



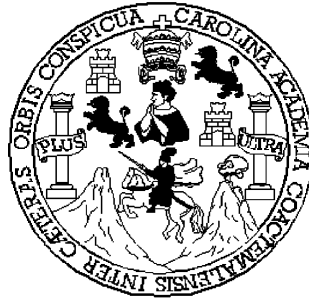
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PANIMACHÉ,**  
**MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO**

**William Eduardo Baján Hernández**  
**Asesorado por Ing. Juan Merck Cos**

**Guatemala, octubre de 2003**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PANIMACHÉ,  
MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA, CHIMALTENANGO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

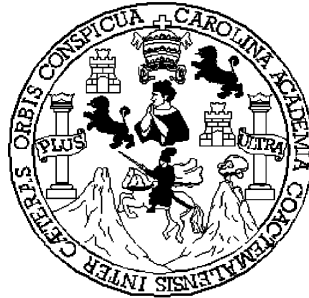
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**WILLIAM EDUARDO BAJÁN HERNÁNDEZ**  
ASESORADO POR ING. JUAN MERCK COS  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2003

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



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETERIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Erick Rosales Torres
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

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 graduación titulado:

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA  
PANIMACHÉ, MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA,  
CHIMALTENANGO.**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 15 de mayo de 2003

William Eduardo Baján Hernández

## **AGRADECIMIENTOS**

- A Dios Todopoderoso.
  
- A la Universidad de San Carlos de Guatemala.
  
- A la Facultad de Ingeniería.
  
- Al Ing. Juan Merck Cos, por su valiosa asesoría en el presente trabajo de graduación.
  
- Al Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), por su apoyo en el desarrollo de mi EPS.
  
- A los habitantes de la aldea Panimaché, por su colaboración en el desarrollo de mi EPS.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mis padres</b>	Marta Hernández Mayen Daniel Castulo Baján Mejía Por su apoyo incondicional
<b>Mis abuelos</b>	Eustaquia Cuyuch. (+) Tomas Baján. (+) José Hernández. (+) Rosa Mayen de Hernández
<b>Mis hermanos</b>	Rosa Etelvina, Jania Patricia Sandra Azucena y Sergio Daniel.
<b>Mi familia</b>	Tíos, primos, sobrinos y parientes en general
<b>Mis compañeros y amigos</b>	Sinceramente

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>IV</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VIII</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>X</b>
<b>1. INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Monografía.....	1
1.1.1. Características generales de la aldea Panimaché.....	1
1.1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.1.2. Datos históricos.....	1
1.1.1.3. Tipología de la vivienda.....	1
1.1.1.4. Idioma.....	2
1.1.1.5. Economía.....	2
1.1.1.6. Clima.....	2
1.1.1.7. Nivel de organización social.....	2
1.1.1.8. Servicios públicos existentes.....	3
1.1.1.9. Orografía.....	3
1.1.1.10. Vías de comunicación.....	3
1.1.1.11. Calidad del suelo.....	4
1.1.1.12. Población.....	4
1.2. Evaluación del servicio de abastecimiento de agua potable existente..	5
1.3. Investigación diagnóstica sobre las necesidades prioritarias en servicios básicos de infraestructura.....	5

---

## 2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Recopilación de información de campo.....	7
2.1.1. Levantamiento topográfico.....	7
2.1.1.1. Planimetría.....	8
2.1.1.2. Altimetría.....	8
2.1.2. Fuentes de agua.....	9
2.1.2.1. Aforo de fuentes.....	9
2.1.2.2. Exámenes bacteriológicos.....	10
2.1.3. Análisis de resultados.....	11
2.2. Diseño hidráulico del sistema.....	11
2.2.1. Descripción del sistema a utilizar.....	11
2.2.2. Normas y criterios de diseño.....	11
2.2.2.1. Dotaciones.....	12
2.2.2.2. Período de diseño.....	12
2.2.2.3. Crecimiento poblacional.....	13
2.2.2.4. Factores de consumo.....	14
2.2.2.5. Captación.....	15
2.2.2.6. Caja unificadora de caudales.....	16
2.2.2.7. Diseño de la línea de conducción.....	16
2.2.2.8. Diseño de la red de distribución.....	18
2.2.2.9. Diseño del tanque de almacenamiento/distribución.....	19
2.2.2.10. Sistema de desinfección.....	25
2.2.2.11. Obras de arte.....	27
2.2.2.11.1. Válvulas de aire y limpieza.....	27
2.2.2.11.2. Paso aéreo.....	28
2.2.2.11.3. Conexiones domiciliarias.....	39
2.3. Integración de presupuesto.....	40
2.4. Elaboración de planos.....	42



<b>CONCLUSIONES</b> .....	43
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	44
.	45
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	46
<b>APÉNDICES</b> .....	

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Diagrama de momentos en losa.....	20
2. Fuerzas actuantes en el muro del tanque.....	23
3. Elevación de lateral de paso aéreo.....	28
4. Columna de paso aéreo.....	34
5. Sección de columna.....	35
6. Chequeo por corte simple en zapata.....	37
7. Chequeo por corte punzonante en zapata.....	37
8. Diseño por flexión de zapata.....	37
9. Diagrama de fuerzas en anclaje.....	38
10. Análisis físico químico sanitario.....	46
11. Examen bacteriológico.....	47
12. Planos del diseño.....	50
13. Gráfica de clorinador.....	66

## TABLAS

I. Población.....	4
II. Información de libreta topográfica, planimetría .....	8
III. Información de libreta topográfica, altimetría.....	9
IV. Aforo de fuentes.....	10
V. Integración de fuerzas y momentos en muros del tanque.....	24
VI. Determinación de esfuerzos en cable principal.....	30
VII. Cálculo de longitud de péndolas .....	33
VIII. Presupuesto.....	41
IX. Cálculo hidráulico de línea de conducción.....	48
X. Cálculo hidráulico de la red de distribución.....	49
XI. Lecturas climatológicas del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología ( INSIVUMEH ).....	58
XII. Clasificación de los suelos de Chimaltenango y Sacatepéquez según su agrupación, área y extensión relativa.....	64
XIII. Clorinadores.....	66

## GLOSARIO

<b>Acueducto</b>	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones
<b>Aforo</b>	Acción de medir un caudal de una fuente
<b>Agua potable</b>	Libre de impurezas que la hagan desagradable
<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 rompe presión, 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>Caudal</b>	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule un líquido
<b>Contaminación</b>	Es la introducción al agua de microorganismos que la hacen impropia para consumo humano
<b>Desinfección</b>	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.

<b>Dotación</b>	Cantidad de agua necesaria en la población para su supervivencia en un día. Se expresa en litros / habitante / día
<b>Estiaje</b>	Periodo en el cual el caudal de una fuente baja a su nivel mínimo
<b>Freático (nivel)</b>	Es el nivel superior de las aguas contenidas en el suelo
<b>Manantial</b>	También llamado en el área rural nacimiento. Es la formación superficial en la que sin intervención del hombre, brota agua subterránea de las rocas, suelo o ladera, siendo restringido el área del brote
<b>Morbilidad</b>	Proporción de personas que enferman en un determinado lugar y tiempo
<b>Mortalidad</b>	Proporción de defunciones en un determinado lugar y tiempo
<b>Pendiente</b>	Grado de inclinación de un terreno, medido por el ángulo que forma con la horizontal. Frecuentemente se mide por el número de unidades de longitud que gana en altura por cada cien unidades de la misma clase, medidas horizontalmente en la extensión
<b>Pérdida de carga</b>	Es la disminución de presión dinámica debido a la fricción que existe entre el agua y paredes de la tubería

## RESUMEN

El presente trabajo de graduación, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en la Aldea Panimaché, municipio de San Pedro Yepocapa, del departamento de Chimaltenango. Consolida la planificación del problema del servicio de agua potable, brindando soluciones por medio de los conocimientos obtenidos durante la formación académica.

En la actualidad, los habitantes hacen uso de un sistema de abastecimiento de agua potable inadecuado.

Por tal razón, se decidió realizar el diseño del sistema de agua potable, con el propósito de brindar un buen servicio a todos los usuarios. Entre las actividades necesarias que se desarrollaron para el diseño fueron: Visita preliminar de campo, levantamiento topográfico, aforo de fuente, análisis de laboratorio de agua, etc. Con las actividades realizadas se determinó que el sistema de abastecimiento de agua potable fuera por gravedad. Debido a las características topográficas del lugar, se contempló la construcción de dos pasos aéreos, así como las obras de arte necesarias, para garantizar el funcionamiento del sistema. El sistema de distribución será por medio de ramales abiertos, debido a lo disperso de las viviendas. La población a beneficiar será 510 habitantes.

Así también se elaboró el presupuesto del proyecto y los planos respectivos; éstos se incluyen en este trabajo de graduación.

## **OBJETIVOS**

1. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Panimaché, del Municipio de San Pedro Yepocapa, del Departamento de Chimaltenango.
2. Desarrollar una investigación monográfica de la población, así como un diagnóstico de las necesidades en cuanto a servicios básicos e infraestructura del lugar en estudio.
3. Capacitar al comité de desarrollo local, en aspectos de uso, operación y mantenimiento del sistema de agua potable.

## INTRODUCCIÓN

En las comunidades del área rural guatemalteca se observan muchas necesidades de los habitantes, entre los cuales sobresalen los servicios básicos como son: el agua potable, energía eléctrica, centros de salud y saneamiento, entre otros. La ausencia de estos servicios contribuye al subdesarrollo en que se encuentran inmersas muchas comunidades.

Este es el caso de la Aldea Panimaché, perteneciente al municipio de San Pedro Yepocapa del departamento de Chimaltenango, la cual carece de un sistema de agua potable adecuado y que llene los requisitos sanitarios. En la actualidad, los habitantes hacen uso de fuentes contaminadas, provocando con esto problemas de salud a la población, como es el caso de enfermedades de índole hídrico, es por esta razón, que el presente trabajo de graduación estará orientado a plantear una solución al problema de agua potable.

En el capítulo 1, se desarrolla una investigación de característica monográfica y diagnóstica las siguientes necesidades: abastecimiento de agua potable, centro de salud y remodelación del techo de la escuela.

En la segunda parte, se desarrolla la fase de servicio técnico profesional el que comprende el diseño del sistema de agua potable, el presupuesto del sistema de agua y los planos respectivos.



# **1. INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía**

### **1.1.1. Características generales de la aldea Panimaché**

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

La aldea Panimaché, está localizada al Sur occidente del país, aproximadamente a 102 kilómetros de la ciudad capital en el municipio de San Pedro Yepocapa, departamento de Chimaltenango. Las Coordenadas Geodésicas son: Latitud 14 ° 25' 53.8 ”, Longitud 90 ° 56' 09.0 ”, se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de ( 1,108.00) metros.

#### **1.1.1.2. Datos históricos**

Debido a que la aldea Panimaché se encuentra en las faldas del volcán de fuego, la población se mantiene en constante alarma por la actividad del volcán, en 1,973 el Observatorio Nacional inicia el monitoreo de la actividad del Volcán de Fuego. En 1,974 se realizó un traslado de la aldea Panimaché ubicándose a 800 metros del lugar de donde estaba, esto a consecuencia de la actividad volcánica. En la actualidad el INSIVUMEH, a través de la Unidad de Investigación y Servicios Volcánicos, continúa el monitoreo.

#### **1.1.1.3. Tipología de la vivienda**

La aldea Panimaché actualmente cuenta con 85 viviendas, según el censo realizado. Las viviendas se encuentran semidispersas, distribuidas en su mayoría a lo largo del camino de acceso, las cuales están construidas con paredes de madera, techo de lámina de zinc, piso de tierra y cemento.

La mayoría de viviendas están formadas por dos ambientes, siendo uno para dormitorio, y el otro para cocina.

#### **1.1.1.4. Idioma**

En su totalidad la población habla el idioma español.

#### **1.1.1.5. Economía**

Los habitantes de la aldea Panimaché, en su mayoría son agricultores y los principales productos que se cosechan son los siguientes: pacaya, banano, café, maíz, frijol, en frutas producen naranja, limón real, aguacates, zapote. Los productos los venden a compradores o intermediarios que llegan a la comunidad.

En tiempo de cultivo y cosecha, la población se dedica a cultivar sus parcelas, el resto del año vende su fuerza laboral en las fincas cercanas del lugar, las cuales se dedican al cultivo de caña de azúcar, ganadería y café, cuando no es posible obtener trabajo en las fincas cercanas del lugar, los jóvenes emigran a la ciudad capital. Los pobladores obtienen sus productos de la canasta básica en Santa Lucia Cotzumalguapa.

#### **1.1.1.6. Clima**

En esta zona el clima es cálido, por su cercanía al mar, pero en los meses de invierno, el frío y el viento son fuertes, debido a la topografía. El resumen se presenta en apéndice 6.

#### **1.1.1.7. Nivel de organización social**

Existe un comité de desarrollo local, encargado de promover la construcción

de proyectos dentro de la comunidad. El comité, logró la gestión para la construcción del proyecto drenaje sanitario y servicio de electricidad.

#### **1.1.1.8. Servicios públicos existentes**

Los servicios básicos con que cuenta la aldea Panimaché son los siguientes: Energía eléctrica, drenaje sanitario y escuela de educación primaria, actualmente la escuela presenta deterioro en el techo por lo que están realizando las gestiones necesarias para su remodelación. La población escolar de básicos asiste a un centro educativo en la aldea Morelia, ubicado a dos kilómetros aproximadamente, el centro de salud (Ministerio de Salud Pública) al que asisten, a los habitantes también se encuentra en esta Aldea.

#### **1.1.1.9. Orografía**

La aldea Panimaché presenta una topografía montañosa, debido a que se encuentra cerca del volcán de fuego. En la aldea existe un observatorio por parte del INSIVUMEH con el fin de recabar información acerca de la actividad que presenta el volcán.

#### **1.1.1.10. Vías de comunicación**

Para llegar, desde la capital por la ruta al Pacífico hasta la aldea Panimaché se recorren 102 kilómetros divididos así: se viaja por la carretera hacia Santa Lucía Cotzumalguapa, hasta llegar aproximadamente al kilómetro 85 (Ingenio Pantaleón), hasta aquí la carretera se encuentra en buen estado, luego se cruza a la derecha donde se deben transitar 17 kilómetros de carretera balastada, esta se encuentra en buenas condiciones.

De San Pedro Yepocapa hacia la aldea Panimaché se deben recorrer nueve

kilómetros, por veredas angostas y terreno en su mayoría quebrado, debido a que no hay carretera.

#### **1.1.1.11. Calidad del suelo**

Los suelos de los departamentos de Chimaltenango y Sacatepéquez han sido divididos en 29 unidades que consisten en 26 series de suelos y tres clases de terreno misceláneo. Los suelos han sido divididos en cuatro grupos amplios: I. suelos de las montañas volcánicas, II. suelos de la altiplanicie central, III. suelos de declive del pacífico y IV. clases misceláneas de terreno.

Los grupos II y III han sido divididos en subgrupos según la clase de material y la profundidad del suelo. En el grupo II están: A. suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro, B. Suelos poco profundos, erosionados, desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro y C. Suelos poco profundos desarrollados sobre roca. En el grupo III están: A. suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro, B. suelos pocos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro y C. suelos desarrollados sobre material máfico volcánico. Ver apéndice 7.

#### **1.1.1.12. Población**

De acuerdo con los resultados de la encuesta socioeconómica y sanitaria que se practicó en la aldea, se observó que el total de la población es no indígena.

La población es en su mayoría de escasos recursos y depende de la agricultura así como de la venta de su fuerza de trabajo para subsistir, tiene una población de 510 habitantes divididos en: hombres mujeres y niños.

**Tabla I. Población**

Hombres	Mujeres	Niños	Total
100	95	315	510

## **1.2. Evaluación del servicio de abastecimiento de agua potable existente**

El sistema que actualmente abastece a los habitantes de la aldea Panimaché es por gravedad, fue construido aproximadamente hace 10 años, pero hace 5 años las fuentes han presentado disminución de caudal, además el nivel freático baja con lo cual se secan, sobre todo en época de verano ante esta situación, la población con la necesidad de obtener el vital líquido se organiza en grupos de seis o diez personas, con el propósito de hacerle mejoras al sistema de captación, construyendo presas con costales plásticos llenos de arena, han reubicado la tubería de conducción para lograr salvar la topografía y así obtener el agua. Los resultados obtenidos de las actividades realizadas por los habitantes han sido negativos, porque siguen teniendo problemas con el sistema de abastecimiento.

Debido a la reubicación constante de la tubería de conducción, esta se encuentra con daños lo que dificulta aún más la conducción del agua.

Cuando ya no es posible obtener agua por medio del sistema actual, la población acarrea el agua por medio de recipientes, de un riachuelo que se encuentra a 600 metros aproximadamente, este se encuentra en condiciones sanitarias no apta para el consumo humano.

## **1.3 Investigación diagnóstica sobre las necesidades prioritarias en servicios básicos e infraestructura**

La aldea Panimaché demanda múltiples servicios que se le debe proveer. Como parte de la fase de investigación del presente trabajo de graduación, se llegó a la conclusión de los proyectos más urgentes, los cuales se presentan a continuación:

- Proyecto de abastecimiento de agua potable.
- Centro de salud.
- Remodelación del techo de escuela.



## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la Aldea Panimaché**

#### **2.1. Recopilación de información de campo**

La visita preliminar, tuvo como fin recopilar datos relacionados de forma general con la comunidad, la posible fuente de abastecimiento, así como características topográficas analizando el probable sistema de abastecimiento que se utilizaría, de esta inspección se dedujo lo siguiente: el sistema de conducción será por gravedad, la ubicación de las fuentes de abastecimiento y el tanque de almacenamiento.

##### **2.1.1. Levantamiento topográfico**

Sirve para definir la línea de distribución y los ramales abiertos de un sistema de abastecimiento de agua potable. Éste permite también encontrar los puntos de ubicación de las diferentes obras de arte que componen el acueducto. Los levantamientos topográficos para acueductos contienen las dos acciones principales de la topografía, los cuales son: la planimetría y la altimetría.

El tamaño y tipo del proyecto, los habitantes que van a ser beneficiados, las características del terreno, los aparatos a emplearse y los errores permisibles, son los factores que determinan el tipo de levantamiento a realizar, los tipos de levantamientos son: de primer orden, segundo orden y de tercer orden.

El levantamiento topográfico que se utilizó en este proyecto fue de segundo orden. Utilizando como equipo: un teodolito Wild T-16, dos plomadas, una cinta

métrica con longitud de 50 metros, una estadia de acero inoxidable de 3m, una almadana, machetes. La municipalidad colaboró con personal de la comunidad como apoyo.

#### **2.1.1.1 Planimetría**

La planimetría tiene por objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características tanto naturales como no naturales que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo: calles, edificaciones, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros etc.

El método empleado para el levantamiento topográfico fue el de conservación de acimut.

**Tabla II. Información de libreta**

Est.	P.O.	Acimut	Ang. Verti	Hsuper	Inferior	Distancia
E - 0	E - 1	265°30'38"	95°22'50"	1.55	0.85	69.38

Los resultados topográficos de planimetría se presentan en apéndice 5.

#### **2.1.1.2. Altimetría**

Es el procedimiento que se aplica para determinar la elevación de puntos situados sobre la superficie terrestre, este concepto es necesario puesto que la elevación de un punto sólo se puede establecerse con relación a otro punto o un plano.

El método utilizado para este proyecto fue el taquimétrico, porque se conocen las características topográficas y se tiene una pendiente del terreno de 1%, entre la fuente de abastecimiento y el lugar donde se construirá el tanque de almacenamiento.



**Tabla III. Información de libreta**

Est.	P.O.	Alt. Inst	Hsuper	Hmedio	Hinferior	Ang. Verti
E-0	E-1	1.45	1.55	1.20	0.85	95°22'50"

$$\text{Cota } E_1 = \text{Cota } E_0 + A_i + V - L_c$$

$$\text{Donde } V = \frac{1}{2} K * (L_s - L_i) * \text{Seno } 2\beta$$

$$E_1 = \text{Estación siguiente.} \quad V = \frac{1}{2} * 100 * (1.55 - 0.85) * \text{Seno} 2(95.3805)$$

$$E_0 = \text{Estación anterior (1,000)} \quad V = -6.5349$$

$$A_i = \text{Altura del instrumento.} \quad E_1 = 1,000 + 1.45 + (-6.5349) - 1.20 = 993.71$$

V = Fórmula.

$$L_c = \text{Lectura de Hilo Medio.} \quad \text{Distancia} = \text{Cos}^2 \beta * (L_s - L_i) * k$$

$$B = \text{Angulo vertical.} \quad \text{Dist} = \text{Cos}(90 - 95.3805)^2 * (1.55 - 0.85) * 100$$

$$K = \text{Constante} = 100 \quad \text{Dist} = 69.38 \text{ m}$$

Los resultados topográficos de altimetría se presentan en apéndice 5.

### **2.1.2. Fuentes de agua**

Del recurso hídrico para consumo humano existen dos tipos de fuentes de agua; las primeras son las fuentes superficiales, tales como los lagos, ríos, agua de lluvia, otro tipo de fuentes son las fuentes subterráneas. (los pozos y los manantiales de brotes definidos difusos y ladera concentrada),

Para dotar de agua potable a la aldea Panimaché, se conoció la ubicación y se realizaron los estudios de las dos fuentes; siendo estas del tipo brote definido en ladera.

#### **2.1.2.1. Aforo de fuentes**

El aforo de una fuente es la medición del caudal de agua que produce. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que éste indicará si la fuente es suficiente para abastecer a toda la

población. Los aforos se deben de realizar en época seca o de estiaje. El método de aforo utilizado fue el volumétrico, los aforos son los siguientes:

**Tabla IV. Aforos**

AFORO	FUENTE	CAUDAL	FECHA
1	No 1	1.7 lts/s	20/02/2,003
2	No2	0.7 lts/s	20/02/2,003

TOTAL = 2.4 lts/s

El aforo se realizó en época de estiaje, se obtuvo información de los habitantes del lugar sobre el comportamiento del caudal, y expresaron que el caudal no varia con respecto a años anteriores.

#### **2.1.2.2. Exámenes bacteriológicos**

Son fundamentales para determinar las condiciones bacteriológicas del agua desde el punto de vista sanitario. Los gérmenes patógenos ( coliformes fecales) y parásito intestinal (Trematodos y Dematodos ) son los que pueden transmitir enfermedades, por lo tanto, el agua deber estar exenta de ellos.

Los exámenes bacteriológicos permiten obtener información sobre dos indicadores de presencia de agentes patógenos: La cuenta bacteriana y el índice coliforme.

- La cuenta bacteriana es el número de bacterias que se desarrollan en agar nutritivos por 24 horas, a una temperatura de 37 C ( o en un medio con temperatura y tiempo de incubación determinada).
- El índice cóliforme consiste en la determinación del número de bacterias que son de origen animal.

La cuenta bacteriana y el índice coliforme permite determinar la calidad sanitaria del agua.

### **2.1.3. Análisis de resultados**

Análisis físico químico.

Se determinaron las características físicas del agua tales como el aspecto, el color, el sabor, el olor, la turbidez, ph y la dureza. Tomando en cuenta los resultados que se presentan en el apéndice 1, se concluye que desde el punto de vista físico químico Sanitario el agua se reportó dentro de los límites máximos permisibles.

El examen bacteriológico indica el número más probable de gérmenes coliformes > 1,600 por lo consiguiente bacteriológicamente el agua no es potable, lo cual implica que el sistema debe tener un tratamiento de desinfección, el cual se tratará en el inciso 2.2.2.10 de este trabajo de graduación.

## **2.2. Diseño hidráulico del sistema**

### **2.2.1. Descripción del sistema a utilizar**

El sistema de abastecimiento de agua potable que se utilizará para la aldea Panimaché será por gravedad. Al determinar las fuentes que pueden servir, se construirá una captación que reúna las condiciones sanitarias para captar el agua aforada, y luego por medio de tubos PVC o HG, según sea el caso, transportarla hasta un tanque distribuidor de caudales. La red de distribución será con ramales abiertos, debido a lo disperso de las viviendas. En la línea de conducción, como en la red de distribución, se deberán colocar obras de arte, donde lo requiera el diseño.

### **2.2.2. Normas y criterios de diseño**

Se refiere a parámetros que se utilizan para diseñar, a continuación se presentan:

### **2.2.2.1. Dotaciones**

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante que se haya establecido dentro del diseño del proyecto. Se expresa en litros por habitante por día ( lts/hab/día).

Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, calidad y cantidad de agua disponible.

La dotación adoptada para la aldea Panimaché fue de 120 litros /habitante /día, considerando aspecto de clima, actividad productiva, además el sistema actual sirvió como parámetro de consumo.

### **2.2.2.2. Período de diseño**

El período de diseño es el tiempo durante el cual la obra construida dará un servicio satisfactorio a la población que la utiliza. Para determinar el período de diseño se deben tomar en cuenta la vida útil de los materiales, los costos, la población de diseño, etc. Según normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales U. N. E. P. A. R., se recomiendan los siguientes períodos de diseño.

<b>TIPO DE ESTRUCTURA</b>	<b>PERÍODO DE DISEÑO</b>
Obras civiles	20 años
Equipo mecánico	De 5 a 10 años

En el caso del presente proyecto de se adoptó un período de diseño de 20 años. + 2 años por gestión, para la consecución del financiamiento.

### 2.2.2.3. Crecimiento poblacional

Las proyecciones de la población son pronósticos que se hacen con base en datos estadísticos de censos poblacionales, que se hayan realizado en el pasado. Para realizarlas, existen diversos métodos, dentro de los que se pueden citar:

- Aquellas que se basan en tasas relativas de crecimiento pasado.
- Pronósticos basados en tendencias de distribución geográfica de la población nacional.
- Proyección aritmética.
- Proyección geométrica.
- Proyección exponencial.

Para el diseño del presente proyecto se tomó el método geométrico por ser el modelo que mejor se adapta al crecimiento de países en vías de desarrollo. La tasa de crecimiento que se tomó es de 2.85% que tiene establecida el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.), para el área rural de San Pedro Yepocapa. La población actual es de 510 habitantes.

La fórmula viene dada por:

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

Donde:

Pf = Población futura

Pa = Población actual

I = Tasa de crecimiento

n = período de diseño ( en años )

Sustituyendo datos en la formula anterior se tiene:

$$Pf = 510 (1 + 0.0285)^{22}$$

$$Pf = 948 \text{ habitantes}$$

#### 2.2.2.4. Factores de consumo

Los caudales de diseño son los consumos mínimos de agua requeridos por la población que se va a abastecer en un sistema de agua potable. Los caudales que se utilizan son los siguientes:

Caudal medio diario

Caudal máximo diario

Caudal máximo horario

- Caudal medio diario: es la cantidad de agua consumida por la población, durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se tienen registros de consumos diarios se puede calcular el caudal medio diario como el resultado de multiplicar la dotación por el número de habitantes proyectados hasta el final del período de diseño.

Fórmula utilizada:  $Q_m = (\text{dotación} \times \text{población futura}) / 86,400$

$$Q_m = (120 \times 948) / 86400 = 1.31 \text{ litros / segundo}$$

- Caudal máximo diario: es el caudal que se utiliza par diseñar la línea de conducción del proyecto. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observando en el período de un año. Cuando no se tienen datos de consumos diarios, el caudal máximo diario se obtiene incrementando de 20 a 80% el caudal medio diario. Este factor de incremento depende del tamaño de la población y la capacidad de la fuente, y se denomina "Factor de día máximo". Para este proyecto se tomó un factor de 1.6.

Fórmula utilizada:  $Q_{md} = \text{Factor de día máximo} \times Q_m$

$$Q_{md} = (1.6 \times 1.31) = 2.01 \text{ litros / segundo}$$

- Caudal máximo horario: el caudal horario máximo se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día. Se determina multiplicando el consumo medio diario por un factor que varía de 1.8 a 2; este factor está en función del tamaño de la población y se denomina "Factor de Hora Máxima". Para este proyecto se tomó un factor de 1.85.

Fórmula utilizada:  $Q_{mh} = \text{Factor de Hora máxima} \times Q_m$

$$Q_{mh} = (1.85 \times 1.31) = 2.42 \text{ litros / segundo}$$

#### **2.2.2.5. Captación**

Es una estructura realizada con el fin de coleccionar el agua de las fuentes, y asegurar, bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación del caudal previsto el tipo de obra que se utilice está en función de las características de la fuente, y según el tipo de ésta, se pueden clasificar de la siguiente forma:

- Fuente de ladera concentrado: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento horizontal del agua en uno o varios puntos definidos.
- Fuente de fondo concentrado: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento vertical en un punto definido.
- Fuente de fondo difuso: es la captación de una fuente subterránea con afloramientos verticales en una zona extensa.

Las dos fuentes del proyecto son de brote definido en ladera, por lo que se construirán captaciones típicas.

Se debe construir siguiendo los siguientes lineamientos:

- 1) Los muros serán de mampostería de piedra bola.
- 2) Colocar filtro de piedra bola (piedra superpuesta), sobre el filtro y los muros se fundirá una losa de concreto reforzado.
- 3) Para el buen funcionamiento la obra de captación tendrá rebalse y drenaje.
- 4) En losa dejar un ingreso con tapadera.
- 5) La caja de aforo y la de válvula, tendrá paredes de mampostería de piedra bola.
- 6) Se deberá tratar de mantener las condiciones naturales del lugar de captación y mantener esta área limpia de malezas, desechos y deberá tenerse cuidado en no deforestar. Ver detalle en apéndice 5.

#### **2.2.2.6. Caja unificadora de caudales**

Se construirá una caja unificadora de caudal, de 1 metro cúbico de volumen, construida de mampostería de piedra, con acabados interiores (repello y cernido), la cual se ubicará en la estación No 1. Ver detalle en apéndice 5.

#### **2.2.2.7. Diseño de la línea de conducción**

La línea de conducción se hará a través de tubería P.V.C., con diferentes resistencias, dependiendo de los cambios de nivel y en tramos donde se encuentre roca o material difícil de excavar se colocará tubería de hierro galvanizado.

Para la determinación de las pérdidas de carga en las tuberías se utiliza la fórmula de Hazen Williams, la cual viene dada por:



$$H_f = \frac{1743.811 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}} \text{ (metros)}$$

Donde: Para P.V.C. C = 150 Para HG C = 100

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga en metros

C = Coeficiente de fricción interna que depende del material de la tubería

D = Diámetro interno en pulgadas

L = Longitud del tramo en metros

Q = Caudal en litros por segundo

En cada tramo se ajustará la pérdida de carga a la altura disponible proporcionada por la topografía.

Ejemplo:

De la caja reunidora de caudales hasta la estación 34 hay 1,546.57 metros de longitud. Se requiere llegar a la estación 34 con una presión de 83.57 metros. Se tiene que la pérdida total será.

$$H_{f_{total}} = (995.71\text{m} - 902.00\text{ m}) - 83.57 = 10.14 \text{ metros}$$

Datos del tramo

$$L = 1,546.57 \text{ metros}$$

$$Q = 2.107 \text{ lts/seg}$$

$$C_{hg} = 100$$

$$h_f = 10.14 \text{ metros}$$

De Hazen y Williams se despeja el diámetro teórico y se sustituye valores.

$$D^{4.87} = \frac{1743.811 * 2.107^{1.852} * 1,546.57}{100^{1.852} * 10.14} = 2.99 \approx 3 \text{ pulgadas}$$

El diámetro comercial a utilizar será de 3.00", con esto se encuentra el valor real de la pérdida en este tramo.

$$H_f = \frac{1743.811 * 2.107^{1.852} * 1,546.57}{100^{1.852} * 3^{4.87}} = 10.06 \text{ metros}$$

Con la presión requerida de 83.57 m, en la estación 34, se colocará tubería con diámetro interno de 3 pulgadas.

El resumen hidráulico total se presenta en apéndice 3.

### 2.2.2.8. Diseño de la red de distribución

Para el diseño de la red de distribución se utilizará el método de redes abiertas, debido a que las casas se hallan muy dispersas, además se utilizarán los siguientes criterios:

- a) El diseño se hará con el caudal de hora máximo (Qhmax).
- b) Para la verificación de redes debe tomarse en cuenta lo siguiente:
  - El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nudo.
  - La presión dinámica estará entre 10 y 40 m.c.a., excepto en puntos donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 7 m.c.a.

Ejemplo:

Se tiene Qhmax = 2.42 lts/seg y 85 conexiones prediales, entonces:

$$Q_{\text{unitario}} = \frac{2.42 \text{ litros /segundo}}{85 \text{ viviendas}} = 0.02847 \text{ lts/seg/vivienda}$$

Del nudo 75 al nudo 75.1 se tienen 8 viviendas, el caudal que circulará será:

$$Q_{\text{tramo } 75 - 75.1} = 8 \text{ viviendas} * 0.0284 \text{ lts/segundo/vivienda} = 0.228 \text{ lts/seg.}$$

Se quiere una presión en la estación 75.1 de 20.50 m.

Datos:

$$L = 245.27 \text{ metros}$$

$$Q = 0.228 \text{ lts/seg}$$

$$C = 150$$

$$H_f = (948.95 - 925.40) - 20.50 = 3.05 \text{ m.}$$

Se sustituyen datos en la fórmula de Hazen Williams se tiene:

$$D^{4.87} = \frac{1743.811 * 0.228^{1.852} * 245.27}{150^{1.852} * 3.05} = 0.96 \approx 1.00 \text{ pulgadas}$$

Luego hallando la pérdida real.

$$H_f = \frac{1743.811 * 0.228^{1.852} * 245.27}{150^{1.852} * 1^{4.87}} = 2.58 \text{ metros}$$

Para obtener la presión requerida, en la estación 75.1, se colocará tubo P.V.C con diámetro interno de 1 pulgada.

El resumen hidráulico total se presenta en apéndice 4.

### 2.2.2.9. Diseño del tanque de almacenamiento/distribución

- Volumen de almacenamiento

Según normas, en sistemas por gravedad y poblaciones con menos de 1,000 habitantes, el volumen de almacenamiento de un tanque debe estar entre el 20% y 30% del caudal medio diario, sin considerar reservas para eventualidades

En el siguiente proyecto se tomó el criterio de calcular el volumen del tanque considerando el periodo de tiempo (nocturno) en el cual se almacena el agua, el volumen obtenido es del 63% del caudal medio diario, siendo este porcentaje mayor con respecto a los mencionados en el párrafo anterior.

$$V_{total} = \frac{Q_{con} * minutos * segundos * horas}{1,000} = \frac{2.10 * 60 * 60 * 9.5}{1,000} = 71.82 \text{ m}^3 = 72 \text{ m}^3.$$

El tanque estará semienterrado, los muros serán de concreto ciclópeo, tendrá losa de concreto reforzado, las dimensiones internas del tanque serán:

Ancho = 5.20 m

Largo = 7.00 m

Alto = 2.15 m

Diseño estructural del tanque

- **Diseño de losa superior**

Para diseñar la losa se utilizará el método 3 del *American Concrete Institute* (A.C.I.).

Relación A/B = 3.5/5.20 = 0.67 > 0.50 se armará en dos sentidos.

A = lado corto de la losa (m)      B = lado largo de la losa (m)

T = espesor de la losa = ( a + b )/90 = (3.5+5)/90 = 0.094 cm

Se utilizará un espesor de 10.00 cm

- Integración de cargas:

Peso losa =  $\gamma_c * t = 2,400 * 0.10 = 240 \text{ kg/m}^2$

Peso de acabados = 90 kg/m<sup>2</sup>

CM = Carga muerta = 330 kg/m<sup>2</sup>

CV = Carga viva = 100 kg/m<sup>2</sup>

Carga última =  $C_u = 1.7CV + 1.4 CM = 1.7(100) + 1.4 (330) = 632 \text{ kg/m}^2$

- Cálculo de Momentos:

De acuerdo al método 3 de la ACI. La relación m = 0.67, los momentos positivos y negativos vienen dados así:

$M(+)\text{A} = 0.054 * CM * A^2 + 0.064 * CV * A^2$

**momentos**

$M(+)\text{A} = 0.054 * 462 * 3.5^2 + 0.064 * 170 * 3.5^2$

$M(+)\text{A} = 438.89 \text{ Kg-m}$

$M(+)\text{B} = 0.007 * CM * B^2 + 0.010 * CV * B^2$

$M(+)\text{B} = 0.007 * 462 * 5.20^2 + 0.010 * 170 * 5.20^2$

$M(+)\text{B} = 133.41 \text{ Kg-m}$

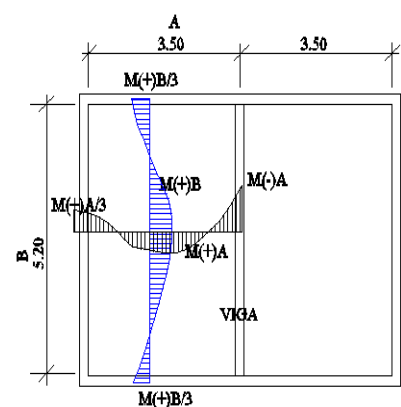
$M(-)\text{A} = 0.093 * 632 * 3.5^2 = 720.00 \text{ kg-m}$

$M(-)\text{B} = M(+)\text{B}/3 = 133.41/3 = 44.47 \text{ Kg-m}$

- Balance de momentos

En este caso en particular no es necesario hacer balance de momentos porque las losas son iguales y tienen el mismo momento negativo.

**Figura 1. Diagrama de**



- Cálculo

Datos.

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

$$Fy = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$t = 13 \text{ cm}$$

$$d = 7.3 \text{ cm}$$

$$As_{\min} = (14.1/fy) * b * d = \text{cm}^2$$

$$As_{\min} = (14.1/2,810) * 100 * 7.3 = 3.66 \text{ cm}^2$$

$$M_{AS_{\min}} = \phi * As_{\min} * fy * (d - (As * fy) / (1.7 * f'c * b))$$

$$M_{AS_{\min}} = 646.00 \text{ kg-m}$$

Se colocará  $As_{\min}$  en los momentos menores que 646.00 kg-m.

$$M(+)_A = 438.89 \text{ kg-m}$$

$$M(+)_B = 133.41 \text{ Kg-m}$$

$$3.66 \text{-----} 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{-----} S(\text{cm})$$

la separación será = 19 cm

Momento que no cubre el  $As_{\min}$

$$M(-)_A = 720.00 \text{ kg-m} \text{ ----- } As = 4.08 \text{ cm}^2$$

$$4.08 \text{cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm}$$

$$0.71 \text{cm}^2 \text{-----} S(\text{cm})$$

la separación será = 17.40 cm

- Armado de losa

Conclusión: se reforzará la losa con acero No3, a cada 0.18 metros de espaciamiento, en ambos sentidos.

### Diseño de viga

$$\text{Peralte de viga simplemente apoyada} = L/16, 5.20/16 = 0.32 \approx 0.35$$

- Integración de cargas:

$$\text{Peso losa} = \gamma_c * t = 2,400 * 0.10 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de acabados} = \underline{90 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{CM} = \text{Carga Muerta} = 330 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CV} = \text{Carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = C_u = 1.7\text{CV} + 1.4 \text{ CM} = 1.7(100) + 1.4 (330) = 632 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Area tributaria de losa que soporta la viga} = 12 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso viga} = 5.20 * .20 * 0.35 * 2,400 = 873.6 \text{ kg}$$

$$C_u = 873.6 \text{ kg} * 1.4 = 1,223.04 \text{ kg}$$

$$C_u \text{ total} = (632 \text{ kg/m}^2 * 12 \text{ m}^2) + 1,223.04 \text{ kg} = 8,807 \text{ kg}$$

$$C_u \text{ distribuida} = 8,807/5.20 = 1,693.65 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos y acero.

Para el cálculo de los momentos de viga se analizará como simplemente apoyada.

$$W = 1,693.65 \text{ kg/m (carga ultima distribuida)} \quad L = 5.20 \text{ m}$$

$$M(+) = WL^2/8 = 1,693.65 * 5.20^2/8 = 5,724.53 \text{ kg-m}$$

Datos:

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

$$F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 20 \text{ cm}$$

$$t = 35 \text{ cm}$$

$$d = 35 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm} = 32 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ min} = 0.005 * b * t = 0.005 * 20 * 35 = 3.5 \text{ cm}^2$$

$$M(+) = \phi * A_s * f_y * (d - (A_s * f_y)/(1.7 * f'_c * b))$$

$$A_s = 7.82 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{viga}} = 0.0122$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.005 < \rho_{\text{viga}} < \rho_{\text{max}} = 0.018$$

- Armado de viga

En cama superior se colocará =  $A_s \text{ min} (3.5 \text{ cm}^2) = 3\text{No}4$  corridos.

En cama inferior se colocará =  $A_s \text{ min} (3.5 \text{ cm}^2) = 3\text{No}4$  corridos.

En el momento positivo se agregará 3 tensiones No4 a la cama inferior.

- Cálculo de refuerzo por corte (V)

$$V_{\text{actuante}} = (W * L)/2 = (1693.65 \text{ kg/m} * 5.20 \text{ m})/2 = 4,403.49 \text{ Kg}$$

$$V_{resistente} = V_c = \beta * 0.53 * (f'c)^{1/2} * b * c$$

$$V_{resistente} = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 20 * 32 = 4,178.15 \text{ Kg}$$

$$V_s = V_a - V_c = 4,403.49 - 4,178.15 = 225.34 \text{ kg}$$

$$S = (2 * A_v * f_y * d) / V_s = (2 * 0.71 * 2,810 * 32) / 225.34 = 566 \text{ cm.}$$

Como se observa la separación es grande, por lo tanto se colocará estribo de acuerdo a la separación máxima que recomienda el A.C.I., que es  $=d/2=32/2=16$  cm

Asmin por corte = No3

### Diseño de muros del tanque

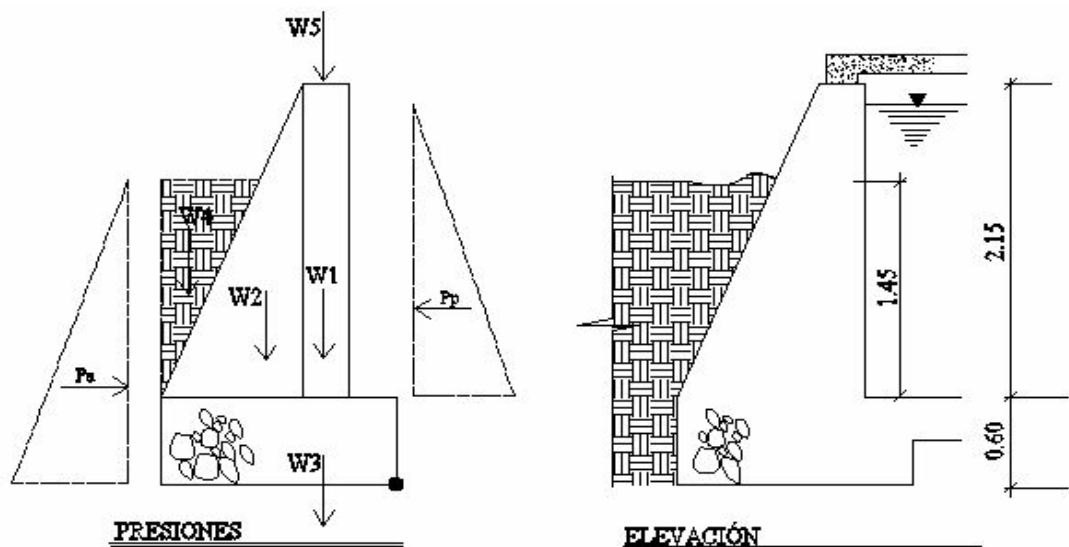
Para el diseño del muro, el caso crítico es cuando el mismo está vacío, actuando sobre los muros el empuje del suelo. Usando la teoría de Rankine se encuentra el coeficiente de empuje activo en el suelo.

$$\theta = 30^\circ \quad \gamma_{suelo} = 1,600 \text{ kg/m}^3 \quad \gamma_{agua} = 1,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{concreto} = 2,400 \text{ kg/m}^3 \quad k_a = \text{coeficiente de empuje activo}$$

$$\gamma_{concreto \text{ ciclópeo}} = 2,000 \text{ kg/m}^3 \quad k_a = (1 - \text{sen}\theta) / (1 + \text{sen}\theta) = 0.3333$$

Figura 2. Fuerzas actuantes en muro



a) Cálculo del empuje activo:

$$Pa = \frac{1}{2} * \gamma_{\text{suelo}} * Ka * h^2$$

$$Pa = \frac{1}{2} * 1,600 * \frac{1}{3} * (2.05)^2 = 1,120.66 \text{ kg}$$

b) Cálculo del momento de volteo:

$$Mv = Pa * h/3$$

$$Mv = 1,120.66 * h/3 = 765.78 \text{ kg-m}$$

c) Cálculo del momento que produce el peso propio del muro:

**Tabla V. Integración de fuerzas y momentos en muros del tanque**

<b>Figura</b>	<b>Peso W( ton)</b>	<b>Brazo ( metros )</b>	<b>Momento ( ton- metro)</b>
1	$(2.15*0.30*2)=1.29$	$0.30+0.30/2=0.45$	0.5805
2	$((0.90*2.15)/2) *2=1.935$	$0.60 + 1/3(0.90)=0.90$	1.7415
3	$1.50*0.60*2=1.80$	$(1.20/2)=0.60$	1.08
4	$((1.45*0.60)/2)1.60=0.69$	$1.50-1/3(0.60)=1.30$	0.90.48
Losa	1.69	$0.30+0.30/2=0.45$	0.76
	$\Sigma=6.96$		$\Sigma=4.86$

d) Estabilidad contra volteo ( Fsv)

$$Fsv = \frac{\Sigma M \text{ resistente}}{\Sigma M \text{ actuantes}} \geq 1.5$$

$$Fsv = 4.86/0.765 = 6.35$$

Como  $6.35 > 1.5$  la estructura resiste el volteo.

e) Estabilidad contra deslizamiento (Fsd)

$$Fsd = (0.9 * \text{tg}(\theta) * W_r) / P_{\text{suelo}}$$

$$Fsd = (0.9 * \text{tg}(\theta) * 6.96) / 1.20 = 3.01$$

Como  $3.01 > 1.5$  la estructura no se desliza.



f) Presión en el suelo bajo la base del muro.

La distancia "a" a partir del punto donde actúan las cargas verticales es:

$$a = (M_r - M_{ac})/W_t$$

$$a = (4.86 - 0.765)/6.96 = 0.588 \text{ m}$$

$$3a = 3 (0.588) = 1.76 \text{ m} > 1.50$$

Como la distancia total de la presión positiva 3a es mayor que la base del muro, entonces debajo del muro no existen presiones negativas.

g) Cálculo de presiones máximas y mínimas.

$$\text{Excentricidad } e = (\text{base muro}/2) - a = (1.50/2) - 0.588 = 0.162 \text{ m}$$

El módulo de sección por metro lineal (Sx) es.

$$b = \text{base transversal de muro} = 1.50 \text{ m}$$

$$W_t = \text{peso total} = 6.96 \text{ ton.}$$

$$L = \text{longitud utilizada en diseño} = 1.00 \text{ m}$$

$$q = \text{presión bajo la base del muro}$$

$$S_x = 1/6 * b^2 * L$$

$$S_x = 1/6 * (1.50)^2 * 1.00 = 0.375 \text{ m}^3$$

$$q = W_t / (L * b) \pm (W_t * e) / S_x$$

$$q = 6.96 / (1 * 1.50) \pm (6.96 * 0.162) / 0.375$$

$q_{\max} = 7.65 \text{ ton/m}^2 < V_s = 15 \text{ ton/m}^2$  (  $q_{\max}$  menor que el valor soporte del suelo).

$q_{\min} = 1.63 \text{ ton /m}^2 > 0$  ( no existen presiones negativas).

Habiendo revisado todos los aspectos de seguridad para el muro, cumpliendo con factores de seguridad, se concluye que las dimensiones que se dieron al muro están correctas.

#### **2.2.2.10. Sistema de desinfección**

Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar un sistema de desinfección. En nuestro medio se aplica tanto en el área rural como en el urbana, el cloro, ya sea como gas o como compuestos clorados.

## **Hipoclorador**

Se usará un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada en la caja distribuidora de caudales.

Tomando en cuenta el caudal de entrada a la caja reunidora de caudales (2.10 lts/seg.), para el desarrollo de este proyecto se recomienda un hipoclorador modelo PPG 3015, usado para tratar el agua para pequeñas comunidades, entre 50 y 250 familias, con sistemas por gravedad o bombeo. El hipoclorador requiere de un mantenimiento simple y puede hacerlo el operador del sistema o el fontanero.

## **Dosificación para la demanda de cloro**

De acuerdo a los resultados de laboratorio el agua no es potable, por lo cual es necesario inyectar una demanda de 0.2mg/L de cloro.

El flujo de cloro ( $f_c$ ) en gramos/hora se calcula con la siguiente fórmula.

$$F_c = Q * D_c * 0.06 \quad (1)$$

Donde  $Q$  = caudal de agua conducida en litro/minuto.  $D_c$  = Demanda de cloro en mg/litro ó PPM. En la gráfica del clorinador, que se muestra en el apéndice 8 se plotea el  $f_c$ , determinándose así el flujo de solución de cloro ( $Sc$ ). Regularmente este flujo es muy pequeño y debe obtenerse mediante la calibración de la válvula de compuerta que se coloca en el ingreso del clorinador, por lo tanto se debe calcular el tiempo, en segundos, que se necesita para llenar un recipiente de un litro. (fórmula 2)

$$t = 60/Sc \quad (2)$$

Donde  $t$  = tiempo de llenado de un recipiente de un litro en segundos.  $Sc$  = flujo de solución de cloro en litros/minuto.

Ejemplo:

Proyecto: Aldea Panimaché.

Utilizando un hipoclorador modelo PPG 3015

$Q = 2.10 \text{ L/seg} = 126 \text{ L/min.}$

- a. Por ser un manantial o nacimiento que provee agua clara se estima una demanda de cloro de 0.2 mg/L.
- b. De la fórmula (1)  $F_c = 126 \text{ L/min} * 2 \text{ PPM} * 0.06 = 15.12 \text{ gramos/hora.}$
- c. Al plotear el  $F_c$  de 15.12 gr/hora en la gráfica del clorinador modelo 3015, resulta un flujo  $Sc = 7 \text{ L/min.}$
- d. De acuerdo a lo anterior se procede a la calibración del flujo de solución de cloro, de la formula (2).

$T_{tt} = 60/7 = 8.57 \text{ segundos,}$  que es el tiempo en que un recipiente de un litro debe llenarse completamente.

El detalle de la instalación del dosificador se encuentra en apéndice 5.

### **2.2.2.11. Obras de arte**

#### **2.2.2.11.1 Válvulas de aire y limpieza**

Válvulas de aire: Tienen la función de expulsar el aire acumulado en la tubería, evitando con ello la formación de burbujas que bloquean el libre paso de agua. Al igual que las válvulas de limpieza éstas solo se colocarán en la línea de conducción, donde sea necesario; deben estar protegida por una caja de mampostería de piedra bola o de concreto reforzado para evitar mal uso de las mismas. La ubicación de las válvulas de aire es: E-24, E-29, E-33, 45A, E-50A, E-52, E-59, E-65, E-66, E-72A.

El detalle se muestra en apéndice 5.

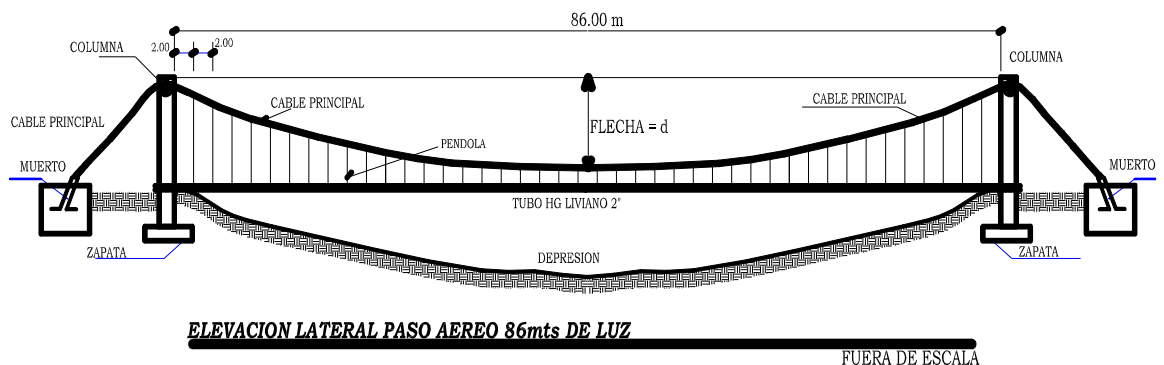
Válvula de limpieza. Son aquellas que se usan para extraer los sedimentos que se acumulan en la tubería, se colocan únicamente en la línea de conducción, ya que en la distribución los chorros realizaran esta actividad. Es importante hacer

notar que en la red se colocarán en puntos o ramales muertos que quedarán provistos para futuras conexiones, ya que en éstos el agua permanecerá estancada por largo tiempo. E-23, E-28, E-32, E-34, E-51A, E-58A, E-62A, E-65A, E-68A, E-78A. El detalle se muestra en apéndice 5.

### 2.2.2.11.2 Paso aéreo

Paso aéreo: sirve para salvar obstáculos como ríos, quebradas y pasos de corrientes invernales, o cualquier otro. Este tipo de obra se construirá de manera que la tubería de hierro galvanizado sea colocada horizontalmente, sostenida con cable tirante y de suspensión para sostenerlos, evitando así que sufran fracturas o roturas. La ubicación y detalles de cada paso aéreo se pueden ver en apéndice 5.

**Figura 3. Elevación lateral de paso aéreo**



- Datos

Diámetro de la tubería = 2 ½"

Longitud = 86 m = 282 pies

Peso de la tubería de 2 ½" más accesorios = 4.95 lbs/pie

Peso del agua = 62.40 lbs/pie<sup>3</sup>

Área de tubo de 2 ½" = 0.0340088 pie<sup>2</sup>

- Cálculo de carga muerta y carga viva.

Peso del agua = área del tubo \*  $\gamma$ .agua

Peso del agua =  $0.0340088 * 62.40 \text{ lb./pie}^3 = 2.13 \text{ lb./pie}$

Carga Muerta = CM = peso del agua + peso de la tubería.

C.M. =  $2.13 \text{ lb./pie} + 4.95 \text{ lb./pie} = 7.08 \text{ lb./pie}$ .

Para la carga viva, se considera una persona de 150 lbs a cada 20 pies.

Carga Viva = C.V. =  $150 \text{ lb}/20 \text{ pies} = 7.50 \text{ lb./pie}$ .

- Carga horizontal (W)

Considerando una velocidad de viento de 60 km/hora y una presión de viento 15 lb/pie<sup>2</sup>.

$W = (2.5 * 1/12) * 15 = 3.125 \text{ lb/pie}$

- Integración de cargas (U)                      U = Carga Última

$U = 0.75 * (1.4 * C.M. + 1.7 * C.V. + 1.7 * W)$

$U = 0.75 * (1.4 * 7.08 + 1.7 * 7.5 + 1.7 * 3.125) = 20.98 \text{ lb./pie}$

Se revisa la carga última:

$U = (1.4 * C.M. + 1.7 * C.V.) = 1.4 * 7.08 + 1.7 * 7.50 = 22.66 \text{ lb./pie} \approx 23 \text{ lb/pie}$

Como puede observarse la condición de carga crítica es de 23 lb/pie por lo que se diseñara con este valor.

- Diseño del cable principal.

Se utilizará la fórmula del Wire Rope Hand Book capítulo 3, 1,963

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

H = Tensión horizontal del cable.

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

T = Tensión máxima del cable.

$$V = (T^2 - H^2)^{1/2}$$

V = Tensión vertical.

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

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 para luces grandes, en este caso no se adoptará este criterio porque dan columnas muy altas, y siendo la columna un elemento que sirve para cambiarle la dirección a la fuerza de tensión del cable principal.

Para determinar la flecha se adoptó el criterio de una relación de flecha y luz de S/24.

Los resultados se presentan a continuación:

**Tabla VI. Determinación de esfuerzos a tensión en cable principal**

W	S	D	D	H	T	V
Lb/pie	Pies	M	Pies	Lbs.	Lbs.	Lbs.
23.00	282.08	0.75	2.46	92,992.37	93,105.53	4588.99
23.00	282.08	1.00	3.28	69,744.28	69,895.16	4590.08
23.00	282.08	1.25	4.1	55,795.42	55,984.02	4591.47
23.00	282.08	1.50	4.92	46,496.19	46,722.51	4593.17
23.00	282.08	1.75	5.74	39,853.87	40,117.91	4595.19
23.00	282.08	2.00	6.56	34,872.14	35,173.90	4597.51
23.00	282.08	2.25	7.38	30,997.46	31,336.94	4600.14
23.00	282.08	2.40	7.872	29,060.12	29,422.23	4601.86
23.00	282.08	2.50	8.2	27,897.71	28,274.91	4603.08
23.00	282.08	2.75	9.02	25,361.56	25,776.48	4606.32
23.00	282.08	3.00	9.84	23,248.09	23,700.73	4609.87
23.00	282.08	3.25	10.66	21,459.78	21,950.14	4613.73
23.00	282.08	3.60	11.808	19,373.41	19,916.58	4619.64

De la tabla anterior se seleccionó la flecha de 3.60 metros, con lo cual obtenemos una tensión máxima de 19,916.59 libras.

Los diámetros de cable más usados en pasos aéreos de agua potable son los siguientes.

Diámetro	Esf. Ruptura	Peso
3/8"	12,620 lbs	0.22 lbs/pie
1/2"	27,200 lbs	0.42 lbs/pie

Con base en estos datos se selecciona el cable de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro, con alma de acero de 6\*9 hilos y una resistencia a tensión de 27,200 lbs.

Integrando el peso propio del cable a la carga muerta se tiene:

$$C.M. = 7.08 + 0.42 = 7.5 \text{ lbs/pie}$$

Carga última.

$$U = 1.4 * 7.50 + 1.7 * 7.50 = 23.25 \text{ lb/pie.}$$

El valor corregido de la tensión será:

$$T = 20,133.99 \text{ lb} \quad H = 19,583.99 \text{ lb} \quad V = 4,669.85 \text{ lb}$$

Longitud del cable principal

Según el Wire Hand Book cuando la flecha ( "d " ), es el 5% de S, la longitud suspendida entre soportes viene dada por:

$$L = S + \frac{8 * d^2}{3 * S}$$

$$L = 86 + \frac{8 * (3.60)^2}{3 * 86} = 86.40 \text{ m se tomará 87 metros.}$$

El Dr. D.B. Steinman recomienda una relación s/4 como longitud de tensor.

$$SI = 86 \text{ mts} / 4 = 21.50 \text{ metros.}$$

$$LI = (21.50^2 + 3.60^2)^{1/2} = 21.80 \text{ mts. Se tomará 22 metros.}$$

La longitud del cable se incrementará un 10% por empalmes y dobleces en el anclaje.

$$L \text{ total} = ((87 \text{ mts} + (2 * 22)) * 1.1 = 144.10 \text{ metros.}$$

Péndolas o tirantes.

Son los tirantes que sostienen a la tubería, van unidos al cable principal. La separación óptima de péndola a péndola es de 2 mts, según el D.r. D.B. Steinman. El tirante central debe tener como mínimo 50 cms.

La carga de tensión que soportará viene dada por la siguiente fórmula:

$$Q = U * L$$

Q = carga última x separación entre péndolas.

$$Q = 23 * 6.56$$

$$Q = 150.88 \text{ lbs.}$$

Se utilizará cable galvanizado de  $\frac{1}{4}$ " con una resistencia de 3,600 lbs, para péndolas.

Para calcular la longitud de péndolas se utilizará la ecuación de la sección 3 del Wire Rope Hand Book que es la siguiente.

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

Y = Variación de la flecha.

Donde:

X = es variable

W = 23 lbs/pie

H = 19,373.41 lbs.

S = 86 mts.



**Tabla VII. Cálculo de longitud de péndolas**

#	X	S - X	W / 2H	Y	Long. Pen	#	L x #Pend.
Pendo	M	M		m.	M	Pendo.	m
1	2	84.00	0.00195	0.327	3.773	2	7.546
2	4	82.00	0.00195	0.639	3.461	2	6.923
3	6	80.00	0.00195	0.935	3.165	2	6.331
4	8	78.00	0.00195	1.215	2.885	2	5.770
5	10	76.00	0.00195	1.480	2.620	2	5.241
6	12	74.00	0.00195	1.729	2.371	2	4.742
7	14	72.00	0.00195	1.963	2.137	2	4.275
8	16	70.00	0.00195	2.181	1.919	2	3.839
9	18	68.00	0.00195	2.383	1.717	2	3.434
10	20	66.00	0.00195	2.570	1.530	2	3.060
11	22	64.00	0.00195	2.741	1.359	2	2.717
12	24	62.00	0.00195	2.897	1.203	2	2.406
13	26	60.00	0.00195	3.037	1.063	2	2.125
14	28	58.00	0.00195	3.162	0.938	2	1.876
15	30	56.00	0.00195	3.271	0.829	2	1.658
16	32	54.00	0.00195	3.364	0.736	2	1.471
17	34	52.00	0.00195	3.442	0.658	2	1.315
18	36	50.00	0.00195	3.505	0.595	2	1.191
19	38	48.00	0.00195	3.551	0.549	2	1.097
20	40	46.00	0.00195	3.582	0.518	2	1.035
21	42	44.00	0.00195	3.598	0.502	2	1.004
						SUMA	69.056

Debido a que las péndolas van sujetas por medio de accesorios como guarda cables y abrazaderas, su longitud debe incrementarse en un 15%.

Longitud = 69.05 \* 1.15 = 79.40 metros.

### Torres de soportes

Las torres servirán básicamente para cambiar el sentido a la tensión del cable principal, en dirección del momento o anclaje. Los materiales para su construcción serán concreto reforzado. En cuanto a sus dimensiones, tendrá una

altura de 5.50 mts, con una sección de 0.50 x 0.50 mts. Estos elementos tendrán una zapata de 0.30 mts de espesor y 1.20 metros por lado.

$E =$  Módulo de elasticidad del concreto = 16,100  $(f'c)^{1/2}$

### Columna

$f'c =$  Resistencia a compresión del concreto = 210  $kg/cm^2$

$f_y =$  Esfuerzo de fluencia del acero grado 40 = 4,810  $kg/cm^2$

$\gamma_c =$  Peso específico del concreto = 2.40  $ton/m$

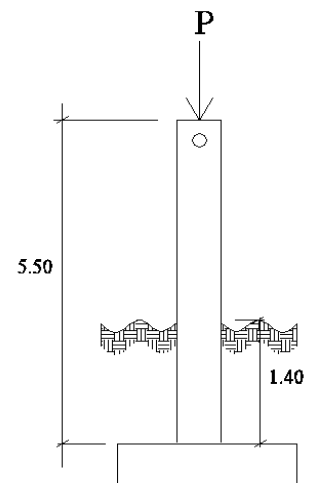
$\gamma_s =$  Peso específico del suelo = 1.60  $ton/m^3$

$\gamma_{cc} =$  Peso específico del concreto ciclópeo = 2  $ton/m^3$

$V_s =$  Valor soporte del suelo = 15  $ton/m^2$

Longitud de columna = 5.50 metros

Figura 4.



### Esbeltez

La esbeltez en una columna, está en función de la luz libre ( $L_u$ ) y su dimensión transversal, llamada radio de giro ( $r = L/A$ ), que está en función de la inercia y del área, por lo tanto un parámetro que determina la esbeltez de una columna es  $L/r$ , sin embargo, esta relación es válida si  $L$  es igual a la distancia de dos puntos de inflexión, que en el caso general no será igual a la luz libre, por lo que se considera una longitud efectiva,  $L_e = K L_u$ , que es proporcional a la luz libre en donde  $k$  es un factor que depende de:

- El tipo de apoyo que tiene la columna, que no será simplemente apoyada ni un empotramiento perfecto, para el caso general.
- Si la columna tiene posibilidades de ladeo, es decir, una columna no contraventada, por el contrario la columna puede tener elementos que le impidan el ladeo, siendo en este caso una columna contraventada o contra desplazamiento lateral.

Por lo anterior se clasifican como columna esbelta, cuando la relación de esbeltez se encuentra en el siguiente intervalo.

$$22 < K L_u / r < 100$$

- Calculando del momento de inercia.

$$I = b * h^3 / 12 = 1/12 * 0.50 * (0.50)^3 - [1/12 * 0.20 * (0.20)^3 + 0.20 * 0.20 * (0.15)^2]$$

$$I = 0.004175 \text{ m}^4$$

- Calculando el radio de giro.

$$r = (I/A)^{1/2} = [0.004178 / (0.50^2 - 0.20^2)]^{1/2} = 0.1410$$

- Chequeo por esbeltez (E)

$$\text{Esbeltez} = \frac{K * L_u}{r} = \frac{2 * 5.50}{0.1410} = 78$$

Por lo cual clasifica como columna esbelta:

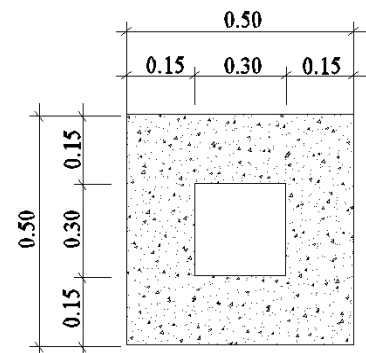
Carga crítica de una columna ( $P_{cr}$ )

La carga crítica de una columna es la que produce pandeo en dos puntos de inflexión, es decir, en el tramo cuya longitud es la longitud efectiva. La fórmula de Euler para encontrar la carga crítica de una columna con un extremo empotrado y el otro libre es:

$$P_{cr} = \frac{2 * E * I * \pi^2}{(K * L_u)^2} = \frac{2 * 15,600(210)^{1/2} * 147,500 * \pi^2}{(2 * 550)^2} = 543,932.50 \text{ kg}$$

$$P_{cr} = 543.93 \text{ ton}$$

**Figura 5. Sección de columna**



En este caso la columna sólo está actuando a compresión bajo una fuerza axial pequeña de  $V = 4,619.64 \text{ lb} = 2.09 \text{ ton}$ . Con lo anterior, se puede considerar en seguir la sección 10.8.4 del reglamento del *American Concrete Institute* (A. C. I.), dice 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 de un medio del área total.

$$A_{s \text{ min}} = (0.01 * \text{área gruesa}) / 2 = (0.01 * 2,100) / 2 = 10.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \#6} = 10.5 / 2.84 = 3.7 \approx 4 \text{ varillas No6}$$

Para evitar deformación de estribos, es decir, por armado agregar: 4 No3

El acero longitudinal será de: 4 varillas No6 + 4 No3

- La carga axial que soporta la columna:

$$P_u = \Phi (0.85 * f'_c * A_g + A_s * f_y)$$

$$P_u = 0.7 (0.85 * 210 * 2100 + 11.36 * 2,810) = 286,159.55 \text{ kg}$$

$$P_u = 286.16 \text{ ton}$$

## Zapata

Debido a que la carga que soporta la Zapata no es muy grande, se adoptará el peralte mínimo recomendado por el A.C. I.

- Peralte mínimo arriba del refuerzo inferior 15 cm.
- Recubrimiento mínimo del refuerzo = 7.5 cm

La suma de lo anterior = 22.5 cm, se adopta 30 cm de peralte.

$$F.C.U. = U / (C.M. + C.V.) = 23.25 / (7.50 + 7.50) = 1.55$$

- Carga que soporta la zapata

$$\text{Componente vertical de la tensión del cable} \quad V/2 = 1.05 \text{ ton.}$$

$$\text{Peso propio de la columna} = \gamma_c * A_g * h = 2.4 * 0.21 * 5.50 = 2.77 \text{ ton}$$

$$\text{Peso propio del suelo} = \gamma_s * \text{des} * \text{Area} = 1.6 * 1.40 * 1.19 = 2.66 \text{ ton}$$

$$\text{Peso propio de la zapata} = \gamma_c * t * b^2 = 2.4 * 0.30 * 1.20^2 = \underline{1.03 \text{ ton}}$$

$$P_z = \text{suma de cargas que actúan bajo la zapata} \quad = 7.51 \text{ ton}$$

Se debe cumplir que  $P_z/A_z$  debe ser menor que el valor soporte del suelo.

$$P_z/A_z = 7.51 / (1.20 * 1.20) = 6.07 \text{ ton/m}^2 \text{ menor que } V_s = 15 \text{ ton/m}^2$$

$$\text{La carga última} = W_u = P_z * F_{cu} = 7.51 * 1.55 = 11.64 \text{ ton}$$

- Chequeo por corte Simple

$$V_a < V_c \quad V_a = \text{corte actuante}$$

$$V_c = \text{corte resistente}$$

$$d = \text{Peralte} - \text{recubrimiento} = 0.30 - 0.08 = 0.22$$

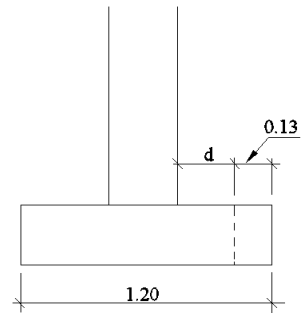
$$V_a = W_u * b * c = 11.64 * 1.20 * 0.13 = 1.81 \text{ ton}$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * (f'_c)^{1/2} * b * d / 1,000$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 120 * 22 / 1,000 = 17.23 \text{ ton}$$

Si resiste el corte simple debido a que:  $V_c = 17.23 \text{ ton} > V_a = 1.81 \text{ ton}$ .

**Figura 6. Corte Simple**



- Chequeo por corte Punzonante

$$V_a = W_u (\text{área de zapata} - \text{área punzonante})$$

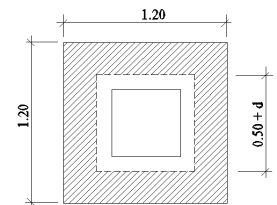
$$V_a = 11.64 * [(1.20 * 1.20) - (0.50 + 0.22)^2] = 10.72 \text{ ton}$$

$$V_c = [0.85 * 1.06 * (f'_c)^{1/2} (\text{perímetro punzonante}) * d] / 1,000$$

$$V_c = [0.85 * 1.06 * (210)^{1/2} (288) * 22] / 1,000 = 82.72 \text{ ton}$$

Si resiste el corte punzonante debido a que  $V_c = 82.72 > V_a = 10.72$

**Figura 7. Corte punzonante**



- Chequeo por flexión

$$M_u = (W_u * L^2) / 2 = [11.64 * (0.35)^2] / 2 = 0.71 \text{ ton} - \text{mt.}$$

$$M_u = 0.71 \text{ ton}$$

$$A_{s1} = 277.96 \text{ cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$A_{s2} = 1.28 \text{ cm}^2$$

$$d = 22 \text{ cm}$$

$$\rho_c = A_s / (b * d) = 0.00058$$

$$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_{\text{min}} = 0.40 * 14.1 / f_y = 0.002$$

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

Como  $\rho_c < \rho_{\text{min}}$  adoptar  $A_{s\text{min}}$

$$M_u = 0.90 * A_s * f_y (d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * b * f'_c}) \quad A_{s\text{min}} = 0.002 * b * d$$

$$1.7 * b * f'_c \quad A_{s\text{min}} = 0.002 * 100 * 22 = 4.4 \text{ cm}^2$$

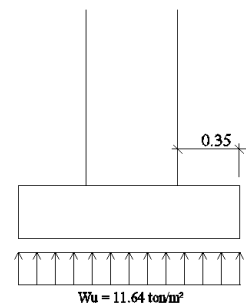
Usando hierro No 4 tenemos  $A_s \#4 = 1.266 \text{ cm}^2$

$$4.40 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$1.26 \text{ cm}^2 \text{ ----- } X \text{ cm} \quad \text{donde: } X = 28.63 \text{ cm}$$

Colocar hierro No4, grado 40 @ 0.20 cm. en ambos sentidos.

**Figura 8. Flexión**



## Anclaje o muerto

El anclaje o muerto será de concreto ciclópeo, enterrado con la superficie superior a nivel del suelo. Se utilizará la teoría de RANKINE para el empuje de tierras.

Datos:

$$H = 19,583.99 \text{ lb} = 8.90 \text{ ton}$$

$$T = 20,133.06 \text{ lb} = 9.15 \text{ ton}$$

$$V = 4,669.85 \text{ lb} = 2.12 \text{ ton}$$

W = Peso del muerto.

F = Fuerza de fricción.

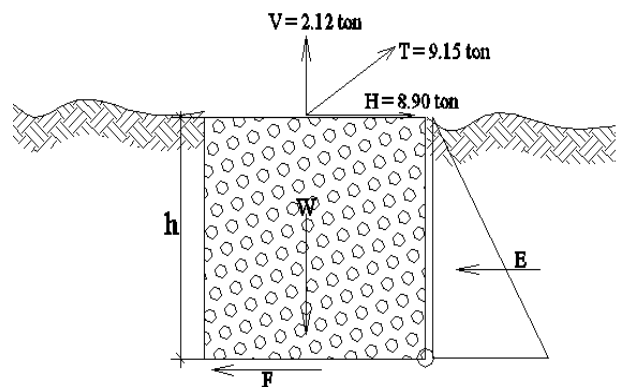
E = Empuje.

h = ancho = largo = altura

$$W = \gamma_{cc} * h^3 = 2 * (h)^3 = 2 h^3$$

$$E = \frac{1}{2} * \gamma_s * h^3 * K_p = \frac{1}{2} * 1.6 * (h)^3 * 3 = 2.4 h^3$$

Figura 9. Diagrama de fuerzas en anclaje



- Chequeo por volteo  $\sum M \text{ resistente} / \sum M \text{ actuantes} > 1.5$

$$M_w = \frac{1}{2} * h * W = \frac{1}{2} * h * 2 h^3 = 1 h^4$$

$$M_E = \frac{1}{3} * h * E = \frac{1}{3} * h * 2.4 h^3 = 0.8 h^4$$

$$M_v = 1.5 * (\frac{1}{2} * h * V = \frac{1}{2} * h * 2.12 \text{ ton}) = 1.59 h$$

$$M_H = 1.5 * (h * H = h * 9.15) = 13.72 h$$

Comparando  $\sum M \text{ resistente} = \sum M \text{ actuantes}$

$$1 h^4 + 0.8 h^4 = 1.59 h + 13.72 h \quad h = (15.31/1.8)^{1/3} = 2.04 \text{ m}$$

Chequeo con  $h = 2.30 \text{ m} \quad \sum M \text{ resistente} / \sum M \text{ actuantes} > 1.5$

$$M_w = \frac{1}{2} * h * W = \frac{1}{2} * 2.3 * 2 * (2.30)^3 = 27.98 \text{ ton}$$

$$M_E = \frac{1}{3} * h * E = \frac{1}{3} * 2.3 * 2.4 * (2.3)^3 = 22.38 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$M_v = \frac{1}{2} * h * V = \frac{1}{2} * 2.30 * 2.12 \text{ ton} = 2.43 \text{ ton} \cdot \text{m}$$

$$MH = h * H = 2.3 * 9.15 = 21.85 \text{ ton} - \text{m}$$

$$\Sigma M \text{ resistente} / \Sigma M \text{ actuantes} = (27.98 + 22.38) / (2.43 + 21.85) = 2.07$$

Como  $2.07 > 1.5$  la estructura resiste el volteo.

- Chequeo por deslizamiento:

$$F = \mu * W = 0.5 * (24.33) = 12.16 \text{ ton}$$

$$E = 29.20 \text{ ton}$$

$$(F \text{resi} +) / (F \text{act} +) = (12.6 + 29.20) / 9.15 = 4.56$$

Como  $4.56 > 1.5$  la estructura no se deslizará.

- Fuerza de viento

En estructuras de este tipo la consideración de la fuerza del viento y su distribución, debe hacerse por lo menos con 4 cables. Para este caso se tiene:

Fuerza de viento = presión del viento x área de contacto.

$$\text{Fuerza de viento} = 15 \text{ lbs/pie}^2 * (1/12 * 2.5 * 282) = 881.25 \text{ lb}$$

$$\text{Factor de seguridad} = 1.33$$

$$F_u = 881.25 * 1.33 = 1172.06 \text{ lb.}$$

Propuesta:

$$F_1 = F_2 = F_3 = F_4 = 293.05 \text{ lb}$$

Se usará cable galvanizado con alma de acero de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro, de 6\*19 hilos, con esfuerzo de ruptura de 3,600 lb. Para anclaje se utilizará tubería HG.  $\varnothing = 2$ ", tipo mediano.

### **2.2.2.11.3. Conexiones domiciliarias**

Consiste en la instalación de un chorro o grifo en el predio de la vivienda, los componentes son: Válvula de paso con  $\varnothing \frac{1}{2}$ ", tubo de hierro galvanizado con  $\varnothing \frac{1}{2}$ ", anclaje de mampostería de piedra bola y grifo con  $\varnothing \frac{1}{2}$ ". Ver detalle en apéndice 5

### **2.3. Integración de presupuesto**

EL presupuesto se calculó de la siguiente manera:

- Cálculo de la cantidad de materiales y sus precios.
- Cálculo de mano de obra calificada.
- Cálculo de mano de obra no calificada.
- Cálculo de fletes.
- Indirectos.

Algunos de los precios de materiales se obtuvieron en la cabecera municipal de Santa Lucía Cotzumalguapa y el resto en la ciudad capital, estos precios no incluyen flete, por lo cual se integró un renglón específico para el transporte de materiales.

Para el pago de mano de obra no calificada, se tomó el salario mínimo establecido por la ley. Los salarios de mano de obra calificada se asignaron conforme a los establecidos por la municipalidad local.

En gastos indirectos se incluyó: administración, supervisión e imprevistos.

A continuación se presenta el presupuesto:



**Tabla VIII. Presupuesto**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PANIMACHÉ,  
MUNICIPIO DE SAN PEDRO YEPOCAPA,  
CHIMALTENANGO**

No	Descripción	Cantidad	Unidad	P/Unitario	Sub-Total
1	Replanteo topográfico	7,097.00	m.l.	Q1.25	Q8,871.25
2	Captaciones típicas	2.00	unidad	Q7,160.00	Q14,320.00
3	Caja unificadora de caudales	1.00	unidad	Q4,500.00	Q4,500.00
4	Caja rompe presión de 1 m <sup>3</sup>	2.00	unidad	Q3,900.00	Q7,800.00
5	Tubería Hg Ø 3" conducción	1,547.00	m.l.	Q80.00	Q123,760.00
6	Tubería Hg Ø 2 1/2" conducción	848.00	m.l.	Q68.00	Q57,664.00
7	Tubería Ø 2 1/2" PVC	2,290.00	m.l.	Q34.50	Q79,005.00
8	Paso aéreo de 86metros	2.00	unidad	Q35,500.00	Q71,000.00
9	Tanque de almacenamiento	72.00	m <sup>3</sup>	Q1,200.00	Q86,400.00
10	Red de distribución (Ø 2 1/2", 2", 1 1/2", 1" y 3/4")	3,212.00	m.l.	Q20.50	Q65,846.00
11	Conexión domiciliar	85.00	unidad	Q360.00	Q30,600.00
12	Válvula de limpieza	10.00	unidad	Q1,174.00	Q11,740.00
13	Válvula de aire	10.00	unidad	Q1,165.00	Q11,650.00
14	Clorador de pastillas	1.00	unidad	Q3,500.00	Q3,500.00
15	Fletes	1.00	Global	Q6,805.35	Q6,805.35
Total					Q583,661.60

GUATEMALA MAYO DEL 2,003

## 2.4. Elaboración de planos

Los planos que se elaboraron son los siguientes:

PLANTA GENERAL DEL SISTEMA	1/8
PLANTA PERFIL CONDUCCIÓN	2/8
PLANTA PERFIL CONDUCCIÓN	3/8
PLANTA PERFIL CONDUCCIÓN	4/8
PLANTA PERFIL CONDUCCIÓN	5/8
PLANTA PERFIL DISTRIBUCIÓN	6/8
OBRAS DE ARTE	7/8
DETALLE DE PASO AÉREO	8/8

Los planos se presentan en apéndice 5.

## CONCLUSIONES

1. Por las características topográficas del lugar, se determinó que el sistema de abastecimiento de agua potable sea por gravedad, el sistema de distribución será por medio de ramales abiertos, debido a que la distribución de viviendas es muy dispersa.
2. Con la realización del Ejercicio Profesional Supervisado, en la aldea Panimaché del Municipio de San Pedro Yepocapa, se corroboró la carencia de un sistema de abastecimiento de agua potable adecuado, así como la falta de servicios de: centro de salud, remodelación de escuela, salón comunal, teléfono comunitario, etc. Hay que mencionar el poco interés o falta de recursos de instituciones gubernamentales con el fin de resolver las necesidades prioritarias.
3. De acuerdo al costo del proyecto, el cual asciende a la cantidad de Q 583,661.60 se considera que es accesible para que la Municipalidad de San Pedro Yepocapa, lo financie, o bien haga las gestiones pertinentes para que instituciones de carácter gubernamental proporcionen el financiamiento, ya que los beneficios que proveerá a los pobladores son invaluable, por cuanto les permitirá tener una mejor calidad de vida.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado es una buena experiencia para el futuro profesional de la ingeniería Civil, ya que le da la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la formación académica, a través de proponer soluciones a problemas reales que padecen las comunidades del área rural de nuestro país.

## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Pedro Yepocapa y al Comité de Desarrollo Local de la aldea Panimaché.

- 1) Que el abastecimiento de las captaciones sea agua sanitariamente segura, por medio de desinfección, utilizando cloro.
- 2) Realizar campañas de divulgación en las cuales se eduque a los usuarios del sistema de agua potable sobre la necesidad del cuidado del recurso hídrico y la protección del medio ambiente.
- 3) Proveer el mantenimiento necesario al sistema, con lo cual se pueda garantizar el buen funcionamiento del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Tetzaguic Car Carlos Encarnación, diseño del sistema de agua potable para los caseríos El Rosario y La Granadilla Conguaco, Jutiapa, tesis de graduación de ingeniería civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala Agosto 2,000.
2. Frederick S. Merritt, M. Kent Loftin, Jonathan T. Ricketts, **Manual del ingeniero civil**, Cuarta edición, Editorial McGraw Hill.
3. Dávila Crespo, Darwin Omar, estudio y diseño del sistema de agua potable para las comunidades 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 Octubre de 1,999.
4. Recancoj Mendoza Juan Bruno, consideraciones de análisis y diseño Estructural de pasos elevados para tuberías de conducción de agua potable por medio de puentes colgantes, tesis de graduación de ingeniería civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala Octubre de 1,984.
5. Simmons, Charles S. **Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala**, Editorial José de Pineda Ibarra, Diciembre 1,959

Figura 10. Análisis físico químico sanitario



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS)-CENTRO  
 DE INVESTIGACIONES (CII)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 20797	
O.T. No.16286					
INTERESADO	FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	William E. Buján	DEPENDENCIA:	U.S.A.C.		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	PANIMACHE	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN	2003-03-03, 08 h 30 min		
FUENTE:	Nacimiento de agua (Pastora)	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	2003-03-03, 15 h 25 min		
DEPARTAMENTO:	Chimaltenango	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
MUNICIPIO	San Pedro Yepocapa				
RESULTADOS					
1 ASPECTO	Claro	4. OLOR	Inodora	7 TEMPERATURA. (En el momento de recolección)	-- °C
2 COLOR	04,00 Unidades	5 SABOR	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	623,00 umhos/cm
3 TURBIEDAD:	01,12 UNT	6. pH	07,70 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,25	6. CLORUROS (Cl)	20,00	11. SÓLIDOS TOTALES	369,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> )	00,00	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,37	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	19,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> )	02,64	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	65,00	13. SÓLIDOS FIJOS	350,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,05	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	340,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	343,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	12,00	144,00	144,00		

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

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. W.E.F. 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), Guatemala.

Guatemala, 2003-03-13

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



*[Signature]*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 ZENON MUCH SANTOS  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. Ing. Sanitaria

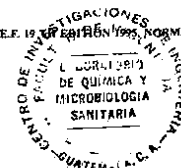


Figura 11. Examen bacteriológico



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS  
 HIDRÁULICOS (ERIS) – CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 16286		INF. No. A-161810	
INTERESADO	<u>Facultad de ingeniería</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>William Eduardo Baján H.</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>PANIMACHÉ</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2003-03-03; 08 h 30 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento de agua (Pastora)</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2003-03-03; 15 h 25 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>San Pedro Yepocapa</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Chimaltenango</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Lig. Cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Claro</u>	COLOR RESIDUAL	<u>----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,0 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
1,0 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
0,1 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		> 1 600	> 1 600
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA   A.P.H.A. – W.E.F. 19 <sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
CONCLUSION Bacteriológicamente el agua <b>NO ES POTABLE</b> , según NORMA COGUANOR NGO 29001.			
Guatemala, <u>2003-03-13</u>			
Vo.Bo.	 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz DIRECTOR CI / USAC	 JEFE DE LABORATORIO ZENON MUCH SANTOS Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. Ing. Sanitaria	

**Tabla IX. Cálculo hidráulico de línea de conducción**

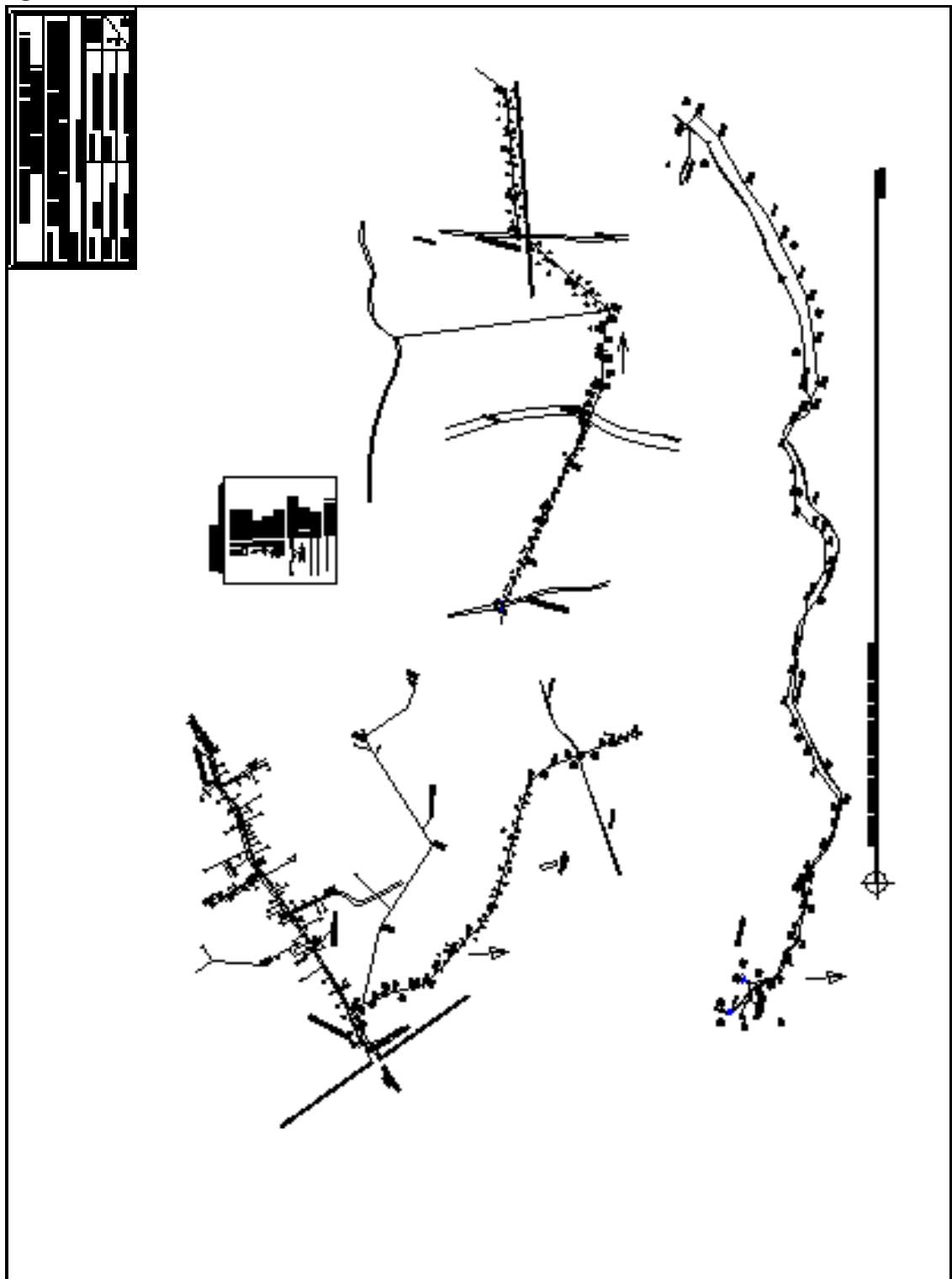
<b>EPS INGENIERIA USAC</b>		<b>CÁLCULO HIDRÁULICO DE LINEA DE CONDUCCIÓN</b>												Fecha: 15/04/2,003		
		Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PANIMACHE Municipio: SAN PEDRO YEPOCAP      Departamento: CHIMALTENANGO														
Est.	P.ob	Cota terreno Inicial	Cota terreno Final	Dist. mts	Q L/se	c	Pulg Ø	Hf (m)	Piezométrica C.I.	C.F	Estática C.I	C.F	Presión disp P.I	P.F	V m/s	obseva.
Caja reunidora	34	995.71	902.00	1546.67	2.107	100	3	10.14	995.71	995.74	0.00	93.71	0.00	83.57	0.46	
34	E-44AA	902.00	860.00	896.85	2.107	100	2.5	14.57	985.74	971.00	93.71	135.71	83.57	111.00	0.67	
E-44AA	75	860.00	951.15	2454.85	2.107	150	2.5	18.47	971.00	953.22	135.71	45.56	111.00	2.07	0.67	



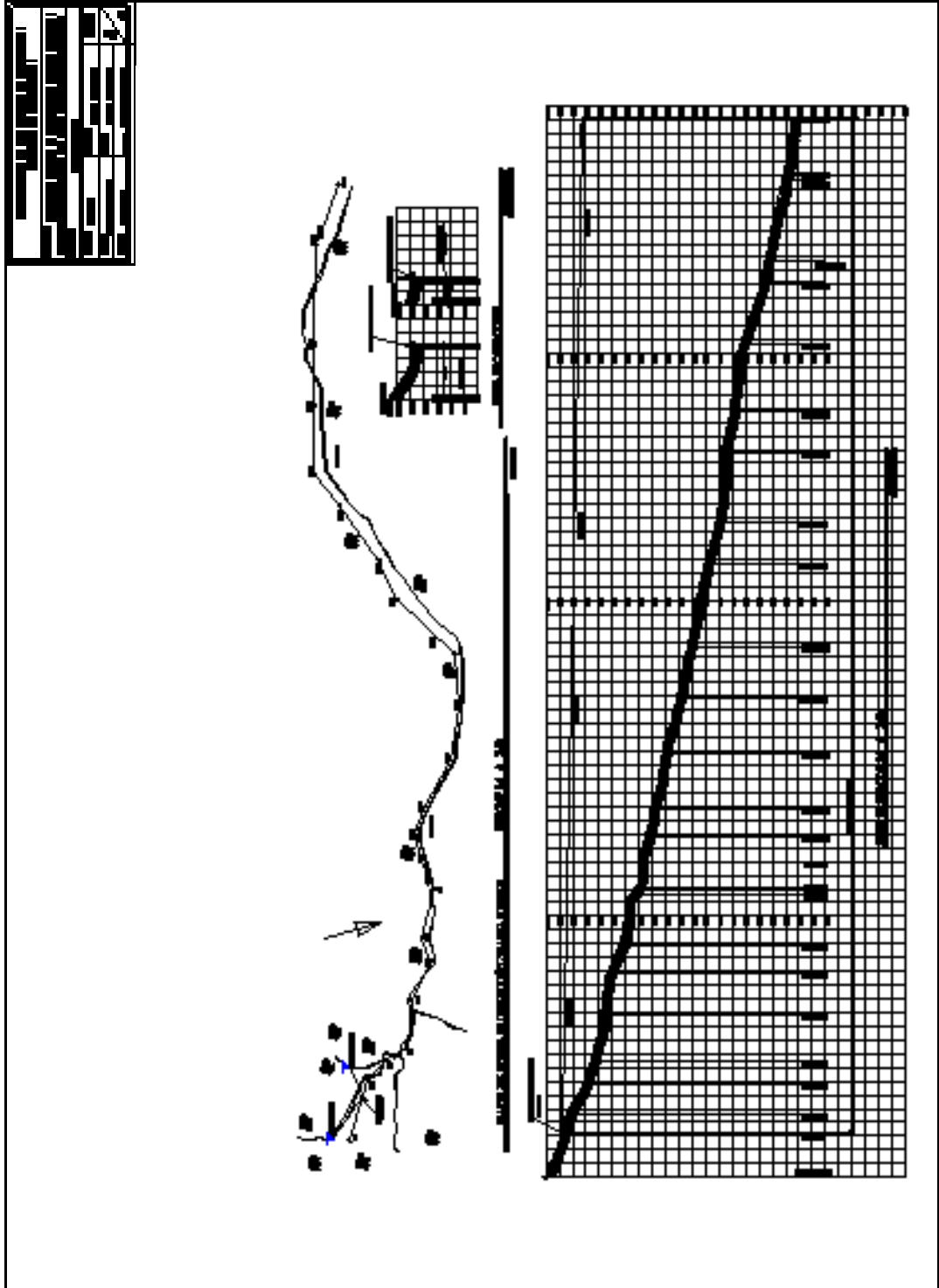
Tabla IX. Cálculo hidráulico de la red de distribución

EPS INGENIERIA USAC		CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN												Fecha:			
		Proyecto: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA PANIMACHÉ Municipio: SAN PEDRO YEOPACAP      Departamento: CHIMALTENANGO												15/04/2,003			
Est.	P.Ob	Cota terreno		Dist.	Q	c	Pulg	Hf	Piezométrica		Estática		Presion disp		V	obsev.	
		Inicial	Final	mts	L/se		Ø	(m)	C.I.	C.F	C.J	C.F	P.J	P.F	m/s		
T	75	950.15	948.95	30.00	2.427	150	2 1/2"	0.29	950.15	949.88	0.00	1.20	0.00	0.91	0.77		
75	77	948.95	934.14	100.23	2.113	150	2 1/2"	0.77	949.86	949.09	1.20	16.01	0.91	14.95	0.67		
77	77A	934.14	920.58	105.66	1.999	150	2 1/2"	0.73	949.09	948.36	16.01	29.57	14.95	27.78	0.63	Rompe-presión	
77A	78	920.58	918.02	19.88	1.999	150	2 1/2"	0.14	920.58	920.44	0.00	2.56	0.00	2.42	0.63		
78	79	918.02	906.90	81.02	1.856	150	2"	1.44	920.44	919.00	2.56	13.68	2.42	12.10	0.92		
79	80	906.90	891.81	139.91	1.370	150	2"	1.42	919.00	917.58	13.68	28.77	12.10	25.77	0.68		
80	81	891.81	879.87	139.01	0.771	150	1 1/2"	1.97	917.58	915.62	28.77	40.71	25.77	35.75	0.68		
81	82	879.87	875.99	56.32	0.343	150	1"	3.00	915.62	912.62	40.71	44.59	35.75	32.75	0.68		
82	83	875.99	871.46	76.70	0.171	150	3/4"	4.00	912.62	908.62	44.59	49.12	32.75	38.94	0.60		
82	82.1	875.99	860.19	77.04	0.171	150	3/4"	1.00	912.62	911.62	44.59	40.39	32.75	31.43	0.34		
79	79.1	906.90	911.39	91.87	0.171	150	1"	1.35	919.00	917.65	13.68	9.19	12.10	6.26	0.34		
79.2	79.3	891.81	896.81	85.00	0.257	150	1"	0.32	917.58	916.45	28.77	23.77	25.77	22.78	0.51		
77A	77A.1	920.58	922.58	138.55	0.140	150	3/4"	1.00	948.36	947.38	29.57	27.57	27.78	26.57	0.28		
75	75.1	948.95	925.40	245.27	0.228	150	1"	2.64	949.88	947.24	1.20	24.75	0.91	21.82	0.45		
75.1	75.2	925.40	927.63	223.00	0.228	150	1"	1.38	947.24	945.84	24.75	22.52	21.82	18.21	0.45		
75.2	C.R	927.63	917.25	100.00	0.171	150	3/4"	2.46	945.84	943.38	22.52	32.90	18.21	26.13	0.60	Rompe-presión	
C.R	75.3	917.25	895.63	190.00	0.171	150	3/4"	1.60	917.25	915.65	0.00	21.62	0.00	20.02	0.60		
75.3	75.4	895.63	879.63	189.19	0.086	150	3/4"	0.44	915.65	915.21	21.62	37.62	20.02	35.58	0.30		

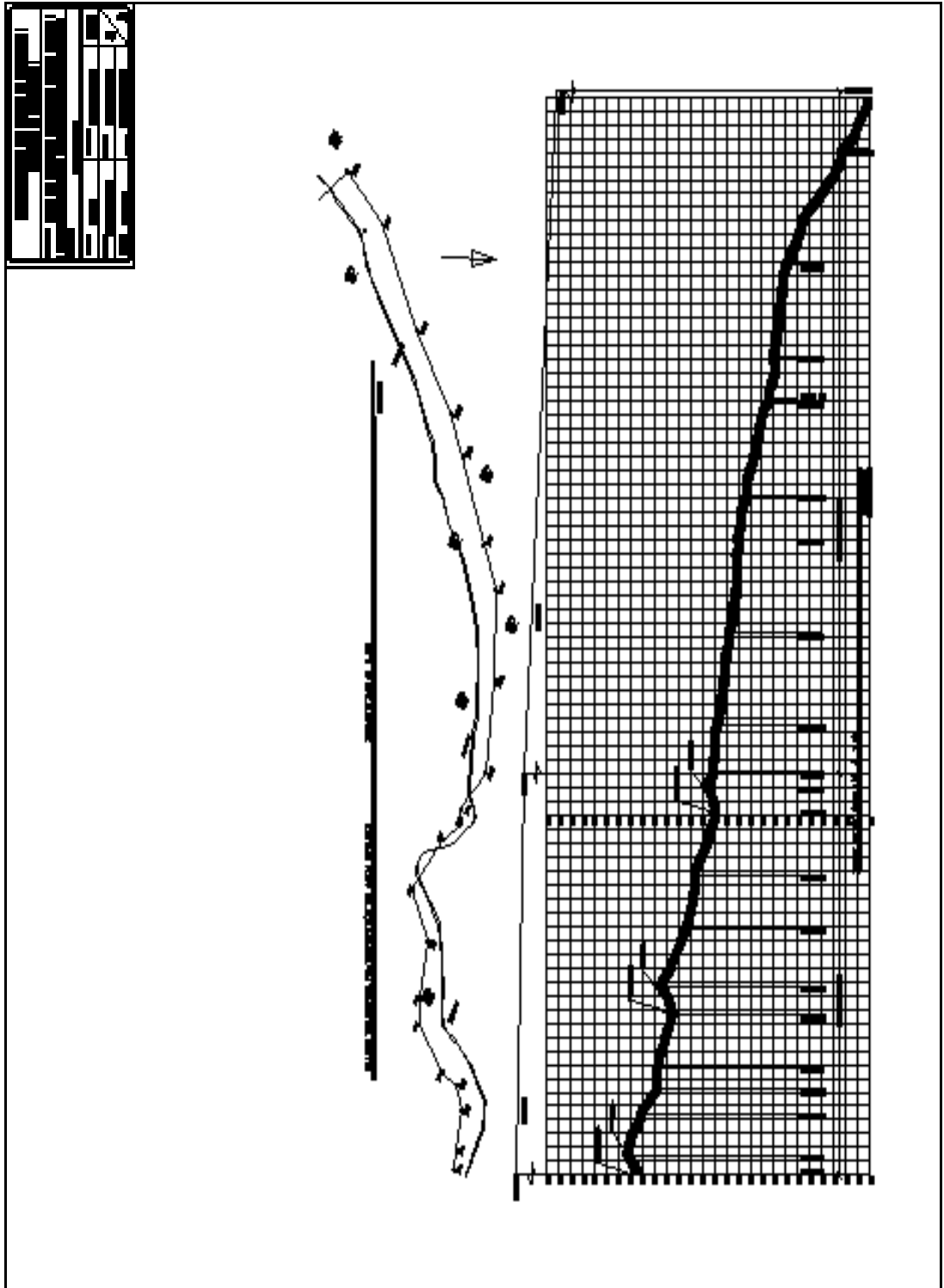
Figura 12. Planos de diseño



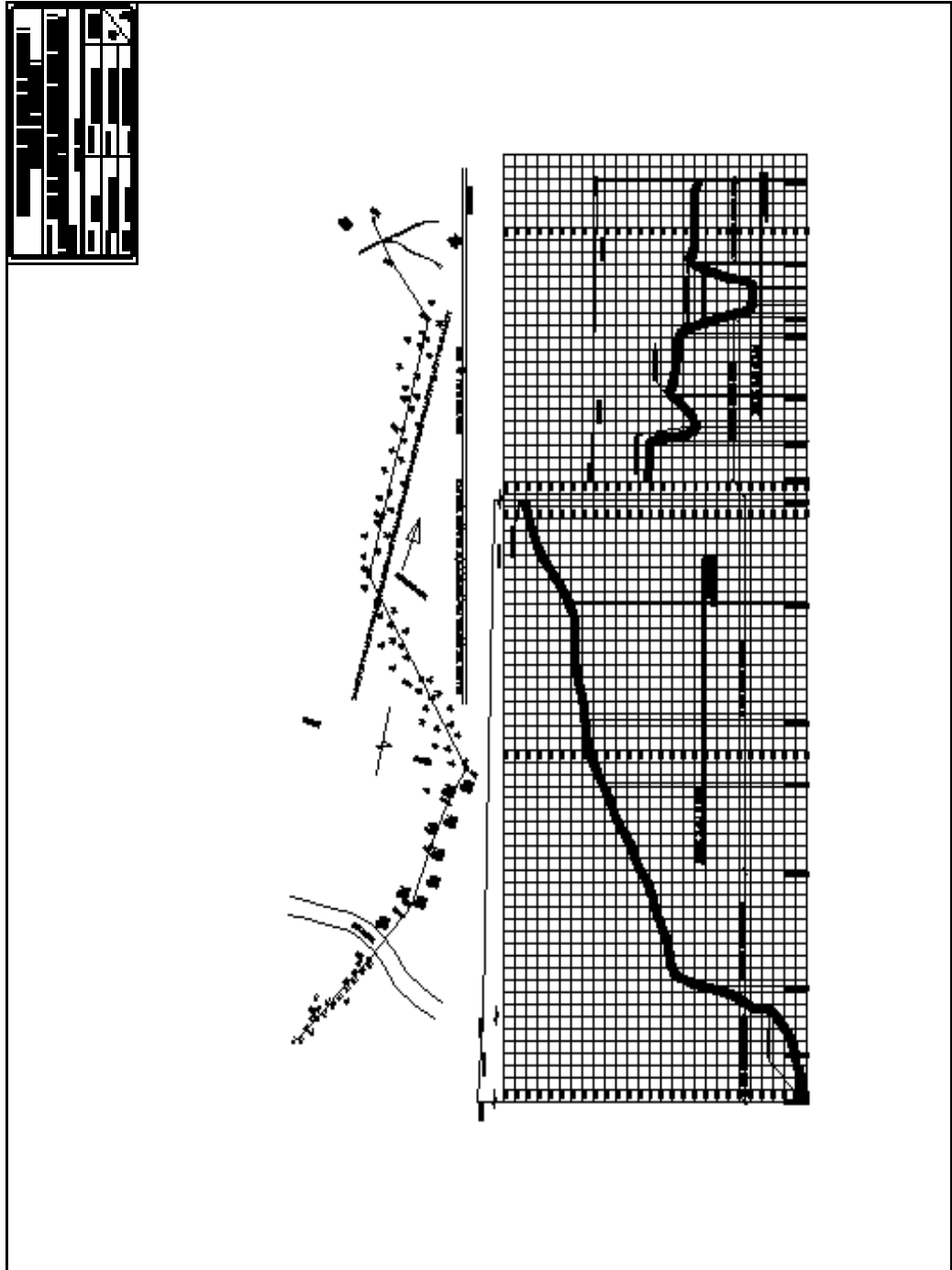
Continuación



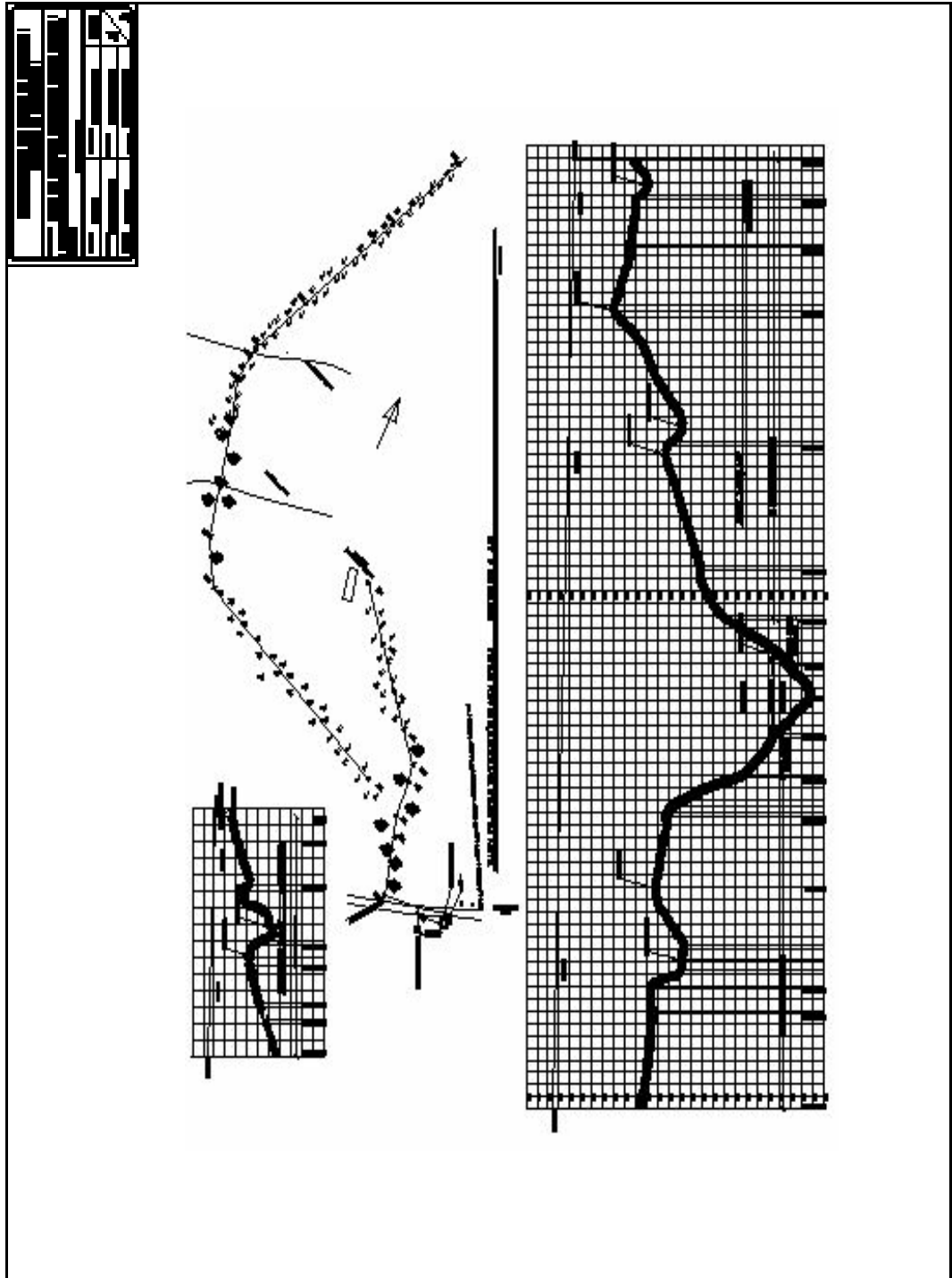
Continuación



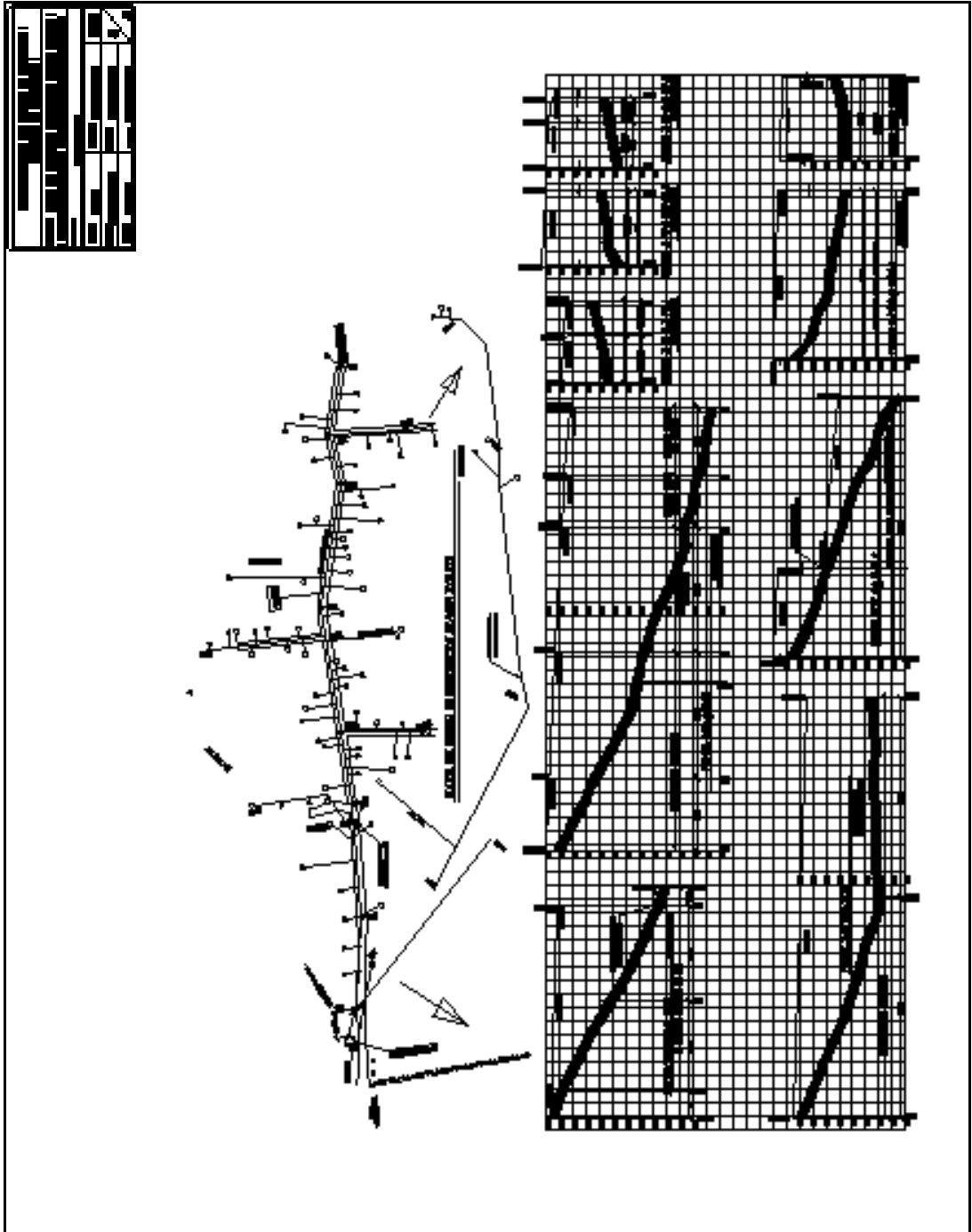
Continuación



Continuación



Continuación









**Tabla XI. Lecturas climatológicas del Instituto Nacional de Sismología  
Vulcanología, Meteorología, e Hidrología (INSIVUMEH)**

ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	LLUVIA	MM	13.5	104.0	67.6	408.7	482.8	552.2	360.6	324.1	687.1	721.5	219.0	28.9	4070.0
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	LLUVIA	MM	25.3	0.0	6.2	105.6	321.6	567.5	263.0	301.7	427.3	521.9	108.9	115.2	2784.2
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	LLUVIA	MM	1.7	0.0	99.6	115.2	329.3	554.7	461.5	477.4	324.9	281.7	0.0	0.0	3492.7
CAMANTULUL	141900	910300	280	1993	LLUVIA	MM	8.4	21.6	90.6	137.1	339.0	733.5	291.5	704.8	496.9	679.8	40.9	0.0	3544.1
CAMANTULUL	141900	910300	280	1994	LLUVIA	MM	17.8	2.8	33.3	76.6	262.4	409.9	388.0	529.4	365.5	590.7	186.5	17.4	2880.3
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	LLUVIA	MM	0.0	11.9	77.3	289.3	182.7	418.8	478.4	478.4	619.6	422.5	195.4	28.6	3201.9
CAMANTULUL	141930	910303	280	1996	LLUVIA	MM	22.8	0.0	5.2	374.9	618.4	589.7	405.1	517.6	843.2	466.8	110.6	1.2	3995.5
CAMANTULUL	141900	910300	280	1997	LLUVIA	MM	11.5	17.0	64.0	429.8	214.9	632.2	487.0	468.6	687.7	524.2	417.2	157.4	4111.5
CAMANTULUL	141900	910300	280	1998	LLUVIA	MM	0.0	0.0	0.0	29.8	130.0	510.6	448.4	828.3	545.5	659.1	483.2	40.7	3675.6
CAMANTULUL	141900	910800	280	1999	LLUVIA	MM	0.4	40.4	37.6	304.9	439.8	554.3	630.4	615.9	716.6	672.2	132.8	0.0	4145.3
CAMANTULUL	141900	910800	280	2000	LLUVIA	MM	10.5	32.6	18.7	86.3	427.0	543.3	562.9	535.7	758.4	502.5	148.9	14.5	3641.3
CAMANTULUL	141900	910800	280	2001	LLUVIA	MM	6.2	12.4	17.5	94.1	455.4	633.0	406.0	310.2	639.3	661.9	63.4	1.2	3280.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	2002	LLUVIA	MM	15.8	2.9	16.8	87.2	392.3	367.1	425.5	294.6	498.3	757.9	204.3	22.8	3085.5
CAMANTULUL	141930	910303	280	2003	LLUVIA	MM	0.0	39.7											39.7
<b>PROMEDIO</b>							<b>9.6</b>	<b>20.4</b>	<b>41.1</b>	<b>###</b>	<b>353.5</b>	<b>549.9</b>	<b>438.6</b>	<b>490.1</b>	<b>621.0</b>	<b>577.4</b>	<b>199.4</b>	<b>32.9</b>	<b>3526.0</b>
<b>DESYEST</b>							<b>8.7</b>	<b>28.2</b>	<b>34.6</b>	<b>###</b>	<b>135.4</b>	<b>104.8</b>	<b>105.4</b>	<b>162.2</b>	<b>145.3</b>	<b>128.6</b>	<b>129.8</b>	<b>48.6</b>	<b>1033.7</b>
ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	DIAS	DIAS	1	2	4	16	20	27	25	22	21	26	7	2	173
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	DIAS	DIAS	3	0	2	10	22	25	18	23	21	23	8	6	181
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	DIAS	DIAS	2	0	7	7	16	21	24	22	28	20	15	0	162
CAMANTULUL	141900	910300	280	1993	DIAS	DIAS	3	3	9	23	23	23	23	22	25	24	6	0	161
CAMANTULUL	141900	910300	280	1994	DIAS	DIAS	2	2	3	9	19	17	19	22	24	24	16	8	165
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	DIAS	DIAS	0	2	4	16	16	25	28	28	29	24	13	8	193
CAMANTULUL	141930	910303	280	1996	DIAS	DIAS	2	0	2	25	27	27	27	22	28	22	9	2	193
CAMANTULUL	141900	910300	280	1997	DIAS	DIAS	1	3	6	14	17	25	21	21	24	21	18	5	176
CAMANTULUL	141900	910300	280	1998	DIAS	DIAS	0	0	0	5	8	29	21	30	27	27	20	4	171
CAMANTULUL	141900	910800	280	1999	DIAS	DIAS	1	4	3	13	17	29	23	26	26	23	7	8	180
CAMANTULUL	141900	910800	280	2000	DIAS	DIAS	1	2	3	7	18	20	23	20	26	18	13	1	152
CAMANTULUL	141900	910800	280	2001	DIAS	DIAS	2	4	6	9	18	19	21	21	21	21	10	1	153
CAMANTULUL	141930	910303	280	2002	DIAS	DIAS	2	1	2	11	22	23	28	18	27	24	9	2	169
CAMANTULUL	141930	910303	280	2003	DIAS	DIAS	0	3											3
<b>PROMEDIO</b>							<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>23</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>170</b>
ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	TEMPERATURA	GRADOS	24.3	25.0	25.6	26.1	26.6	25.2	25.3	25.1	24.5	24.5	24.9	24.2	25.1
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	TEMPERATURA	GRADOS	24.1	24.7	25.1	26.6	27.1	25.5	25.8	25.0	26.0	25.2	25.0	24.0	25.3
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	TEMPERATURA	GRADOS	24.0	24.1	25.2	25.6	27.7	27.4	24.1	26.5	25.3	24.4	24.4	24.4	25.2
CAMANTULUL	141930	910303	280	1993	TEMPERATURA	GRADOS	24.4	24.8	27.0	25.9	24.7	23.9	24.7	24.0	23.6	24.0	24.2	24.0	24.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	1994	TEMPERATURA	GRADOS	23.9	23.9	24.8	26.0	25.7	25.7	26.2	25.9	25.9	25.4	25.5	25.2	25.3
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	TEMPERATURA	GRADOS	25.2	26.1	25.8	27.5	26.3	25.5	25.0	24.8	24.8	24.8	25.7	25.1	25.5
CAMANTULUL	141930	910303	280	1996	TEMPERATURA	GRADOS	24.3	25.3	25.7	25.7	25.3	25.6	25.8	24.7	24.5	24.5	24.8	24.2	25.0
CAMANTULUL	141930	910303	280	1997	TEMPERATURA	GRADOS	24.2	25.0	25.4	25.7	26.2	24.9	25.9	25.9	25.0	25.0	25.2	24.6	25.2
CAMANTULUL	141930	910303	280	1998	TEMPERATURA	GRADOS	25.2	25.0	26.6	27.2	27.2	26.0	25.1	25.3	24.9	24.4	25.6	26.0	25.7
CAMANTULUL	141930	910303	280	1999	TEMPERATURA	GRADOS	25.7	26.1	27.0	27.4	27.0	25.7	26.0	26.0	24.8	24.9	25.7	25.1	25.9
CAMANTULUL	141930	910303	280	2000	TEMPERATURA	GRADOS	25.1	25.7	26.8	26.0	25.2	25.0	25.0	24.3	24.2	24.7	25.0	24.7	29.2
CAMANTULUL	141930	910303	280	2001	TEMPERATURA	GRADOS	24.4	24.9	24.9	26.3	26.5	26.2	26.3	26.7	25.7	26.5	26.0	26.1	25.9

Continuación

CAMANTULUL	141930	910303	280	2002	TMEDIA	GRADOC	25.9	26.3	26.5	26.3	25.8	26.1	26.0	25.8	26.0	26.3	26.6	26.1	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2003	TMEDIA	GRADOC	26.6	26.7										26.7	
					<b>PROMEDIO</b>		<b>24.8</b>	<b>25.2</b>	<b>25.8</b>	<b>26.4</b>	<b>26.3</b>	<b>25.5</b>	<b>25.4</b>	<b>25.0</b>	<b>25.3</b>	<b>25.0</b>	<b>25.3</b>	<b>25.4</b>	
<b>ESTACION</b>	<b>LAT</b>	<b>LONG</b>	<b>ALT</b>	<b>AÑO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	TMAXPR	GRADOC	33.1	32.6	33.1	32.8	31.9	31.7	31.9	32.3	32.0	31.7	32.3	33.3	32.3
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	TMAXPR	GRADOC	32.9	33.5	33.6	33.2	32.6	31.4	32.6	32.4	31.9	32.0	32.3	31.7	32.5
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	TMAXPR	GRADOC	31.9	33.1	34.4	34.1	33.1	32.1	31.9	32.3	31.1	32.3	32.2	32.5	32.5
CAMANTULUL	141930	910303	280	1993	TMAXPR	GRADOC	32.6	33.2	33.7	33.5	32.3	31.7	32.5	32.1	31.2	32.0	32.8	32.8	32.5
CAMANTULUL	141930	910303	280	1994	TMAXPR	GRADOC	32.9	33.4	33.7	33.8	32.8	31.9	32.7	32.0	32.1	31.8	32.5	33.3	32.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	TMAXPR	GRADOC	32.3	33.1	33.7	33.2	32.7	32.1	31.8	31.1	31.0	31.3	33.1	31.9	32.2
CAMANTULUL	141930	910303	280	1996	TMAXPR	GRADOC	31.9	33.3	33.5	32.9	31.5	31.8	31.0	31.6	31.2	31.5	32.3	32.3	32.0
CAMANTULUL	141930	910303	280	1997	TMAXPR	GRADOC	32.2	33.9	33.4	32.9	33.3	31.5	32.4	33.0	31.3	31.7	32.1	31.9	29.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	1998	TMAXPR	GRADOC	33.1	33.1	35.1	35.4	35.4	32.6	31.4	31.9	30.9	31.4	31.1	32.0	21.7
CAMANTULUL	141930	910303	280	1999	TMAXPR	GRADOC	32.4	33.0	33.7	33.5	32.2	30.9	31.6	31.9	29.6	30.6	31.8	31.4	31.8
CAMANTULUL	141930	910303	280	2000	TMAXPR	GRADOC	33.2	32.7	32.9	33.4	31.3	31.5	32.2	31.9	30.9	32.0	32.2	32.4	32.2
CAMANTULUL	141930	910303	280	2001	TMAXPR	GRADOC	32.6	33.7	32.3	34.1	32.4	32.0	31.7	32.5	31.2	32.3	32.2	32.6	32.5
CAMANTULUL	143330	910503	280	2002	TMAXPR	GRADOC	31.2	33.8	34.0	33.7	32.8	31.5	32.2	32.2	31.0	32.2	32.8	26.6	32.0
CAMANTULUL	143330	910503	280	2003	TMAXPR	GRADOC	33.5	33.6											33.6
					<b>PROMEDIO</b>		<b>32.6</b>	<b>33.2</b>	<b>33.6</b>	<b>33.5</b>	<b>32.6</b>	<b>31.7</b>	<b>32.0</b>	<b>32.1</b>	<b>31.2</b>	<b>31.8</b>	<b>32.3</b>	<b>31.9</b>	<b>32.4</b>
<b>ESTACION</b>	<b>LAT</b>	<b>LONG</b>	<b>ALT</b>	<b>AÑO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	TMINPRQ	GRADOC	16.6	18.1	18.7	20.7	21.3	21.1	20.4	20.6	20.7	20.1	19.6	17.7	19.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	TMINPRQ	GRADOC	17.7	17.4	18.8	21.2	21.4	21.3	20.2	20.5	20.4	19.8	18.5	18.5	19.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	TMINPRQ	GRADOC	17.9	17.5	19.3	20.8	20.8	21.4	20.4	20.5	20.4	19.6	20.3	17.2	19.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	1993	TMINPRQ	GRADOC	17.7	17.9	19.3	21.0	21.5	21.4	21.0	20.8	20.7	20.6	19.1	18.0	19.9
CAMANTULUL	141930	910303	280	1994	TMINPRQ	GRADOC	17.9	17.9	19.4	20.1	21.8	21.0	20.5	20.6	20.8	20.0	19.5	19.0	19.8
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	TMINPRQ	GRADOC	17.8	18.0	19.3	21.6	21.6	21.7	21.1	21.3	21.3	21.0	19.9	19.9	20.3
CAMANTULUL	141930	910303	280	1996	TMINPRQ	GRADOC	17.9	18.3	19.0	21.3	21.6	20.8	21.2	20.7	21.3	20.8	19.9	18.1	20.0
CAMANTULUL	141930	910303	280	1997	TMINPRQ	GRADOC	18.2	19.0	19.8	20.6	21.4	21.4	21.7	21.3	21.5	20.9	21.1	19.5	20.5
CAMANTULUL	141930	910303	280	1998	TMINPRQ	GRADOC	18.9	18.6	19.6	21.6	21.4	22.3	21.4	21.4	21.5	21.4	20.6	18.9	20.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	1999	TMINPRQ	GRADOC	18.3	17.5	18.8	20.9	21.3	21.1	20.8	21.0	21.2	20.3	19.2	18.1	19.8
CAMANTULUL	141930	910303	280	2000	TMINPRQ	GRADOC	16.9	17.3	19.1	20.1	21.8	21.2	20.8	21.0	20.9	20.0	20.0	17.7	19.7
CAMANTULUL	141930	910303	280	2001	TMINPRQ	GRADOC	17.1	17.7	18.8	20.8	21.8	21.2	21.1	21.4	21.0	21.1	19.3	19.5	20.1
CAMANTULUL	143330	910503	280	2002	TMINPR	GRADOC	18.3	18.8	19.7	20.8	21.8	21.6	21.7	19.5	21.4	20.9	19.7	19.5	20.5
CAMANTULUL	143330	910503	280	2003	TMINPR	GRADOC	18.5	18.8											18.7
					<b>PROMEDIO</b>		<b>17.8</b>	<b>18.1</b>	<b>19.2</b>	<b>20.9</b>	<b>21.5</b>	<b>21.3</b>	<b>20.9</b>	<b>20.8</b>	<b>21.0</b>	<b>20.5</b>	<b>19.7</b>	<b>18.6</b>	<b>20.0</b>
<b>ESTACION</b>	<b>LAT</b>	<b>LONG</b>	<b>ALT</b>	<b>AÑO</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	HRMED	%	62	55	58	69	79	81	78	76	80	78	72	69	71
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	HRMED	%	71	59	57	64	74	78	74	76	76	76	70	71	70
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	HRMED	%	67	62	65	70	76	79	77	82	86	77	73	72	73
CAMANTULUL	141930	910303	280	1993	HRMED	%	64	63	69	75	81	80	77	79	82	79	72	65	73
CAMANTULUL	141930	910303	280	1994	HRMED	%	71	69	74	76	83	85	83	84	88	84	76	71	78
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	HRMED	%	68	66	66	78	80	83	84	85	86	83	75	75	77
CAMANTULUL	141930	910303	280	1996	HRMED	%	66	56	59	77	85	80	83	87	90	84	84	74	77
CAMANTULUL	141930	910303	280	1997	HRMED	%	72	76	57	81	81	86	84	84	87	85	86	81	80
CAMANTULUL	141930	910303	280	1998	HRMED	%	77	75	70	76	79	87	88	88	90	89	83	78	81

Continuación

CAMANTULUL	141930	910303	280	1999	HRMED	%	77	71	73	76	78	88	91	88	91	88	83	86	83	78	74	77	81
CAMANTULUL	141930	910303	280	2000	HRMED	%	72	75	72	75	85	85	86	86	89	93	85	86	83	85	75	81	81
CAMANTULUL	141930	910303	280	2001	HRMED	%	73	72	75	76	82	84	83	84	85	84	85	84	84	79	76	76	76
CAMANTULUL	143330	910503	280	2002	HRMED	%	68	68	71	75	79	85	83	83	85	84	85	84	84	77	74	78	78
CAMANTULUL	143330	910503	280	2003	HRMED	%	70	67	67	74	80	83	82	83	86	83	85	83	83	78	74	77	70
					<b>PROMEDIO</b>		<b>5</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
<b>ESTACION</b>	<b>LAT</b>	<b>LONG</b>	<b>ALT</b>	<b>AÑO</b>	<b>VARIAB</b>	<b>DIMENS</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	TMAXAB	GRADOC	36.5	34.0	34.2	34.2	35.5	33.6	33.5	33.6	33.6	33.5	34.8	34.9	34.9	34.4	34.4	34.4	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	TMAXAB	GRADOC	34.8	35.4	34.2	34.6	34.5	34.2	34.3	33.5	34.4	34.4	34.4	33.2	32.7	34.2	34.2	34.2	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	TMAXAB	GRADOC	33.2	35.6	36.5	35.8	35.5	33.2	34.3	33.7	32.7	34.4	33.5	35.2	35.2	34.5	34.5	34.5	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1993	TMAXAB	GRADOC	33.6	34.5	35.2	35.2	33.9	35.0	34.6	34.5	33.3	33.5	34.4	34.5	34.4	34.5	34.4	34.4	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1994	TMAXAB	GRADOC	34.2	35.0	35.6	35.8	34.5	33.1	34.5	33.6	33.8	33.2	34.0	34.0	34.0	34.3	34.3	34.3	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	TMAXAB	GRADOC	34.8	34.5	35.1	35.9	34.5	34.2	34.5	34.0	33.7	33.6	34.5	33.5	34.0	34.4	34.4	34.4	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1996	TMAXAB	GRADOC	33.5	35.0	36.6	35.6	33.7	33.5	33.2	33.2	33.0	33.6	34.0	33.5	34.0	34.0	34.0	34.0	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1997	TMAXAB	GRADOC	33.5	35.7	35.8	33.7	36.5	33.2	34.7	34.5	33.5	35.0	34.1	33.6	34.5	34.5	34.5	34.5	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1998	TMAXAB	GRADOC	34.7	35.5	36.6	38.0	38.4	35.2	33.7	33.8	33.8	33.5	34.0	33.1	33.1	35.0	35.0	35.0	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1999	TMAXAB	GRADOC	34.5	34.5	35.0	35.6	34.5	32.6	33.7	33.0	33.0	31.5	33.5	32.5	32.5	33.7	33.7	33.7	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2000	TMAXAB	GRADOC	34.5	34.2	35.2	35.2	33.2	33.1	33.5	33.9	32.5	34.2	33.3	33.5	33.5	33.8	33.8	33.8	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2001	TMAXAB	GRADOC	34.0	36.4	34.6	36.0	35.1	34.0	33.0	33.8	33.0	34.2	33.5	34.0	34.3	34.3	34.3	34.3	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2002	TMAXAB	GRADOC	35.3	36.7	36.5	35.5	36.0	33.7	33.5	34.0	33.0	33.5	34.5	34.5	34.7	34.7	34.7	34.7	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2003	TMAXAB	GRADOC	35.5	33.6														34.6	
					<b>PROMEDIO</b>		<b>36.5</b>	<b>36.7</b>	<b>36.6</b>	<b>38.0</b>	<b>38.4</b>	<b>35.2</b>	<b>34.7</b>	<b>34.5</b>	<b>34.4</b>	<b>34.4</b>	<b>35.0</b>	<b>34.8</b>	<b>35.2</b>	<b>38.4</b>	<b>38.4</b>	<b>38.4</b>	<b>38.4</b>
<b>ESTACION</b>	<b>LAT</b>	<b>LONG</b>	<b>ALT</b>	<b>AÑO</b>	<b>VARIAB</b>	<b>DIMENS</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	TMINAB	GRADOC	15.0	15.0	16.7	18.1	19.9	19.6	18.5	18.9	19.4	16.6	15.6	15.6	17.4	17.4	17.4	17.4	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	TMINAB	GRADOC	15.7	14.0	15.5	18.5	20.1	19.6	19.0	18.5	19.0	18.5	13.3	15.0	17.2	17.2	17.2	17.2	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	TMINAB	GRADOC	16.5	14.6	16.6	18.5	17.2	19.5	19.2	19.5	18.6	18.5	17.5	16.0	17.7	17.7	17.7	17.7	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1993	TMINAB	GRADOC	15.2	15.6	16.5	18.6	20.0	20.1	19.6	19.0	19.4	19.5	15.7	16.4	18.0	18.0	18.0	18.0	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1994	TMINAB	GRADOC	15.6	16.4	17.0	19.0	20.1	19.5	18.5	18.5	19.0	19.0	18.1	17.0	18.1	18.1	18.1	18.1	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	TMINAB	GRADOC	16.0	14.9	17.2	20.2	20.5	20.2	20.0	20.0	19.5	19.0	18.0	17.5	18.5	18.5	18.5	18.5	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1996	TMINAB	GRADOC	13.0	15.5	15.0	20.0	20.0	19.6	18.6	19.0	20.0	19.0	16.5	16.0	17.7	17.7	17.7	17.7	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1997	TMINAB	GRADOC	16.0	17.0	16.5	17.7	17.6	20.5	20.4	20.5	20.0	18.6	19.5	17.5	18.5	18.5	18.5	18.5	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1998	TMINAB	GRADOC	16.8	15.0	15.5	18.5	17.0	21.0	19.5	20.0	20.0	20.0	18.0	16.2	18.1	18.1	18.1	18.1	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1999	TMINAB	GRADOC	16.2	15.0	15.6	17.7	19.9	19.0	19.5	19.0	20.0	16.8	17.5	14.0	17.5	17.5	17.5	17.5	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2000	TMINAB	GRADOC	14.0	14.9	16.5	17.5	20.1	19.2	19.0	19.7	19.0	18.2	17.7	16.0	17.7	17.7	17.7	17.7	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2001	TMINAB	GRADOC	14.0	15.4	16.1	18.9	19.2	19.0	20.2	20.0	18.5	20.0	16.5	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2002	TMINAB	GRADOC	14.2	17.0	17.0	19.5	19.0	20.0	20.5	19.5	20.0	19.5	16.0	17.5	18.3	18.3	18.3	18.3	
CAMANTULUL	141930	910303	280	2003	TMINAB	GRADOC	16.6	17.0														16.8	
					<b>PROMEDIO</b>		<b>13.0</b>	<b>14.0</b>	<b>15.0</b>	<b>17.5</b>	<b>17.0</b>	<b>19.0</b>	<b>18.5</b>	<b>18.5</b>	<b>18.5</b>	<b>16.6</b>	<b>13.3</b>	<b>14.0</b>	<b>13.0</b>	<b>13.0</b>	<b>13.0</b>	<b>13.0</b>	<b>13.0</b>
<b>ESTACION</b>	<b>LAT</b>	<b>LONG</b>	<b>ALT</b>	<b>AÑO</b>	<b>VARIAB</b>	<b>DIMENS</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	<b>ANUAL</b>	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1990	EVFICH	MM	4.0	4.9	5.0	4.3	4.0	3.9	4.1	4.4	4.0	3.6	3.1	3.1	4.0	4.0	4.0	4.0	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1991	EVFICH	MM	4.0	5.1	5.5	4.0	4.1	3.6	4.5	4.2	4.1	3.4	3.8	4.1	4.2	4.2	4.2	4.2	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1992	EVFICH	MM	3.9	4.8	5.1	5.0	4.2	3.5	4.7	4.1	3.4	3.7	3.6	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1993	EVFICH	MM	3.6	5.0	5.2	4.5	4.3	3.6	4.1	4.7	3.5	4.0	4.1	4.4	4.3	4.3	4.3	4.3	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1994	EVFICH	MM	4.6	5.2	5.4	4.7	4.1	3.9	4.6	4.2	4.0	3.8	3.6	3.5	4.3	4.3	4.3	4.3	
CAMANTULUL	141930	910303	280	1995	EVFICH	MM	4.3	4.8	5.4	4.6	4.7	3.8	3.5	3.8	3.3	3.2	4.1	3.9	4.1	4.1	4.1	4.1	







**Tabla XII. Clasificación de los suelos**

SUELOS DE CHIMALTENANGO Y SACATEPÉQUEZ, SEGÚN SU  
AGRUPACIÓN ÁREA Y EXTENSIÓN RELATIVA

	Área hectárea	Hectáreas Total	Por ciento	Por ciento total
<b>I. Suelos de las Montañas Volcánicas</b>				
Totonicapán.....	4,267	17,020	1.75	
Camanchá.....	10,548		4.32	
Balanjuyú.....	2,205		0.90	6.97
Total Grupo I.....	17,020			6.97
<b>II. Suelos de la Altiplanicie Central</b>				
<b>A. Suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro:</b>				
Cauqué.....	41,970		17.17	
Guatemala.....	3,317		1.36	
Patzicía.....	5,154		2.11	
Patzité.....	11,552		4.73	
Poquíl.....	3,755		1.54	
Quiché.....	21,372		8.74	
Tecpán.....	23,907		9.78	
Tolimán.....	3,200	114,227	1.31	46.74
<b>B. Suelos poco profundos, erosionados desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro.</b>				
Salamá, fase quebrada.....	2,025		0.83	
Zacualpa.....	3,701		1.51	
Guatemala, fase pendiente.....	7,100	12,826	2.90	5.24
<b>C. Suelos poco profundos desarrollados sobre roca:</b>				
Chinautla.....	63.2		0.26	
Chol.....	11,770	12,402	4.82	5.08
Total Grupo II		139,455		57.06
<b>III. Suelos del Declive del Pacífico</b>				
<b>A. Suelos profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro:</b>				
Chamantulul.....	210		0.09	
Chocolá.....	2,090		0.85	



**Continuación**

Osuna.....	7,216		2.95	
Suchitepéquez.....	2,226	11,742	0.91	4.80
B. Suelos poco profundos desarrollados sobre ceniza volcánica de color claro:				
Cutzán.....	295		0.12	
Chipó.....	7,052	7,347	2.89	3.01
C. Suelos desarrollados sobre material máfico volcánico:				
Alotenango.....	32,655		13.36	
Palín.....	440		0.18	
Panán.....	440		0.18	
Yepocapa.....	18,830		7.70	21.42
Total Grupo III	71,454	16,471		29.23
IV. Clases misceláneas de Terreno				
Áreas Fragosas.....	8,479		3.47	
Cimas Volcánicas.....	2,992		1.22	
Suelos de los Valles no diferenciados.	5,00	16,471	2.05	6.74
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>244,400</b>		<b>100</b>

**Tabla XIII. Clorinadores**

Unidad clorinador	Lbs Cl <sub>2</sub> /hora	Kg/hora	Capacidad (kg)
3015	0.05 - 00.5	0.02 - 00.2	6.8 kg
3075	0.20 - 02.0	0.09 - 00.9	34.0 kg
3150	1.00 - 12.0	0.45 - 05.4	68.0 kg
3550	3.00 - 24.0	1.40 - 11.0	250.0 kg

**Figura 13. Gráfica de clorinador**

