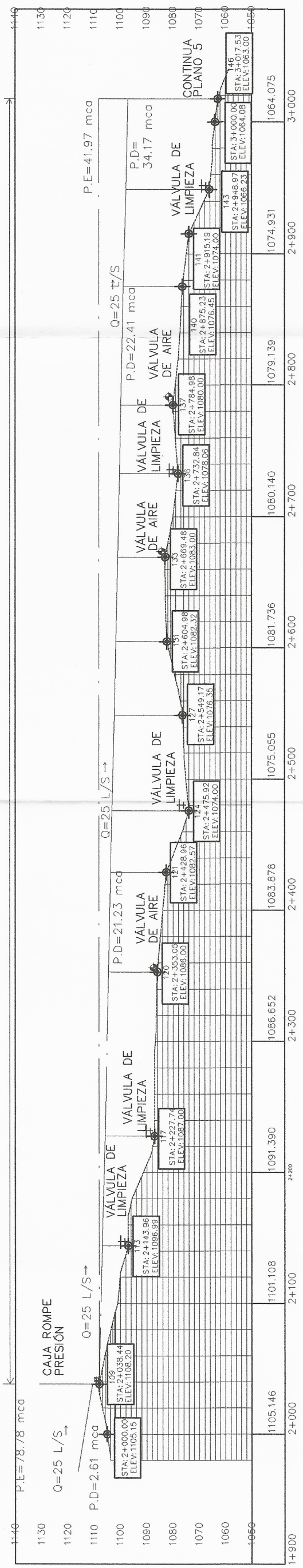
REVISOR SUPERVISOR:  
ING. ANIBAL ALBERTO ARRIBAS ROSAETA

FECHA: SEP- 2016  
ESCALA: INCLUIDA  
FOJA No. 3 / 14

V. B. ALCALDE MUNICIPAL  
F. L. TORRES



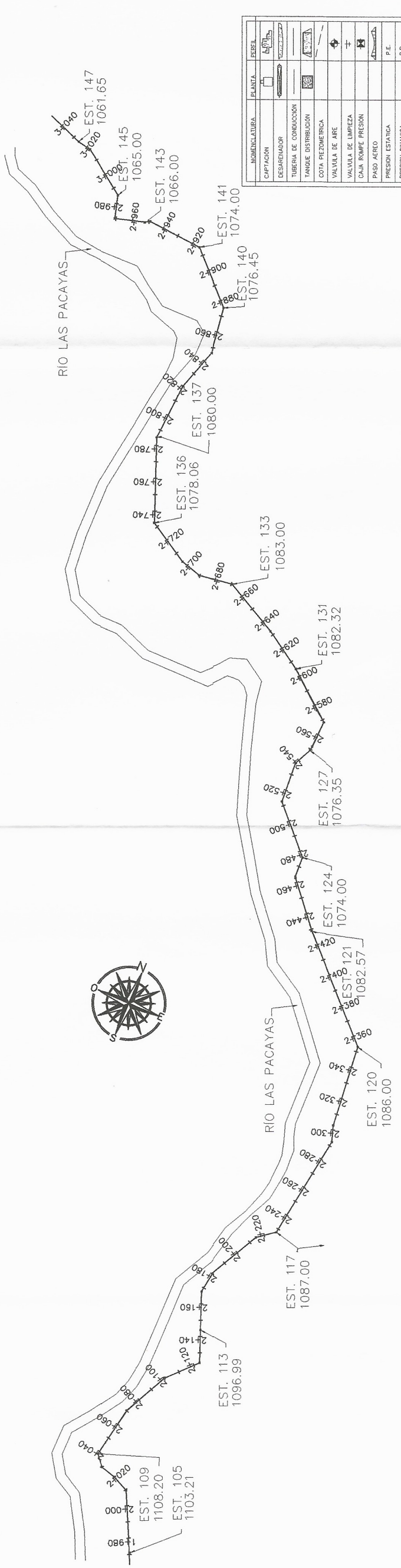
170 TUBOS Ø6" PVC - 160 PSI JUNTA RAPIDA



### PERFIL LONGITUDINAL SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 2+000 A 3+000

ESCALA: VERTICAL=1/500, HORIZONTAL =1/1000

ESC:1/3000



NOMENCLATURA	PLANTA	REBEL
CAPTACION		
DESARENADOR		
TUBERIA DE CONDUCCION		
TANQUE DISTRIBUCION		
COTA PEZOMETRICA		
VÁLVULA DE AIRE		
VÁLVULA DE LIMPIEZA		
CAJA ROMPE PRESION		
PASO ACRO		
PRESION ESTÁTICA		
PRESION DINÁMICA		
		P.E.
		P.D.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
AGENCIA DE ASISTENCIA TECNICA AL PAL  
DEPARTAMENTO DE PROGRESO

FECHA: SEP-2016  
ESCALA: INDICADA  
FOJA No. 4

---

CONTENIDO:  
PLANTA Y PERIL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

---

PROYECTO:  
DISEÑO Y S/AJULO  
DISEÑO: JORGE ANTONIO SPANQUE QUIRÓNEZ  
ASESOR SUPERVISOR: ING. MANUEL ALBERTO ARRIVILLA OCHAETA

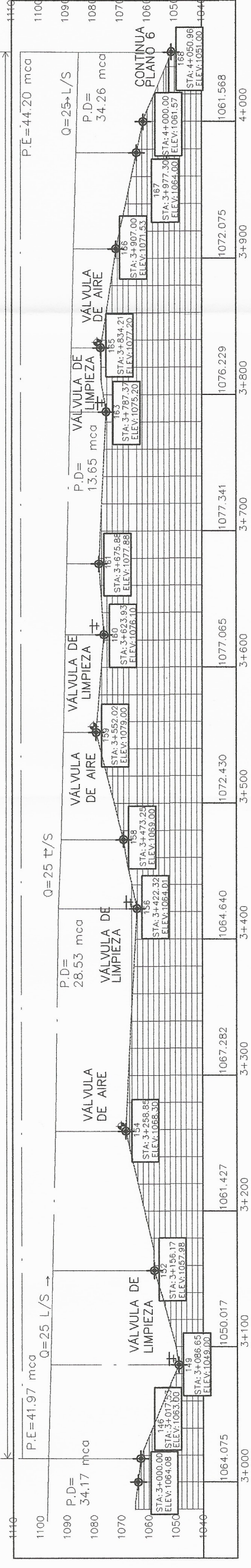
---

PROFESIONAL:  
F. B. ALCALDE MUNICIPAL

### PLANTA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 2+000 A 3+000

ESC:1/2500

179 TUBOS Ø6" PVC - 160 PSI JUNTA RAPIDA

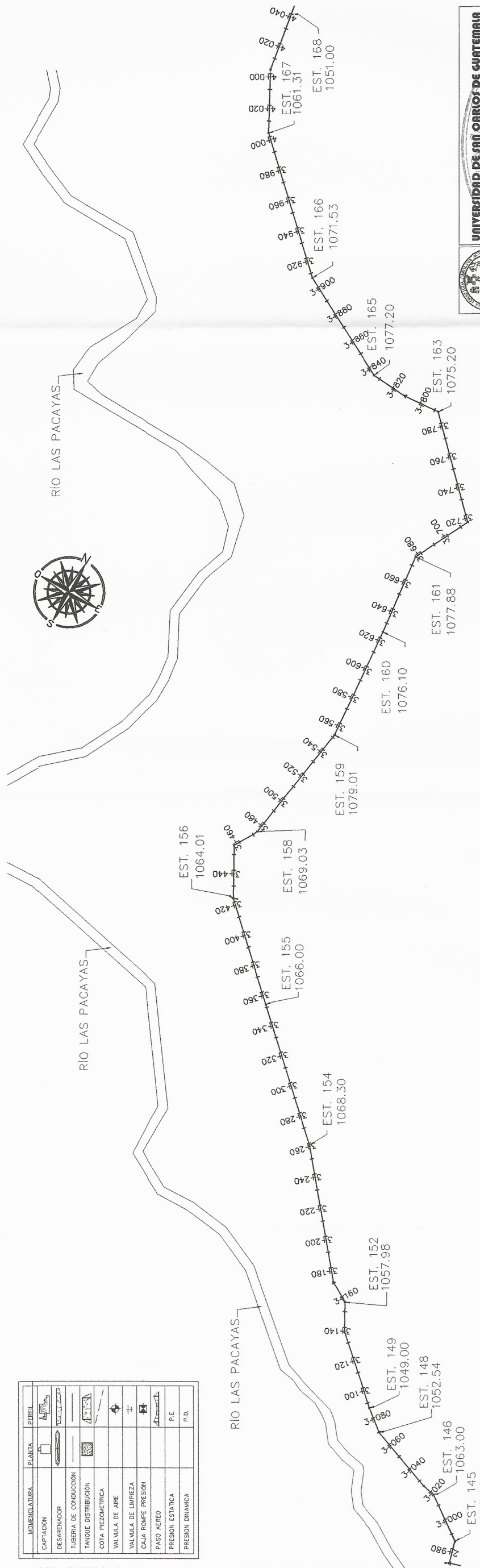


## PERFIL LONGITUDINAL SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 3+000 A 4+000

ESCALA: VERTICAL=1/500, HORIZONTAL=1/1000

ESC: 1/3000

MOMENCLATURA	PLANTA	PERFIL
CAPTACION		
DESARENADOR		
TUBERIA DE CONDUCCION		
TANQUE DISTRIBUCION		
COTA PIEZOMETRICA		
VALVULA DE AIRE		
VALVULA DE LIMPIEZA		
CAJA ROMPE PRESION		
PASO AEREO		
PRESION ESTATICA		P.E.
PRESION DINAMICA		P.D.



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO EL PROGRESO

NOMBRE DEL PROYECTO:  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO:  
PLANTA Y PERFIL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 3+000 A 4+000

FECHA:  
SEP-2016

ESCALA:  
INDICADA

HOJA No.  
5

TOTAL Hojas:  
14

ASISTENTE / SUPERVISOR:  
ING. MANUEL ALBERTO ARBULLAGA GONZALEZ

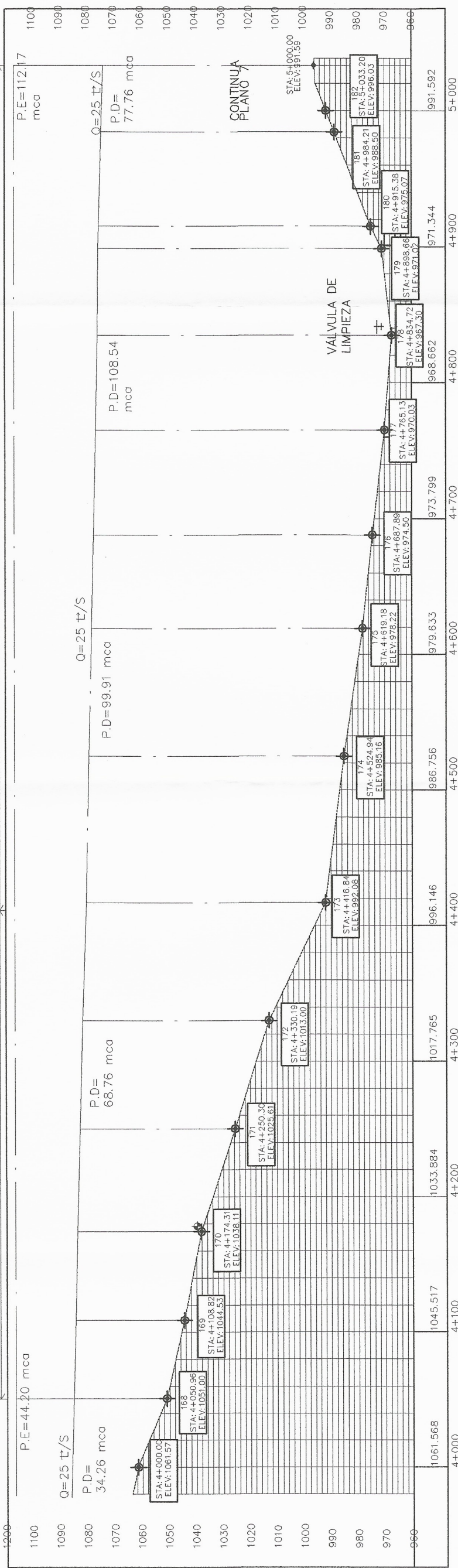
PROFESIONAL:  
Vg. Bc. ALCALDE MUNICIPAL

## PLANTA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 3+000 A 4+000

ESC: 1/2500

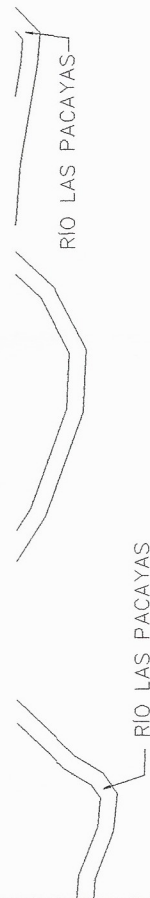
68 TUBOS Ø6" PVC - 160 PSI JUNTA RAPIDA

108 TUBOS Ø6" PVC - 250 PSI JUNTA RAPIDA

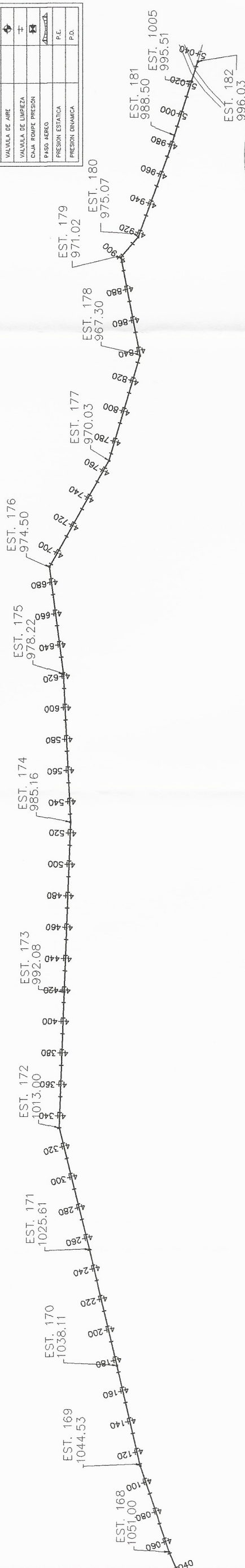


### PERFIL LONGITUDINAL SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 4+000 A 5+000

ESCALA: VERTICAL=1/500, HORIZONTAL =1/1000



MOMENTANEA	PLANTA	PERFIL
CAPTACION		
DESARROLLO		
TUBERIA DE CONDUCCION		
TANQUE DISTRIBUCION		
COTA PEZOMETRICA		
VALVULA DE LIMPIEZA		
CAJA ROMPE PRESION		
PASO AEREO		
PRESION ESTATICA		
PRESION DINAMICA		



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

FECHA: SEP- 2015  
ESCALA: INICIADA  
HOJA No. 6

---

NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

DISEÑO Y CALCULO: JORGE ANTONIO SPAQUE QUIROZ  
DIBUJO: JORGE ANTONIO SPAQUE QUIROZ  
ASESORIA SUPERVISIVA: ING. MANUEL ALVARO ARRILLAGA DOMETA

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 4+000 A 5+000

Yo, Sr. ALVARO ARRILLAGA DOMETA, Profesional en Ingeniería Civil, inscrita en el Registro Profesional No. 14, certifico que el presente proyecto es obra propia y que he cumplido con las obligaciones legales y profesionales correspondientes.

Yo, Sr. ALVARO ARRILLAGA DOMETA, Profesional en Ingeniería Civil, inscrita en el Registro Profesional No. 14, certifico que he cumplido con las obligaciones legales y profesionales correspondientes.

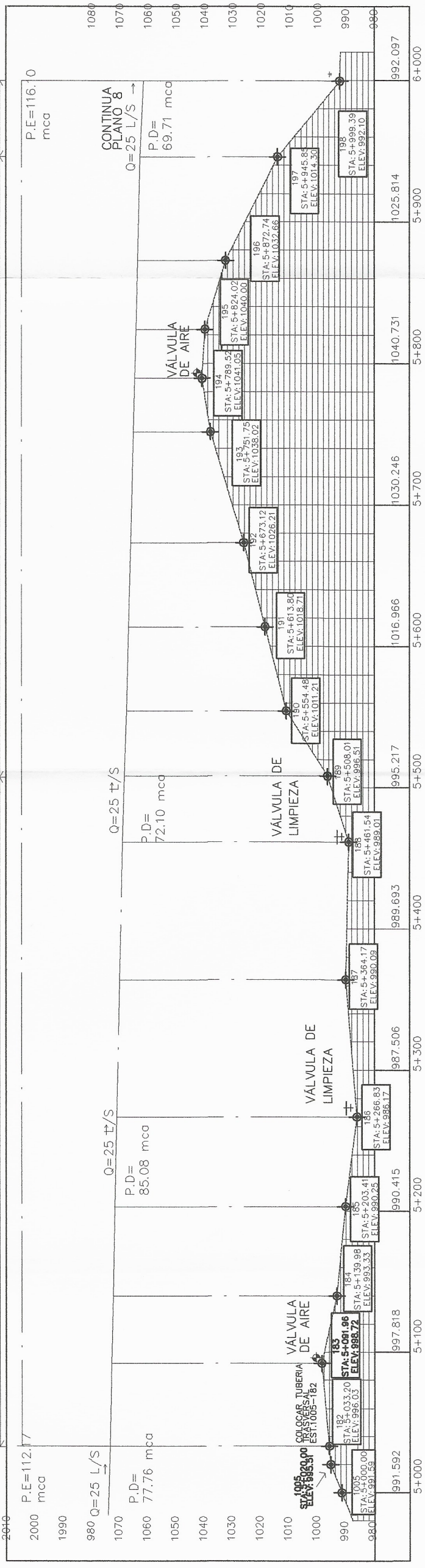
### PLANTA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 4+000 A 5+000

ESCALA: 1/2500

83 TUBOS Ø6" PVC - 250 PSI JUNTA RAPIDA

82 TUBOS Ø6" PVC - 160 PSI JUNTA RAPIDA

13 TUBOS Ø6" PVC  
250 PSI JUNTA RAPIDA



### PERFIL LONGITUDINAL SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 5+000 A 6+000

ESCALA: VERTICAL=1/500, HORIZONTAL=1/1000

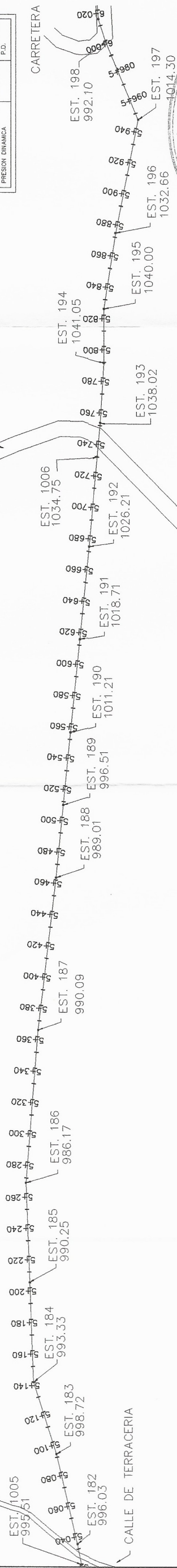
ESC: 1/3000

MONUMENTATURA	PLANTA	PERFIL
CAPTACION		
DESARENADOR		
TUBERIA DE CONDUCCION		
TANQUE DISTRIBUCION		
COTA PIEZOMETRICA		
VALVULA DE AIRE		
VALVULA DE LIMPIEZA		
CAJA ROMPE PRESION		
PASO AEREO		
PRESION ESTATICA		
PRESION DINAMICA		



CALLE DE TERRACERIA

CALLE DE TERRACERIA



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO EL PROGRESO

UNIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

NOMBRE DEL PROYECTO:  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE/ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO:  
PLANTA Y PERFIL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 5+000 A 6+000

DISEÑO CALCULO:  
JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIROGUEZ

ASesor SUPERVISOR:  
ING. DANIEL ALFREDO ARRIVALZA OCHAETA

FECHA:  
SEP-2016

ESCALA:  
INDICADA

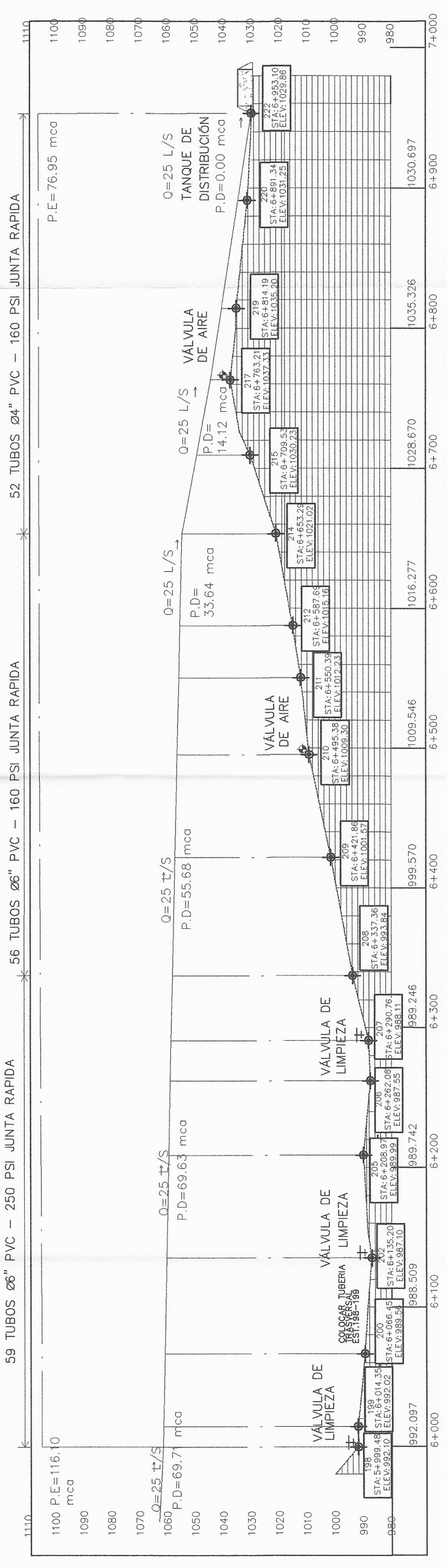
HOJA No.  
7

PROF. ESPECIAL

F. No. B. ALCALDE MUNICIPAL

### PLANTA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 5+000 A 6+000

ESCALA: 1/2500

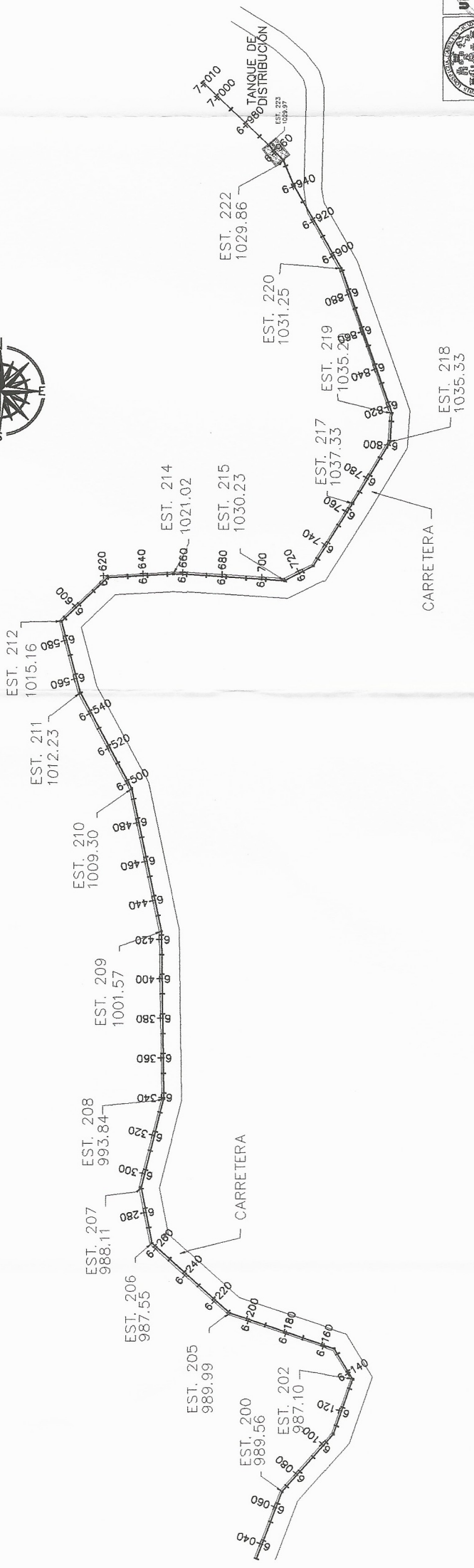


**PERFIL LONGITUDINAL SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 5+000 A 6+980**

ESCALA: VERTICAL=1/500, HORIZONTAL =1/1000

ESC:1/3000

MOMENCLATURA	PLANTA	PERFIL
CAPTACION		
DESARENADOR		
TUBERIA DE CONDUCCION		
TANQUE DE DISTRIBUCION		
COTA PIEZOMETRICA		
VALVULA DE AIRE		
VALVULA DE LIMPIEZA		
CAJA ROMPE PRESION		
PASO AEREO		
PRESION ESTATICA		
PRESION DINAMICA		



CARRETERA HACIA ALDEA AGUA CALIENTE

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
BIEN COMERCIAL Y URBANISMO  
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO EL PROGRESO

ACREDITADO POR LA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

---

NOMBRE DEL PROYECTO:  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO:  
PLANTA Y PERFIL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 6+000 A 6+980

FECHA:  
SEP- 2016

ESCALA:  
INDICADA

HOJA No:  
6

TOTAL Hojas:  
14

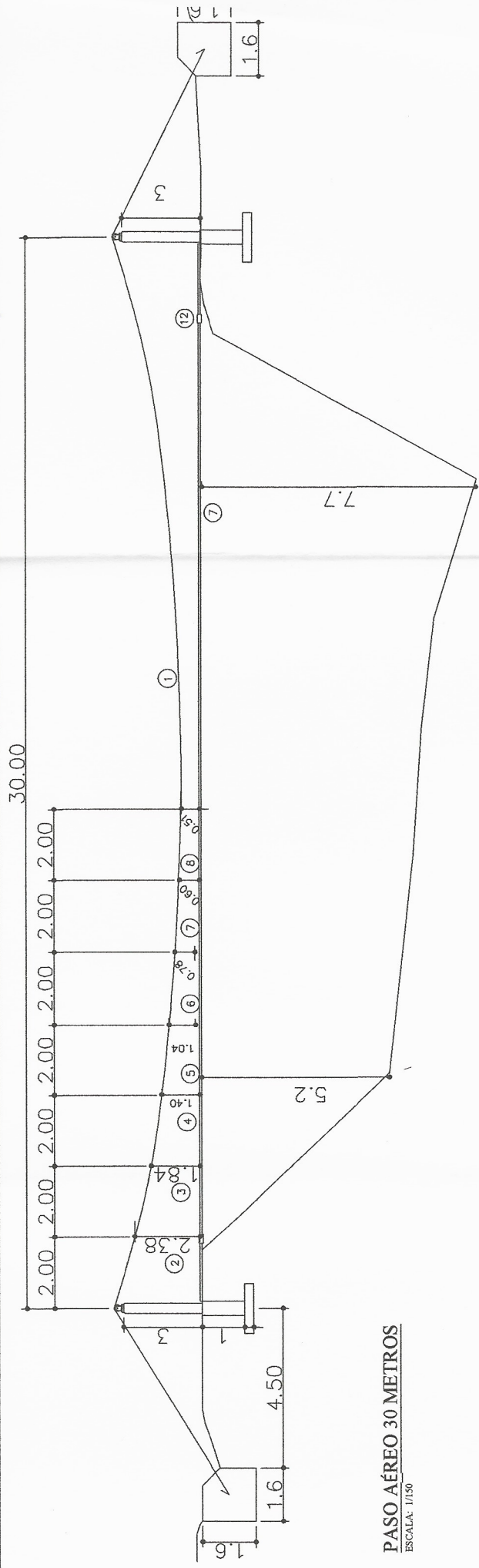
DISEÑO Y CÁLCULO:  
JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIROZ

ASESOR SUPERVISOR:  
ING. MANUEL ALFREDO ARRAZOLA OCHAETA

V. B. ALCALDE MUNICIPAL

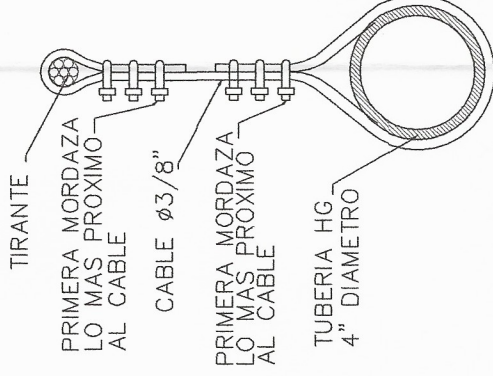
**PLANTA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE 6+000 A 6+980**

ESCALA: 1/2500

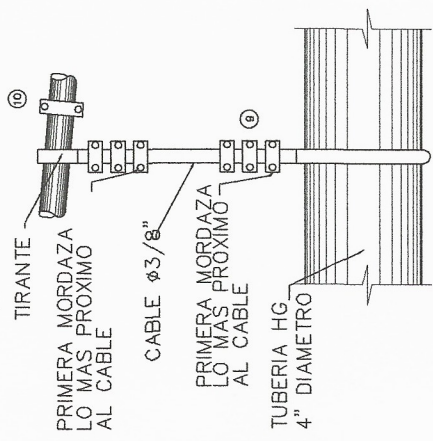


**PASO AÉREO 30 METROS**  
ESCALA: 1/150

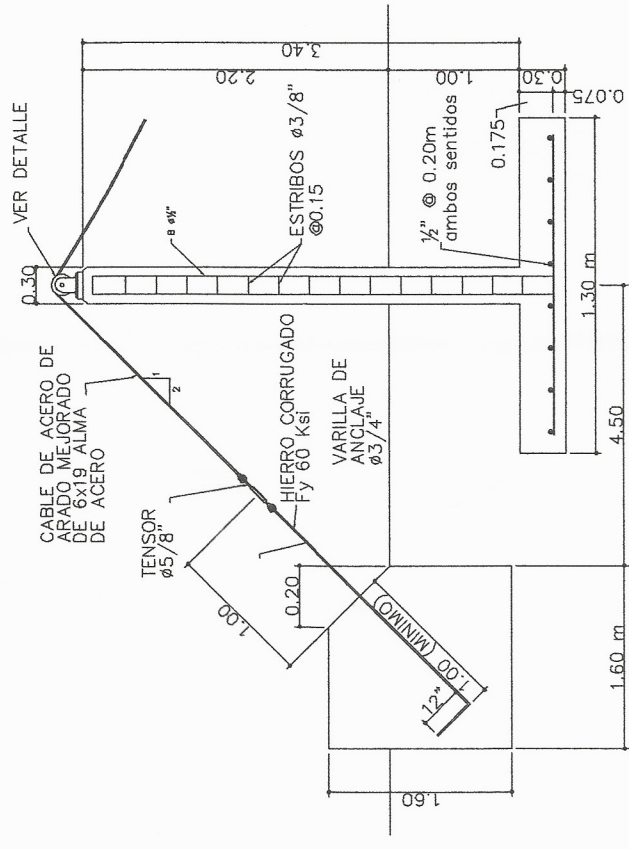
No.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
01	1	CABLE TIRANTE $\phi$ 1 1/2" 54	
02	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	2.38
03	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	1.84
04	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	1.40
05	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	1.04
06	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.78
07	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.60
08	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.51
09	6	TUBOS DE HG DIAMETRO 4"	
10	2	GUARDACABO	
11	54	MORDAZA DE 3/8"	
12	15	MORDAZA TIRANTE $\phi$ 3/8"	
13	2	SENSOR 5/8"	
14	7	UNION DRESSER 4"	



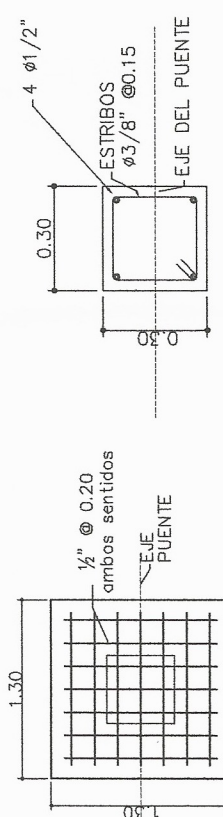
**DETALLE SUSPENSION DE TUBO**  
ESCALA: SIN ESCALA



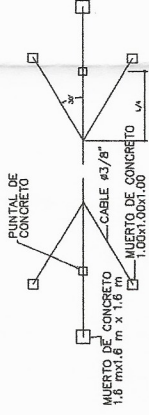
**DETALLE SUSPENSION DE TUBO**  
ESCALA: SIN ESCALA



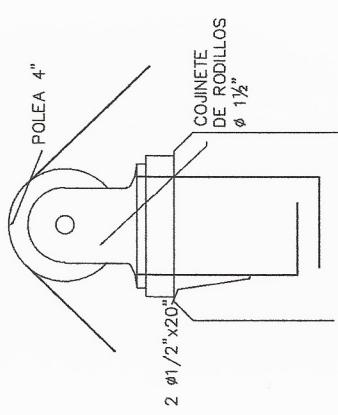
**PERFIL PASO AÉREO 30 METROS**  
ESCALA: 1/25



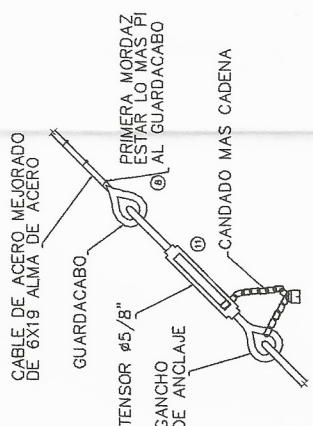
**DETALLE COLUMNA**  
ESCALA: 1/20



**DETALLE DE TENSOR**  
ESCALA: SIN ESCALA



**APOYO DEL CABLE EN COLUMNA**  
ESCALA: SIN ESCALA



**DETALLE DE TENSOR**  
ESCALA: SIN ESCALA

**DETALLE ZAPATA**  
ESCALA: 1/50

**PLANTA ESQUEMA DE TENSORES TRASVERSALES**  
ESCALA: SIN ESCALA

**NOTAS GENERALES**

- A. MATERIALES**
- 1) CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A AL COMPRESION DE 210 kg/cm<sup>2</sup>. (3000 lbs/pulg<sup>2</sup>), A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
  - 2) ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ksi.
  - 3) CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 19 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA USO.
- B. VARIOS**
- 4) EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
  - 5) LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
  - 6) EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
  - 7) LAS MORDAZAS DE ENPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
  - 8) EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
  - 9) A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
  - 10) TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
  - 11) TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
  - 12) SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INSTITUTO PROFESIONAL SUPERVISADO  
DE INGENIERIA EN OBRAS DE ACEROS Y ALUMINIO  
DEPARTAMENTO DE PROCESO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INSTITUTO PROFESIONAL SUPERVISADO  
DE INGENIERIA EN OBRAS DE ACEROS Y ALUMINIO  
DEPARTAMENTO DE PROCESO

NOMBRE DEL PROYECTO:  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO:  
DETALLES PASO AÉREO 30 METROS

DISEÑO Y CÁLCULO:  
JORGE ANTONIO SPAGUE QUIROZ

ASESOR SUPERVISOR:  
ING. MANUEL ESPINOSA ARBIZO, LICENCIADO

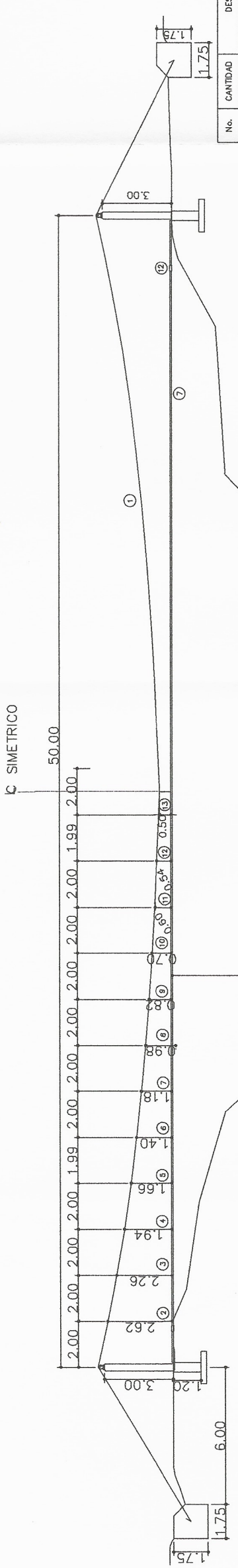
FECHA:  
SEP- 2016

ESCALA:  
INDICADA

HOJA No.  
9

F. PROFESIONAL

Vc. Bc. ALCALDE MUNICIPAL



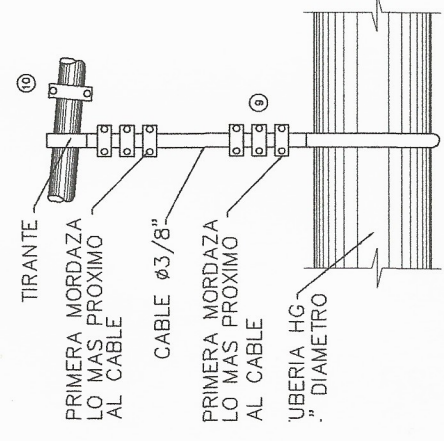
**PASO AÉREO 50 METROS**

ESCALA: 1/200

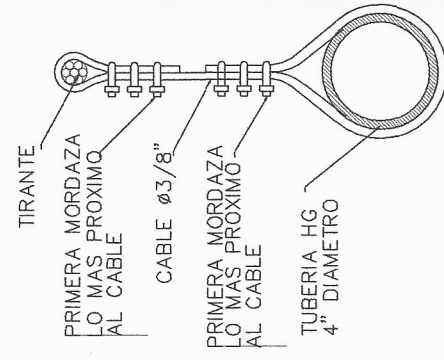
Nº.	CANTIDAD	DESCRIPCION	LONGITUD (M)
01	1	CABLE TIRANTE $\phi$ 1 1/2"	88
02	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	2.82
03	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	2.26
04	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	1.94
05	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	1.66
06	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	1.40
07	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	1.18
08	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.98
09	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.82
10	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.70
11	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.60
12	2	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.54
13	1	CABLE DE SUSPENSION $\phi$ 3/8"	0.50
14	9	TUBOS DE HG DIAMETRO 4"	
15	2	GUARDACABO	
16	54	MORDAZA DE 3/8"	
17	15	MORDAZA TIRANTE $\phi$ 3/8"	
18	2	TENSOR 5/8"	
19	10	UNION DRESSER	

**NOTAS GENERALES**

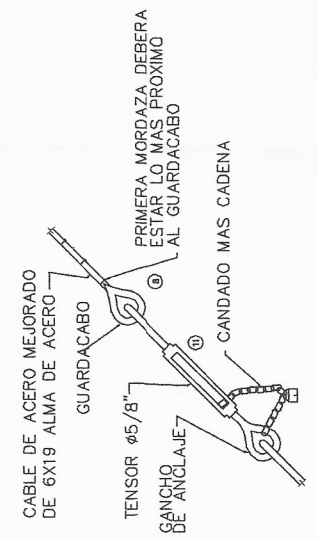
- A. MATERIALES**
- 1) CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A AL COMPRESION DE 210 kg/cm<sup>2</sup>. (3000 lbs/pulg<sup>2</sup>) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
  - 2) ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRADO 40 Ksi.
  - 3) CABLE DE ALAMBRE: SE USARA CABLE DE ACERO DE ARADO MEJORADO COMPUESTO DE 6 CORDONES DE 18 ALAMBRES POR CORDON CON ALMA DE ACERO CON UN DIAMETRO SEGUN PARA CADA USO.
- B. VARIOS**
- 4) EL NIVEL DE CIMENTACION DE LAS ZAPATAS DEBERA SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ULTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
  - 5) LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD SOPORTE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
  - 6) EL RECUBRIMIENTO EN LAS COLUMNAS Y ZAPATAS SERA DE 4.0 Y 7.5 CM. RESPECTIVAMENTE Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
  - 7) LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERAN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA PROLONGACION DEL CABLE.
  - 8) EL PUENTE HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO EXCLUSIVO DEL PASO DE LA TUBERIA.
  - 9) A LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBERAN APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
  - 10) TODAS LAS DIMENSIONES DADAS EN METROS.
  - 11) TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERAN PROTEGERSE CON 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.
  - 12) SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE, LA LOCALIZACION DEL MUERTO ESTARA DEFINIDA CONSIDERANDO QUE EL CABLE TIENE UNA INCLINACION CON RELACION 1 VERTICAL 2 HORIZONTAL.



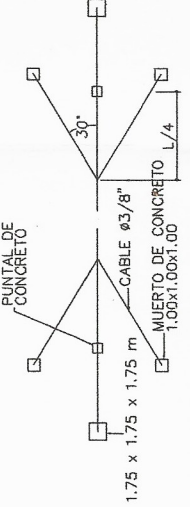
**DETALLE SUSPENSION DE TUBO**  
ESCALA: SIN ESCALA



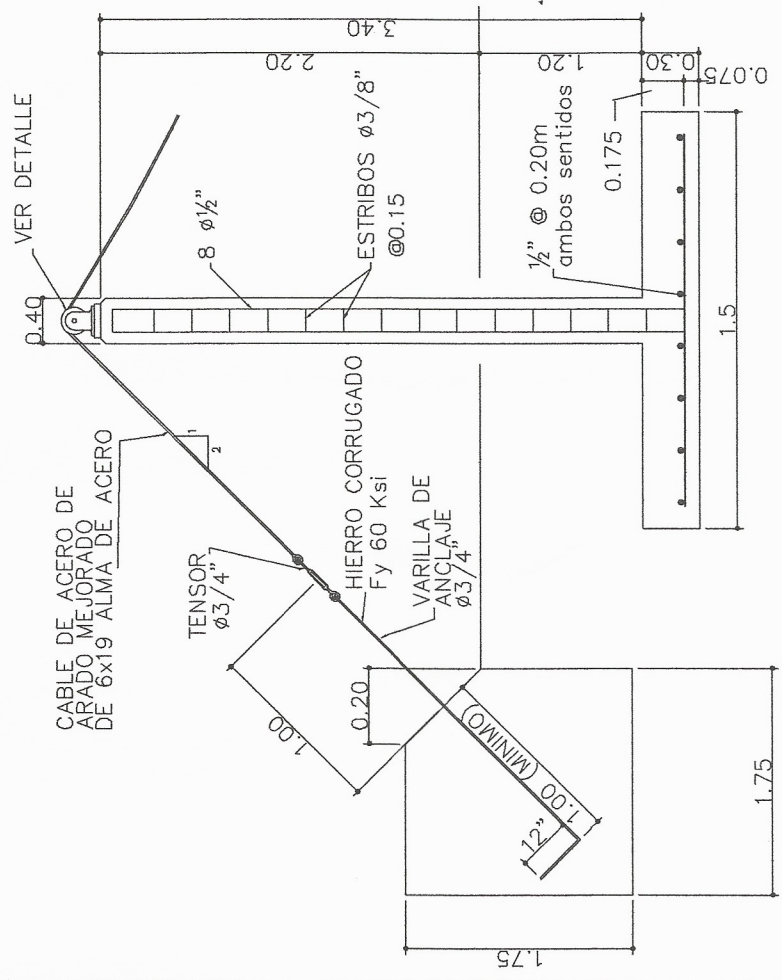
**DETALLE SUSPENSION DE TUBO**  
ESCALA: SIN ESCALA



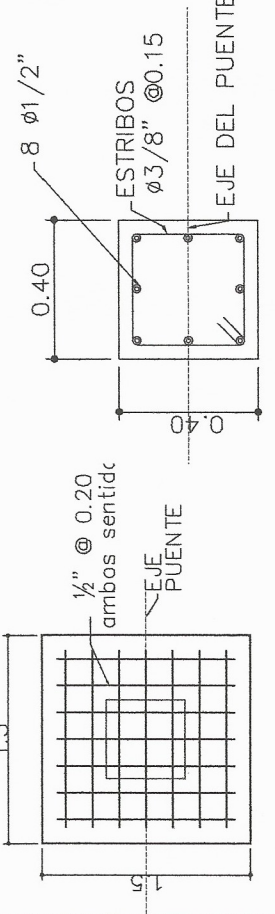
**DETALLE DE TENSOR**  
ESCALA: SIN ESCALA



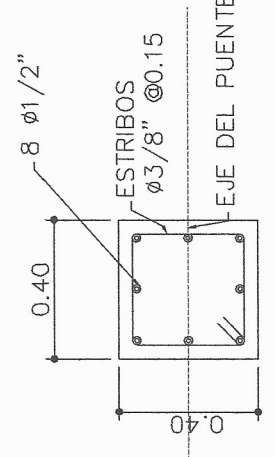
**PLANTA ESQUEMA DE TENSORES TRANSVERSALES**  
ESCALA: SIN ESCALA



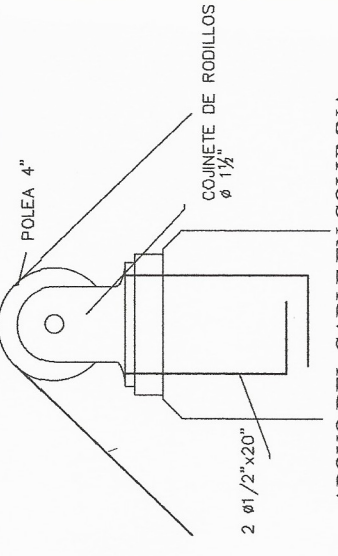
**PERFIL PASO AÉREO 50 METROS**  
ESCALA: 1/25



**DETALLE ZAPATA**  
ESCALA: 1/50



**DETALLE COLUMNA**  
ESCALA: 1/20



**APOYO DEL CABLE EN COLUMNA**  
ESCALA: SIN ESCALA

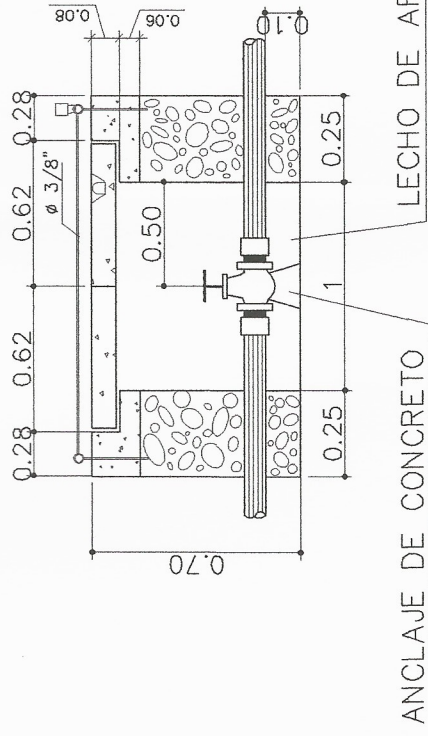
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO EL PROGRESO

NOMBRE DEL PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO: DETALLES PASO AÉREO 50 METROS

DISEÑO Y DIBUJO: JORGE ANTONIO SPAGUE GUINEZ  
DIBUJO: JORGE ANTONIO SPAGUE GUINEZ  
ASISTENTE SUPERVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALEN VERA  
FECHA: SEP-2016  
ESCALA: INDICADA  
HOJA Nº: 10  
TOTAL: 14

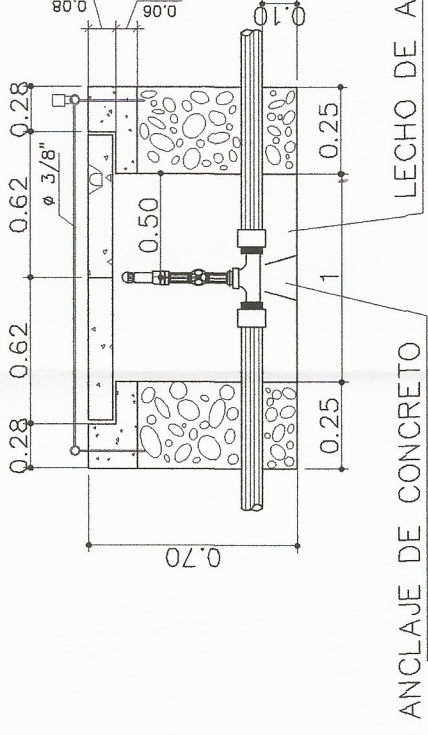
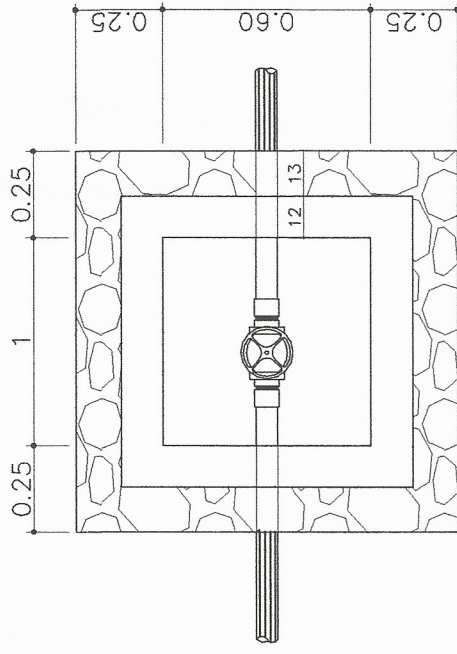
ING. B. ALCALDE MUNICIPAL



ANCLAJE DE CONCRETO

**PERFIL CAJA DE MANPOSTERÍA Y VÁLVULA DE LIMPIEZA**

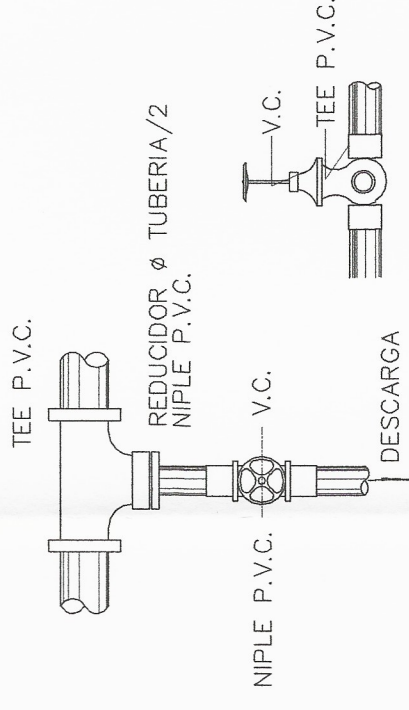
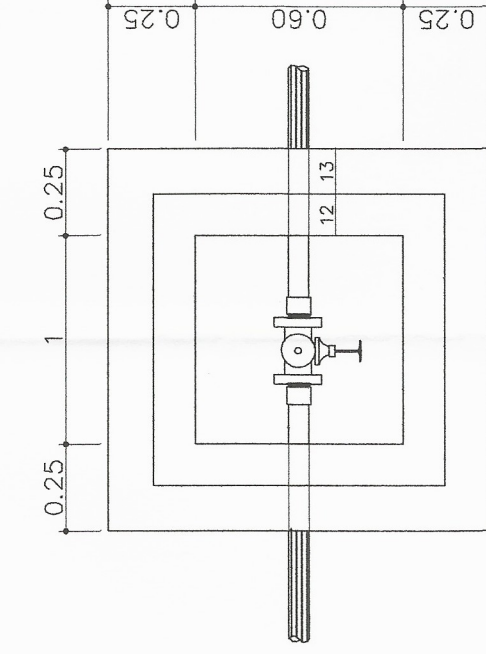
ESCALA: 1/10



ANCLAJE DE CONCRETO

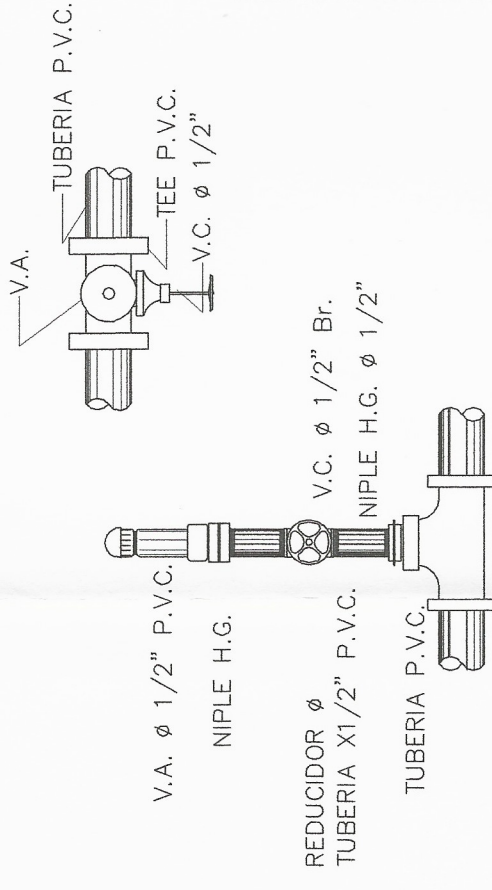
**PERFIL CAJA DE MAPOSTERÍA Y VÁLVULA DE AIRE**

ESCALA: 1/75



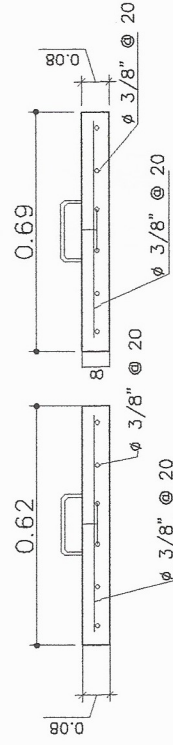
**PLANTA Y ELEVACIÓN VÁLVULA DE LIMPIEZA**

ESCALA: SIN ESCALA



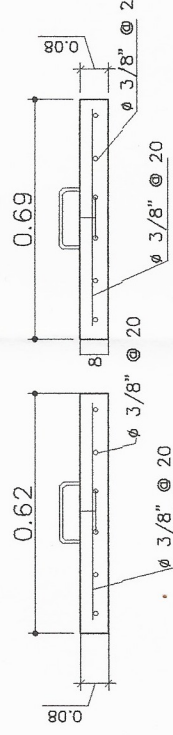
**PLANTA CAJA DE MANPOSTERÍA Y VÁLVULA DE LIMPIEZA**

ESCALA: 1/10



**PERFIL CAJA DE MAPOSTERÍA Y VÁLVULA DE AIRE**

ESCALA: 1/75



**PLANTA Y ELEVACIÓN VÁLVULA DE LIMPIEZA**

ESCALA: SIN ESCALA

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO DEL PROGRESO

NOMBRE DEL PROYECTO:  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTEUDO:  
DETALLES DE VÁLVULA DE AIRE Y VÁLVULA DE LIMPIEZA

DISEÑO Y CÁLCULO	DIBUJO:	FECHA:	
JORGE ANTONIO SERRANO QUIROGA	JORGE ANTONIO SERRANO QUIROGA	SEP-2016	
ASESOR SUPERVISOR		ESCALA:	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OSMETA		INDICADA	
		HOJA No.	11
			13

V. Bc. ALCALDE MUNICIPAL

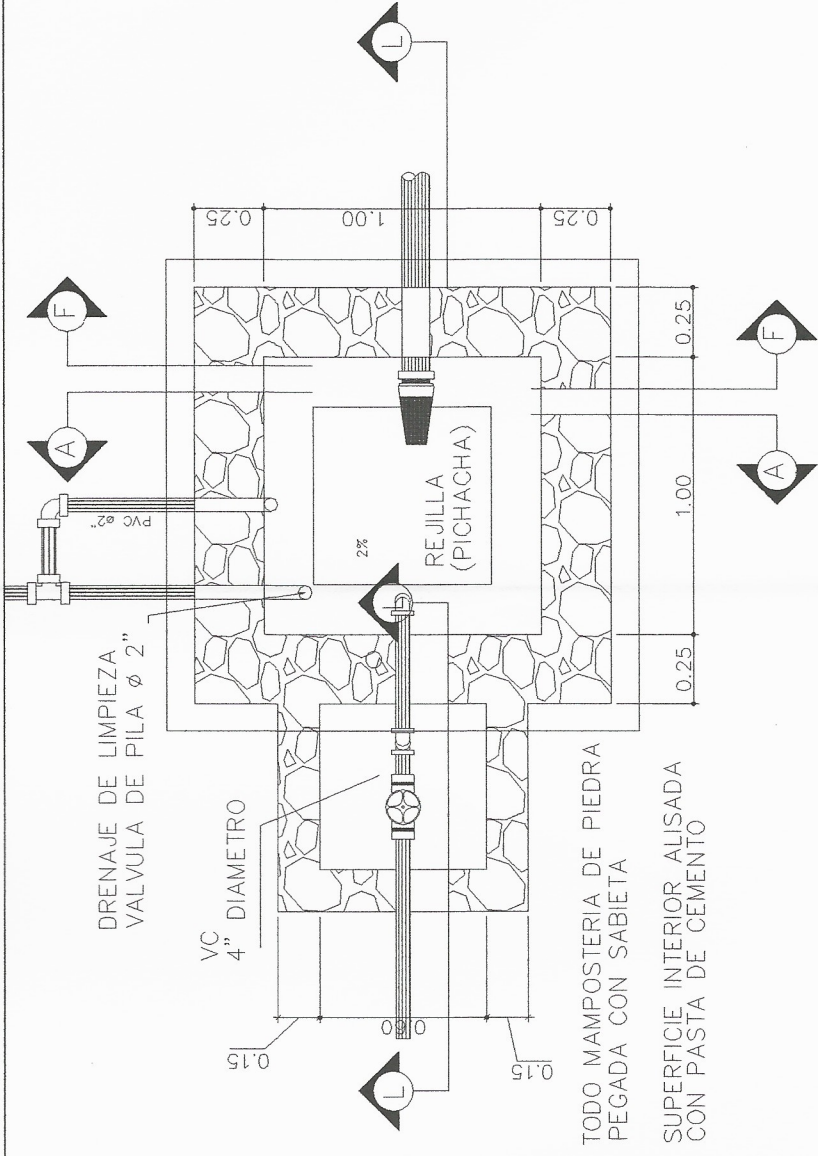
**TAPADERAS DE CAJA DE MANPOSTERÍA**

ESCALA: 1/20

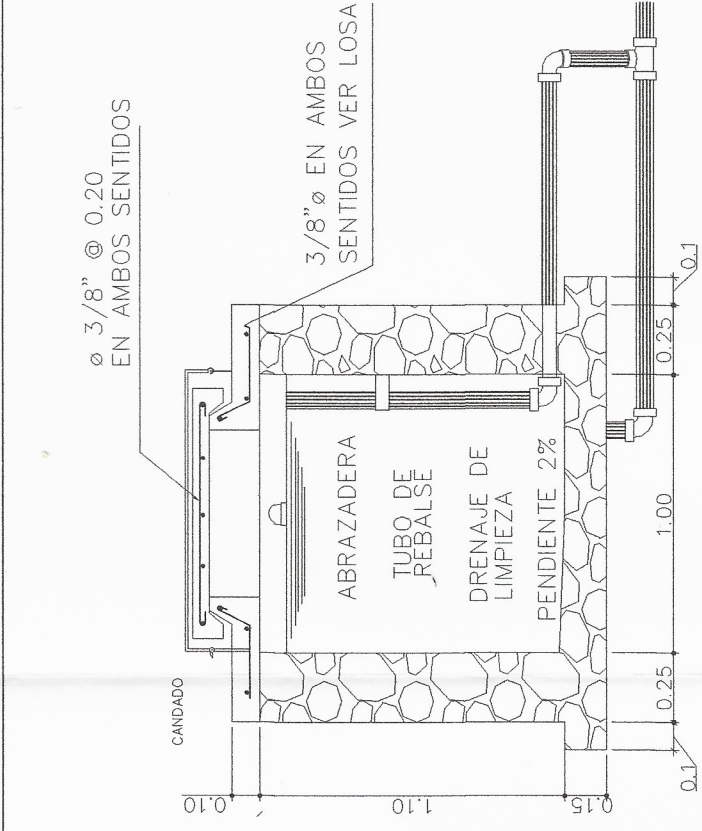
**TAPADERAS DE CAJA DE MANPOSTERÍA**

ESCALA: 1/20

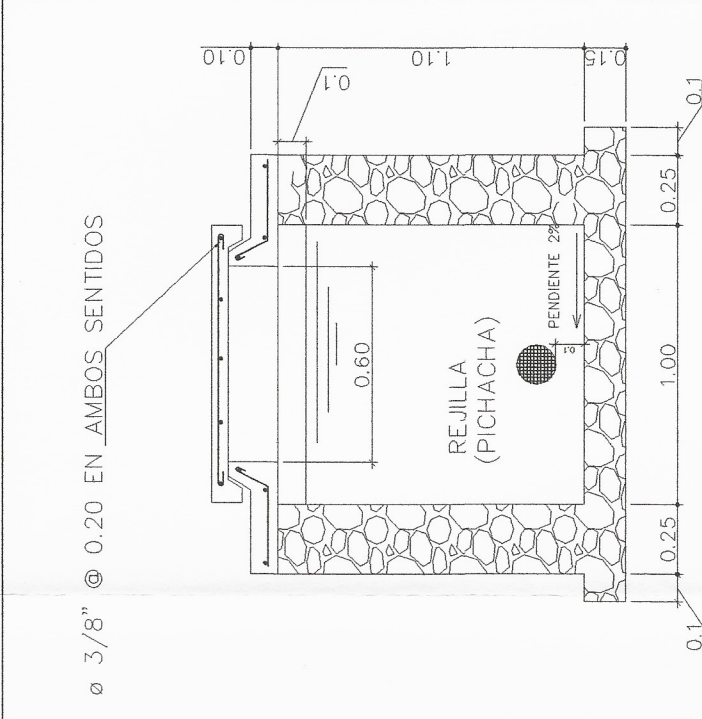




**PLANTA CAJA ROMPE PRESIÓN**  
ESCALA: 1/12.5

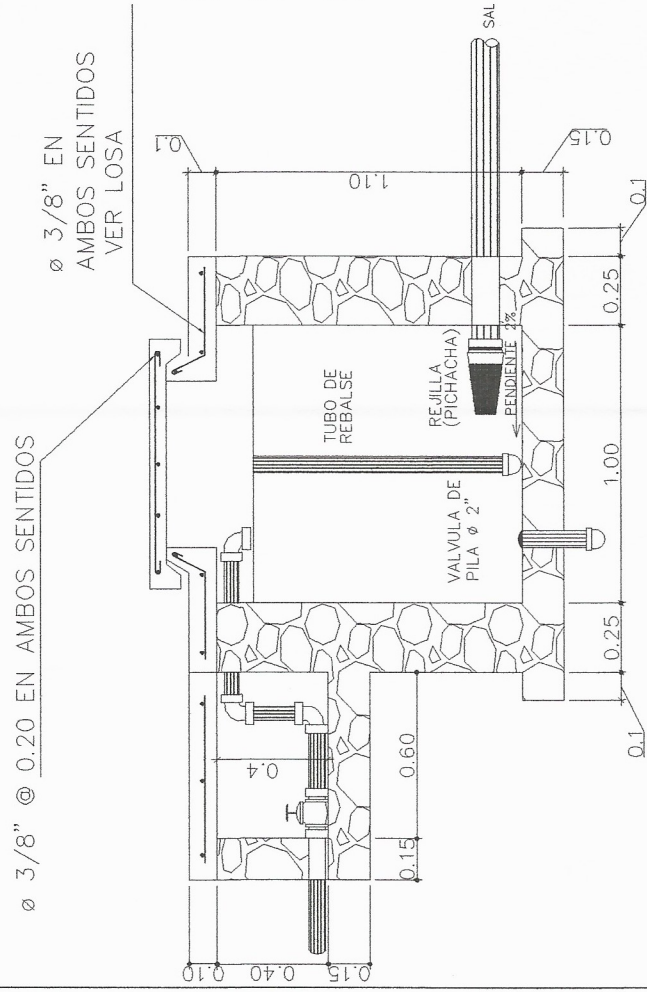


**SECCIÓN A-A**  
ESCALA: 1/12.5

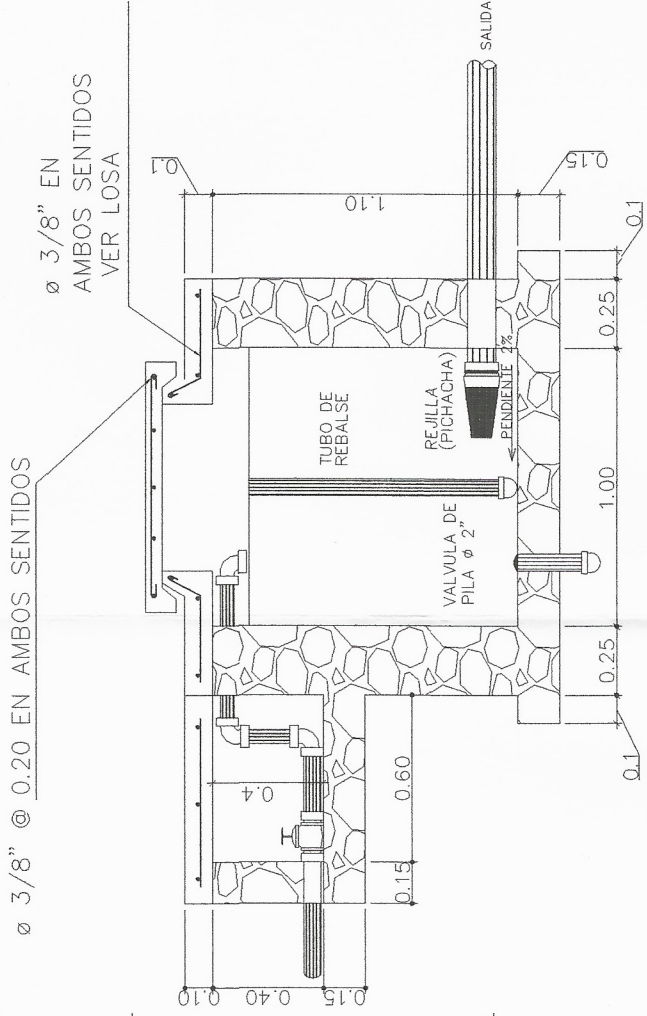


**SECCIÓN F-F**  
ESCALA: 1/12.5

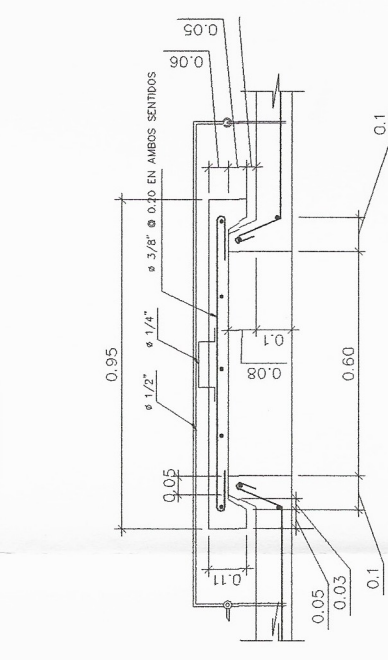
TODO MAMPOSTERIA DE PIEDRA PEGADO CON SABIETA



**SECCIÓN A-A**  
ESCALA: 1/12.5



**SECCIÓN L-L**  
ESCALA: 1/12.5



**DETALLE DE TAPADERA**  
ESCALA: 1/10

**NOTAS:**

- 1) MAMPOSTERIA 67% PIEDRA 33% SABIETA 1: CONCRETO 2 ARENA DE RIO
- 2) CONCRETO = F'c 3 Ksi
- 3) ACERO DE REFUERZO Fy = 40 Ksi
- 4) EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBALSE SERA MAYOR QUE EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE LA TUBERIA DE ENTRADA Y EL MINIMO SER 2"

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS, GUATEMALA  
DEPARTAMENTO DE PROGRESO

NOMBRE DEL PROYECTO: **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO, SAN CARLOS, GUATEMALA**

CONTIENE: **DETALLES DE CAJA ROMPE PRESION**

DISEÑO Y CALCULO: **JORGE ANTONIO SIPAQUE GONZALEZ**

ASESOR SUPLENTE: **ING. FRANCISCO ALBERTO ABRILLO GONZALEZ**

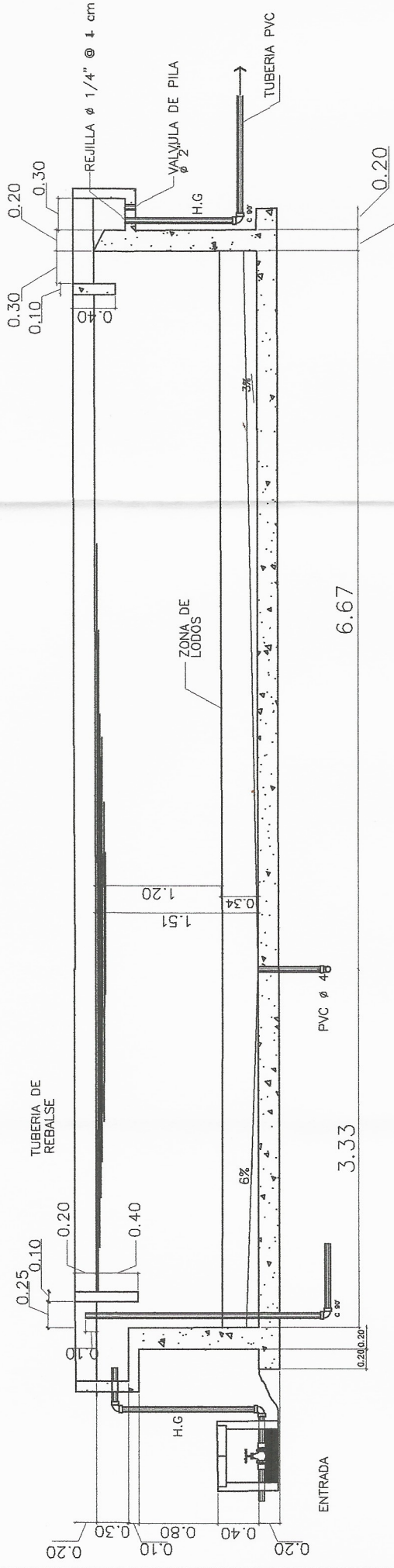
FECHA: **SEP-2016**

ESCALA: **INDICADA**

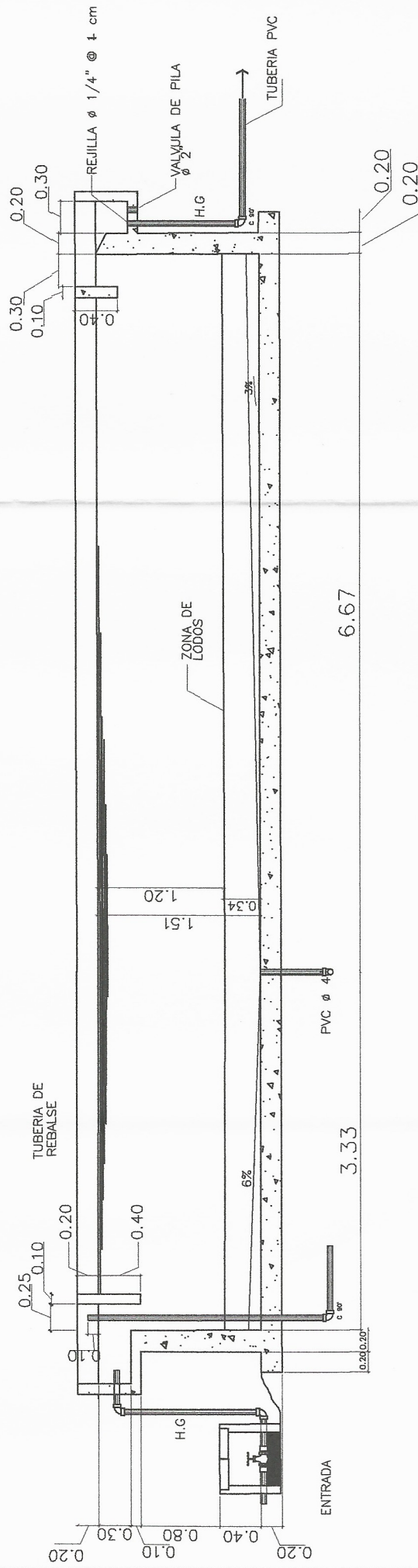
HOJA No. **12**

F. **PROFESIONAL**

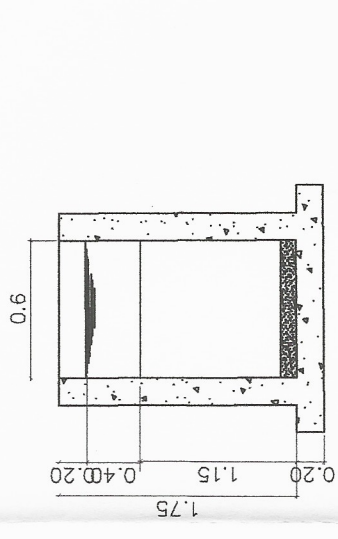
Vo. Bo. ALCALDE MUNICIPAL



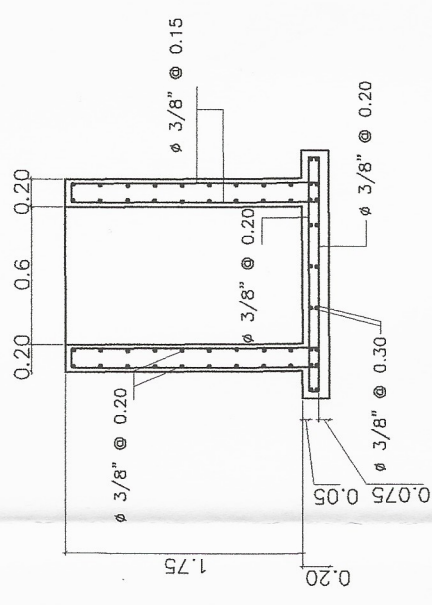
PLANTA DE DESARENADOR  
ESCALA: 1/25



CORTE LONGITUDINAL A-A  
ESCALA: 1/25



CORTE TRASVERSAL E-E  
ESCALA: 1/25



CORTE TRASVERSAL E-E (DETALLE ARMADO)  
ESCALA: 1/25

NOTAS GENERALES

- 1) SE USARA CONCRETO CON  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  A LOS 28 DIAS, CON UNA RELACION AGUA/CE-  
MENTO = 0.55 (6 GAL./SACCO).
- 2) SE USARA PIEDRA DE  $3/4" - 1"$
- 3) SE USARA ACERO DE REFUERZO CON  $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$  (GRADO 40 KSI)
- 4) TODOS LOS REQUERIMIENTOS INDICADOS SE MEDIRAN DESDE EL ROSTRO DEL REFUERZO A LA CARA EXTERIOR DEL CONCRETO.
- 5) LOS DESNIVELES DEL PISO QUE FORMAN LOS PANGUELOS SE CONSTRUIRAN CON MEZCLON PROPORCION 1:3:17/10
- 6) TODAS LAS PAREDES Y PISOS DEBERAN ALISARSE CON SABIETA PROPORCION 1:2 CEMENTO-ARENA DE RIO.
- 7) EL REFUERZO VERTICAL DEBERA LIMPIARSE DE REBASAS DE CONCRETO Y/O LECHADA ANTES DE FUNDIR LOS MUROS.
- 8) EL TANQUE ESTA DISENADO PARA TRABAJAR SUPERFICIALMENTE O ENTERRADO.
- 9) LA PROFUNDIDAD MINIMA DE CIMENTACION SERA DE 0.60 mts.
- 10) SI EL MATERIAL DE BASE ES ARENOSO DEBERA IMPERMEABILIZARSE CON LECHADA DE CEMENTO ANTES DE FUNDIR LA LOSA INFERIOR.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO DEL PROGRESO

UNIVERSIDAD DE San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL  
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO DEL PROGRESO

NOMBRE DEL PROYECTO:  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO:  
DETALLES DE DESARENADOR

DISENO Y CATCHLO	COLEGIADO	DIBUJO:	FECHA:
ARG. LEONARDO CHANTA	3591	JORGE ANTONIO SPANUE QUIJONES	SEP- 2016
ASESOR SUPERVISOR			ESCALA:
ING. MANUEL ALFREDO ARRIVALACA OCHIETA			INDICADA
			HOJA No.
			13
			14

F. V. B. ALCALDE MUNICIPAL

CORTE LONGITUDINAL A-A (DETALLE ARMADO)  
ESCALA: 1/25


VA A FILTROS LENTOS

# LIBRETA TOPOGRAFICA

LIBRETA TOPOGRAFICA			
LINEA	LONGITUD	AZIMUT	COORDENADA FINAL
L1	12.22	353° 20' 52.18"	(790071.08,1625125.75)
L2	27.20	350° 23' 00.77"	(790066.54,1625152.57)
L3	23.79	333° 51' 17.38"	(790056.05,1625173.93)
L4	7.81	342° 18' 46.57"	(790053.68,1625181.37)
L5	15.13	330° 22' 03.65"	(790046.20,1625194.53)
L6	18.00	331° 57' 26.57"	(790037.73,1625210.41)
L7	17.52	327° 32' 59.35"	(790028.33,1625225.20)
L8	37.13	320° 46' 59.46"	(790004.86,1625253.96)
L9	14.70	321° 34' 51.72"	(789995.73,1625265.48)
L10	32.08	328° 42' 11.77"	(789979.06,1625292.89)
L11	33.16	343° 54' 35.65"	(789969.87,1625324.75)
L12	38.21	340° 57' 18.07"	(789957.40,1625360.87)
L13	12.65	331° 36' 50.33"	(789951.44,1625371.91)
L14	15.26	331° 36' 50.33"	(789944.18,1625385.34)
L15	63.37	331° 36' 53.20"	(789914.05,1625441.09)
L16	11.23	302° 36' 56.45"	(789904.60,1625447.14)
L17	13.68	278° 30' 02.37"	(789891.07,1625449.16)
L18	8.57	290° 48' 38.24"	(789883.06,1625452.20)
L19	48.55	311° 57' 00.77"	(789846.95,1625484.66)
L20	34.79	316° 54' 53.70"	(789823.18,1625510.07)
L21	27.39	326° 36' 39.36"	(789798.30,1625532.94)
L22	13.62	317° 40' 03.27"	(789788.30,1625552.05)
L23	13.96	310° 21' 14.35"	(789765.84,1625564.12)
L24	25.50	298° 14' 38.28"	(789737.42,1625585.62)
L25	35.64	307° 06' 32.73"	(789703.58,1625619.30)
L26	34.31	303° 11' 50.93"	(789708.70,1625634.43)
L27	15.50	344° 01' 31.94"	(789719.58,1625651.49)
L28	21.40	45° 01' 38.90"	(789724.14,1625670.53)
L29	19.39	28° 23' 08.24"	(789716.09,1625679.76)
L30	19.60	346° 15' 44.89"	(789703.58,1625697.04)
L31	12.25	318° 53' 57.34"	(789698.16,1625716.05)
L32	21.33	324° 05' 43.71"	(789694.01,1625735.40)
L33	19.77	344° 05' 44.13"	(789672.93,1625771.45)
L34	19.67	10° 18' 29.15"	(789662.18,1625783.20)
L35	17.83	334° 31' 16.92"	(789658.55,1625791.39)
L36	29.03	313° 25' 54.89"	(789652.31,1625818.53)
L37	15.93	317° 32' 42.81"	(789643.03,1625827.69)
L38	8.95	336° 04' 52.74"	(789634.03,1625837.98)
L39	27.85	347° 02' 36.04"	(789624.32,1625842.32)
L40	13.03	314° 37' 06.72"	(789614.06,1625842.32)
L41	30.74	289° 34' 19.87"	(789604.60,1625850.83)
L42	18.29	283° 42' 10.65"	(789594.01,1625860.92)
L43	16.62	300° 49' 25.25"	(789584.42,1625860.92)
L44	13.72	317° 20' 55.26"	(789574.73,1625860.92)
L45	23.60	325° 43' 04.29"	(789564.42,1625860.92)
L46	22.82	328° 52' 40.18"	(789554.42,1625860.92)
L47	13.66	337° 31' 25.99"	(789544.42,1625860.92)
L48	24.15	343° 30' 54.38"	(789534.42,1625860.92)
L49	18.05	340° 19' 48.32"	(789524.42,1625860.92)
L50	14.02	342° 35' 55.60"	(789514.42,1625860.92)

LIBRETA TOPOGRAFICA			
LINEA	LONGITUD	AZIMUT	COORDENADA FINAL
L51	24.20	353° 55' 32.05"	(789525.30,1625966.10)
L52	13.81	348° 36' 36.62"	(789520.01,1626003.70)
L53	9.59	342° 07' 39.90"	(789517.07,1626012.83)
L54	34.62	335° 33' 26.45"	(789502.74,1626044.35)
L55	13.47	331° 21' 24.57"	(789496.29,1626056.16)
L56	37.41	322° 51' 55.94"	(789473.70,1626085.99)
L57	14.83	322° 13' 37.13"	(789464.62,1626097.71)
L58	15.17	312° 29' 12.80"	(789453.43,1626107.96)
L59	13.06	310° 36' 25.19"	(789443.52,1626116.46)
L60	28.37	336° 49' 27.50"	(789432.35,1626142.54)
L61	15.12	357° 17' 33.72"	(789431.64,1626157.64)
L62	23.88	5° 11' 28.76"	(789433.80,1626181.42)
L63	12.39	2° 30' 07.94"	(789434.34,1626193.80)
L64	14.95	344° 52' 37.71"	(789430.44,1626208.24)
L65	13.10	338° 19' 09.16"	(789425.60,1626220.41)
L66	10.81	343° 52' 18.06"	(789422.59,1626230.79)
L67	23.11	341° 11' 43.65"	(789415.15,1626252.67)
L68	38.06	349° 07' 39.92"	(789407.97,1626290.05)
L69	25.69	277° 49' 54.49"	(789382.52,1626293.55)
L70	16.39	341° 35' 16.77"	(789377.34,1626309.10)
L71	22.88	343° 21' 04.84"	(789370.79,1626331.02)
L72	20.09	338° 54' 45.12"	(789363.56,1626349.77)
L73	17.56	345° 47' 44.95"	(789359.25,1626366.79)
L74	44.95	350° 45' 07.76"	(789352.03,1626411.15)
L75	49.06	28° 34' 11.57"	(789345.49,1626454.24)
L76	10.05	30° 04' 37.28"	(789340.52,1626462.94)
L77	24.42	34° 31' 51.37"	(789334.36,1626483.05)
L78	20.08	44° 11' 33.06"	(789328.56,1626497.44)
L79	16.54	46° 48' 58.69"	(789324.42,1626508.77)
L80	29.25	46° 49' 04.25"	(789320.42,1626528.78)
L81	19.99	45° 45' 02.91"	(789316.07,1626542.73)
L82	8.00	54° 20' 13.79"	(789312.57,1626567.39)
L83	15.16	38° 52' 20.19"	(789308.36,1626589.92)
L84	19.14	42° 47' 46.58"	(789303.40,1626601.17)
L85	13.89	45° 02' 19.44"	(789299.89,1626626.78)
L86	10.91	51° 02' 07.27"	(789296.58,1626659.69)
L87	14.89	48° 59' 33.10"	(789293.43,1626697.43)
L88	3.25	62° 54' 48.76"	(789290.49,1626730.30)
L89	20.38	354° 50' 10.77"	(789287.73,1626767.11)
L90	14.57	353° 20' 30.31"	(789285.08,1626805.83)
L91	28.96	351° 49' 41.66"	(789282.35,1626837.98)
L92	14.93	337° 40' 41.94"	(789279.73,1626871.45)
L93	29.29	0° 16' 25.89"	(789277.07,1626909.92)
L94	12.30	335° 57' 25.51"	(789274.42,1626949.15)
L95	38.32	333° 41' 44.69"	(789271.73,1626997.72)
L96	11.22	295° 06' 11.79"	(789269.05,1627040.48)
L97	9.29	285° 38' 23.42"	(789266.36,1627089.62)
L98	8.49	320° 28' 01.40"	(789263.67,1627137.95)
L99	31.99	10° 56' 23.14"	(789261.00,1627181.95)
L100	30.24	25° 36' 45.65"	(789258.33,1627232.40)

LIBRETA TOPOGRAFICA			
LINEA	LONGITUD	AZIMUT	COORDENADA FINAL
L101	23.19	43° 17' 15.29"	(789492.92,1626842.66)
L102	20.10	338° 30' 58.50"	(789485.56,1626881.36)
L103	23.54	338° 45' 16.33"	(789477.03,1626883.30)
L104	13.07	8° 40' 10.20"	(789479.00,1626896.22)
L105	34.26	26° 54' 05.91"	(789474.50,1626926.77)
L106	12.91	52° 50' 14.05"	(789474.50,1626934.57)
L107	64.89	8° 21' 53.49"	(789474.50,1626998.77)
L108	10.17	341° 57' 25.18"	(789474.50,1627008.44)
L109	50.25	354° 00' 12.69"	(789474.50,1627058.42)
L110	75.90	315° 10' 14.91"	(789452.32,162712.25)
L111	33.65	319° 47' 51.50"	(789430.60,1627137.95)
L112	0.76	328° 23' 32.99"	(789430.60,1627138.60)
L113	12.56	357° 07' 26.12"	(789429.57,1627151.14)
L114	36.73	316° 53' 50.62"	(789404.47,1627177.96)
L115	24.66	356° 19' 35.63"	(789402.89,1627202.57)
L116	11.85	24° 25' 26.21"	(789407.79,1627213.36)
L117	2.52	9° 01' 54.54"	(789408.18,1627215.84)
L118	16.57	2° 24' 14.18"	(789408.68,1627232.40)
L119	8.43	306° 48' 06.95"	(789402.13,1627237.45)
L120	28.30	309° 42' 34.76"	(789380.36,1627255.53)
L121	27.41	302° 50' 58.21"	(789357.33,1627270.40)
L122	37.09	297° 31' 31.51"	(789324.44,1627287.54)
L123	20.95	262° 05' 53.18"	(789303.69,1627284.66)
L124	13.30	286° 35' 46.03"	(789290.94,1627288.46)
L125	29.10	300° 38' 10.46"	(789265.90,1627303.29)
L126	52.14	338° 20' 07.08"	(789246.65,1627351.75)
L127	34.88	3° 57' 41.66"	(789249.06,1627386.55)
L128	26.94	17° 56' 38.36"	(789257.36,1627412.18)
L129	28.42	351° 46' 02.17"	(789253.29,1627440.31)
L130	39.96	314° 50' 52.49"	(789224.96,1627468.49)
L131	33.78	274° 24' 51.54"	(789191.28,1627471.09)
L132	3.43	238° 34' 42.04"	(789188.35,1627469.30)
L133	18.42	253° 36' 06.06"	(789170.68,1627464.10)
L134	14.42	343° 36' 06.06"	(789166.61,1627477.93)
L135	32.30	305° 35' 58.18"	(789140.35,1627496.73)
L136	8.40	280° 54' 31.35"	(789132.10,1627498.32)
L137	43.98	290° 18' 05.11"	(789090.85,1627513.58)
L138	16.73	308° 10' 42.19"	(789077.70,1627523.92)
L139	50.64	312° 00' 23.60"	(789040.07,1627557.81)
L140	18.88	330° 54' 36.10"	(789030.89,1627574.31)
L141	14.58	299° 43' 48.93"	(789018.23,1627581.54)
L142	88.10	320° 07' 13.16"	(788961.74,1627649.15)
L143	163.47	312° 50' 08.84"	(788884.87,1627760.29)
L144	33.66	330° 37' 28.66"	(788825.36,1627789.62)
L145	17.28	30° 37' 00.69"	(788834.16,1627804.49)
L146	78.52	8° 31' 57.26"	(788845.81,1627852.14)
L147	72.16	355° 02' 21.12"	(788839.57,1627954.03)
L148	51.95	353° 22' 02.95"	(788833.57,1628005.63)
L149	39.39	26° 26' 29.24"	(788851.11,1628040.90)
L150	72.10	315° 05' 43.88"	(788800.21,1628091.97)



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL  
 MUNICIPIO DE SAN CARLOS  
 DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO

---

NOMBRE DEL PROYECTO:  
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA CALIENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO:  
 LIBRETA TOPOGRAFICA

---

DISEÑO Y CALCULO:  
 JORGE ANTONIO SPAQUE QUIROGA

ASISTENTE SUPERVISOR:  
 ING. ENRIQUE ARRIVALLAGA JOHNETA

FECHA:  
 SEP-2016

ESCALA:  
 INDICADA


HOJA No.  
 14

F. Vo. Bb. ALCALDIE MUNICIPAL

# LIBRETA TOPOGRAFICA

LIBRETA TOPOGRAFICA					
LINEA	LONGITUD	AZIMUT	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL	
L201	56.24	83° 06' 37.38"	(788961.19,1630567.04)	(788905.04,1630570.09)	
L202	16.34	62° 05' 03.48"	(788975.63,1630574.69)	(788961.19,1630567.04)	
L203	37.35	31° 49' 53.06"	(788995.33,1630606.42)	(788975.63,1630574.69)	
L204	36.38	30° 27' 58.54"	(789013.77,1630637.78)	(788995.33,1630606.42)	
L205	14.60	3° 25' 00.54"	(789014.64,1630652.36)	(789013.77,1630637.78)	
L206	77.14	340° 03' 04.37"	(788988.32,1630724.87)	(789014.64,1630652.36)	
L207	47.77	329° 34' 14.83"	(788964.13,1630766.06)	(788988.32,1630724.87)	
L208	13.99	336° 40' 39.91"	(788958.59,1630778.91)	(788964.13,1630766.06)	
L209	10.30	315° 04' 43.33"	(788951.32,1630786.20)	(788958.59,1630778.91)	
L210	46.53	313° 17' 55.51"	(788917.45,1630818.11)	(788951.32,1630786.20)	

LIBRETA TOPOGRAFICA					
LINEA	LONGITUD	AZIMUT	COORDENADA INICIAL	COORDENADA FINAL	
L51	24.20	353° 55' 32.05"	(789522.74,1625990.16)	(789525.30,1625966.10)	
L52	13.81	348° 36' 36.62"	(789520.01,1626003.70)	(789522.74,1625990.16)	
L53	9.59	342° 07' 39.90"	(789517.07,1626012.83)	(789520.01,1626003.70)	
L54	34.62	335° 33' 26.45"	(789502.74,1626044.35)	(789517.07,1626012.83)	
L55	13.47	331° 21' 24.57"	(789496.29,1626056.16)	(789502.74,1626044.35)	
L56	37.41	322° 51' 55.94"	(789473.70,1626085.99)	(789496.29,1626056.16)	
L57	14.83	322° 13' 37.13"	(789464.62,1626097.71)	(789473.70,1626085.99)	
L58	15.17	312° 29' 12.80"	(789453.43,1626107.96)	(789464.62,1626097.71)	
L59	13.06	310° 36' 25.19"	(789443.52,1626116.46)	(789453.43,1626107.96)	
L60	28.37	336° 49' 27.50"	(789432.35,1626142.54)	(789443.52,1626116.46)	
L61	15.12	357° 17' 33.72"	(789431.64,1626157.64)	(789432.35,1626142.54)	
L62	23.88	5° 11' 28.76"	(789433.80,1626181.42)	(789431.64,1626157.64)	
L63	12.39	2° 30' 07.94"	(789434.34,1626193.80)	(789433.80,1626181.42)	
L64	14.95	344° 52' 37.71"	(789430.44,1626208.24)	(789434.34,1626193.80)	
L65	13.10	338° 19' 09.16"	(789425.60,1626220.41)	(789430.44,1626208.24)	
L66	10.81	343° 52' 18.06"	(789422.59,1626230.79)	(789425.60,1626220.41)	
L67	23.11	341° 11' 43.65"	(789415.15,1626252.67)	(789422.59,1626230.79)	
L68	38.06	349° 07' 39.92"	(789407.97,1626290.05)	(789415.15,1626252.67)	
L69	25.69	277° 49' 54.49"	(789382.52,1626293.55)	(789407.97,1626290.05)	
L70	16.39	341° 35' 16.77"	(789377.34,1626309.10)	(789382.52,1626293.55)	
L71	22.88	343° 21' 04.84"	(789370.79,1626331.02)	(789377.34,1626309.10)	
L72	20.09	338° 54' 45.12"	(789363.56,1626349.77)	(789370.79,1626331.02)	
L73	17.56	345° 47' 44.95"	(789359.25,1626366.79)	(789363.56,1626349.77)	
L74	44.95	350° 45' 07.76"	(789352.03,1626411.15)	(789359.25,1626366.79)	
L75	49.06	28° 34' 11.57"	(789375.49,1626454.24)	(789352.03,1626411.15)	
L76	10.05	30° 04' 37.28"	(789380.52,1626462.94)	(789375.49,1626454.24)	
L77	24.42	34° 31' 51.37"	(789394.36,1626483.05)	(789380.52,1626462.94)	
L78	20.08	44° 11' 33.06"	(789408.36,1626497.44)	(789394.36,1626483.05)	
L79	16.54	46° 48' 58.69"	(789420.42,1626508.77)	(789408.36,1626497.44)	
L80	29.25	46° 49' 04.25"	(789441.75,1626528.78)	(789420.42,1626508.77)	
L81	19.99	45° 45' 02.91"	(789456.07,1626542.73)	(789441.75,1626528.78)	
L82	8.00	54° 20' 13.79"	(789462.57,1626547.39)	(789456.07,1626542.73)	
L83	15.16	38° 52' 20.19"	(789472.08,1626559.20)	(789462.57,1626547.39)	
L84	19.14	42° 47' 46.58"	(789485.08,1626573.24)	(789472.08,1626559.20)	
L85	13.89	45° 02' 19.44"	(789494.92,1626583.06)	(789485.08,1626573.24)	
L86	10.91	51° 02' 07.27"	(789503.40,1626589.92)	(789494.92,1626583.06)	
L87	14.89	48° 59' 33.10"	(789514.64,1626599.69)	(789503.40,1626589.92)	
L88	3.25	62° 54' 48.76"	(789517.53,1626601.17)	(789514.64,1626599.69)	
L89	20.38	354° 50' 10.77"	(789515.70,1626621.48)	(789517.53,1626601.17)	
L90	14.57	353° 20' 30.31"	(789514.01,1626635.95)	(789515.70,1626621.48)	
L91	28.96	351° 49' 41.66"	(789509.89,1626664.62)	(789514.01,1626635.95)	
L92	14.93	337° 40' 41.94"	(789504.22,1626678.43)	(789509.89,1626664.62)	
L93	29.29	0° 16' 25.89"	(789504.36,1626707.72)	(789504.22,1626678.43)	
L94	12.30	335° 57' 25.51"	(789499.35,1626718.95)	(789504.36,1626707.72)	
L95	38.32	333° 41' 44.69"	(789482.37,1626753.30)	(789499.35,1626718.95)	
L96	11.22	295° 06' 11.79"	(789472.21,1626756.06)	(789482.37,1626753.30)	
L97	9.29	285° 38' 23.42"	(789463.26,1626767.11)	(789472.21,1626756.06)	
L98	8.49	320° 28' 01.40"	(789457.86,1626767.11)	(789463.26,1626767.11)	
L99	31.99	10° 56' 23.14"	(789463.93,1626798.52)	(789457.86,1626767.11)	
L100	30.24	25° 38' 45.65"	(789477.02,1626825.78)	(789463.93,1626798.52)	



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO  
MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ  
DEPARTAMENTO EL PROGRESO.

HOMBRE DEL PROYECTO:  
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ALDEA AGUA  
CALLENTE, EL PROGRESO.

CONTENIDO:  
LIBRETA TOPOGRAFICA

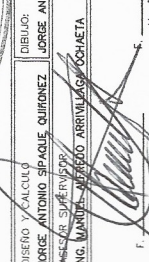
DISEÑO Y CALCULO:  
JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIROGUEZ

REVISAR SUPERVISOR:  
ING. MÓNICA ALEJANDRO ARRIVALZA GONZALEZ

FECHA:  
SEP- 2016

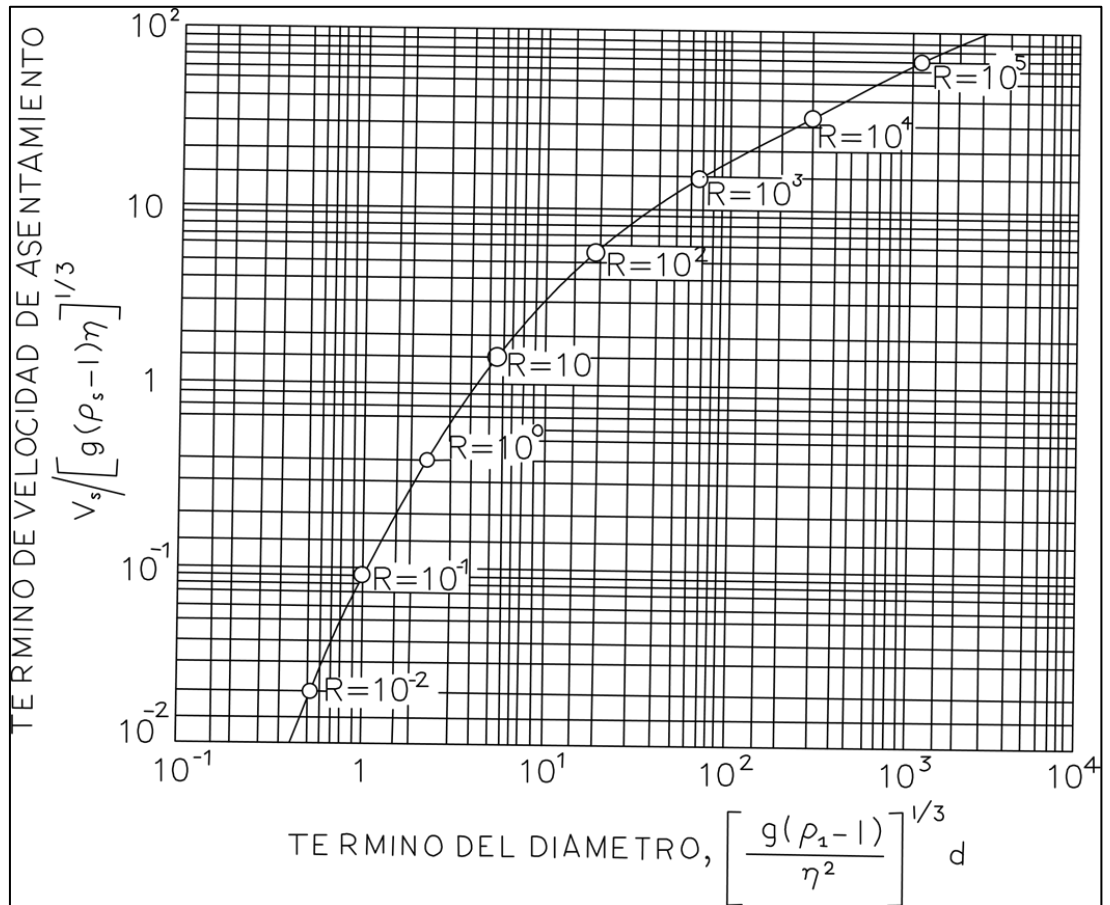
ESCALA:  
INDICADA

FOLIA No.  
14

Prof.  No. Bº. ALCALDE MUNICIPAL

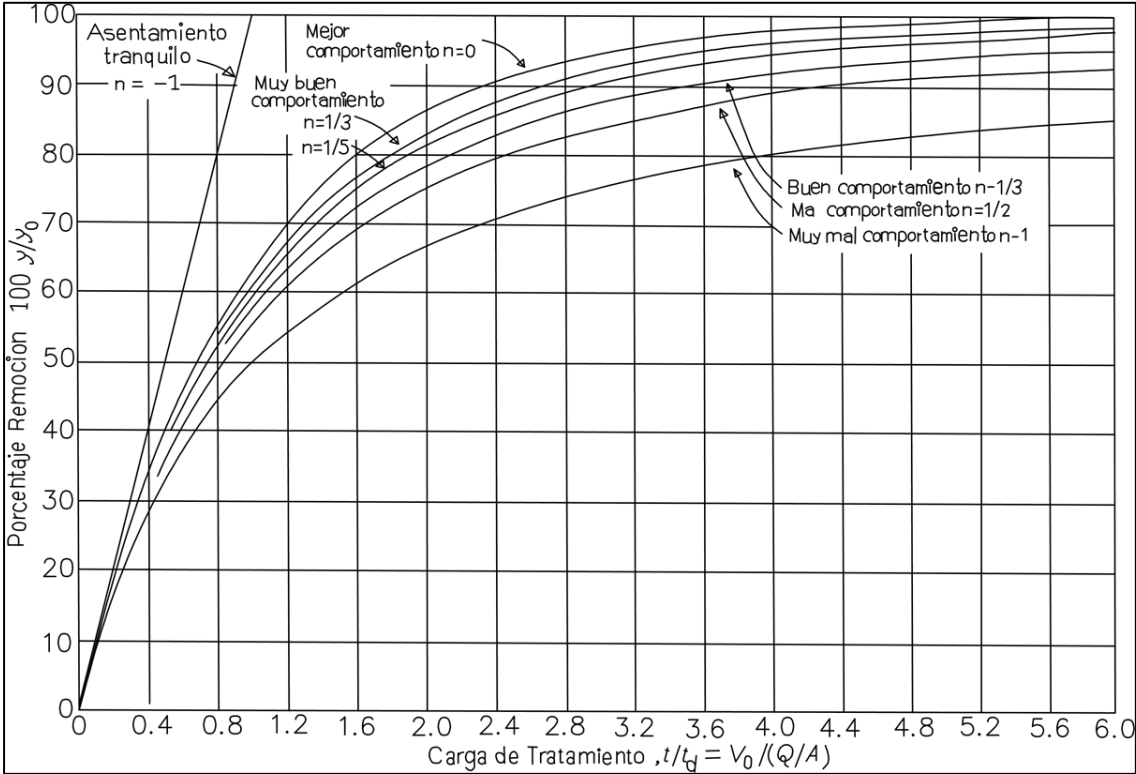
# ANEXOS

## Anexo 1. Valores de sedimentación



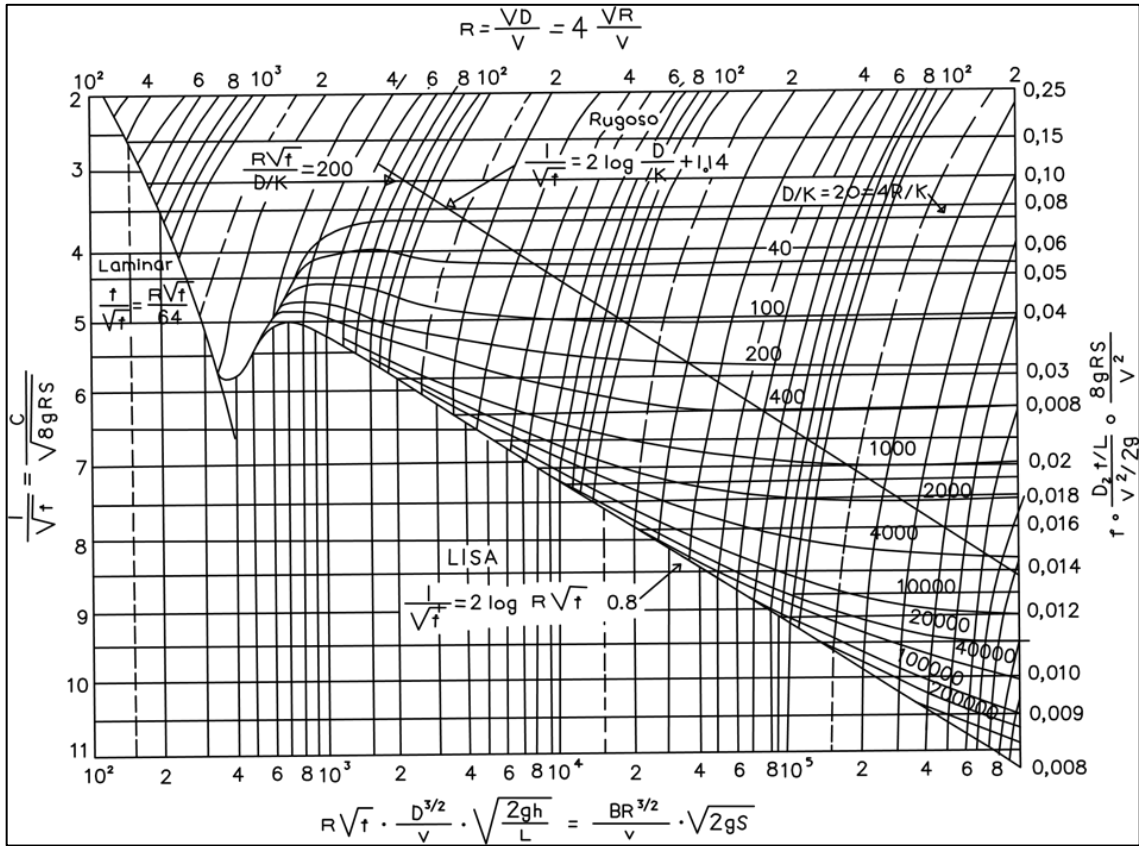
Fuente: RIVAS MIJARES, G. *Tratamiento de aguas residuales*. 1978.

## Anexo 2. Curva de comportamiento




Fuente: RIVAS MIJARES, G. *Tratamiento de aguas residuales*. 1978.

### Anexo 3. Resistencia para corrientes




Fuente: RIVAS MIJARES, G. *Tratamiento de aguas residuales*. 1978.

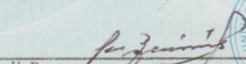
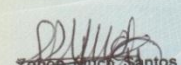


## Anexo 4. Análisis de calidad del agua. Examen físico-químico



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




No. 10016

O.T. No. 36571		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 26665	
INTERESADO: <b>JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIÑONEZ,</b> Carné No. 200915510		PROYECTO: <b>EPS: "DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO"</b>			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>FINCA LAS PACAYAS</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2016-10-05; 09 h 00 min.</u>			
FUENTE: <u>Captación de río</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2016-10-05; 11 h 20 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>Palencia</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Turbia</u>	4. OLOR:	<u>Inodom</u>	7. TEMPERATURA:	<u>(En el momento de recolección) --</u>
2. COLOR:	<u>93,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:	<u>238,00 µmhos/cm</u>
3. TURBIEDAD:	<u>15,60 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH):	<u>07,68 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS:	<u>126,00 mg/L</u>
SUSTANCIAS		mg/L		SUSTANCIAS	
1. CALCIO (Ca)		32,87		6. CLORUROS (Cl)	
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )		00,040		7. MAGNESIO (Mg)	
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		12,40		8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	
4. CLORO RESIDUAL		--		9. HIERRO TOTAL (Fe)	
5. MANGANESO (Mn)		00,043		10. DUREZA TOTAL	
				108,00	
HIDROXIDOS		CARBONATOS		BICARBONATOS	
mg/L		mg/L		mg/L	
00,00		00,00		88,00	
				ALCALINIDAD TOTAL	
				mg/L	
				88,00	
OTRAS DETERMINACIONES _____					
<b>OBSERVACIONES:</b> Desde el punto de vista de la calidad física ASPECTO turbia (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con las normas. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la salud para Fuentes de Agua.					
TÉCNICA "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.					
Guatemala, 2016-11-02					
 Vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz DIRECTOR CII/USAC		 Zuber Wido Santos Ing. Químico Cbl. 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 Investigación de Ingeniería, Usac.



## Anexo 5. Análisis de calidad del agua. Examen bacteriológico



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



**No. 10016**

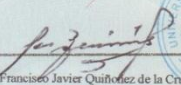
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No. 36571		INF. No. 26665	
INTERESADO: <b>JORGE ANTONIO SIPAQUE QUIÑONEZ,</b> Carné No. 200915510		PROYECTO: <b>EPS: "DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA ALDEA AGUA CALIENTE, SAN ANTONIO LA PAZ, EL PROGRESO"</b>	
RECOLECTADA POR: <b>Interesado</b>		DEPENDENCIA: <b>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</b>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <b>FINCA LAS PACAYAS</b>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <b>2016-10-05; 09 h 00 min.</b>	
FUENTE: <b>Captación de río</b>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <b>2016-10-05; 11 h 20 min.</b>	
MUNICIPIO: <b>Palencia</b>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <b>Con refrigeración</b>	
DEPARTAMENTO: <b>Guatemala</b>			
RESULTADOS			
1. ASPECTO: <b>Turbia</b>	4. OLOR: <b>Inodora</b>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <b>--</b>	
2. COLOR: <b>93,00 Unidades</b>	5. SABOR: <b>-----</b>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <b>238,00 µmhos/cm</b>	
3. TURBIEDAD: <b>15,60 UNT</b>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <b>07,68 unidades</b>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <b>126,00 mg/L</b>	
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L
1. CALCIO (Ca)	32,87	6. CLORUROS (Cl)	07,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> )	00,040	7. MAGNESIO (Mg)	06,30
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> )	12,40	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	29,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,32
5. MANGANESO (Mn)	00,043	10. DUREZA TOTAL	108,00
HIDROXIDOS		ALCALINIDAD TOTAL	
	mg/L		mg/L
	00,00		88,00
CARBONATOS		BICARBONATOS	
	mg/L		mg/L
	00,00		88,00

OTRAS DETERMINACIONES: \_\_\_\_\_


**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física ASPECTO turbia (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con las normas. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

**TÉCNICA** "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.


Guatemala, 2016-11-02



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



**Zéner Wilco Santos**  
Ing. Químico Cbl. 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 Investigación de Ingeniería, Usac.

