

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD  
PARA LA ALDEA PEÑA ROJA,  
MUNICIPIO LA LIBERTAD, HUEHUETENANGO.**

**TESIS**

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA  
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR**

**ROBERTO ESTUARDO FLORES FUENTES**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL**

**GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 1,999**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1º	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2º	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3º	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL 4º	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
VOCAL 5º	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
SECRETARIA	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN  
GENERAL PRIVADO

DECANO :	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR :	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR :	Ing. Julio Guillermo García Ovalle
EXAMINADORA :	Ing. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA :	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado.

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD  
PARA LA ALDEA PEÑA ROJA,  
MUNICIPIO LA LIBERTAD, HUEHUETENANGO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 20 de mayo de 1,998.



---

Roberto Estuardo Flores Fuentes.



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.046.99

Guatemala, 15 de marzo de 1,999

Señor  
Ing. Sidney Samuels  
Director de la Escuela  
de Ingeniería Civil  
Presente

Señor Director:

Adjunto envío a usted, el Informe Final (TESIS) correspondiente al Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) realizado por el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **ROBERTO ESTUARDO FLORES FUENTES**, en la Municipalidad de la "Libertad", Huehuetenango.

El estudiante **Flores Fuentes**, desarrolló el Proyecto **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD, PARA LA ALDEA "PEÑA ROJA" DEL MUNICIPIO DE LA LIBERTAD, HUEHUETENANGO.**

Este trabajo, fue asesorado y supervisado por el suscrito; y considero que, contiene un valioso aporte para los pobladores de la Comunidad de "Peña Roja", por cuanto propone una solución factible para el problema de Abastecimiento de Agua Potable y Disposición de Excretas.

Por lo que, habiendo cumplido con los requisitos de Ley, **APRUEBO SU CONTENIDO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS  
COORDINADOR DE E.P.S.

JMC/lgg.  
c.c.: Archivo


Anexo: Dicho Proyecto.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Roberto Estuardo Flores Fuentes, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA LA ALDEA PERA ROJA, MUNICIPIO LA LIBERTAD, HUEHUETENANGO,, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

  
Ing. Sydney Alexander Samuels



Guatemala, septiembre de 1,999

/bbdeb.

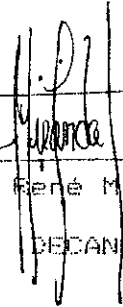
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA

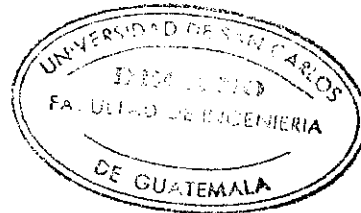


FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Sydney Alexander Samuels Milson, al trabajo de tesis DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD PARA LA ALDEA PEÑA ROJA, MUNICIPIO LA LIBERTAD, HUEHUETENANGO, del estudiante Roberto Estuardo Flores Fuentes, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

  
Ing. Herbert René Miranda Barrios  
DECANO



Guatemala, septiembre de 1,999

**AGRADECIMIENTO:**

AL ALTÍSIMO: Señor todo poderoso, refugio y castillo fuerte, digno de toda honra y toda gloria.

**ACTO QUE DEDICO A:**

JESÚS Por ser en los momentos difíciles mi buen amigo, fuente de paz, sabiduría, ciencia y virtud.

MIS PADRES José Roberto Flores Artavía y Juana Izabel Fuentes, por ser mi apoyo incondicional tanto moral como material para obtener mi superación.

MI ESPOSA Y A MI HIJO Marleny y Hari por su amor, dulzura y amistad.

MIS HERMANOS Y CUÑADOS Por tenerme en su corazón y su ayuda en todo momento.

MIS TÍOS Rosa de Herrera, Amparo López y Jesús Flores, por sus consejos sabios.

MIS AMIGOS A quienes el Señor puso en mi camino y me dieron su mano.

MIS HERMANOS EN CRISTO Por amarme y sobre llevar mis cargas.

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

## ÍNDICE

	PÁGINA
LISTA DE SÍMBOLOS .....	I
GLOSARIO .....	II
INTRODUCCIÓN .....	IV
OBJETIVOS .....	V
JUSTIFICACIÓN .....	VI
HIPÓTESIS .....	VII
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>INVESTIGACIÓN</b>	
1.1 Monografía .....	1
1.1.1. Investigación preliminar .....	1
1.1.2. Características de la Población .....	1
1.1.2.1 Ubicación .....	1
1.1.2.2 Colindancias .....	1
1.1.2.3 Clima y zonas de vida .....	2
1.1.2.4 Topografía y suelo .....	2
1.1.2.5 Organización comunitaria .....	2
1.1.2.6 Población .....	2
1.1.2.7 Condiciones sanitarias existentes .....	3
1.1.3. Aspectos económicos .....	3
1.1.3.1 Producción .....	3
1.1.3.2 Técnicas de producción .....	4
1.1.4. Aspectos de infraestructura .....	4
1.1.4.1 Infraestructura básica .....	4
1.1.4.1.1. Acceso y vías de comunicación .....	4
1.1.4.1.2. Servicios públicos .....	4
1.1.4.1.3. Vivienda .....	5
1.1.4.2 Infraestructura social .....	6
1.1.4.2.1. Crecimiento urbano .....	6
1.1.4.2.2. Salud .....	6
1.1.4.2.3. Educación .....	6
1.2. MARCO CONCEPTUAL .....	7
1.2.1. Investigación preliminar .....	7
1.2.1.1 Estudio de prefactibilidad .....	7
1.2.2. Sistema de agua potable por gravedad .....	7
1.2.3. Aforo de la fuente .....	7
1.2.3.1 Método volumétrico .....	8
1.2.4. Calidad del agua .....	8
1.2.4.1 Análisis físico químico .....	8



1.2.4.2	Análisis bacteriológico .....	9
1.2.5.	Levantamiento topográfico .....	9
1.2.6.	Requerimientos de diseño .....	9
1.2.6.1	El trazo .....	9
1.2.6.2	Caudal de diseño .....	9
1.2.6.3	Presiones de diseño .....	10
1.2.6.3.1.	Carga máxima .....	10
1.2.6.3.2.	Carga mínima .....	10
1.2.7.	Diseño .....	10
1.2.7.1	Diseño hidráulico .....	10
1.2.8.	Período de diseño .....	10
1.2.9.	Cálculo de población .....	11
1.2.9.1	Método geométrico .....	11
1.2.10.	Dotación de agua .....	12
1.2.11.	El consumo y su variación .....	12
1.2.11.1	Consumo medio diario .....	12
1.2.11.2	Consumo máximo diario .....	12
1.2.11.3	Consumo máximo horario .....	13
1.2.12.	Capacidad de diseño .....	13
1.2.12.1	Captación .....	13
1.2.12.2	Línea de conducción .....	14
1.2.12.3	Distribución .....	14
1.2.12.3.1.	Tanque de distribución .....	14
1.2.12.3.2.	Red de distribución .....	14
1.2.12.4	Caja distribuidora de caudales .....	14
1.2.12.5	Caja rompe presión .....	15
1.2.12.6	Caja de válvulas .....	15
1.2.12.6.1.	Válvula de aire .....	15
1.2.12.6.2.	Válvula de limpieza .....	15
1.2.12.6.3.	Válvula de compuerta .....	15
1.2.12.6.4.	Válvula de paso .....	16
1.2.12.7	Pasos aéreos .....	16
1.2.12.8	Cálculos hidráulicos del sistema .....	16
1.2.12.9	Tipo y clase de tubería .....	17
1.2.12.9.1.	Tubería de PVC .....	17
1.2.12.9.2.	Tubería de HG .....	17
1.2.12.9.3.	Colocación y anclaje de tubería .....	18
1.2.12.10	Conexión predial .....	18
1.2.12.11	Letrina sin arrastre ventilada .....	18

**CAPÍTULO 2**  
**SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

2.	DISEÑO DEL PROYECTO .....	19
2.1.	Fuente de agua propuesta .....	19
2.2.	Aforo de la fuente .....	19
2.3.	Calidad del agua .....	19
2.4.	Levantamiento topográfico .....	20
2.5.	Sistema de agua proyectado .....	20

2.6. Diseño hidráulico .....	21
2.6.1 Período de diseño .....	21
2.6.2 Cálculo de población .....	21
2.6.3 Dotación de agua .....	22
2.6.4 Caudal de diseño .....	22
2.6.4.1. Caudal medio diario .....	22
2.6.4.2. Caudal máximo diario .....	22
2.6.4.3. Caudal máximo horario .....	23
2.6.4.4. Factor de gasto .....	23
2.6.5 Bases de diseño .....	23
2.6.6 Captación .....	24
2.6.7 Línea de Conducción .....	24
2.6.8 Tanque de distribución .....	26
2.6.9 Red de distribución .....	29
2.6.10 Pasos aéreos .....	31
2.6.11 Conexiones prediales .....	31
2.6.12 Presiones de trabajo .....	32
2.6.13 Desinfección .....	32
2.7. Saneamiento ambiental .....	33
2.7.1 Letrinización .....	33
2.7.2 Desechos sólidos y aguas grises .....	33
2.8. Presupuesto .....	34
2.8.1 Presupuesto del sistema de agua potable .....	35
CONCLUSIONES .....	VIII
RECOMENDACIONES .....	IX
BIBLIOGRAFÍA .....	X
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	XI
ANEXOS (I, II, III)	

## LISTA DE SÍMBOLOS

C.	Coefficiente de rugosidad.
cmd.	Caudal promedio.
CMD.	Consumo máximo diario.
CMH.	Consumo máximo horario.
Cpf.	Cota piezométrica final.
Cpi.	Cota piezométrica inicial.
D.	Diámetro.
Fg.	Factor de gasto.
Hab.	Habitantes.
Hf.	Pérdida de carga.
Hg.	Hierro galvanizado.
L.	Longitud.
Lts.	Litros.
m.	Metro.
n.	Período de años.
Pa.	Población actual.
Pf.	Población futura.
PVC.	Cloruro de polivinilo rígido.
Q.	Caudal.

## GLOSARIO

<b>Abastecimiento:</b>	Acción y efecto de proveer de algo necesario.
<b>Acueducto:</b>	Conducto artificial por donde pasa el agua a un lugar determinado.
<b>Agua:</b>	Compuesto de hidrógeno y oxígeno.
<b>Agua potable:</b>	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Agua servida:</b>	Agua alterada en su calidad por el uso que se ha hecho de ella.
<b>Bacteria:</b>	Microorganismos sencillos reproducibles por división.
<b>Bacterias coliformes:</b>	Bacterias no formadoras de esporas que habitan el tracto digestivo humano.
<b>Bacterias patógenas:</b>	Se llama así a las bacterias que son capaces de producir enfermedades.
<b>Biodegradable:</b>	Cuerpo complejo capaz de transformarse en sustancias más simple.
<b>Cálculo:</b>	Parte de la matemática que estudia la diferenciación y la integración.
<b>Caudal:</b>	Cantidad de agua que circula por un conducto en la unidad de tiempo.

<b>Consumo:</b>	Gasto que se hace de los productos naturales.
<b>Erosivo:</b>	Elemento que produce desgaste por su roce con otro.
<b>Etérico:</b>	Elemento combinado químicamente.
<b>Factibilidad:</b>	Que se puede hacer.
<b>Fuente:</b>	Manantial de agua que brota de la tierra.
<b>Gravedad:</b>	Acción que hace que los cuerpos materiales sean atraídos hacia la Tierra.
<b>Hidráulico:</b>	Pertenece a la hidráulica, parte de la mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos.
<b>Morbilidad:</b>	Porcentaje de enfermos con relación a una población.
<b>Muestra:</b>	Parte extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa del mismo.
<b>Nivel freático:</b>	El límite superior de la zona de saturación de un manto acuífero.
<b>Presión:</b>	Fuerza ejercida por un fluido sobre determinada superficie.
<b>Tubería:</b>	Conducto formado de tubos por donde se conduce un elemento.
<b>Vertedero:</b>	Simple abertura, sobre la cual un líquido fluye.

## INTRODUCCIÓN

Está fuera de duda, que sin agua no existiría ni rastro de vida sobre la tierra y que cuando no se dispone con facilidad de agua en cantidad suficiente, y exenta de gérmenes patógenos, el progreso de la humanidad se ve considerablemente obstaculizado.

Por eso, existe la obligación de poner fin a esa triste situación, mediante la planificación de servicios adecuados de abastecimientos de agua en el medio rural.

El presente trabajo consolida la planificación y diseño del Sistema de Agua Potable y se enfoca básicamente en las actividades siguientes:

1. Investigación: Describe los antecedentes y la monografía de la comunidad.
2. Marco conceptual: Base científica que establece los parámetros, conceptos y límites de la planificación del Sistema de Agua Potable y Letrinización.
3. Desarrollo del proyecto: Contiene el diseño hidráulico, con base al estudio preliminar y a la topografía del lugar.

El proyecto se realizó dentro de los lineamientos del Programa Agua Fuente de Paz, auspiciado por PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo), UNOPS (Oficina de Servicios para Proyectos de las Naciones Unidas) y será ejecutado con la participación de FONAPAZ (Fondo Nacional Para la Paz), y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Finalmente se adjunta la información técnica, y los Anexos que contienen los planos y presupuestos del proyecto.

El objetivo principal de este trabajo es dar solución al problema que afrontan los vecinos de la aldea Peña Roja, quienes carecen del servicio de un sistema de abastecimiento de agua potable y de una adecuada disposición de excretas.

## OBJETIVOS

1. Desarrollar la planificación y diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la Aldea Peña Roja, dándole con esto una solución técnica al problema que afecta a la salud de esta población.
2. Con la planificación del Sistema Agua y Letrinización se espera reducir la contaminación ambiental y las enfermedades de origen endémico.

## JUSTIFICACIÓN

No es fácil imaginar un medio saneado e higiénico sin la presencia de agua. El progreso de la salud ha tenido siempre una relación directa con la cantidad y la calidad del agua disponible.

Actualmente no existe un Sistema de Agua Potable que brinde servicio a la comunidad Peña Roja, que proporcione a esta población agua en la cantidad necesaria, con la calidad y garantía de un servicio permanente. Así mismo la comunidad carece de un Sistema de Letrinización, para la disposición de excretas, factores que están afectando directamente la salud de esta población.

Por lo anteriormente expuesto se planificó y diseñó el Sistema de Agua Potable por Gravedad para la Aldea Peña Roja, para mejorar las condiciones sanitarias de los habitantes de este lugar.



## **HIPÓTESIS**

La carencia de servicios básicos que afrontan las comunidades de la región, se debe a la falta de priorización de proyectos de infraestructura y a la falta de organización político-administrativa de los habitantes de estas poblaciones. La falta de un Sistema de Abastecimiento Agua Potable, da como resultado el incremento de las enfermedades infecto-contagiosas de los habitantes.

A través de la entrega de la planificación y diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por Gravedad, al Programa Agua Fuente de Paz, como institución ejecutora, se puede resolver el problema planteado.

# **CAPÍTULO No 1**

## **INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Monografía**

#### **1.1.1. Investigación preliminar**

La comunidad se abastece de agua actualmente por medio de pozos y de pequeños arroyos que atraviesan la aldea, este procedimiento no llena los requisitos mínimos sanitarios. Ya que "el agua interviene de manera decisiva en la transmisión de ciertas infecciones intestinales de origen bacteriano, como la fiebre tifoidea, la disentería bacilar, el cólera e infecciones de amebiasis." 1

La distancia de acarreo es de 1,000 metros aproximadamente.

#### **1.1.2. Características de la Población**

##### **1.1.2.1. Ubicación**

La aldea Peña Roja, pertenece al municipio de La Libertad, departamento de Huehuetenango. Está localizada al oeste de la cabecera municipal, a 18 kms. por vereda y ubicada a 1,725 metros sobre el nivel del mar, a 15 31 50 de Latitud Norte y 91 56 50 de longitud Oeste, teniendo una extensión de 8 kilómetros cuadrados aproximadamente.

##### **1.1.2.2. Colindancias**

Norte:	Con El Paraíso
Sur :	Con El Bañadero
Este:	Con El Chicharro
Oeste:	Con Hoja Blanca

### 1.1.2.3. Clima y zonas de vida

Las unidades bioclimáticas para la comunidad tienen las siguientes características.

Precipitación pluvial anual : de 1,000 a 2,000 mm.

Temperatura media anual: de 18 a 24 grados centígrados.

### 1.1.2.4. Topografía y suelo

La topografía de la aldea es fuertemente quebrada, pendientes del 30 %, con suelos superficiales, de textura mediana, imperfectamente drenados.

### 1.1.2.5. Organización comunitaria

La comunidad se encuentra organizada, mediante el comité promejoramiento autorizado por la Gobernación Departamental.

### 1.1.2.6. Población

La población es en un 90 % ladina el resto es indígena. La población es de 1,008 habitantes, clasificados de la siguiente forma:

i. Por edad.

	No	%
De 0 a 10 años	302	29.96
De 10 a 18 años	232	23.01
Adultos	474	47.03
Total	1,008	100.00

ii. Por sexo

Femenino	550	54.56
Masculino	458	45.44
Total	1,008	100.00

**1.1.2.7. Condiciones sanitarias existentes**

La aldea no cuenta con un Sistema de Agua Potable, por esta razón se hace indispensable, desde el punto de vista sanitario, la ejecución de un Proyecto de Abastecimiento.

En relación a la disposición de excretas, aproximadamente un 35 % de la población cuenta con letrina y un 65 % sin la misma.

En la temporada de cosecha de café, los arroyos son contaminados por depositar en ellos, los desechos producidos por el proceso de beneficiado del café.

**1.1.3. Aspectos económicos**

La economía del municipio radica principalmente en la actividad agrícola.

**1.1.3.1. Producción**

Los habitantes de la aldea se dedican a la agricultura y al comercio de sus productos. Los principales cultivos son: maíz, frijol y café.

### **1.1.3.2. Técnicas de producción**

Los pobladores de esta comunidad, son poseedores de las tierras que habitan. El promedio de tierra que posee cada habitante es de 500 metros cuadrados. Las técnicas de producción son las tradicionales de labranza y siembra manual.

### **1.1.4. Aspectos de infraestructura**

#### **1.1.4.1. Infraestructura básica**

##### **1.1.4.1.1. Acceso y vías de comunicación**

La comunidad cuenta con una carretera de terracería de 12 kms. de largo, que la comunica con la carretera internacional. Así mismo se comunica con el municipio de La Libertad y comunidades circunvecinas, por medio de caminos vecinales de herradura. Otro medio de comunicación utilizado por la aldea es el servicio de correos, prestado por los alcaldes auxiliares.

TRAMO	RUTA	TIPO	km.
Guatemala - Huehuetenango	CA1 - Oeste	Asfalto	262
Huehuetenango - Gasolinera	CA1 - Oeste	Asfalto	70
Gasolinera - aldea Peña Roja		Terracería	12

##### **1.1.4.1.2. Servicios públicos**

###### **i. Agua potable**

La comunidad no cuenta con servicio de Agua Potable, por lo que la comunidad recurre a los ríos y manantiales más cercanos.

## **ii. Letrinización**

De la población solo el 35 % cuenta con el servicio de letrinización. El resto utiliza los espacios abiertos.

## **iii. Energía eléctrica**

La comunidad cuenta con energía eléctrica en un 80 %.

## **iv. Edificios públicos**

La aldea Peña Roja cuenta con: Una escuela pública, un puesto de salud, una cooperativa y un cementerio.

### **1.1.4.1.3. Vivienda**

Se estima que en la aldea existen 168 viviendas, el promedio de habitantes por vivienda es de 6 personas.

Por la forma y tipo de material usado en la construcción, la viviendas se consideran de tipo informal. El uso de estos materiales responde al nivel económico y social en que se encuentra la población.

Los materiales utilizados en el tipo de construcción son los siguientes:

Muros de adobe en un 60 %, block en un 10 % y madera 30 %.

Cubiertas de lámina de zinc en un 50 %, teja en un 35% y 15 % de otros materiales.

En un 75 % se utiliza piso de cemento líquido, el otro 25 % utiliza solamente el suelo apisonado.

### **1.1.4.2. Infraestructura social**

#### **1.1.4.2.1. Crecimiento urbano**

El casco urbano de la aldea presenta un crecimiento lineal, de acuerdo a la topografía del lugar.

#### **1.1.4.2.2. Salud**

El servicio de salud para la aldea está a cargo del puesto de salud. Las principales causas de morbilidad y mortalidad son las siguientes:

##### **MORBILIDAD**

Parasitismo, fiebres y diarreas.

##### **MORTALIDAD**

Infecciones intestinales y vías respiratorias.

#### **1.1.4.2.3. Educación**

Existe un establecimiento educativo a nivel primario. El índice de alfabetismo para esta comunidad es del 35 %.

## **1.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **1.2.1. Investigación preliminar**

La investigación preliminar de campo " tiene por objeto obtener y clasificar la información básica sobre una comunidad, para determinar preliminarmente la factibilidad técnica." 2

#### **1.2.1.1. Estudio de prefactibilidad**

Su objetivo principal es: "considerar los aspectos técnicos, económicos y sociales de los proyectos de abastecimiento de agua potable, haciendo uso de la información de gabinete y de campo, para determinar la viabilidad técnica y socioeconómica de un proyecto." 3

### **1.2.2. Sistema de agua potable por gravedad**

Un sistema de agua potable es por gravedad, cuando el agua captada de la fuente, es transportada por medio de la tubería por su propio peso y caída.

### **1.2.3. Aforo de la fuente**

Aforo es: medir la cantidad de agua que produce una fuente en un tiempo determinado.

Es recomendable: "Practicar como mínimo un aforo en época seca y otro en época lluviosa y anotar el nombre de la fuente, lugar y fecha exactos." 4



### **1.2.3.1. Método volumétrico**

- i. Se recibe el agua en un recipiente de volumen conocido.
- ii. Se toma el tiempo, en segundos, que tarda el recipiente en llenarse totalmente.

iii. Cálculo:  $Q = V / t$

Donde:  $V =$  volumen (lts.)

$t =$  tiempo (seg.)

$Q =$  caudal (lts / seg.)

### **1.2.4. Calidad del agua**

Existe la posibilidad de que el agua de la fuente no se encuentre en condiciones aceptables para el consumo humano, el agua debe estar libre de organismos patógenos y de sustancias venenosas, así como de cantidades excesivas de materia mineral y orgánica.; por lo tanto se deberá: "analizar la calidad física, química sanitaria y bacteriológica de la fuente propuesta" 5

#### **1.2.4.1. Análisis físico químico**

Las muestras para examen físico químico se tomarán en recipientes perfectamente limpios, en una cantidad aproximada de 4 litros. Este análisis determina la características físicas del agua como: el aspecto, el color, el olor, el sabor, la turbidez, además se puede determinar el contenido de sustancias químicas en el agua que puedan afectar la salud o dañar a los diferentes componentes del sistema.

### **1.2.4.2. Análisis bacteriológico**

Las muestras para análisis bacteriológico se tomarán en vasos, esterilizados, de boca ancha y tapón hermético, con una capacidad de 100 mililitros, y transportarse en condiciones de baja temperatura. "El agua debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico. El examen bacteriológico determina el nivel de contaminación bacteriana." 6

### **1.2.5. Levantamiento topográfico**

Los levantamientos topográficos para acueductos, contendrán las dos acciones principales de planimetría y altimetría: "El levantamiento planimétrico se refiere al meridiano magnético y se efectúa con teodolito de precisión y cinta métrica o taquimétricamente. El levantamiento altimétrico se hace por nivelación trigonométrica con teodolito referenciado a un banco de marca convencional." 7

Es necesario definir la división básica de la topografía: La planimetría considera la proyección del terreno sobre un plano horizontal y la altimetría considera las diferencias de nivel entre puntos de un terreno.

### **1.2.6. Requerimientos de diseño.**

#### **1.2.6.1. El trazo**

De los pasos básicos del diseño, el trazo es el más importante. Esto se debe a que la longitud de la tubería es el principal elemento determinante del costo del proyecto, a mayor longitud de la tubería mayor es el costo.

#### **1.2.6.2. Caudal de diseño**

Para minimizar los costos, "los caudales de diseño se deben escoger cuidadosamente y ser lo más pequeño posible ya que el costo de la red es

proporcional al caudal de diseño elevado a un exponente de aproximadamente 0.60." 8

### **1.2.6.3. Presiones de diseño**

#### **1.2.6.3.1. Carga máxima**

La carga estática máxima en las viviendas, no debe ser mayor de 60 metros.

#### **1.2.6.3.2. Carga mínima**

En el diseño se debe considerar una carga mínima de llegada a las cajas y tanques comprendidas entre 5 y 10 metros. En el caso de las cajas con flotador, esta carga es adicional a la requerida por la válvula.

### **1.2.7. Diseño**

El diseño de los sistemas de acueductos rurales involucra: "el diseño funcional, el diseño hidráulico y el diseño estructural." 9

#### **1.2.7.1. Diseño hidráulico**

Para el diseño hidráulico de un sistema de abastecimiento, es conveniente el empleo de una fórmula precisa. Para el efecto ha sido adoptada la fórmula de Hazen Williams.

#### **1.2.8. Período de diseño**

Es el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño. Para fijarlo se toma en cuenta la vida útil de los

materiales, población de diseño, capacidad de la fuente. Los acueductos se calculan para un período de 15 a 22 años.

### 1.2.9. Cálculo de población

Para el diseño de cada uno de los elementos de la obra deberá hacerse el cálculo de población futura, para el periodo de diseño correspondiente.

Para calcular el crecimiento de una población, se usan métodos estadísticos, siendo uno de ellos el geométrico.

#### 1.2.9.1. Método geométrico

Cálculo de tasa de crecimiento:

Donde: 
$$r = ( p2/p1 ) ^ ( 1 / (t2-t1) )$$

r = tasa de crecimiento

p1=población inicial

p2=población final

t1 = año inicial

t2 = año final

Cálculo de población futura:

$$pf = pa * ( 1 + r / 100 ) ^ n$$

pf = Población futura

pa= población actual

n = período de diseño en años.

### **1.2.10. Dotación de agua**

Cantidad de agua asignada por día a cada usuario para satisfacer sus necesidades, se expresa en litros por habitantes por día ( lts. / hab. / día ) " para fijar la dotación se tomará en cuenta estudios de demanda para la población. Para servicios de conexiones domiciliarias el rango de la demanda esta entre 60 y 120 litros."<sup>10</sup>

### **1.2.11. El consumo y su variación**

En un sistema de agua potable la cantidad de agua consumida, varía continuamente en función del tiempo, del clima, hábitos de los usuarios. Para fines de diseño deben usarse los valores extremos que permitan mantener un servicio adecuado en cantidad y presión.

#### **1.2.11.1. Consumo medio diario**

Cantidad de agua consumida por la población durante un día, "la cual se obtiene como el promedio de los consumos diarios en el período de un año."<sup>11</sup>

$$c.m.d. = (\text{población} * \text{dotación}) / 86,400 \text{ seg./día}$$

Donde:

$$c.m.d. = \text{caudal promedio a proveerse durante todo el año}$$

#### **1.2.11.2. Consumo máximo diario**

Consumo de agua "máxima durante 24 horas observado en el período de un año. Se utiliza para el diseño de la línea de conducción."<sup>12</sup>

$$C.M.D. = c.m.d. * \text{factor de día máximo}$$

Donde:

C.M.D. = consumo máximo diario

El factor día máximo depende de la población. Este factor varía de 1.2 a 1.5.

### **1.2.11.3. Consumo máximo horario**

Consumo de agua "máximo en una hora, observado en un período de año. Se utiliza para el diseño de la línea de distribución"<sup>13</sup>

C.M.H. = c.m.d. \* factor de hora máxima

Donde:

C.M.H. = consumo máximo horario o caudal de distribución.

La selección del factor es función inversa al tamaño de la población. Este factor varía de 2 a 3

### **1.2.12. Capacidad de diseño**

La fuente deberá garantizar el caudal de día máximo en forma continua.

#### **1.2.12.1. Captación**

Estructura de mampostería de piedra, que recolecta el agua proveniente de la fuente. Se deberán mantener las condiciones naturales del sitio de captación. Por seguridad, la cota superior de la tubería de salida debe estar a un nivel inferior de la cota de brote.

### **1.2.12.2. Línea de conducción**

La línea de conducción "es el sistema de tubería que trae el agua de la captación al tanque de distribución."<sup>14</sup>

En sistemas por gravedad, la línea de conducción se diseñará para el caudal de día máximo, ver numeral 2.6.7.

### **1.2.12.3. Distribución**

#### **1.2.12.3.1. Tanque de distribución**

Estructura de concreto y mampostería de piedra, construida con el objeto de almacenar un volumen determinado de agua, para "atender las variaciones horarias de consumo y la conveniencia de mantener una presión adecuada en todo el sistema de distribución"<sup>15</sup>

El volumen de los tanques de distribución, se calcula tomando del 25 al 35 % del consumo correspondiente al día máximo.

#### **1.2.12.3.2. Red de distribución**

Es un sistema de tuberías, que se utiliza para llevar el agua del tanque de distribución, a las viviendas.

La capacidad de la red de distribución, se calcula para el consumo máximo horario, ver numeral 2.6.9.

#### **1.2.12.4. Caja distribuidora de caudales**

Es la estructura, que por medio de vertederos, distribuye adecuadamente los caudales, que demandan diferentes núcleos de consumo.

#### **1.2.12.5. Caja rompe presión**

Estructura de mampostería de piedra, diseñada para reducir la presión del agua en la tubería, a la presión atmosférica, "evitando así que la máxima presión estática no exceda de la presión de trabajo de la tubería." 16

#### **1.2.12.6. Caja de válvulas**

Caja que sirve para proteger cualquier válvula que sea necesario instalar en el acueducto.

##### **1.2.12.6.1. Válvula de aire**

Sirve para extraer el aire que se acumula en la tubería para que el agua pueda pasar libremente. El diámetro nominal será el 12 % del diámetro de la tubería.

##### **1.2.12.6.2. Válvula de limpieza**

Sirve para extraer " los sedimentos acumulados en las partes bajas de la tubería."17

Para tubería menor de 2" el diámetro de la purga será igual al de la tubería, para mayor de 2" el diámetro será de 2".

##### **1.2.12.6.3. Válvula de compuerta**

Válvula que funciona mediante el descenso progresivo de una compuerta, que regula el paso del agua.



#### 1.2.12.6.4. Válvula de paso

Válvula que funciona mediante un cono horadado, que al girar permite o cierra el paso del agua. "Se instalan en el inicio de cada conexión predial."<sup>18</sup>

#### 1.2.12.7. Pasos aéreos

Son estructuras construidas para sostener la tubería con el objeto de salvar accidentes topográficos y otros obstáculos.

#### 1.2.12.8. Cálculos hidráulicos del sistema

##### i. Velocidad

Si se trata de agua con material erosivo, se considera:

mínima 0.4 m. / seg.

máxima 3 m. / seg.

- ii. Cuando se emplee tubería PVC., los cálculos se harán considerando el diámetro interior y no el nominal.
- iii. Por la irregularidad del terreno, a cada tramo de tubería se le debe incrementar el 3 %.
- iv. Para el diseño hidráulico se aplicará la fórmula de Hazen & Williams, ya que sus límites de aplicación son los más amplios, en el uso de tuberías.

fórmula:

$$hf. = \{ 1743.8114 * L * Q ^ 1.85 \} / \{ D.^ 4.87 * C ^ 1.85 \}$$

donde

hf = pérdida de carga ( m.)

Q = caudal (lts. / seg.)

L = longitud ( m.)

D = diámetro ( pulg.)

C = coeficiente de rugosidad que depende de las paredes de la tubería.

#### V. Línea piezométrica

Es la línea de las presiones que corresponde a las alturas a la que el agua subirá, "el cálculo se hará preferentemente por el método de la gradiente hidráulica, considerando que las presiones de servicio en cualquier punto del sistema, estará limitadas entre 10 y 60 metros columna de agua."<sup>19</sup>

#### **1.2.12.9. Tipos y clase de tubería**

El tipo y clase de tubería se determina en función de la presión a la que estará sometido el sistema.

##### **1.2.12.9.1. Tubería de PVC.**

Tubos de cloruro de polivinilo rígido ( PVC.), para conducción de agua fría a presión, es una tubería económica, fácil de transportar y trabajar.

##### **1.2.12.9.2. Tubería de HG.**

Tubos de acero, cuyas superficies han sido recubiertas de zinc, se usa en lugares donde la tubería no se puede enterrar o es necesario colocar tubería con una presión mayor de 175 metros columna de agua.

### **1.2.12.9.3. Colocación y anclaje de tubería**

La tubería "deberá colocarse a una profundidad mínima de 0.60 sobre la corona superior del terreno. En los cambios de dirección de la tubería, deberán diseñarse estructuras que soporten los más rigurosos esfuerzos a los que estén sometidos."<sup>20</sup>

### **1.2.12.10. Conexión predial**

Es el servicio instalado en un lote para el uso de una vivienda. "Es el tipo de servicio más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta a la vez, razones económicas."<sup>21</sup>

### **1.2.12.11. Letrina sin arrastre ventilada**

La letrina sin arrastre ventilada es una instalación sanitaria permanente, adecuada para áreas rurales en las que se carece de espacio. "Para tratar los excrementos se utiliza el sistema de letrinas sin arrastre, que consiste en añadir tierra u otro material disecante al excremento, se considera una de las mejores alternativas, ya que no contamina las fuentes subterráneas y superficiales de agua, destruye los agentes que causan enfermedades, y puede producir abono."<sup>22</sup>

En el caso de terrenos en pendiente, la letrina se localizará abajo del lugar donde se encuentra la fuente de suministro de agua, a un mínimo de 15 metros.

**CAPÍTULO No. 2**  
**DESARROLLO DEL PROYECTO**

**2. 1. Fuente de agua propuesta**

En el estudio de prefactibilidad se evaluó una fuente agua que cumplía con lo requerido en cuanto a caudal y a condiciones sanitarias se refiere.

Se utilizará el nacimiento denominado Ojo de Agua Peña Roja, que consta de un brote definido, localizado a 2,250 metros del centro de la comunidad y a una altura de 300 metros respecto a la misma.

**2. 2. Aforo de la fuente**

La fuente fue aforada en época de verano por el método volumétrico, el resultado se muestra a continuación.

OPERADOR	FECHA	CAUDAL
Roberto Estuardo Flores Fuentes	Abril 1,998.	Q = 16.50 lts. / seg.

**2. 3. Calidad del agua**

Se tomaron dos muestras de agua de la fuente para realizar los análisis Físico Químico y Bacteriológico.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario el análisis de agua se encuentra dentro de los límites máximos de normalidad, según norma COGUANOR NGO 29001.

Desde el punto de vista Bacteriológico el agua resulto ser potable, según norma COGUANOR NGO 29001.

Los resultados de las muestras se encuentran en el Anexo 2.

#### **2. 4. Levantamiento topográfico**

De acuerdo al estudio preliminar el levantamiento topográfico para el proyecto se realizó por poligonales abiertas, tomando en cuenta la topografía del terreno y la dispersión de las viviendas.

Los instrumentos utilizados fueron: Teodolito, tripode, estadal y plomada. Para fines del levantamiento se siguió el siguientes procedimiento:

1. Levantamiento planimétrico con teodolito Wild T-1: medición de las distancias horizontales, con estada. Ángulos por el método de deflexiones.
2. Levantamiento altimétrico por nivelación taquimétrica con teodolito Wild T-1.

Los resultados del levantamiento topográfico se encuentran en los planos No.1 al No. 8, en el Anexo 3.

#### **2. 5. Sistema de agua proyectado**

Gracias a la suficiente diferencia de niveles entre la fuente de agua y la población, se proyectó un sistema de agua potable por gravedad, mediante conexiones prediales, sistema que representa una adecuada inversión, también garantiza un buen servicio y la vida útil del proyecto.

## 2. 6. Diseño hidráulico

Las especificaciones y criterios aplicados en el presente diseño, se describen a continuación.

### 2.6.1. Período de diseño

De acuerdo con los términos de referencia del programa Agua Fuente de Paz, el período de diseño, se estimó en 22 años, a partir de la fecha de diseño, este período es recomendable por la vida útil del proyecto y la capacidad de éste para dar un buen servicio. Se estima un tiempo de dos años, entre la gestión de financiamiento y la construcción del proyecto.

### 2.6.2. Cálculo de población

Para el cálculo de la población se consideraron los datos de la cabecera municipal de La Libertad, tomando como base los censos de 1,981 y 1,998, del Instituto Nacional de Estadística, INE. De igual manera, se consideraron los censos puntuales de población realizados en el momento del levantamiento topográfico y de la visita de diseño.

Para el cálculo de la población de diseño (Población futura), se utilizó el método geométrico, dado por la siguiente fórmula:

$$Pf : Pa = (1+i) ^ n$$

en donde:

Población futura	(Pf) : 1,973 hab.
Población actual	(Pa) : 1,008 hab.
Tasa de crecimiento	( i ) : 3.10 %
Periodo de años	( n ) : 22 años

Para el presente estudio se uso una tasa de crecimiento de 3.10 % , calculada según los datos del censo para la cabecera municipal de la Libertad.

La población de diseño futura ( Pf ) para el año 2,020 se calculó por la fórmula indicada de la siguiente forma:

$$P ( 2,020 ) : 1,008 = ( 1 + 0.31 ) ^ 22$$

$$P ( 2,020 ) : 1,973 \text{ hab.}$$

### **2.6.3. Dotación de agua**

De acuerdo con la gran capacidad de la fuente, se determinó un sistema de agua potable por gravedad, por medio de conexiones prediales, se estimó una dotación de 90 lts / hab / día, conforme a las características ambientales, culturales y ambientales de la comunidad.

### **2.6.4. Caudal de diseño**

Se consideró consumo medio diario, consumo máximo diario y consumo máximo horario.

#### **2.6.4.1. Caudal medio diario (c.m.d.)**

$$\text{c.m.d. : Población futura} = \text{Dotación}$$

$$\text{c.m.d. : ( 1,973 hab. )} = ( 90 \text{ lts. / hab. / día } ) / 86,400 \text{ seg./día.}$$

$$\text{c.m.d : 2.05 lts./seg.}$$

#### **2.6.4.2. Caudal máximo diario ( C.M.D.)**

$$\text{C.M.D. : Factor día máximo} \times \text{c.m.d.}$$

$$\text{C.M.D. : } 1.2 \times 2.05 \text{ lts. / seg.}$$

$$\text{C.M.D : 2.46 lts. / seg.}$$

### 2.6.4.3. Caudal máximo horario ( C.M.H.)

C.M.H. : Factor hora máxima x c.m.d

C.M.H. : 2.16 x 2.05 lts. / seg.

C.M.H. : 4.42 lts. / seg.

Los factores se determinaron en base al tamaño de la población, capacidad de la fuente y considerando los sistemas empleados para la distribución.

### 2.6.4.4. Factor de gasto ( Fg.)

Fg. : C.M.H. / ( No. viv. )

Fg. : ( 4.42 lts. / seg. ) / ( 168 viv. )

Fg. : 0.026 lts. / seg. / viv.

### 2.6.5. Bases de diseño

• Población actual ( 1,998 )	1,008 hab.
• No. de viviendas actuales ( 1,998 )	168 viv.
• Población futura de diseño ( 2,020 )	1,973 hab.
• Dotación	90 lts. / hab. / día.
• Factor día máximo	1.2
• Factor hora máxima	1.2 * 1.8
• Caudal medio diario ( c.m.d. )	2.05 lts. / seg.
• Caudal máximo diario ( C.M.D.)	2.46 lts. / seg.
• Caudal máximo horario ( C.M.H. )	4.42 lts. / seg.
• Factor de gasto (Fg.)	0.026 lts. / seg. / viv.
• Coeficiente C para tubería P.V.C.	140
• Coeficiente C para tubería Hg.	100



### 2.6.6. Captación

Se proyectó la captación del nacimiento Ojo de Agua Peña Roja, por medio de una captación de brote definido, consistente en lo siguiente: material filtrante, muro de retención, drenaje, contracuneta y cerco.

Los trabajos de captación y los volúmenes se estimaron de la siguiente manera:

• Área de captación	12.00 m <sup>2</sup>	área
• Muro de retención	1.50 * 6.00 m	alto * longitud
• Material filtrante	6.00 m <sup>3</sup>	piedra grande, piedra, pedrín.
• Contracuneta	10.00 m	longitud
• Cerco	40.00 m	perímetro

El resultado de la proyección presenta en el plano No. 15, del Anexo 3.

### 2.6.7. Línea de conducción

Se cálculo de acuerdo con los datos del levantamiento topográfico, utilizando para los cálculos la fórmula de Hazen & Williams, usando el coeficiente C y considerando los diámetros comerciales.

La longitud horizontal de la línea de conducción se incrementó en un porcentaje de 3%, considerando la pendiente del terreno. Se proyectó instalar un total de 2,670.00 metros de tubería de cloruro de polivinilo PVC., de diámetros de 2", 1" y 3 / 4".

Se tiene proyectado la construcción de la línea de conducción a partir de la E 0 + 000 hasta la E1 0 + 043.52, donde se localizará una caja distribuidora de caudales con dos vertederos. De la E1 a la estación E85 2 + 222.39 se construirá la primera línea de conducción, la que conducirá el agua al sector bajo de la aldea. Y para el sector alto se proyecta la segunda línea de conducción de la E1 a la E12" 0 + 456.44.

Ejemplo de cálculo de un tramo de la línea de conducción.

De E1 0 + 043.52 a E12" 0 + 456.44

Cota inicial de terreno	: 994.67 m
Cota final de terreno	: 934.00 m
Diferencia de cotas	: 60.67 m.
Flotador + margen	: 10.00 m.
Altura H disponible	: 50.67 m.
No. de viviendas n	: 67.00 u.
Caudal Q	: 00.97 lts. / seg.
Longitud + 3 %, $412.92 * 1.03$	: 425.31 m.
Diámetro	: 1 1 / 2 plg.
Pérdida de carga hf	: 7.38 m.
Cota piezométrica	: 987.29 m.

Fórmulas Utilizadas:

$$D = (1743.8114 * L * Q^{1.85} \wedge^{(1 / 4.87)}) / (hf. * C^{1.85})$$

$$D = (1743.8114 * 425.31 * 0.97^{1.85} \wedge^{(1 / 4.87)}) / (50.67 * C^{1.85}) = 1.72 \text{ plg.}$$

El diámetro anterior está entre los diámetros de 1 1 / 2" (1.61 plg.) y 2" (2.067plg.)

Por conveniencia económica se escoge el diámetro de 1 1 / 2", aplicando la fórmula de Hazen & Williams se tiene el resultado siguiente:

$$hf. = (1743.8114 * L * Q^{1.85} ) / ( D.^{4.87} * C^{1.85} )$$

$$hf. = (1743.8114 * 425.3 * 0.97^{1.85} ) / ( 1.61^{4.87} * 140^{1.85} ) = 7.38$$

Si la tubería es de 1 1 / 2"  $hf = 7.38$

$$C_{pf} = C_{pi} - hf. = 994.67 - 7.38 = 987.29 \text{ m.}$$

Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo se obtuvo el siguiente resultado, para la línea de conducción. Ver Tabla A, del Anexo 1.

Longitud ( m. )	No Tubos	Diámetros ( plg. )	Clase ( PSI. )
2,160.00	360	2 "	PVC 250
840.00	14	2 "	HG
426.00	73	1 "	PVC 160

La tubería de HG representa siete pasos de zanjón 12 m. cada uno. Ver plano No.14 del Anexo 3.

#### 2.6.8. Tanque de distribución

De acuerdo con las recomendaciones de los términos de referencia y con el criterio de compensar las demandas horarias en la red de distribución, se ha estimado la construcción de dos tanques de almacenamiento, construidos con mampostería de piedra, de una sola cámara, de 25 y de 35 metros cúbicos de capacidad. Este almacenamiento equivalente al 33.87 % del consumo medio diario.

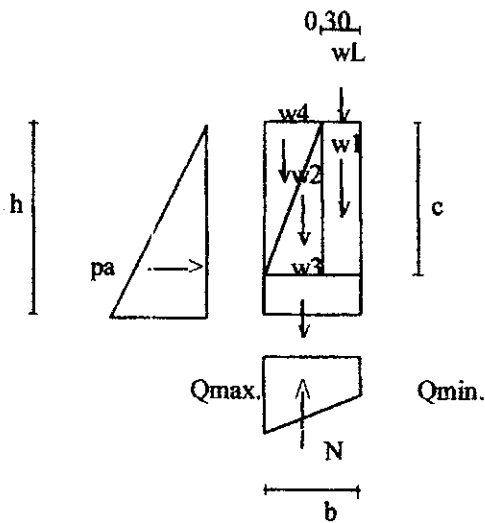
Los tanques de almacenamiento estarán ubicados en las estaciones E12 0 + 456.44 y E85 2+ 222.39 respectivamente.

A continuación se presenta el análisis del muro del el tanque de 35 m<sup>3</sup>, debido a que sus dimensiones proporcionan los datos más críticos.

Datos:

h	= 2.40 m
b	= 1.20 m
c	= 1.60 m

## DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES



pv del suelo	=	1,600 kg/m <sup>3</sup>
pv del agua	=	1,000 kg/m <sup>3</sup>
pv del concreto	=	2,400 kg/m <sup>3</sup>
vs	=	15 ton/m <sup>2</sup>
A	=	30 grados

Donde:

- h = Altura del muro
- b = Base del muro
- c = Altura de presiones
- pv = Peso volumétrico del material
- vs = Valor soporte del suelo
- A = Ángulo de fricción interna

Usando Rankin:

$$K_a = \frac{(1 - \text{sen}A)}{(1 + \text{sen}A)}$$

$$K_p = \frac{(1 + \text{sen}A)}{(1 - \text{sen}A)}$$

donde:

$K_a$  = coeficiente de empuje activo

$K_p$  = coeficiente de empuje pasivo

sustituyendo valores:

$$K_a = 1/3, \quad K_p = 3$$

$$P_a = 1/2 * p_v \text{ suelo} * K_a * H^2$$

$P_a =$  empuje activo

$P_b = 1 / 2 * p_v \text{ agua} * c^2$

$P_b =$  empuje pasivo

$M_v =$  momento de volteo

Sustituyendo valores:

$P_a = 1,667 \text{ kg.}$      $K_p = 1,280 \text{ kg.}$

$M_v = P_a * H/3$

Sustituyendo valores:

$M_v = 1,389 \text{ kg-m}$

Cubierta:

cargas muertas cm: losa = 240 kg/m<sup>2</sup>, mezcla = 100 kg/m<sup>2</sup>

cm = 340 kg/m<sup>2</sup>

cargas vivas cv: cv = 250 kg/m<sup>2</sup>

área = (4.75 \* 4.75) / 4 = 5.64 m<sup>2</sup>

carga distribuida: carga de losa + carga viva

$w_l = (5.64 \text{ m}^2) * (340 \text{ kg/m}^2) / 4.75 \text{ m} + 0.20 \text{ m} * 0.15 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3$

$w_l = 475 \text{ kg/m}$

$w_v = (5.64 \text{ m}^2) * (250 \text{ kg / m}^2) / 4.75 = 296 \text{ kg / m}$

$w \text{ total} = 475 \text{ kg} + 286 \text{ k} = 761 \text{ kg}$

Fuerzas verticales:

peso = área \* 2400 kg/m<sup>3</sup>

momento = peso \* brazo

	peso (kg)	brazo (m)	momento
1	1,512	0.15	2,268
2	2,268	0.60	1,361
3	945	0.60	567
4	864	0.90	778
5	761	0.15	114
N = 6,350			MR=5,088

- Chequeo contra deslizamiento:

Factor de deslizamiento:  $f = \text{tg} (2 A / 3) = 0.40$

Resistencia al deslizamiento (T):  $T = f * N : T = 0.40 * 6,350 = 2,540$

factor de seguridad contra deslizamiento

el empuje del agua no existe ( $P_b=0$ ,  $F_s = 1.5$ )

$F_s = T/P_a = 2,540 / 1667 = 1.52$

$F_s = 1.52 > 1.5$  si cumple.

- Chequeo contra volteo:

el momento por el agua no existe ( $M_p = 0$ ,  $F_s = 1.5$ )

$F_s = M_w / M_v = (M_r + M_p) / M_v = (5,088+0) / 1,389 = 3.66 > 1.5$  si cumple.

Debido a los resultados anteriores se tiene la certeza que el diseño es adecuado para el proyecto, ver resultados en planos No. 10 y No. 11 Anexo 3.

### 2.6.9 Red de distribución

Se diseñó una red por ramales abiertos, la que tendrá una longitud de 9,854 metros de tubería de cloruro de polivinilo, PVC., de diámetros de 2", 1 1/4", 1", 3/4" y 1/2".

Ejemplo de cálculo de un ramal de distribución:

Ramal 1

De E37' 1 + 939.40 a E50 2 + 344.33, el ramal abastecerá 7 viviendas:

Caudal de distribución = ( Fg. \* No. viv.= 0.26 lts ./ seg./ viv. ) \* 7 viv.=0.184 lts. / seg.

Cota inicial de terreno	:	751.00 m.
Cota final de terreno	:	689.25 m.
Diferencia de cotas	:	61.75 m.
Flotador + margen	:	10.00 m.
Altura H disponible	:	51.75 m.
No. de viviendas n	:	7.00 u.
Caudal Q	:	0.18 lts. / seg.
Longitud + 3 % , 397.93 * 1.03	:	409.87 m.
Perdida de carga hf	:	16.77 m.
Cota piezométrica	:	734.23 m.

Utilizando la fórmula de Hazen & Williams se tiene el resultado siguiente:

$$hf = \{1743.8114 * L * Q ^ 1.85 \} / \{ D.^ 4.87 * C ^ 1.85 \} \text{ ver numeral 2.12.8,iv.}$$

$$hf = \{1743.8114 * 409.87 * 0.184 ^ 1.85 \} / \{ 0.716 ^ 4.87 * 40 ^ 1.85 \} = 16.90 \text{ m.c.a.}$$

$$Cpf = Cpi - hf. = 751.00 - 16.90 = 734.10 \text{ m.}$$

Siguiendo el mismo procedimiento de diseño se obtuvo el siguiente resultado, para la red de distribución, ver Tabla A, del Anexo 1.

Longitud ( m. )	No Tubos	Diámetros ( plg. )	Clase ( PSI. )
2,664.00	444	2 "	PVC 160
126.00	21	2 "	HG
498.00	83	1 1 / 4 "	PVC 160
12.00	2	1 1 / 4 "	HG
1,896.00	316	1 "	PVC 160
2.00	12	1 "	HG
1,272.00	212	3 / 4 "	PVC 250
48.00	8	3 / 4 "	HG
3,282.00	547	1 / 2 "	PVC 315
54.00	9	1 "	HG

En la red de distribución se necesitarán ocho pasos de zanjón de 12 m. cada uno y dos puentes de 30 metros cada uno, ver plano No. 14 Anexo 3.

#### **2.6.10. Pasos aéreos**

En el paso de tuberías de acueductos, por zanjones, con una luz mayor de 20.00 m., se hace necesario el uso de Puentes Colgantes , La estructura de estos puentes, está compuesta por columnas de concreto reforzado en los extremos de la luz a cubrir, las cuales proveen el apoyo del cable principal del que se sujetan tirantes, uniformemente espaciados, que sostienen la tubería de paso, el cable principal es anclado a bloques de concreto, ubicados en los extremos del puente.

Ver resultados en el Anexo 3, plano No. 13.

#### **2.6.11. Conexiones prediales**

Se proyectó la instalación de 168 conexiones prediales iniciales, con un promedio de 36 m. de tubería PVC. De 1 / 2" por conexión.

Con la construcción de las conexiones prediales indicadas, se prevee cubrir el 100 % de la población.



Las conexiones prediales consistirán en: una tee reductora de PVC, tres adaptadores macho de 1 / 2" de PVC, dos codos de 1 / 2" de PVC, una llave de paso de 1 / 2", una llave de chorro de 1 / 2" de HG y tubería de 1 / 2". El detalle de la conexión se presenta en el Anexo 3.

#### **2.6.12. Presiones de trabajo**

Para el adecuado funcionamiento de la red de distribución, y del sistema se tiene proyectado la construcción de 17 cajas rompe presión con válvulas de flote.

La presión estática de la red de distribución se diseñó para que no sobrepasara los 60 m.c.a. o sea 90 PSI. La menor presión dinámica de 10 m.c.a.

#### **2.6.13. Desinfección**

La desinfección del agua para fines de abastecimiento constituye una medida con carácter correctivo y preventivo y debe ser adoptada en todo sistema de abastecimiento de agua.

Se recomienda usar hipoclorito de calcio para la desinfección del sistema de agua. El sistema a utilizar consiste en un hipoclorador por gravedad.

Dosificación:

Teniendo C.M.D de 2.46 lts / seg. En un día será 212, 544 lts.

Si la dosis es de 1 mg. / lts de agua.

$212,544 = 1 \text{ mg. / lts.} = 212.50 \text{ grs. de cloro al } 70 \%$ .

$212.50 \text{ grs. / } 0.70 = 10.00 \text{ onzas de cloro de calcio. Cantidad a agregar diariamente al tanque de almacenamiento.}$

Ver detalle del hipoclorador en plano No. 16 del anexo No 3.

## **2.7. Saneamiento ambiental**

### **2.7.1. Letrinización**

Se proyecta la construcción de 100 letrinas mejoradas ventiladas, que cubrirán el 100 % de las viviendas de la población inicial, la construcción incluye:

- La excavación de un foso
- La construcción de una taza de concreto
- La construcción de una plancha de soporte
- La construcción de caseta de pared de fibrocemento y techo de lámina.
- La colocación de una tubería PVC. Para ventilación.

Considerando un volumen : de  $0.70 \times 0.70 \times 2.50 = 1.22 \text{ m}^3 = 1,220 \text{ lts}$

Con  $1 \text{ kg. / día} = 1000 \text{ gr. / día}$  se reduce el 10 % queda  $100 \text{ gr. / día}$ .

$100 \text{ gr. / día} \times 365 \text{ día} = 36,500 \text{ gr.} = 36.50 \text{ kg.}$

$36.50 \times 7 \text{ personas / vivienda} = 255.50 \text{ kg. / año / vivienda} = 255.50 \text{ lts. / año}$

$1,220 \text{ lts. / } 255.50 \text{ lts. / año} = 4.77 \text{ años de utilidad.}$

El plano de detalle de la letrina se muestra en el Anexo No.3.

### **2.7.2. Desechos sólidos y aguas grises**

Los desechos sólidos en la actualidad son irrelevantes, en su mayoría están constituidos por residuos de tipo orgánico de poco volumen, los que usualmente son enterrados. Por su parte los no biodegradables, son incinerados.

En relación a las aguas grises, éstas no se disponen adecuadamente ya que fluyen en forma desordenada a lo largo del suelo formándose pequeños

estancamientos o zonas lodosas, la cual si constituyen fuente de contaminación.

De acuerdo con el tipo de terreno de la localidad, se recomienda la construcción de pequeños pozos de absorción, para la disposición final de las aguas grises, lo que contribuirá a eliminar los riesgos de posibles contaminaciones.

## **2.8. Presupuesto**

Los criterios que se utilizaron para la integración del presupuesto fueron los siguientes

- i. Cuantificación de materiales: Los planos se presentan en el Anexo 2. Y se elaboraron con base al cálculo hidráulico, tabla A del Anexo 1, y sirvieron para hacer la cuantificación de materiales. Ver resultados en tabla D y E del Anexo 1.
  
- ii. Los precios unitarios: Se alimentó una base de datos de los precios de los materiales locales y no locales, incluyendo el acarreo y los proveedores más cercanos. Ver resultados en tabla D y E del Anexo 1.
  
- iii. La mano de obra: Se calculó en base al número de días que emplea la mano de obra calificada y no calificada, para realizar un renglón de trabajo, aplicando el salario mínimo. Ver resultados en tabla B y C Anexo 1.

**2.8.1 Presupuesto del sistema agua potable**

--

No	Concepto	UNIDAD	CANTIDAD	P/UNIT	Costo Tot.
<b>A</b>	<b>ACUEDUCTO</b>	<b>U</b>	<b>1.00</b>		
1	CAPTACIÓN	GLOBAL	1.00	3,282.14	3,282.14
2	CONDUCCIÓN	M	2,586.00	38.60	99,817.03
3	CAJA DISTRIBUIDORA	GLOBAL	1.00	3,584.73	3,584.73
4	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	U	2.00	17,483.85	34,967.69
5	DISTRIBUCIÓN	M	9,612.00	16.62	159,776.65
6	CAJA ROMPE PRESIÓN	U	17.00	2,015.99	34,271.85
7	CONEXIONES DOMICILIARES	U	168.00	339.13	56,974.63
8	CAJAS PARA VÁLVULAS	GLOBAL	1.00	1,534.06	1,534.06
9	PASOS DE ZANJÓN	U	15.00	1,848.62	27,729.28
10	PUENTE COLGANTE	U	2.00	6,928.74	13,857.47
	<b>TOTAL ACUEDUCTO</b>				<b>435,795.53</b>

**2.9.2. Presupuesto sistema letrización**

No	Concepto	UNIDAD	CANTIDAD	P/UNIT	Costo Tot.
<b>B</b>	<b>LETRINAS</b>	<b>U</b>	<b>100.00</b>	<b>968.88</b>	
1	BROCAL, PLANCHA Y TAZA	U	100.00	314.41	31,441.24
2	CASETA	U	100.00	302.22	30,222.25
3	MANO OBRA-EQUIPO	GLOBAL	1.00	35,225.00	35,225.00
	<b>TOTAL LETRINAS</b>				<b>96,888.49</b>

**2.9.3. Resumen del presupuesto**

No	Concepto	UNIDAD	CANTIDAD		Costo Tot.
<b>A</b>	<b>ACUEDUCTO</b>	<b>U</b>	<b>1.00</b>		<b>435,795.53</b>
<b>B</b>	<b>LETRINAS</b>	<b>U</b>	<b>100.00</b>		<b>96,888.49</b>
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>532,684.02</b>

Aciende el presente presupuesto a la cantidad de  
QUINIENTOS TREINTA Y DOS MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y CUATRO QUETZALES CON  
DOS CENTAVOS.

## CONCLUSIONES

1. La ejecución del Proyecto de Agua Potable y letrización, ayudará a satisfacer las necesidades básicas de la comunidad y a mejorar la calidad de vida y las condiciones de salud de los pobladores, al proporcionarles agua potable y una adecuada disposición de excretas.
2. El Sistema de Agua Potable dará los resultados esperados y funcionará según los términos de referencia dados por la Unidad Ejecutora del Programa Agua Fuente de Paz, si y solo si el Proyecto se ejecuta de acuerdo a lo requerido en las especificaciones técnicas.
3. Debido a las condiciones topográficas de la aldea el proyecto funcionará por gravedad, teniendo como resultado un proyecto de agua económico, funcional y de fácil mantenimiento.
4. El Sistema de letrina sin arrastre ventilada, resulta ser lo más conveniente ya que no contamina la superficie ni las fuentes subterráneas, evitando así la proliferación de agentes patógenos, que causan enfermedades, y su construcción es de bajo costo.

## RECOMENDACIONES

1. Para la ejecución del Proyecto se recomienda al Programa Agua Fuente de Paz seguir cuidadosamente las especificaciones técnicas, y así garantizar la calidad y el buen funcionamiento del Sistema de Abastecimiento.
2. Se recomienda a la Municipalidad de La Libertad y al comité de la aldea promover en la comunidad, programas de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable, educación sanitaria y conservación del medio ambiente.
3. Se aconseja a la Municipalidad de la Libertad y al Comité Pro-mejoramiento de la aldea, dar educación a los pobladores, en cuanto al uso adecuado de la letrina y asegurar de esta forma la vida útil de las mismas.
4. Las aguas servidas no se disponen en forma adecuada por lo que se recomienda a la comunidad, la construcción de pequeños pozos de absorción, lo que contribuirá a eliminar los riesgos de posibles contaminaciones.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CARE & CESPAC. Agua Potable en Zonas Rurales Operación y Mantenimiento Sistema por Gravedad. s.a. Perú: s.e.
2. DAVILA Crespo, Darwin Omar. Estudio y diseño del agua potable para las comunidades de Yerbabuena, La Fuente y Valencia del municipio de Jutiapa, Jutiapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1,995.
3. LAURIA D. Información y Capacitación en Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Bajo Costo Red de Distribución del Agua (Banco Mundial & PNUD). Washington, D.C., E.U.A. 1,982 Editorial Cowater International.
4. Organización Panamericana de la Salud. Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales. Guatemala: 1,993 s.e.
5. SCHIERE, Jacobo. Manual del Modulo # 2 de Seguimiento y Mantenimiento de la LASF. Guatemala: 1,989 Ediciones Semilla.
6. TUM Canto, Francisco José. Planificación y Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Sistema de Saneamiento para el cantón Alta Vista, aldea El Cedro, Municipio de San Pedro Sacatepéquez, Departamento de San Marcos. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 1,995.
7. WAGNER, E.G. Abastecimiento de Agua en las Zonas Rurales. Switzerland (Organización Mundial de la Salud. Serie de Monografías, No 42) 1,985 s.e.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WAGNER, E.G. Abastecimiento de Agua en las Zonas Rurales. Organización Mundial de la Salud. Serie de Monografías, No 42. (Switzerland: s.e, 1,985), p.17.
2. Organización Panamericana de la Salud (OPS). Guía para el Diseño de Abastecimientos de Agua Potable a Zonas Rurales. (Guatemala: s.e, 1,993), p.4.
3. Ibid., p.10.
4. Ibid., p.19
5. Ibid., p. 12.
6. DAVILA Crespo, Darwin Omar. Estudio y diseño del agua potable para las comunidades de Yerbabuena, La Fuente y Valencia del municipio de Jutiapa, Jutiapa. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, (Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1,995.)
7. OPS, op. cit. , p. 15.
8. LAURIA D. (Banco Mundial & PNUD) Información y Capacitación en Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Bajo Costo Red de Distribución del Agua. (Washington, D.C., E.U.A.: Editorial Cowater International, 1,982), p. 2.
9. Ibid., p. 19
10. OPS, op. cit. , p. 21.
11. DAVILA, op. cit. , p. 19.
12. Loc. cit.
13. Loc. cit.
- 14..CARE & CESPAC. Agua Potable en Zonas Rurales Operación y Mantenimiento Sistema por Gravedad. ( Perú: s.e., s.a.), p.30.



15. WAGNER, op. Cit., p.212

16. OPS, op. Cit., p.32

17. DAVILA, op. Cit., p.26.

18. Loc. cit.

19. Ibid., p.34.

20. Ibid., p.31.

21. Ibid., p.36.

## **ANEXO 1**

**TABLA A: CÁLCULO HIDRÁULICO**

**TABLA B: MANO DE OBRA DEL ACUEDUCTO**

**TABLA C: MANO DE OBRA DE LETRINAS**

**TABLA D: PRESUPUESTO DEL ACUEDUCTO**

**TABLA E: PRESUPUESTO DE LETRINAS**

TABLA A

CÁLCULO HIDRÁULICO

Descripción	Tramo		Cota de terreno		Flot+ margen.	H Dis.	n	Q Lts./seg.	L	D Pulg.	hf.	Cota piez.	No. tubos	
	De	A	Inicial	Final									Clase	
Brote	E0	E1	1,000.00	995.67	10.00	50.67	67.00	4.77	28.00	3	7.38	987.29	5	160
COND.	E1	E12'	994.67	934.00									73	160
Td.25m3 DIS	E12'	E13'	933.00	881.00	10.00	42.00	67.00	1.77	282.46	1 1/4	18.73	914.27	47	160
CRP. DIST.	E13'	E33'	881.00	820.50	10.00	50.50	66.00	1.74	95.46	1	21.25	893.02	16	160
DIST.	E33'	E37'	820.50	751.00	10.00	59.50	7.00	0.18	937.19	2	10.86	870.14	161	160
DIST.	E33'	E55	820.50	791.54	10.00	15.87	52.00	1.37	185.86	1/2	7.83	812.67	32	315
DIST.	E55	E176	817.41	736.21	10.00	4	16.00	0.43	414.52	2	3.08	817.41	71	160
DIST. R-4	E38	E39	750.5	786.72	4.00	20.69	1.00	0.026	629.65	1	10.46	806.95	180	160
DIST.	E55	E162	817.41	786.72	10.00	9.00	26.00	0.69	74.45	1/2	0.08	750.42	13	315
DIST. R-2	E163	E165	815.50	769.91	10.00	5.00	3.00	0.08	485.65	1	19.27	798.13	80	160
DIST. R-3	E163	E170	804.00	761.41	10.00	9.00	3.00	0.08	94.70	1/2	0.83	814.66	17	315
DIST. R-5	E150	E151	813.50	769.91	10.00	33.59	2.00	0.05	68.82	1/2	0.61	803.39	12	315
DIST. R-6	E152	E153	812.50	761.41	10.00	41.09	4.00	0.11	53.82	1/2	0.23	813.27	9	315
DIST. R-7	E154	E155	812.00	770.17	10.00	31.83	2.00	0.05	54.00	1/2	0.80	811.69	9	315
DIST.	E157	E158	809.00	777.49	10.00	21.51	4.00	0.11	47.85	1/2	0.20	811.80	8	315
DIST. R-1	E37'	E50	751.00	689.25	10.00	51.75	7.00	0.18	42.00	1/2	0.63	808.37	8	315
CON.	E1	E85	994.67	957.91	10.00	26.76	101.00	1.48	397.93	1/2	16.77	734.23	68	315
Td.35m3	E85	E81	956.91	936.74	10.00	10.17	101.00	2.66	2,178.87	2	23.39	971.28	374	250
CRP. DIST.	E81	E66	935.74	878.46	10.00	47.28	17.00	0.45	71.44	1 1/4	10.44	946.46	13	160
CRP. DIST.	E66	E70'	877.46	813.00	10.00	54.46	15.00	0.40	247.50	3/4	15.06	920.67	42	250
CRP. DIST.	E70'	E71'	813.00	750.00	10.00	53.00	10.00	0.26	150.31	1/2	31.96	888.71	25	315
CRP. DIST.	E71'	E79	750.00	698.18	10.00	41.82	9.00	0.24	90.06	3/4	4.46	874.00	15	250
DIST.	E72	E73	747.50	889.87	10.00	35.87	78.00	2.06	213.13	1/2	28.33	845.67	37	315
DIST.	E81	E92	935.74	889.87	10.00	35.87	78.00	2.06	133.03	1/2	10.86	802.13	23	315
									219.04	1/2	14.75	735.25	38	315
									46.82	1/2	3.50	746.50	8	315
									39.82	1 1/4	31.49	932.24	7	160
									106.77	1		900.74	18	160

TABLA A

CÁLCULO HIDRÁULICO

Descripción	Tramo		Cota de terreno		Flot+ margen.	H Dis.	n	Q Lts./seg.	L	D Pulg.	hf.	Cota piez.	No. tubos	
	De	A	Inicial	Final									Clase	
CRP. DIST.	E92	E98'	889.87	827.00	10.00	52.87	36.00	0.95	62.00	1	4.37	885.00	10-160	
CRP. DIST.	E98'	E105'	827.00	765.50	15.00		27.00	0.71	154.00	3/4	37.62	847.87	26-250	
DIST. R-11	E99	E100	821.50	788.69	10.00	22.81	2.00	0.05	89.71	1/2	10.86	821.12	16-315	
CRP. DIST.	E13'	E33'	881.00	820.50	10.00	50.50	66.00	1.74	937.19	2		821.29	46-250	
DIST. R-13	E101	E103	808.00	803.69	10.00	45.31	1.00	0.03	107.95	1/2		870.14	16-160	
DIST. R-12	E101	E102	808.00	752.69	10.00	28.28	6.00	0.16	109.77	3/4		807.87	19-315	
DIST. R-10	E83	E84	952.00	913.72	10.00	36.55	20.00	0.527	98.06	1		807.94	9-315	
DIST.	E105'	E106	765.5	736.24	10.00	41.74	18.00	0.47	114.87	1/2	27.93	763.1	17-160	
DIST.	E106	E110	763.10	715.55	10.00	6.91	2.00	0.05	104.00	1/2		735.17	20-315	
DIST. R-14	E106	E107	763.10	756.29	10.00	48.96	14.00	0.37	150.13	1/4	6.53	762.66	18-315	
DIST. R-14	E110	E116	715.55	763.81	10.00	8.54	35.00	0.92	233.28	1/2	34.63	709.17	25-250	
DIST. CRP.	E92	E125'	889.87	872.96	10.00	6.91	35.00	0.92	1,339.16	2	5.98	883.88	39-315	
DIST. R-15	E125'	E120'	872.96	814.00	10.00	48.96		0.92	136.15	1	9.09	863.86	23-160	
CRP. DIST.	E120'	E122	842.96	839.42	10.00	46.00	1.00	0.03	90.38	3/4	20.90	842.96	15-250	
DIST.	E120'	E129'	814.00	758.00	10.00	46.00	33.00	0.87	129.41	3/4	26.83	842.89	10-315	
DIST.	E129'	E140	758.00	737.60	10.00	10.00	32.00	0.84	26.44	1/2	19.18	767.99	4-315	
DIST.	E140	E145	747.99	688.60	10.00	49.39	15.00	0.40	105.71	1 1/4	1.78	756.21	18-160	
CRP. DIST.	E145	E145'	688.60	624.00	10.00	54.60	5.00	0.13	149.41	1/2	25.91	722.10	27-315	
CRP. DIST.	E145'	E148	624.00	560.37	10.00	53.63	5.00	0.13	99.00	1/2	2.25	686.34	17-315	
DIST.	E133	E137'	755.50	713.00	10.00	32.50	10.00	0.26	288.03	1/2	6.56	617.44	50-315	
DIST.	E137'	E138	713.00	651.47	10.00	51.53	9.00	0.24	98.65	1/2	8.06	747.44	17-315	
DIST.	E135	E136	749.00	707.07	10.00	31.93	1.00	0.03	110.35	1/2	7.43	705.60	19-315	
DIST.	E141	E142	736.50	683.49	10.00	43.01	4.00	0.11	46.34	1/2	0.05	748.95	8-315	
DIST. SUB-3	E121	E122	845.50	839.42	10.00	8.54	1.00	0.03	144.79	1/2	2.16	734.34	25-315	
DIST.	E129	E130	772.00	753.46	10.00	8.54	1.00	0.03	44.41	3/4		845.48	8-250	
DIST.									38.62	1/2		771.96	7-315	

**TABLA B**

<b>MANO DE OBRA DEL ACUEDUCTO</b>						
No	Actividad	Día Peón	Día alb.	Peón	Albañil	Superv.
1	Conducción (2,586 m.)	602.00	91.00	12,040.00	4,550.00	1,950.00
2	Tanque de dist.	140.00	70.00	2,800.00	3,500.00	1,500.00
3	Distribución (9,612 m.)	3,010.00	322.00	60,200.00	16,100.00	6,900.00
4	Conexiones dom.	84.00	84.00	1,680.00	4,200.00	1,800.00
<b>Total de días</b>		<b>3,836.00</b>	<b>567.00</b>			
<b>Total de costos</b>				<b>76,720.00</b>	<b>28,350.00</b>	<b>12,150.00</b>
Bases para cálculo:						
Longitud de tubería		12198.00				
Mano de obra no calificada						
Peón	Q.20.00x 3,836 días	Q. 76,720.00				
Mano de obra calificada						
Albañil	Q.50.00x 567 días	Q. 28,350.00				
Supervisión						
Supervisor	Q.150.00x 81 días	Q. 12,150.00				

**TABLA C**

<b>MANO DE OBRA DE LETRINAS</b>						
No	Actividad	Día Peón	Día alb.	Peón	Albañil	Superv.
1	Fosa y Brocal	238.00	119.00	3,570.00	5,950.00	1,955.00
2	Taza y plancha	238.00	119.00	3,570.00	5,950.00	1,955.00
3	Caseta	238.00	119.00	3,570.00	5,950.00	1,955.00
<b>Total de días</b>		<b>714.00</b>	<b>357.00</b>			
<b>Total de costos</b>				<b>10,710.00</b>	<b>17,850.00</b>	<b>5,865.00</b>
Bases para cálculo:						
Longitud de tubería						
Mano de obra no calificada						
Peón	Q.15.00x 714 días			Q. 10,710.00		
Mano de obra calificada						
Albañil	Q.50.00x 367 días			Q. 17,850.00		
Supervisión						
Supervisor	Q.115.00x 51 días			Q. 5,865.00		

TABLA D

PRESUPUESTO DEL ACUEDUCTO					
No	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Costo Tot.
A	AGUA POTABLE	m.	2,586.00		
1	<b>Materiales no locales</b>				<b>279,016.76</b>
	PVC de 3" 125 PSI	U	2.00	163.98	327.96
	PVC de 2" 250 PSI	U	360.00	140.28	50,500.80
	PVC de 2" 160 PSI	U	444.00	93.63	41,571.72
	PVC de 2" 125 PSI	U	6.00	75.54	453.24
	PVC de 1 1/2" 160 PSI	U	426.00	60.19	25,640.94
	PVC de 1 1/4" 160 PSI	U	83.50	45.85	3,828.48
	PVC de 1" 160 PSI	U	316.00	33.97	10,734.52
	PVC de 3 / 4" 250 PSI	U	212.00	22.95	4,865.40
	PVC de 1 / 2" 315 PSI	U	1,555.00	17.95	27,912.25
	Tubo Hg. de 2"	U	33.00	436.80	14,414.40
	Tubo Hg. de 1 1/4"	U	2.00	335.00	670.00
	Tubo Hg. de 1"	U	14.00	288.00	4,032.00
	Tubo Hg. de 3/4"	U	8.00	250.00	2,000.00
	Tubo Hg. de 1/2"	U	89.00	195.00	17,355.00
	Codo PVC 3X90	U	4.00	39.12	156.48
	Codo PVC 2X90	U	29.00	11.18	324.22
	Codo PVC 1 1/4X90	U	8.00	8.19	65.52
	Codo PVC 1X90	U	46.00	3.98	183.08
	Codo PVC 3/4X90	U	7.00	2.07	14.49
	Codo PVC 1/2X90	U	18.00	1.00	18.00
	Codo PVC 2X45	U	38.00	13.40	509.20
	Codo PVC 1 1/4X45	U	4.00	8.19	32.76
	Codo PVC 1X45	U	20.00	6.21	124.20
	Codo PVC 3/4X45	U	15.00	4.84	72.60
	Codo PVC 1/2X45	U	16.00	3.60	57.60
	Codo Hg. 1/2X45	U	336.00	1.50	504.00
	Adaptador macho PVC 3"	U	4.00	12.50	50.00
	Adaptador macho PVC 2"	U	44.00	7.73	340.12
	Adaptador macho PVC 1 1/4"	U	10.00	3.98	39.80
	Adaptador macho PVC 1"	U	35.00	3.14	109.90
	Adaptador macho PVC 3/4"	U	37.00	1.89	69.93
	Adaptador macho PVC 1/2"	U	395.00	1.00	395.00
	Adaptador hembra PVC 3"	U	2.00	11.00	22.00
	Adaptador hembra PVC 2"	U	48.00	7.20	345.60
	Adaptador hem. PVC 1 1/4"	U	6.00	4.67	28.02
	Adaptador hembra PVC 1"	U	20.00	2.99	59.80
	Adaptador hembra PVC 3/4"	U	21.00	2.45	51.45
	Adaptador hembra PVC 1/2"	U	111.00	1.89	209.79
	Tee PVC 2"	U	50.00	13.08	654.00
	Tee PVC 1 1/4"	U	105.00	8.11	851.55
	Tee PVC 1"	U	40.00	4.96	198.40
	Tee PVC 3/4"	U	13.00	2.51	32.63
	Tee PVC 1/2"	U	58.00	1.61	93.38
	Reductor bush PVC 2X3/4	U	38.00	11.27	428.26
	Red. bush PVC 1 1/4X1	U	1.00	7.76	7.76
	Red. bush PVC 1 1/4X3/4	U	86.00	4.84	416.24
	Reductor bush PVC 1X3/4	U	33.00	2.92	96.36
	Red. bush PVC 3/4X1/2	U	41.00	1.67	68.47
	Válvula de compuerta 3"	U	2.00	500.00	1,000.00
	Válvula de compuerta 2"	U	23.00	409.61	9,421.03

## Peña2

No	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio U.	Costo Tot.
	Válvula de compuerta 1 1/4"	U	5.00	163.84	819.20
	Válvula de compuerta 1"	U	15.00	123.65	1,854.75
	Válvula de compuerta 3/4"	U	13.00	108.20	1,406.60
	Válvula de compuerta 1/2"	U	14.00	92.74	1,298.36
	Válvula de flote 2"	U	2.00	300.00	600.00
	Válvula de flote 1 1/4"	U	1.00	180.00	180.00
	Válvula de flote 1"	U	2.00	145.00	290.00
	Válvula de flote 3/4"	U	3.00	55.62	166.86
	Válvula de flote 1/2"	U	10.00	46.35	463.50
	Llave de chorro 1/2"	U	168.00	18.75	3,150.00
	Llave de paso 1/2"	U	168.00	26.78	4,499.04
	Pichacha PVC 3"	U	1.00	22.46	22.46
	Pichacha PVC 2"	U	3.00	11.18	33.54
	Pichacha PVC 1 1/4"	U	3.00	12.87	38.61
	Pichacha PVC 1"	U	7.00	10.30	72.10
	Pichacha PVC 3/4"	U	6.00	7.75	46.50
	Pichacha PVC 1/2"	U	3.00	6.00	18.00
	Tapón hembra PVC 1"	U	2.00	2.92	5.84
	Tapón hembra PVC 3/4"	U	1.00	1.75	1.75
	Cruz PVC 3/4"	U	1.00	14.00	14.00
	Cable de acero 1/2"	m.	165.00	24.73	4,080.45
	Mordaza 1/2"	U	54.00	5.57	300.78
	Guardacable	U	12.00	4.28	51.36
	Tensor 7/8	U	3.00	92.74	278.22
	Grapa	LB	36.00	2.50	90.00
	Cemento	BOLSA	777.00	27.00	20,979.00
	Hierro 1/2"	Var.	100.00	16.18	1,618.00
	Hierro 3/8"	Var.	473.00	8.71	4,119.83
	Hierro 1/4"	Var.	56.00	4.92	275.52
	Clavo 3"	LB	200.00	2.14	428.00
	Alambre de amarre	LB	193.00	2.19	422.67
	Candado 60 mm.	U	119.00	59.00	7,021.00
	Alambre espigado	ROLLO	9.00	87.55	787.95
	Pintura anticorrosiva	Gl.	1.00	61.92	61.92
	Eternocrete	Gl.	4.00	126.23	504.92
	Thinner	Gl.	6.50	17.92	116.48
	Wipe	Lb.	16.00	9.63	154.08
	Solvente PVC	Gl.	3.50	396.32	1,387.12
<b>2</b>	<b>Materiales locales</b>				<b>38,658.75</b>
	Arena de río	m3	104.70	70.00	7,329.00
	Piedrín	m3	66.90	120.00	8,028.00
	Piedra bola	m3	141.00	80.00	11,280.00
	Tabla 1"x12"x9	Pt.	4,111.00	2.50	10,277.50
	Paral 3"x3"x9	Pt.	598.50	2.50	1,496.25
	Poste brotón	U	64.00	7.00	448.00
<b>3</b>	<b>Mano obra-equipos</b>				<b>117,920.00</b>
	Mano de obra no Cal.				76,720.00
	Mano de obra Cal.				28,350.00
	Supervisión				12,150.00
	Equipo y herramienta				500.00
	Transporte				200.00
<b>Total del acueducto</b>					<b>435,795.51</b>



TABLA E

PRESUPUESTO DE LETRINAS						
No.	Concepto	Unidad	Cantidad	Con/Cal	Precio U	Costo tot.
<b>B</b>	<b>LETRINAS</b>		100.00			
<b>1</b>	<b>Brocal, plancha. taza</b>					<b>31,441.24</b>
	<b>Materiales no locales</b>					<b>21,781.24</b>
	Tubo PVC. 3",125 PSI	U	0.50	50.00	163.98	8,199.00
	Cemento	Bol.	3.00	300.00	27.00	8,100.00
	Piedrín	m3	0.35	35.00	120.00	4,200.00
	Hierro de 3/8"	Var.	1.50	150.00	4.92	738.00
	Alambre de amarre	Lb.	0.60	60.00	2.19	131.40
	Clavo de 2 1/2"	Lb.	0.06	6.00	2.14	12.84
	Hierro hembra 1/8"	U	2.00	200.00	2.00	400.00
	<b>Materiales locales</b>					<b>9,660.00</b>
	Arena de río	M3	0.38	38.00	70.00	2,660.00
	Piedra bola	M3	0.75	75.00	80.00	6,000.00
	Tabla 1" x 12" x 9	Pt.	3.00	300.00	2.50	750.00
	Tapadera	U	1.00	100.00	2.50	250.00
<b>2</b>	<b>Caseta</b>					<b>30,222.25</b>
	<b>Materiales no locales</b>					<b>7,808.25</b>
	Cemento	Bol.	0.10	10.00	27.00	270.00
	Lámina zinc 6,cal.28	U	2.00	200.00	20.60	4,120.00
	Clavo de lámina	Lb.	0.40	40.00	2.40	96.00
	Clavo de 2 1/2"	Lb.	2.50	250.00	2.14	535.00
	Aladabón 1 1/2"	U	1.00	100.00	5.00	500.00
	Pasador 1 1/2"	U	1.00	100.00	5.00	500.00
	Bisagra 3"	U	2.00	200.00	5.15	1,030.00
	Pentaclorofenol	Gl.	0.25	25.00	29.65	741.25
	Chapopote	Gl.	0.02	2.00	8.00	16.00
	<b>Materiales locales</b>					<b>22,414.00</b>
	Arena de río	M3	0.10	10.00	70.00	700.00
	Paral 2"x4"x9	U	5.00	500.00	15.60	7,800.00
	Paral 2"x4"x7	U	8.00	800.00	12.15	9,720.00
	Tendal 2"x3"x6	U	2.00	200.00	7.80	1,560.00
	Tendal 2"x3"x4	U	3.00	300.00	5.20	1,560.00
	Regla 1 1/2"x2"x6	U	2.00	200.00	3.90	780.00
	Regla 1 1/2"x2"x1.5	U	3.00	300.00	0.98	294.00
<b>3</b>	<b>Mano de obra-equipo</b>					<b>35,225.00</b>
	Mano de obra no Cal.					10,710.00
	Mano de obra Cal.					17,850.00
	Supervisión					5,865.00
	Equipo y herramienta					200.00
	Transporte					600.00
	<b>Total de letrinas</b>					<b>95,880.49</b>

## **ANEXO 2**

### **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA**



**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA ZONA 12**

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

<b>OT. No. 10518</b>		<b>EXAMEN BACTERIOLOGICO</b>		INF. No. A-142375	
INTERESADO: <u>EPS INGENIERIA CIVIL</u>			PROYECTO: <u>Control Calidad del Agua</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Roberto Flores Fuentes</u>			DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA - USAC</u>		
MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>Aldea Peña Roja</u>			FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>27-05-98; 14:00</u>		
MUESTRA RECOLECTADA EN: <u>"Ojo de Agua Peña Roja"</u>			FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB.: <u>28-05-98; 12:50</u>		
MUNICIPIO: <u>La Libertad</u>			CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>en refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Huehuetenango</u>					
SABOR: _____		SUSTANCIAS EN SUSPENSION: <u>No hay</u>			
ASPECTO: <u>Clara</u>		CLORO RESIDUAL: _____			
OLOR: <u>Inoó ra</u>					

**NUMERACION TOTAL DE GERMESES**

a) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 35° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	32	18	9

b) SIEMBRA EN AGAR NUTRITIVO, INCUBACION A 20° C

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm <sup>3</sup>	0.1 cm <sup>3</sup>	0.01 cm <sup>3</sup>
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	20	10	4

RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm <sup>3</sup>	270
------------	---	-----

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

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35° C	TOTAL 35° C	FECAL 44.5° C
10.0 cm <sup>3</sup>	- - -		
1.0 cm <sup>3</sup>	- - -	<b>INNECESARIAS</b>	
0.1 cm <sup>3</sup>	- - -		
0.01 cm <sup>3</sup>			
0.001 cm <sup>3</sup>			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100 cm <sup>3</sup>		Menos de 3	Menos de 3

TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. NORMA COGUANOR NGO 4 OIO. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION **Bacteriológicamente el agua ES potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.**

DIRECCION  
Ing. Bo. Desar García

GUATEMALA 05 de junio de 1.998

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA  
GUATEMALA, G.A.

JEFE DE LABORATORIO  
ZENON MUCH SANTOS  
Ing. Químico Col. No. 420  
M. Sc. Ing. Sanitaria



**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA**  
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC

<b>O.T. No. 10518</b>	<b>EXAMEN QUIMICO SANITARIO</b>
	<b>INF No. 18710</b>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>27-05-98; 14:00</u>
RECOLECTADA POR: <u>Roberto Flores Fuentes</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>28-05-98; 12:50</u>
LUGAR: <u>Aldea Peña Roja</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>en refrigeración</u>
FUENTE: <u>"Ojo de Agua Peña Roja"</u>	
<u>La Libertad - Huehuetenango</u>	

**RESULTADOS**

1. ASPECTO <u>Clara</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>2.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA
3. TURBIEDAD <u>1.0 UTN</u>	6. pH <u>7.6</u>	<u>348.0</u> $\mu$ mhos/cm

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1 AMONIACO NH3	0.171	6 CLORUROS CL <sup>-</sup>	5.00	11 SOLIDOS TOTALES	204.0
2 NITRITOS NO2 <sup>-</sup>	0.000	7 FLUORUROS F <sup>-</sup>	0.08	12 SOLIDOS VOLATILES	92.0
3 NITRATOS NO3 <sup>-</sup>	3.080	8 SULFATOS	7.00	13 SOLIDOS FIJOS	112.0
4 CLORO RESIDUAL	-----	9 HIERRO TOTAL Fe	0.05	14 SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
5 MANGANESO Mn	-----	10 DUREZA TOTAL	210.00	15 SOLIDOS DISUELTOS	191.0

**ALCALINIDAD (CLASIFICACION)**

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	200.0	200.0

**OTRAS DETERMINACIONES**

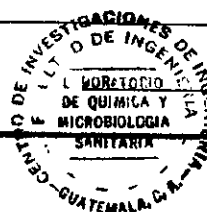
TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES desde el punto de vista Físico Químico Sanitario el análisis de agua se encuentra dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 05 de junio de 1,998.

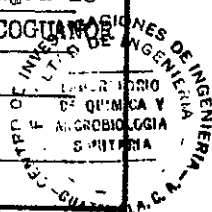
**DIRECCION**

Ingeniero César García  
 Director del CII



Zenon Much Santos  
 JEFE DE LABORATORIO

ZENON MUCH SANTOS  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. Ing. Sanitaria



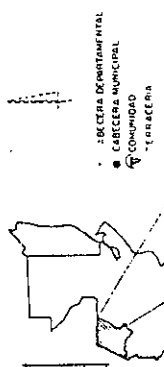
**ANEXO 3**

**PLANOS DEL PROYECTO**



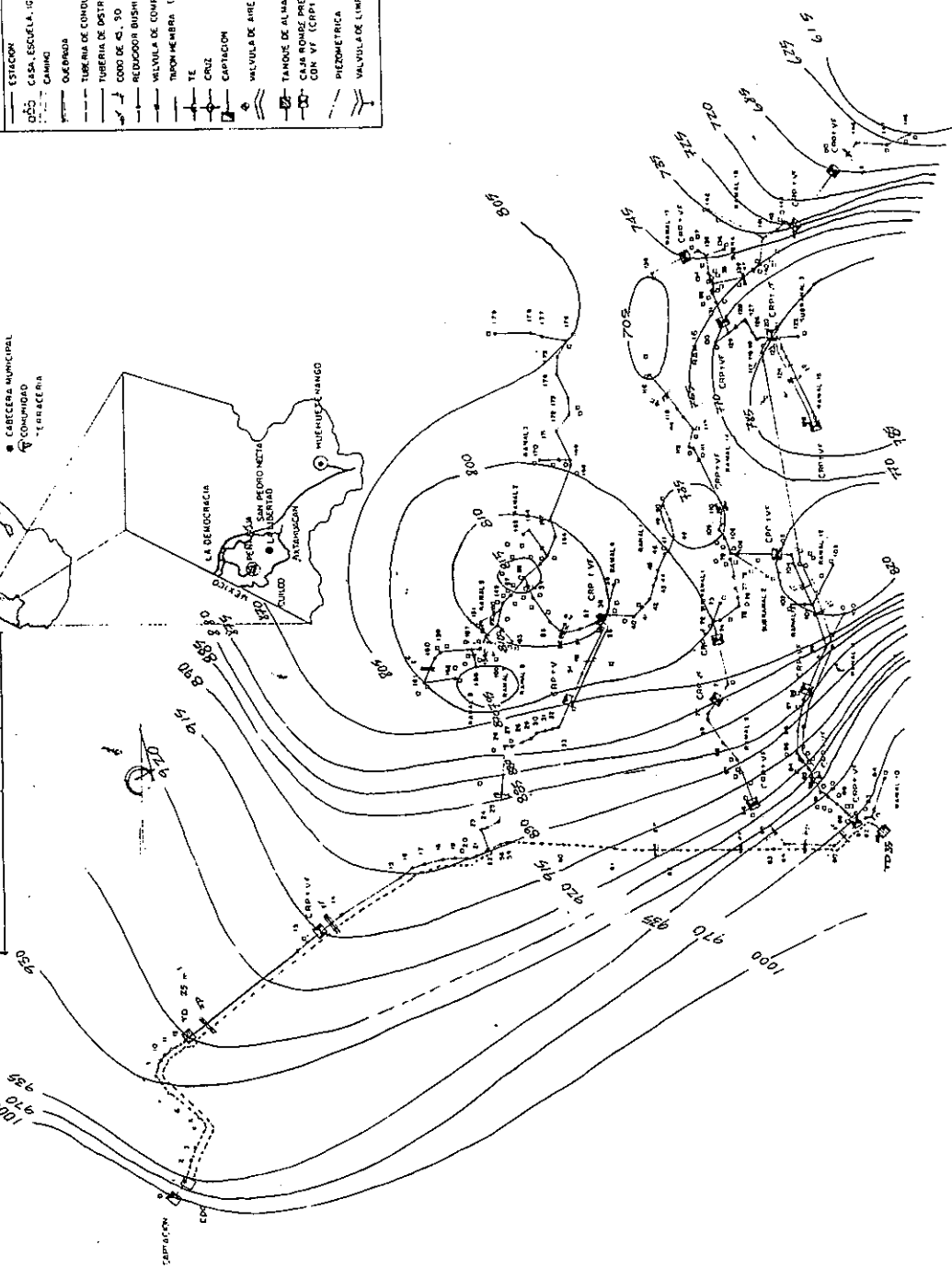
LOCALIZACION PERA R.C.A.

TRAMO	PUYA	TIPO	KMS
SANTOBALE - HUETENANGO	CA-OCESSE	ASFA. TO	262
HUETENANGO - ENCE - KM 352	CA-OCESSE	ASFA. TO	90
ENCE - KM 354 - PERA R.C.A.	CA-OCESSE	ASFA. TO	12



REFERENCIAS

ESTACION	REFERENCIAS
0+00	CASA, ESCUELA, IGLESIA
0+10	CANAL
0+20	OLEODUCTO
0+30	TUBERIA DE CONDUCCION
0+40	TUBERIA DE DISTRIBUCION
0+50	CORO DE 45, 30 (CI)
0+60	REDUCCION BUSHING (RB)
0+70	VALVULA DE CIERRE
0+80	TAPON-AMARRA (TAM)
0+90	TE
1+00	CRUZ
1+10	CAPTACION
1+20	VALVULA DE AIRE (VA)
1+30	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
1+40	CASA MONDE PRESION DE 1 M <sup>2</sup>
1+50	CON VV (CRP/VV)
1+60	PIEDOMETRICA
1+70	VALVULA DE LIMPIEZA



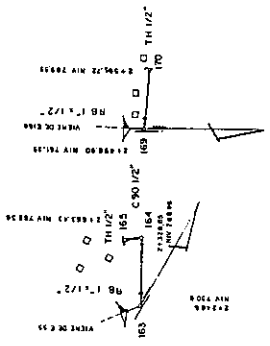
PLANTA DE CONJUNTO DE PRESIONES

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	INGENIERIA	UNIDAD	USAC
PROYECTO	PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA PERA R.C.A.	FECHA	1980
PLANO	PLANO DE CONJUNTO DE PRESIONES	ESCALA	1:1000
PROYECTANTE	INGENIERO	FECHA	1980
REVISOR	INGENIERO	FECHA	1980
APROBADO	INGENIERO	FECHA	1980
REVISOR	INGENIERO	FECHA	1980
PROYECTANTE	INGENIERO	FECHA	1980
REVISOR	INGENIERO	FECHA	1980
APROBADO	INGENIERO	FECHA	1980
REVISOR	INGENIERO	FECHA	1980





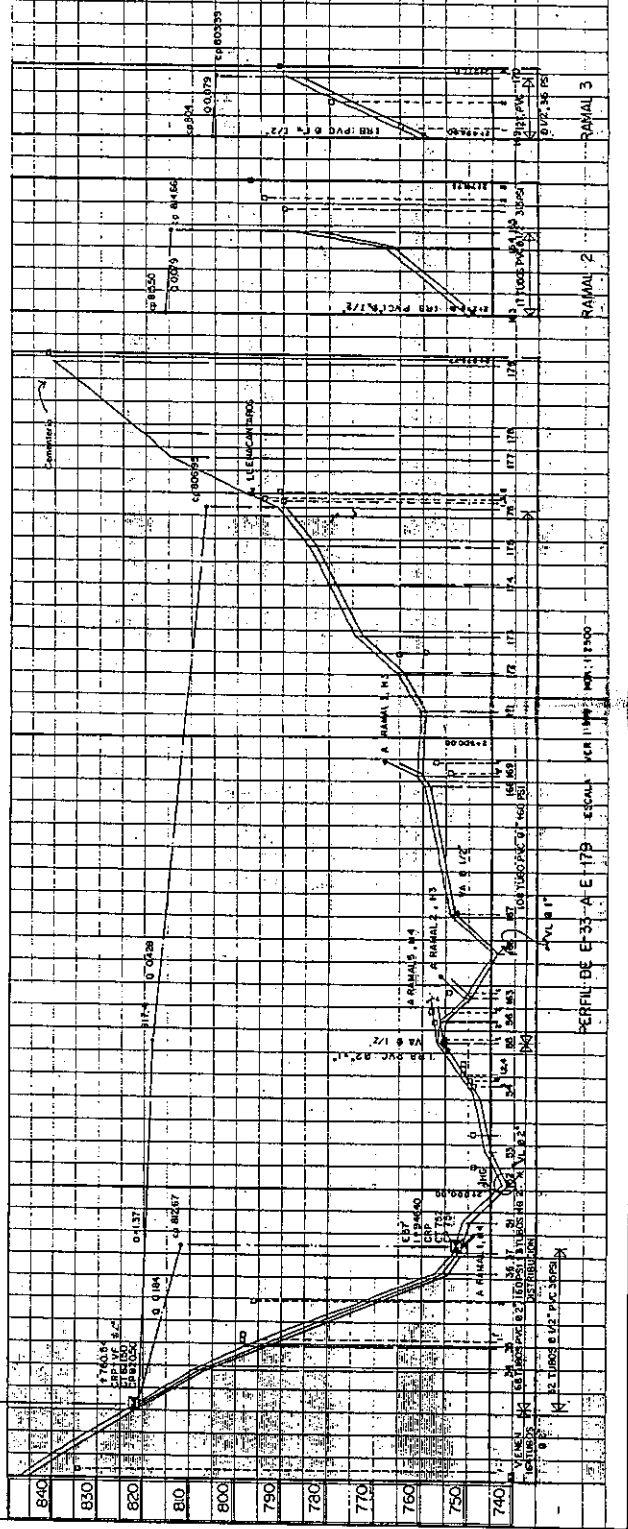
PROYECTO:	Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales.
CLIENTE:	Municipio de PENA ROJA.
ESCALA:	1:500.
FECHA:	15/05/2018.
PROYECTANTE:	ING. JUAN PABLO GARCÍA GARCÍA
PROFESIÓN:	INGENIERO CIVIL
REGISTRO:	123456789
PROYECTO:	Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales.
CLIENTE:	Municipio de PENA ROJA.
ESCALA:	1:500.
FECHA:	15/05/2018.
PROYECTANTE:	ING. JUAN PABLO GARCÍA GARCÍA
PROFESIÓN:	INGENIERO CIVIL
REGISTRO:	123456789



RAMAL 2

RAMAL 3

ESCALA 2300



PERFIL DE E-33-A-E-179

ESCALA 1:500

PROYECTO: Instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

CLIENTE: Municipio de PENA ROJA.

ESCALA: 1:500.

FECHA: 15/05/2018.

PROYECTANTE: ING. JUAN PABLO GARCÍA GARCÍA

PROFESIÓN: INGENIERO CIVIL

REGISTRO: 123456789

















