

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

DISEÑO Y EJECUCION DE DRENAJE SANITARIO, 14a. AVENIDA "B"
ZONA 5 Y DISEÑO DE ACUEDUCTO
ALDEA AGUA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA

DE LA

FACULTAD DE INGENIERIA

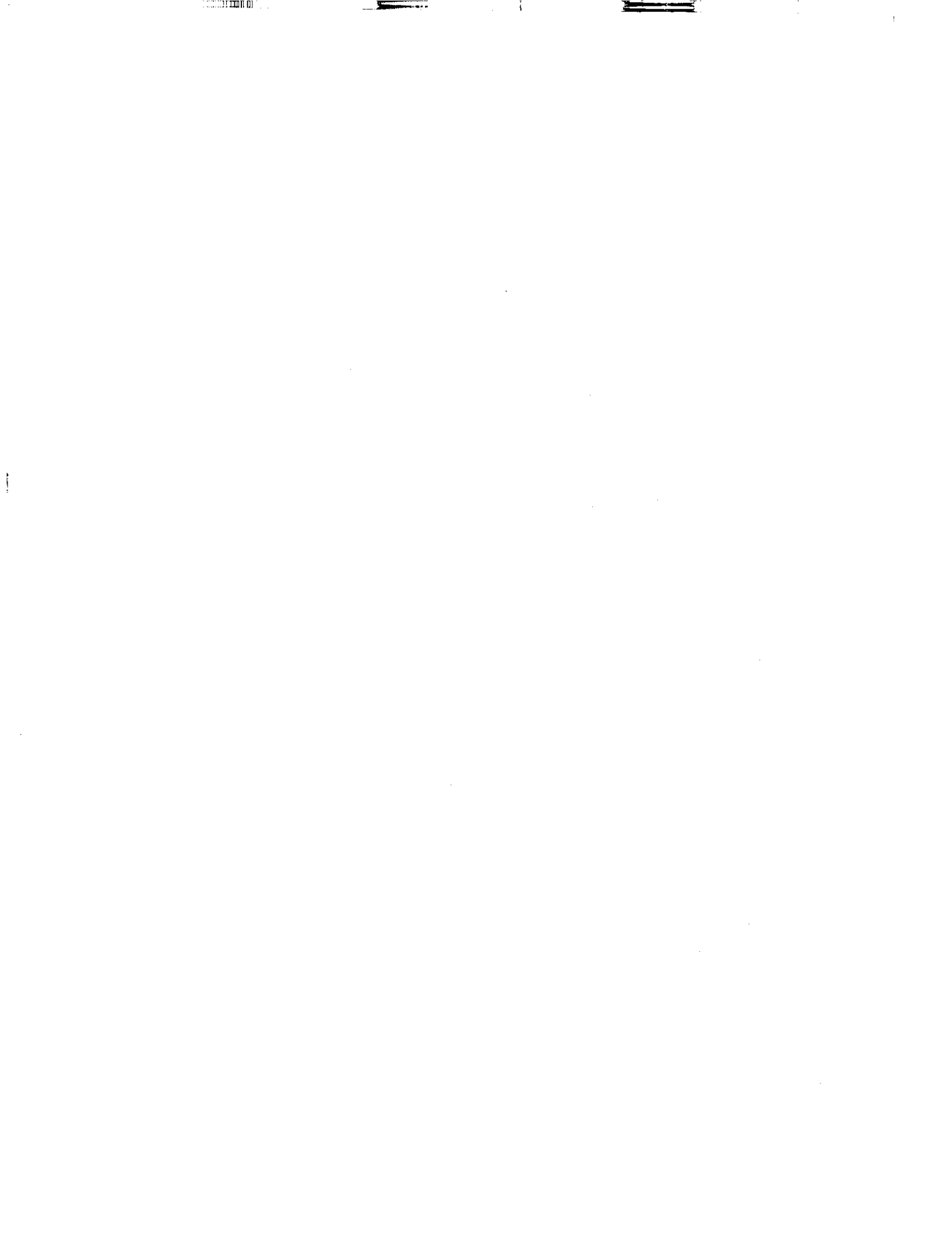
POR

HUGO ELFEGO AGUILAR ESTRADA

AL CONFERIRLE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 1,997



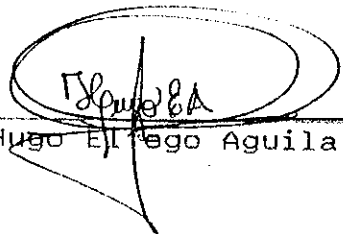
08
T(3890)
C.4

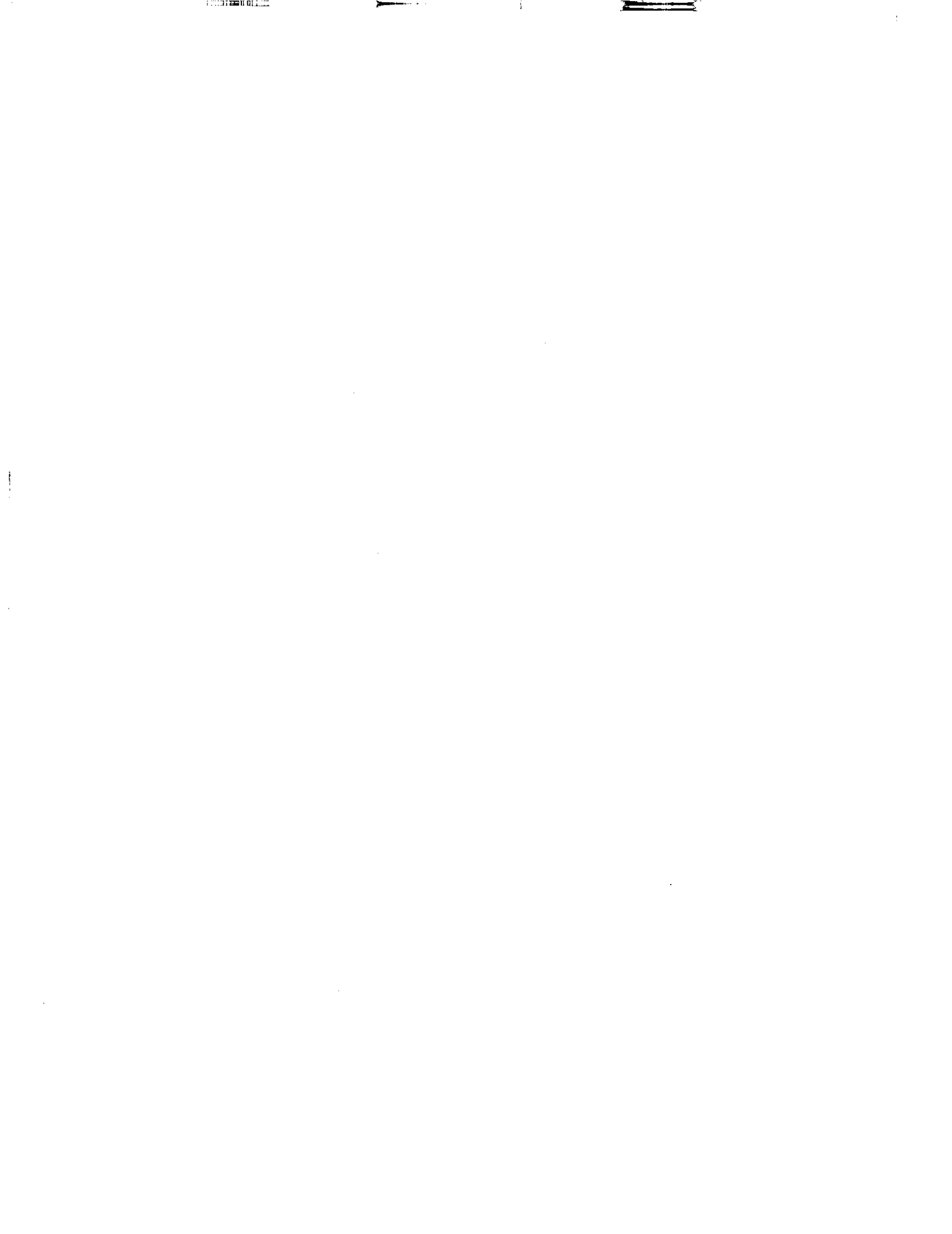
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO Y EJECUCION DE DRENAJE SANITARIO, 14a. AVENIDA "B" ZONA 5 Y DISEÑO DE ACUEDUCTO ALDEA AGUA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS.

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 15 de julio de 1,993.

f) 
Hugo El Negro Aguilar Estrada



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Herbert René Miranda Barrios.
VOCAL PRIMERO:	Ing. Miguel Angel Sánchez Guerra.
VOCAL SEGUNDO:	Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano.
VOCAL TERCERO:	Ing. Juan Adolfo Echeverría Méndez.
VOCAL CUARTO:	Br. Victor Lobos Aldana.
VOCAL QUINTO:	Br. Wagner López Cáceres.
SECRETARIO:	Ing. Gilda Marina Castellanos de Illescas.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Julio Gonzales Podszueck.
EXAMINADOR:	Ing. Oscar Flores S.
EXAMINADOR:	Ing. Carlos García S.
EXAMINADOR:	Ing. Juan Merck Cos.
SECRETARIO:	Ing. Francisco J. Gonzales López.



Agradezco al señor DIOS todopoderoso, por darme la vida y haberme permitido finalizar la carrera de Ingeniería.

AGRADECIMIENTO A:

ING. JUAN MERCK COS

POR SU AYUDA Y APOYO
INCONDICIONAL

ING. HUGO BOSQUE MORALES

POR LA SUPERVISION DE ESTE
TRABAJO DE TESIS

ING. DANIEL CABALLEROS ARCHILA

POR HABERME DADO LA
OPORTUNIDAD DE REALIZAR ESTE
TRABAJO, EN LA MUNICIPALIDAD
DE SAN MARCOS.



ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

PAULA DE LA CRUZ VDA. DE AGUILAR
LUIS FELIPE AGUILAR (+)

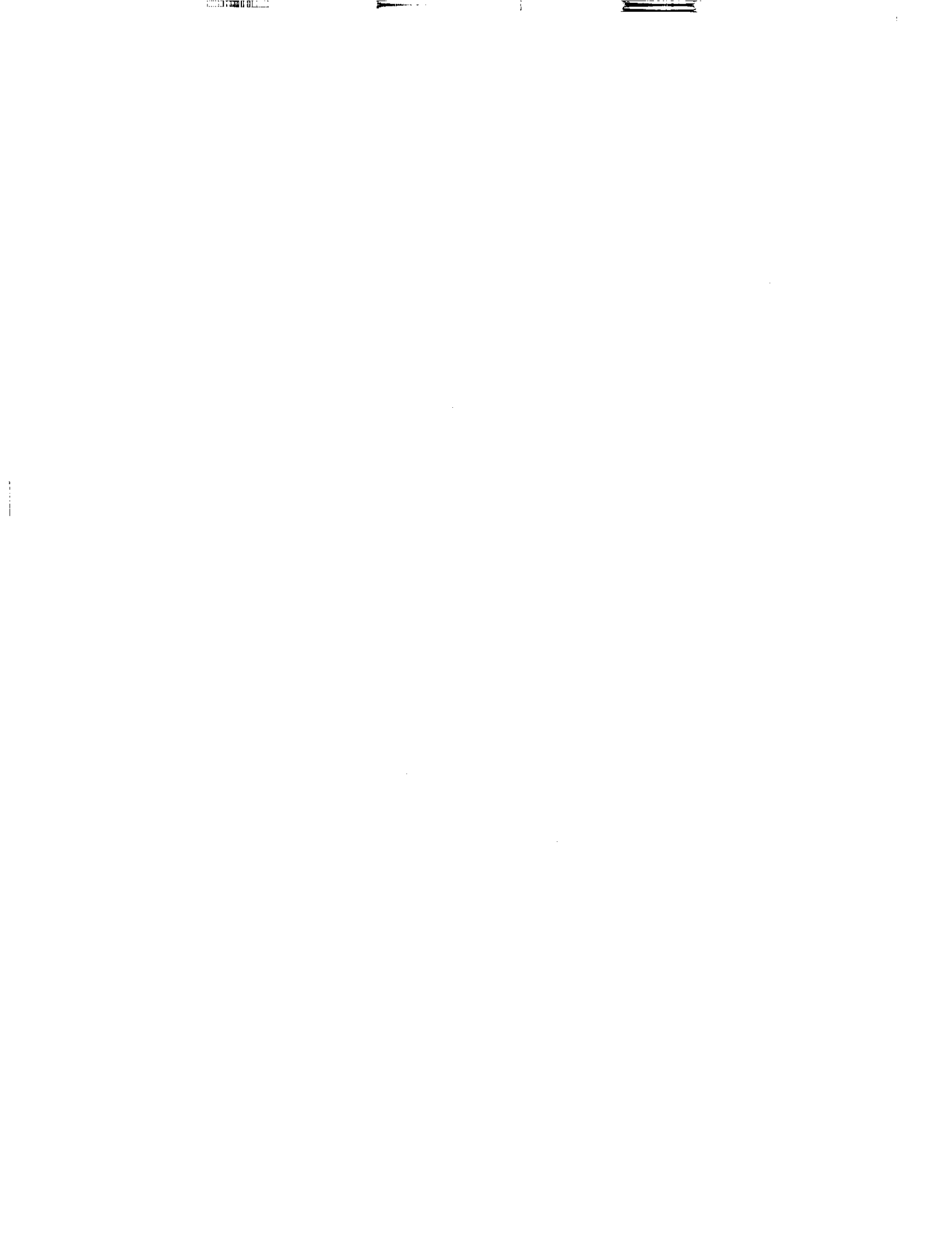
MIS HERMANOS

ARACELI, BLANCA, MARTHA, WALTER,
MIGUEL Y JOSE

MIS SOBRINOS

LA FACULTAD DE INGENIERIA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA





FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

Guatemala
20 de Agosto de 1,996

Ingeniero
Pedro Quiroa Méndez
Coordinador de E.P.S.
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Ingeniero Quiroa:

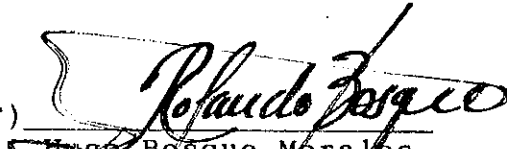
Por este medio le informo que he revisado el trabajo de tesis, del estudiante Hugo Elfego Aguilar Estrada, quien realizó su Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) desarrollando el trabajo que lleva como título " DISEÑO Y EJECUCION DE DRENAJE SANITARIO, 14a. AVENIDA "B" ZONA 5 Y DISEÑO DE ACUEDUCTO ALDEA AGUA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS".

Considero que el trabajo llena los objetivos planteados en el programa del EPS, por lo que lo doy por aprobado, solicitándole se sirva darle el trámite correspondiente.

Atentamente

ID Y ENSEÑAD A TODOS

F)


Hacer Bosque Morales
Asesor





Guatemala
6 de noviembre de 1,996

FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

Señor:
Ing. Jack Douglas Ibarra
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
USAC Facultad de Ingeniería

Señor Director:

Atentamente, me dirijo a Ud. para hacer de su conocimiento que despues de la revisión respectiva del informe final correspondiente al proyecto de EPS titulado " DISEÑO Y EJECUCION DE DRENAJE SANITARIO, 14a. AVENIDA "B" ZONA 5 Y DISEÑO DE ACUEDUCTO ALDEA AGUA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS", mismo que fue realizado por el estudiante universitario Hugo Elfego Aguilar Estrada, esta coordinación aprueba el contenido del mismo, considerando que se cumplieron los objetivos y requisitos exigidos por la unidad de EPS.

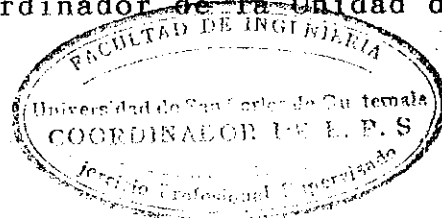
Este trabajo fue debidamente asesorado y aprobado por el ingeniero civil Hugo Bosque Morales; correspondiendo a la unidad llevar a cabo la supervisión del proyecto.

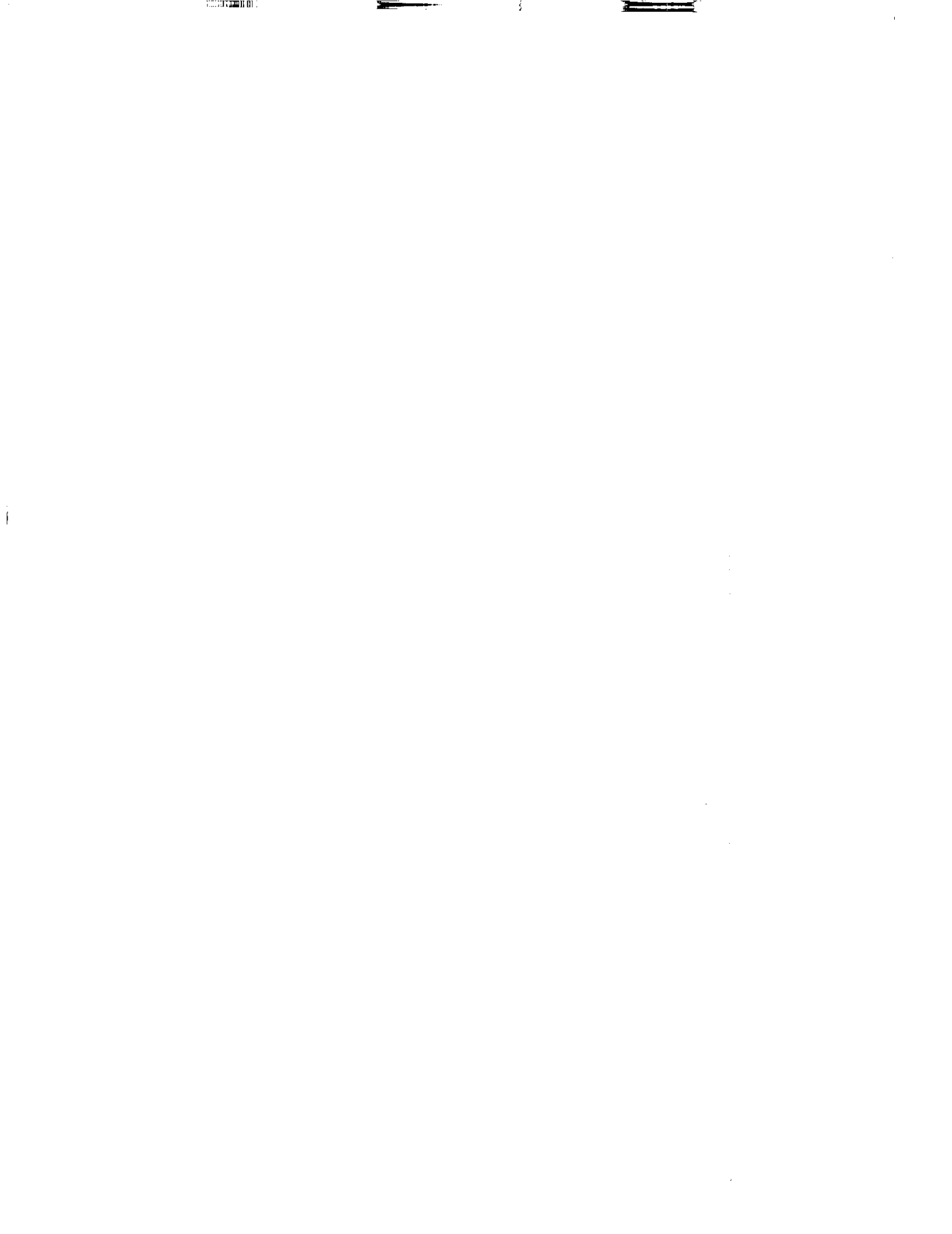
Por lo anterior, se solicita el trámite y la aprobación respectiva por parte de su dirección, considerando que de acuerdo al Reglamento respectivo, tal informe final es equivalente al trabajo de tesis, previa a la graduación del alumno.

Sin otro particular, atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

F) 
PEDRO QUIROA MENDEZ
Coordinador de la Unidad de EPS







FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor Ing. Hugo Rolando Bosque, así como del Coordinador de EPS, Ing. Pedro Quiroca Méndez, del trabajo de tesis del estudiante Hugo Elfege Aguilar Estrada, titulado DISEÑO Y EJECUCION DE DRENAJE SANITARIO, 14a. AVENIDA "B" ZONA 5 Y DISEÑO DE ACUEDUCTO ALDEA AGUA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, febrero de 1,997.

JDIS/bbdeb.





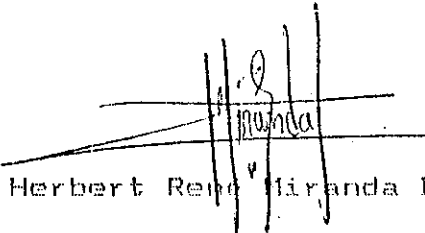
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 13
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **DISEÑO Y EJECUCION DE DRENAJE SANITARIO, 14a. AVENIDA "B" ZONA 5 Y DISEÑO DE ACUEDUCTO ALDEA AGUA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS**, del estudiante Hugo Elfege Aguilar Estrada, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO

Guatemala, febrero de 1,997



/bbdeb.



INDICE GENERAL.

- I Listado de símbolos y abreviaturas
- II Glosario
- III Introducción
- IV Justificación

PRIMERA PARTE DISEÑO Y EJECUCION DE DRENAJE SANITARIO 14a. AVENIDA " B " ZONA 5 SAN MARCOS

	página
CAPITULO I	
1. Monografía de la Ciudad de San Marcos	1
2. Ubicación geográfica	
3. Mapa de ubicación	2
4. Antecedentes	4
CAPITULO II	
1. Encuesta sanitaria	5
a. Población	
b. Sexo	
c. Escolaridad	
d. Ocupación	6
e. Ingresos económicos	
f. Servicios básicos	7
g. Tipología de la vivienda	
2. Organización de la comunidad	9
3. Población actual	9
a. Pronóstico de población futura	
CAPITULO III	
1. Levantamiento topográfico	12
a. Planimetría	
b. Altimetría	
CAPITULO IV	
1. Diseño de drenaje sanitario	14
a. Condiciones generales	
b. Período de diseño	
c. Tipo de drenaje a usar	15
d. Fórmula para el cálculo hidráulico	
e. Pendiente de los ramales	16
f. Determinación del caudal sanitario	17
g. Datos de diseño	19
h. Diseño de un tramo de drenaje	19
2. Componentes de la red	21
a. Ramales	
b. Pozo de visita	
c. Descargas	22
d. Diámetros	
CAPITULO V	
1. Aspectos constructivos	23
a. Replanteo y marcación del sistema	
b. Excavación de zanja	

	página
c. Colocación de tubería	23
d. Construcción de pozos de visita	
e. Conexión domiciliar	24
g. Prueba de la tubería	
h. Relleno y compactación	25

SEGUNDA PARTE
DISEÑO DE ACUEDUCTO
ALDEA AGUA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS

CAPITULO VI

1. Datos generales de aldea Agua Caliente	26
a. Límites y colindancias	
b. Vías de acceso	
c. Precipitación pluvial	
d. Recursos naturales	
2. Organizaciones que existen en la comunidad	27

CAPITULO VII

1. Identificación del problema	28
2. Determinación de la población a servir	29
3. Definición del proyecto	
4. Determinación de la situación sin proyecto	30
5. Identificación de costos	30
a. Costo por acarreo de agua	
b. Costo por consumo de agua contaminada	
6. Costos atribuibles al proyecto	34

CAPITULO VIII

1. Fuente de agua	35
a. Aguas subterráneas	
b. Aforo de fuentes de agua	
2. Estudio y diseño hidráulico	36
a. Período de diseño	
b. Crecimiento poblacional	
c. Dotación	
3. Determinación del consumo de agua	37
a. Caudal medio	
b. Caudal de día máximo	
c. Caudal hora máximo	
4. Captación de agua subterránea	38
5. Vertedero	
6. Línea de conducción	39
7. Cajas de válvulas	41
8. Cálculo de presiones	
9. Red de distribución	
10. Tuberías	42
11. Velocidades	43
12. Almacenamientos	44

Capitulo IX

Desarrollo del Proyecto

1. Fuente de abastecimiento	47
a. Análisis biológico	48

	pág.
b. Análisis físico-químico	49
2. Tipo de sistema a utilizar	50
3. Período de diseño	
4. Crecimiento poblacional	
5. Dotación	51
6. Determinación de caudales	51
a. Caudal medio	
b. Caudal día máximo	
c. Caudal hora máxima	
7. Captación	52
8. Cálculo de vertedero	52
9. Línea de conducción	54
a. Cálculo de línea de cond. de E-1 a E-29	
b. Fórmula para el cálculo de long. de tubería	55
10. Cálculo de vertedero número dos	56
11. Diseño de línea de vertedero dos	
12. Red de distribución	57
a. Diseño de ramal número uno	
b. Diseño de ramal número dos	58
c. Diseño de sub-ramal uno de ramal dos	60
13. Tanques de almacenamiento	61
a. Cálculo de tanque de almacenamiento ramal uno	
b. Cálculo del tanque de almacenamiento dos	62
c. Cálculo de muro de concreto ciclópeo	62
V Conclusiones	
VI Recomendaciones	
VII Bibliografía	

Apéndice

1. Tabla del cálculo hidráulico de drenaje sanitario
2. Presupuesto de drenaje sanitario 14a Av. B Zona 5
3. Presupuesto de acueducto aldea Agua Caliente
4. Plano de drenaje sanitario y acueducto



LISTADO DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

kg	kilogramo
km	kilómetro
Q	caudal en litros / segundo.
v	velocidad en metros / segundo
S	pendiente en porcentaje %
s	segundo
m	metro
ϕ	diámetro
R	radio hidráulico
Hf	pérdida de carga en metros
C	constante de rugosidad de tubería
lit	litros
"	pulgadas
'	pies
%	porcentaje
psi	libras sobre pulgada cuadrada
TC	tubería de cemento
G	grado
m ³	metro cúbico
m ²	metro cuadrado
HG	hierro galvanizado
PVC	cloruro de polivinil o PVC
CT	cota de terreno
CP	cota piezométrica
E	estación



G L O S A R I O

Agua potable:

Agua libre de cualquier contaminación, agradable a los sentidos y satisfactoria para el uso doméstico.

Agua servida:

Agua que ya ha sido utilizada, por lo tanto ya está contaminada.

Aforo:

Operación que consiste en medir un caudal.

Acueducto:

Así se le denomina a todo el sistema utilizado para la conducción y distribución del agua potable.

Alcantarillado:

Canal, normalmente subterráneo, que en las poblaciones recoge y da salida al agua servida y/o de lluvia.

Bases de diseño:

Bases técnicas adoptadas para el diseño de un proyecto.

Contaminación:

Es alterar la pureza de la naturaleza, por distintos medios, sustancias o formas de energía.

Caudal:

En acueductos, es la cantidad de agua que tiene una fuente por unidad de tiempo.

Drenaje:

Es la eliminación del agua servida o pluvial, de una zona por medio de canales; pueden ser éstos naturales o artificiales.

Descarga:

Vertido de las aguas provenientes del colector principal, crudas o tratadas; en un cuerpo receptor.

E.P.S.:

Ejercicio profesional supervisado realizado por los estudiantes del último año de la Universidad de San Carlos de Guatemala, previo a su graduación.

Saneamiento:

Prevención de enfermedades por eliminación o control de los factores ambientales que forman los eslabones de la cadena de transmisión.

Salud:

Estado de completo bienestar físico, mental y social.



INTRODUCCION

El derecho de vivir con los servicios básicos, para que de esa forma se tengan mejores condiciones de vida, es un factor importante para que los ciudadanos de nuestro país salgan del sub-desarrollo.

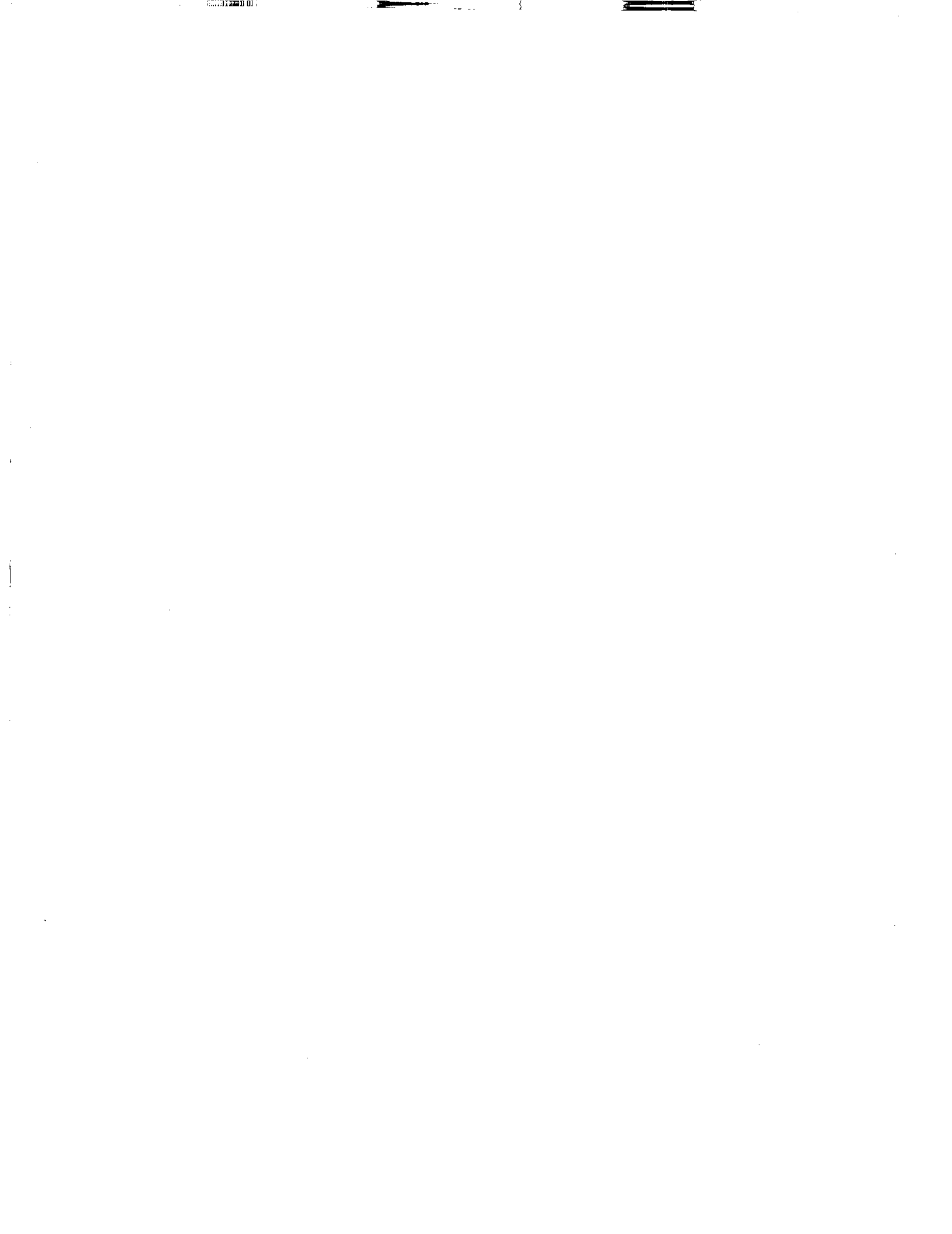
Uno de los servicios básicos es el **saneamiento**, del que forman parte: drenaje sanitario, letrinización, agua potable, disposición de residuos sólidos y otros.

El presente trabajo de tesis se divide en dos partes:

Primero: Diseño y ejecución del alcantarillado sanitario de la 14 Avenida "B" Zona 5 de la Ciudad de San Marcos. El trabajo se inicia con una monografía del municipio de San Marcos, seguidamente se muestran los resultados de una encuesta sanitaria, también se describe el trabajo topográfico realizado, aparecen los diferentes parámetros tomados en cuenta para el diseño del drenaje y finalmente se mencionan los aspectos constructivos.

Segunda: Diseño de acueducto para la aldea Agua Caliente, municipio de San Marcos, se dan datos generales de la comunidad, se le da una identificación al problema, se revisan las bases técnicas a tomar en consideración, finalmente se diseña, calcula y elabora el presupuesto del sistema. El sistema sólo quedó en diseño.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo realizado.



JUSTIFICACION

La principal justificación de este trabajo lo constituye la salud de los vecinos de estas dos comunidades, ya que tanto la falta de agua potable, como de drenaje sanitario se traduce en enfermedades.

Estas enfermedades tienen su origen en:

- La falta de un sistema adecuado de agua potable que afecta a los vecinos en general.
- Las aguas estancadas y malolientes, producto de que las vierten en las calles, a falta de no contar con un sistema que la pueda encauzar, producen la contaminación del área.

OBJETIVOS

Dentro de los objetivos que se pretenden alcanzar con este trabajo están:

1. Dotar a la población de un sistema de alcantarillado sanitario económico y efectivo, logrando con ello que una avenida de la ciudad progrese y se desarrolle en un futuro próximo.
2. Contribuir con el saneamiento ambiental de una comunidad del país, evitando el consumo de agua contaminada y la proliferación de enfermedades gastro-intestinales, principal causa de mortandad entre la población.
3. Que se beneficie y promueva el desarrollo de las comunidades más necesitadas del país, por medio de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Unidad de EPS.



PRIMERA PARTE
DISEÑO Y EJECUCION DE DRENAJE SANITARIO,
14a AVENIDA "B" ZONA 5 SAN MARCOS

C A P I T U L O I

1. Monografía de la ciudad de San Marcos

La ciudad de San Marcos, es la cabecera del departamento de San Marcos, fue fundada con la categoría de Barrio, por el español Juan de León y Cardona el 24 de abril de 1,533, y elevada a la categoría de departamento, el 8 de mayo de 1,866; actualmente su municipalidad está catalogada como de segunda categoría.

Límites:

Límites del municipio de San Marcos

Norte: Ixchiguan, Comitancillo y Tejutla.

Sur: Esquipulas Palo Gordo y San Rafael Pie de la Cuesta.

Este: San Lorenzo y San Pedro Sacatepéquez.

Oeste: Tajumulco y San Pablo.

Todos municipios del departamento de San Marcos.

Ubicación geográfica de la ciudad

Geográficamente se localiza a los 14° 57' 00" (grados, minutos, segundos) latitud norte y 90° 47' 44" longitud oeste, a una altura de 2,480 metros sobre el nivel del mar.

Clima:

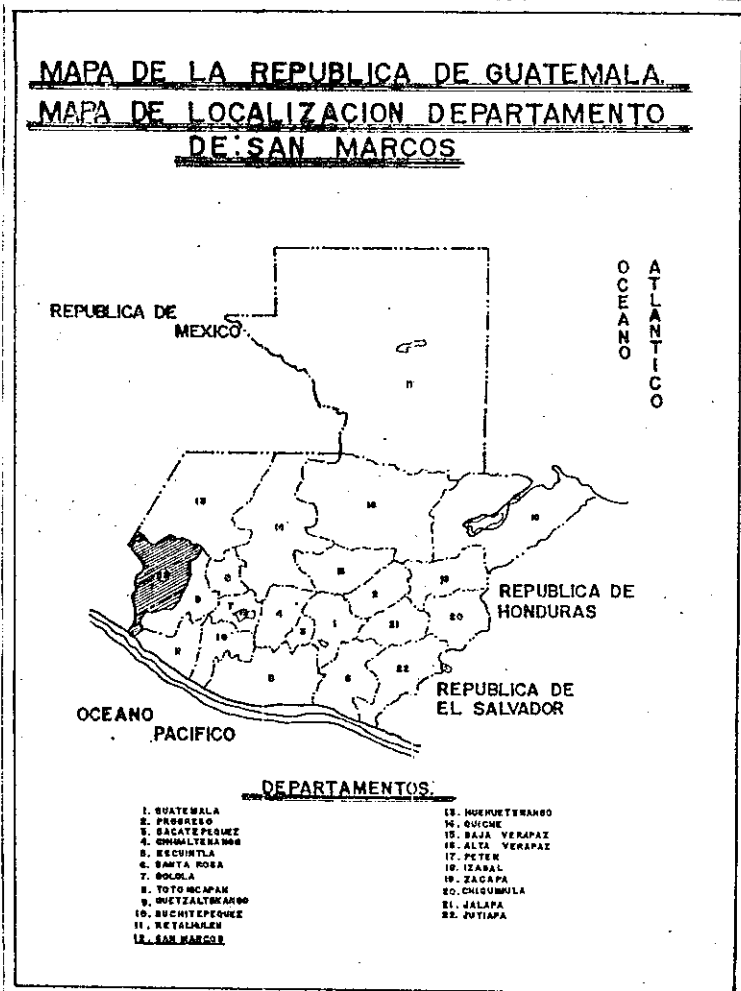
Posee clima frío, propio del altiplano guatemalteco, ya que se encuentra enclavado en la sierra Madre, donde se marcan perfectamente las estaciones seca y lluviosa.

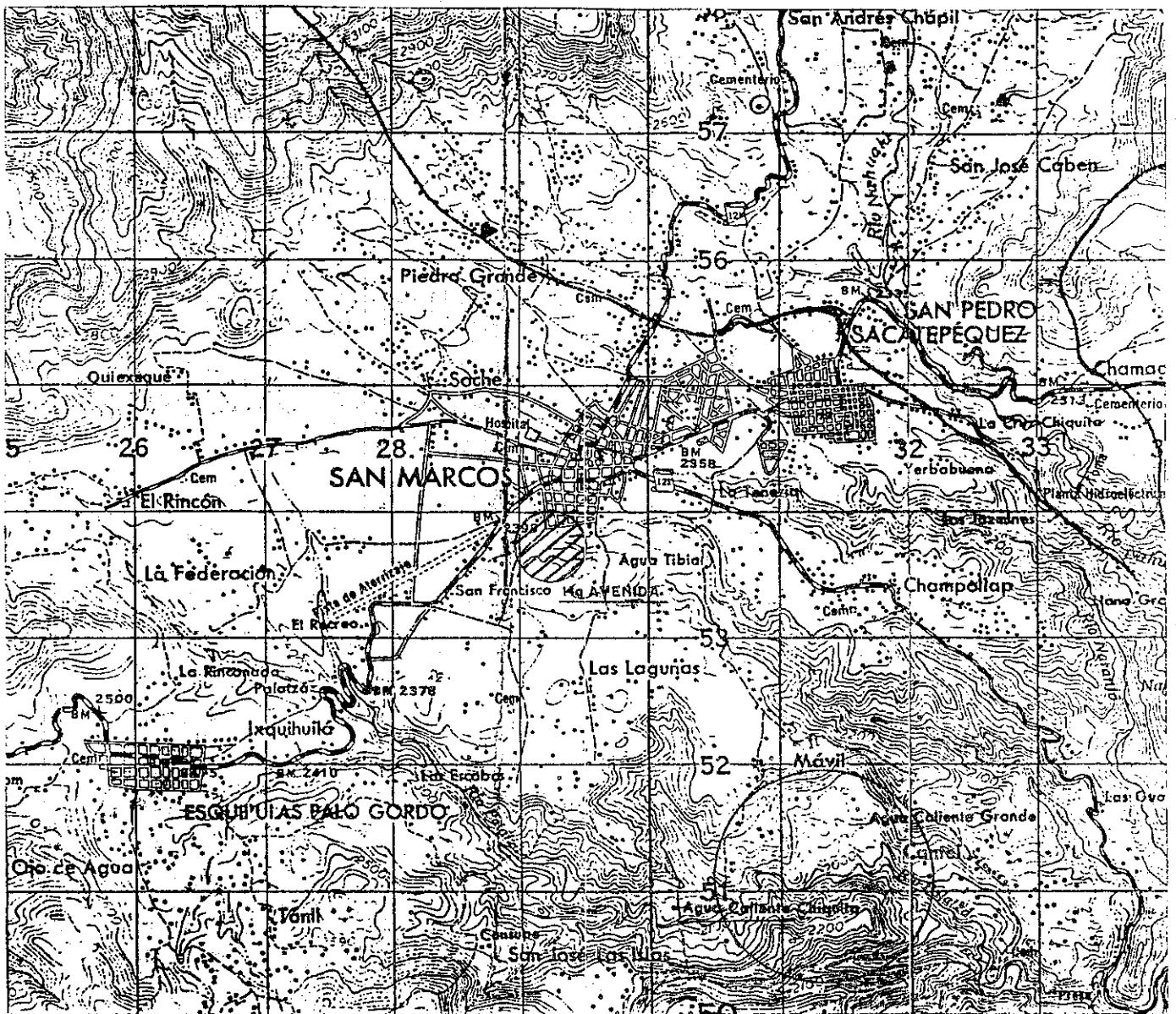
Comunidades rurales del municipio

Administrativamente está conformado por 20 aldeas siendo éstas: San Sebastián, San Antonio Serchil, San Rafael Soche, Las Lagunas, El Recreo, El Bojonal, Quiexaque, San José Las Islas, Agua Caliente, Ixtagel, Canoa de Piedra, Los Cerezos, El rodeo, Palo Blanco, Las Hortigas y Santa Lucía Ixcamal.

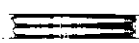
La Ciudad de San Marcos está integrada por cinco zonas y la colonia Justo Rufino Barrios. La distancia de la Ciudad de San Marcos, a la Ciudad Capital de la República es de 250 kilómetros, por la carretera panamericana C A-2, que conduce a la frontera con la República de México. Según el último Censo efectuado en 1,984 por INE (Instituto Nacional de Estadística) el municipio de San Marcos cuenta con 15,682 habitantes.

MAPA DE UBICACION DEL MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE
SAN MARCOS





ESCALA 1:50,000



PROYECTO DE INVESTIGACION

4. Antecedentes de la 14a Avenida "B"

La 14 Avenida "B" Zona 5 de esta ciudad, está ubicada dentro de la periferia de la ciudad de San Marcos. Es una avenida establecida desde hace años, inicialmente era una vereda y a los lados de ésta, terrenos baldíos; con el transcurso del tiempo empezaron con la construcción de viviendas, entonces los vecinos sintieron la necesidad de ampliar la calle, por lo que se organizaron en un comité pro-ampliación de la avenida, lucha que fructificó, logrando al mismo tiempo otros servicios como agua potable y energía eléctrica.

Sabido que el agua potable es un elemento indispensable para la vida del ser humano, pero cada vez que el hombre hace uso de este líquido lo contamina y al momento que está contaminado, es necesario alejarla de la vivienda, porque crea problemas de saneamiento.

Los vecinos consientes del problema que crea el agua servida, se organizaron, para ver de qué forma podían obtener un proyecto de drenaje para la avenida, ya que era de urgencia para los vecinos que viven en la zona.

C A P I T U L O I I

1. Encuesta Sanitaria

Antes de efectuar un proyecto, es necesario conocer varios aspectos de la comunidad a trabajar.

Por lo que el objetivo de realizar la encuesta sanitaria fue para obtener la siguiente información: población por edades, sexo, escolaridad, ocupación, ingresos económicos mensuales, servicios básicos y tipología de la vivienda. De esa forma tener un panorama bien claro de la población que está viviendo en el área a efectuar el estudio, ésta fue la razón por la que se elaboró la misma, pues en ella se obtuvo bastante información que es de mucha importancia para la realización del trabajo.

Los resultados obtenidos aparecen tabulados para dos comunidades donde se trabajó: La 14a avenida "B" de la ciudad y aldea Agua Caliente del mismo municipio, donde se desarrollaron los proyectos de drenaje sanitario y agua potable en su orden.

a. Población:

Población 14a Avenida "B" Aldea Agua Caliente

Edad en años	No habitantes %		No habitantes %	
menores de 7	86	27.56	107	31.65
7 a 18 años	92	29.49	101	29.88
mayores de 18	134	42.95	130	38.46
Total	312	100.00	338	100.00

Fuente: encuesta sanitaria

b. Sexo:

14a Avenida "B" Aldea Agua Caliente

Sexo	Porcentaje %	Porcentaje %
Maculino	51.10	50.60
Femenino	48.90	49.40

Fuente: encuesta sanitaria

c. Escolaridad:

	14a Avenida "B"	Aldea Agua Caliente
Grado	Porcentaje %	Porcentaje %
No leen	18.20	27.21
Primaria	55.80	69.59
Nivel medio	24.00	3.20
Universitario	3.00	0.00

Fuente: encuesta sanitaria

d. Ocupación:

	14a Avenida "B"	Aldea Agua Caliente
Ocupación	Porcentaje %	Porcentaje %
Estudiantes	22.00	12.00
Amas de casa	30.00	32.00
Agricultores	25.00	48.00
Obreros	15.00	5.00
Otros	8.00	3.00

Fuente: encuesta sanitaria

e. Ingresos económicos mensuales

	14a Avenida "B"	Aldea Agua Caliente
Cantidad en Q	Porcentaje %	Porcentaje %
0 200	15.00	25.00
201 400	30.00	53.00
401 500	35.00	20.00
500 mas	20.00	2.00

Fuente: encuesta sanitaria

f. Servicios básicos

1) Agua Potable

	14a Avenida "B"	Aldea Agua Caliente
Agua potable	Porcentaje %	Porcentaje %
Tienen servicio	90.00	60.00
No tienen servicio	10.00	40.00

Fuente: encuesta sanitaria

2) Energía eléctrica

	14a Avenida "B"	Aldea Agua Caliente
Servicio	Cantidad en (%)	Cantidad en (%)
Tienen servicio	70.00	0.00
No tienen servicio	30.00	100.00

Fuente: encuesta sanitaria

g. Tipología de la vivienda

1) Tipo de piso de las viviendas

	14a. Avenida "B"	Aldea Agua Caliente
Tipo	Porcentaje %	Porcentaje %
ladrillo mozaico	20.00	2.00
tierra compactada	15.00	47.30
cemento	60.00	50.70
otros	5.00	0.00

Fuente: encuesta sanitaria

2) Tipo de paredes de las viviendas

	14a Avenida "B"	Aldea Agua Caliente
Tipo	Porcentaje %	Porcentaje %
block	55.00	7.00
ladrillo	14.00	3.50
adobe	26.00	65.70
otros	5.00	23.80

Fuente: encuesta sanitaria

3) Tipo de techo de las viviendas

	14a Avenida "B"	Aldea Agua Caliente
Tipo	Porcentaje %	Porcentaje %
lámina	70.00	93.10
teja de barro	10.00	3.45
terraza	20.00	3.45

Fuente: encuesta sanitaria

Comentarios de los resultados de la encuesta sanitaria: de la encuesta realizada a las dos comunidades, se concluye con lo siguiente:

Las comunidades presentan un crecimiento piramidal, porque concentran la mayor parte de su población en gente joven y la población adulta es menor, algo muy normal en nuestro país.

Gran parte de los vecinos de la comunidad urbana tiene acceso a educación, mientras que en el área rural un porcentaje alto no sabe leer y escribir.

En el área urbana los vecinos se dedican a diferentes actividades productivas, la agricultura en cambio es la que más se presenta en los vecinos de la aldea estudiada, por consiguiente el ingreso económico de los vecinos del área rural es menor que los de la ciudad.

Los vecinos de la zona urbana, presentan mejores comodidades, pues un gran porcentaje tienen acceso a los servicios básicos, una mejor vivienda; en cambio en el área rural las condiciones son diferentes, porque gran parte de los habitantes son campesinos o jornaleros.

De la encuesta sanitaria realizada en las dos comunidades; se concluye que ambas necesitan el proyecto solicitado.

2. Organización de la comunidad

La comunidad se encuentra organizada en un comité legalmente autorizado a nivel de pro-mejoramiento, la junta directiva del comité ha promovido algunos trabajos de beneficio colectivo como: ampliación de la avenida, energía eléctrica y agua potable.

El Comité y la comunidad después de varias sesiones llegó a la conclusión que era necesario la construcción de un sistema de drenaje en el sector, ya que las aguas negras corrían a flor de tierra, y eso provocaba insalubridad en el área, por lo que se presentó una solicitud a la municipalidad para la construcción de un sistema de drenaje.

Se efectuaron los contactos con la municipalidad de San Marcos, ya que se realizaban trabajos similares en otros sectores de la ciudad apoyados por CARE (Compañía Americana de Remesas al Exterior).

La municipalidad atendió la petición de la comunidad, dándole el trámite correspondiente a la solicitud, pero lamentablemente el proyecto no llenó los requisitos exigidos por la institución CARE, por lo que fue descartado.

Por no calificar dentro del marco previamente establecido CARE-Municipalidad, se buscó otra salida al problema, estableciendo un plan piloto en la municipalidad, para ver si ese sistema podía funcionar y servir de modelo para implementarlo en otros sectores de la ciudad.

La metodología de este plan consistió en que la municipalidad proporcionaría todos los materiales necesarios para la construcción del drenaje de la avenida y los vecinos ayudarían con la mano de obra no calificada y de albañilería.

3. Población actual:

Con base a la encuesta realizada se obtuvo información sobre la cantidad de pobladores de las dos comunidades estudiadas, la 14a Avenida 312 habitantes, mientras que aldea Agua Caliente 350 habitantes.

a. Pronóstico de población futura

Es muy difícil estimar la población futura de una comunidad, ya que crecen por: nacimientos y anexiones y

decrecen por defunciones; asimismo crecen o decrecen por migración. Hay otros factores propios del lugar que hay que tomar en consideración como: topografía, condiciones climatológicas, posible desarrollo, etc.

Por otro lado, no hay datos de censos que se hallan realizado en comunidades pequeñas; para pronósticar la población futura de las dos comunidades a estudiar, se efectuó la encuesta sanitaria, utilizando también la tasa de crecimiento para el municipio de San Marcos según INE, de censo habitacional realizado en el año 1,984.

Haciendo uso de herramientas matemáticas se puede obtener el comportamiento de la población futura.

1) Método de incremento aritmético

En dicho método se observan incrementos constantes para períodos de tiempos iguales. Su fórmula es:

$$Y_m = Y_1 + (Y_1 - Y_2) * \frac{ (T_m - T_1) }{ (T_1 - T_2) }$$

donde:

Y_m = población futura esperada a la fecha T_m
Y₁ = población del último censo
Y₂ = población del antepenúltimo censo
T_m = fecha en que se desea la población futura
T₁ = fecha del último censo
T₂ = fecha del antepenúltimo censo

2) Método del incremento geométrico

Con este método, el incremento de la población es constante en un factor de proporcionalidad con respecto al tiempo. Su fórmula es:

$$Y_m = Y_1 * (1 + r)^{(T_m - T_1)}$$
$$r = (T_1 - T_2) \sqrt{\frac{Y_1}{Y_2}} - 1$$

donde:

Y_m = población futura esperada a la fecha T_m
Y₁ = población del último censo
Y₂ = población del antepenúltimo censo

Tm = fecha en la que se desea la población futura
 T1 = fecha del último censo
 T2 = fecha del penúltimo censo
 r = tasa de incremento geométrico

Utilizando el método del incremento geométrico aparecen la población futura de la comunidad de 14a Avenida "B" Zona 5 San Marcos.

Datos de censo realizado:

Las tablas que aparecen a continuación, contienen la población actual de las comunidades según encuesta realizada.

14a Avenida "B"

Año de censo	Población	Fuente
1,992	312 habitantes	Encuesta EPS

Aldea Agua Caliente

Año de censo	Población	Fuente
1,992	338 habitantes	Encuesta EPS

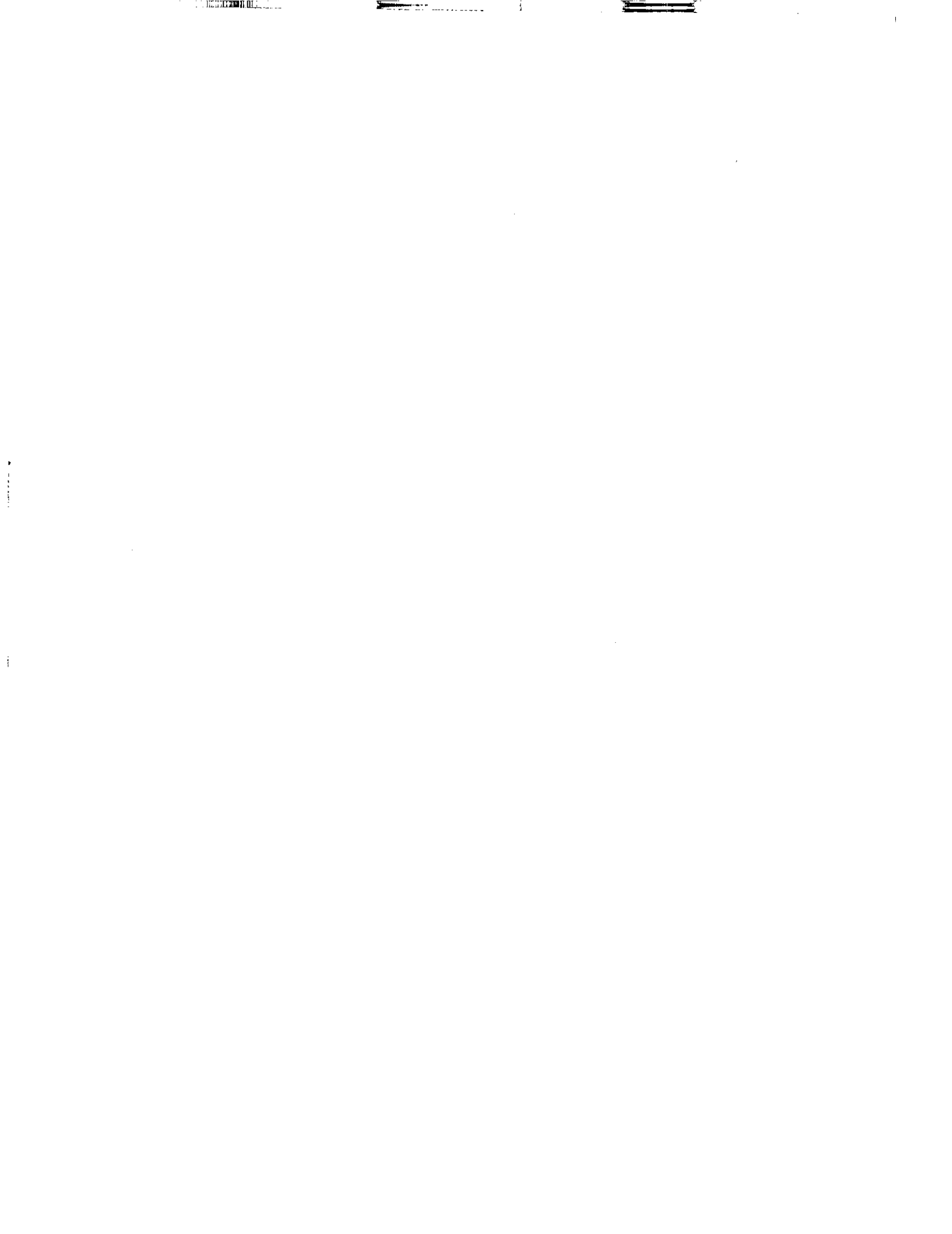
Población obtenida por el método geométrico:

En la siguiente tabla se presentan las proyecciones para las dos comunidades estudiadas, presentando resultados de crecimiento poblacional a cada 5 años.

14a Avenida "B"		Aldea Agua Caliente	
Año	Población estimada	Año	Población estimada
1,997	373	1,997	403
2,002	445	2,002	481
2,007	531	2,007	575
2,012	634	2,012	686
2,017	757		

Los resultados se obtienen por medio del método geométrico, utilizando una tasa de crecimiento de 3.61 para el municipio de San Marcos, población inicial de encuesta sanitaria y resultados de población futura a cada 5 años.

La avenida tiene una proyección de 25 años y la aldea 20 años.



C A P I T U L O I I I

Levantamiento topográfico

1. Topografía:

Es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas; según los tres elementos del espacio y estos pueden ser: dos distancias y una elevación o una distancia, una dirección y una elevación.

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de los puntos, y posteriormente su representación en un plano, es lo que comúnmente se llama Levantamiento.

La mayor parte de los levantamientos, tienen por objeto el cálculo de distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, áreas, etc. a partir de datos obtenidos de campo.

Para efectuar un trabajo de topografía se deben de seguir los siguientes pasos:

1) Reconocimiento:

Es donde se recorre el área de trabajo para tener un panorama de las actividades a desarrollar.

2) Toma de decisiones:

Con base al reconocimiento y a criterio técnico, se selecciona el método de levantamiento a efectuar.

3) Trabajo de campo:

En él se obtienen los datos que son de importancia para el desarrollo del trabajo como mediciones, niveles, etc.

4) Procesamiento de datos:

Consiste en traducir o interpretar los datos que se han tomado en campo, para determinar la información requerida.

5) Elaboración de planos:

Aquí se representa gráficamente los datos de campo con base a: distancias, cotas, direcciones, etc.

6) Replanteo:

Ya con los planos debidamente elaborados, en campo se procede a colocar las señales (estacas, mojones, cotas etc.), para marcar los puntos que interesan, en función del trabajo a realizar.

La topografía se divide en dos ramas:

a. Planimetría

Consiste en los procedimientos utilizados, para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal,

sin importar sus elevaciones, con las distancias y direcciones obtenidos de campo.

b. Altimetría:

Tiene por objeto determinar la diferencia de altura entre puntos del terreno. La altura de los puntos se toma sobre un plano de comparación, siendo el más común el nivel del mar. El instrumento utilizado para el desarrollo del trabajo depende de la precisión que se desee. Con los datos de campo, se obtienen las cotas y/o perfil del terreno.

Para tener puntos de referencia y control, se contruyen puntos fijos conocidos como Bancos de Nivelación.

Comentarios del trabajo de topografía realizado en campo:

Para efectuar la topografía de los dos proyectos drenaje sanitario y acueducto, se siguieron los pasos descritos en la página anterior:

1) Reconocimiento

En este punto se efectuaron visitas a aldea Agua Caliente y 14a Avenida "B", se recorrió el lugar donde se desarrollarían los proyectos, donde se observaron: pendientes, alturas, población, ubicación, etc.

2) Toma de desiciones

Despues de realizar el recorrido a las dos comunidades, se tomó la desición que el tipo de levantamiento topográfico a realizar era el de conservación de azimutes y nivelación.

3) Trabajo de campo:

Consistió en efectuar el trabajo de planimetría por medio del método de conservación de azimutes, radiando donde era necesario, utilizando un teodolito Wild T-1 y cinta métrica.

Para la ejecución de la altimetría, se utilizó un nivel de precisión Wild y estádia, nivelando a cada 20 metros, se tomaron Bancos de nivel en puntos específicos. Los datos de campo se consignaron en libretas con sus respectivos croquis. Para los dos proyectos se realizó la planimetría y altimetría.

4) Procesamiento de datos:

Este trabajo se desarrolló en gabinete, con los datos de campo, se calcularon coordenadas, rumbos, cotas y distancias para cada estación.

5) Con los datos tabulados para cada estación se elaboraron los planos planta-perfil para cada proyecto, en las escalas correspondientes.

6) Con base a los planos debidamente elaborados se procedió en campo a efectuar el replanteo.

C A P I T U L O I V

1. Diseño de drenaje sanitario

a. Condiciones generales

Toda vez que el hombre entra en contacto con el agua, la contamina y así, es necesario alejarla, para que no provoque problemas a los seres humanos, por ello es necesario el diseño del drenaje.

La cantidad de agua que utilizan los vecinos de la 14a avenida, una vez servida, la conducen a la calle, creando con ello un ambiente no agradable, destruye el ornato, esto lo efectúan porque no se cuenta con un sistema adecuado para evacuar las aguas servidas.

Esta razón es suficiente para que el agua servida sea transportada por medio de canales subterráneos o drenajes, logrando así un ambiente sano.

b. Período de diseño:

Es el tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en que un proyecto sobrepasa las condiciones establecidas en el diseño, por falta de capacidad del sistema para prestar un buen servicio.

El período de diseño del sistemas de drenaje sanitario es de 25 años, según normas de instituciones como Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria (ERIS), Oficina Panamericana de la Salud (OPS).

El acueducto se diseño para 20 años, apegandonos a normas de instituciones como la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR), muchas veces los proyectos pueden sobrepasar este rango establecido por factores como caudal, población, mano de obra en la realización del proyecto, calidad de los materiales, migración, etc.

c. Tipo de drenaje a usar

Es necesario que las aguas servidas, sean conducidas en sistemas adecuados, a través de conductos subterráneos, para ser evacuados lejos de las áreas pobladas, reduciendo de esa forma la contaminación.

Vale la pena resaltar que no simplemente, se evacúan las aguas servidas de un lado, para afectar otro lugar, es importante que el agua, tenga un tipo de tratamiento, aunque sea primario, para no afectar el ecosistema.

Debido a que en la región, las necesidades son grandes y los recursos económicos escasos, se optó por un drenaje Sanitario.

d. Fórmulas para el cálculo hidráulico

Varias son las fórmulas utilizadas para el cálculo hidráulico de drenajes, tales como Chezy, Manning y otras; las que permiten determinar velocidades, caudales, diámetros, pendientes, etc. siendo éstas.

1) Fórmula de Chezy

Esta es una herramienta utilizada para hallar la velocidad en función de: pendiente, radio hidráulico, y coeficiente C. La fórmula es:

$$V = C * \sqrt{R * S}$$

donde

V	=	velocidad en m / s
R	=	radio hidráulico
S	=	pendiente en porcentaje %
C	=	coeficiente

Las velocidades máxima y mínima de caudal sanitario, en tubería de cemento son: 0.60 a 3.00 m/s, la velocidad mínima es para que la tubería tenga una autolimpieza; mientras que la velocidad máxima es para no crear desgastes a la tubería.

El coeficiente " C " puede calcularse por medio de las siguientes fórmulas: Bazin, Kutter, Ganguillet, y Manning.

Para el presente estudio se utilizó la fórmula de Manning.

2) Fórmula de Manning

Es una función utilizada para hallar el coeficiente de velocidad "C", que depende del radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad " n ", por el tipo de material (cemento, PVC, H.G., etc.), que se utiliza para conducir el flujo.

La fórmula es:

$$C = \frac{R^{\frac{1}{6}}}{n}$$

donde

R = radio hidráulico
n = coeficiente de rugosidad
C = coeficiente de Manning

Después de sustituir en la fórmula de Chezy el coeficiente de Manning, queda así.

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

El valor del coeficiente "n" depende del material de la tubería. Para drenajes se utilizan los siguientes valores:

n = 0.013 tubo cemento diámetro mayor de 24"
n = 0.015 tubo cemento diámetro menor de 24"
n = 0.010 tubo PVC

3) Fórmula de continuidad

Es una fórmula utilizada para hallar el caudal que circula en la tubería.

$$Q = V * A$$

donde:

Q = caudal en m³ / s
V = velocidad en m / s
A = área en m²

El área de tubería circular es:

$$A = \frac{D * \pi}{4}$$

π = 3.1416 constante pi
D = diámetro de la tubería en m
A = área de la tubería en m²

e. Pendiente de los ramales

La pendiente de los ramales está en función de la topografía del terreno, es la diferencia de altura que existe de un punto respecto de otro.

La pendiente de la tubería debe de ser, hasta donde

sea posible, la misma del terreno natural, con el objeto de tener excavaciones mínimas. En terrenos planos o en contrapendiente se trabajan con velocidades de caudal mínimas, siempre que el fluido sea capaz de arrastrar todos los sólidos que lleva. Las pendientes altas nunca deben de sobrepasar la velocidad máxima permitida, para no provocar problemas al sistema.

El tipo de tubería a utilizar para el presente proyecto es de cemento.

f. Determinación del caudal sanitario

El caudal sanitario está formado por las aguas servidas producto de: caudal domiciliario, caudal por conexiones ilícitas, caudal de infiltración y caudal comercial e industrial. A continuación se describe el cálculo de cada uno de ellos.

1) Caudal domiciliario (Q dom)

Es el caudal proveniente de las viviendas, producto del agua que el hombre utiliza para higiene personal, higiene de la vivienda, alimentación y todo su quehacer diario.

$$Q \text{ dom} = \frac{(\text{No hab.}) * (\text{dotación}) * (\text{F.R.})}{86400}$$

donde:

No hab. = número de habitantes
 dotación = de agua en lts/hab/día
 F.R. = factor de retorno en %
 Q dom = caudal domiciliario lts / s

2) Caudal de conexiones ilícitas (Q con-ilí)

Es el resultado de conectar al sistema de drenaje sanitario agua pluvial proveniente de las viviendas.

$$Q \text{ con-ilí} = \frac{(\text{C}) * (\text{I}) * (\text{A}) * (\text{\%}) * 1000}{360}$$

donde:

C = coeficiente de escorrentía
 I = intensidad de precipitación mm/hora
 A = área en hectáreas del total de viviendas con conexiones ilícitas
 % = porcentaje de viviendas con conexiones ilícitas

Q con-ilí = caudal por conexiones ilícitas en
lts / s

3) Caudal de infiltración (Q inf)

El caudal ocurre generalmente cuando:

- a) la tubería del sistema es de cemento
- b) el nivel freático está alto

Este caudal se obtiene del agua que se infiltra a la tubería.

$$Q \text{ inf} = \frac{(F. I.) * (L.T.)}{86,400}$$

donde:

F.I. = factor de infiltración
L.T. = longitud de tubería en km
Q inf = caudal por infiltración en lts / s

Los caudales comercial e industrial, en el presente estudio no se tomaron en consideración, porque no existían en el área del proyecto.

4) Factor de Harmon

Es el valor máximo producido, por las aportaciones de uso doméstico, su fórmula es:

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

donde:

P = población a servir en miles
F.H. = factor de Harmon

5) Caudal máximo domiciliar (Q max-dom)

Es el producto de caudal domiciliar por el factor de Harmon, éste hace que el caudal aumente.

$$Q \text{ max-dom} = (Q \text{ dom}) * (F.H.)$$

donde:

Q dom = caudal domiciliar en lts / s
F.H. = factor de Harmon
Q max-dom = caudal máximo domiciliar en lts / s

(18)

6) Caudal de diseño (Q dis)

El caudal de diseño es la suma de los caudales máximo domiciliario, infiltración, conexiones ilícitas, comercial e industrial.

La fórmula para el cálculo del caudal de diseño es:

$$Q \text{ dis} = Q \text{ max-dom} + Q \text{ con-ilí} + Q \text{ inf}$$

g. Datos de diseño:

Período de diseño	=	25 años
Dotación de agua potable	=	150 lts/hab/día
Factor de retorno	=	0.75
Intensidad de precipitación	=	50 mm/hora
Area de techos más patios	=	120 m ²
Coefficiente de escorrentía	=	0.5
Porcentaje de conexiones ilícitas	=	1%
Factor de infiltración	=	15,000 lts/km/día
Longitud de tubería domiciliario	=	6 m T.C.
Area total a servir	=	5.2 hectáreas
Número de casas actual	=	52 viviendas
Número de habitantes actual	=	312 habitantes
Número de casas futuras	=	120 viviendas
Número de habitantes futuros	=	757 habitantes

h. Diseño del drenaje sanitario del tramo
PV - 10 A PV - E

Aplicando los datos anteriores y las fórmulas, se diseña el tramo PV-10 a PV-E.

$$\begin{aligned}
 - \quad Q \text{ domiciliario} &= \frac{(N \text{ hab}) * (dot) * (F.R.)}{86,400} \\
 &= \frac{(312) * (150) * (0.75)}{86,400} \\
 &= 0.41 \text{ lts / s} \\
 - \quad Q \text{ conexiones} &= \frac{(C) * (I) * (A) * \% * 1000}{360} \\
 \text{ilícitas} & \\
 \text{Porcentaje de} &= (52) * (0.01) \\
 \text{conexiones} &= 0.52 \\
 - \quad Q \text{ conexiones} &= \frac{(0.50) * (50) * (0.012) * (0.52) * (1000)}{360} \\
 \text{ilícitas} & \\
 &= 0.83 \text{ lts/s}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad Q \text{ infiltración} &= \frac{(F. I.) * (L.T.)}{86,400} \\
 &= (15,000) * (0.52 + (52 * 0.006)) \\
 &= 0.14 \text{ lts / s} \\
 \\
 - \quad \text{Factor de Harmon} &= \frac{18 + \sqrt{P'}}{4 + \sqrt{P'}} \\
 &= \frac{18 + 0.312}{4 + 0.313} \\
 &= 4.10 \\
 \\
 - \quad Q \text{ diseño} &= Q \text{ dom} * F.H. + Q \text{ con-ilí} + Q \text{ inf} \\
 &= Q \text{ dom-max} + Q \text{ con-ilí} + Q \text{ inf} \\
 &= (4.10) * (0.41) + (0.83) + (0.14) \\
 &= 2.65 \text{ lts / s}
 \end{aligned}$$

El caudal de diseño será de 2.65 litros por segundo en el tramo comprendido de PV-9 a PV-E

Datos de diseño:

$$\begin{aligned}
 \text{diámetro de la tubería} &= 8" \\
 \text{pendiente del terreno} &= 4.70 \% \\
 \text{caudal de diseño} &= 2.65 \text{ lts / s} \\
 \text{tipo de tubería} &= \text{cemento}
 \end{aligned}$$

Aplicando la fórmula de Chezy

Aplicando la fórmula con el coeficiente de Manning, para obtener la velocidad del flujo a sección llena.

$$\begin{aligned}
 V &= 30.528 * (D)^{(2/3)} * (S)^{(1/2)} \\
 &= 30.528 * (0.2032)^{(2/3)} * (4.7)^{(1/2)} \\
 &= 2.28 \text{ m / s}
 \end{aligned}$$

La velocidad del caudal es 2.28 metros por segundo.

Cálculo del caudal a sección llena utilizando la fórmula de continuidad.

$$\begin{aligned}
 Q &= 0.5067 * (V) * (D) ^ 2 \\
 &= 0.5067 * (2.28) * (8) ^ 2 \\
 &= 73.93 \text{ lts / s}
 \end{aligned}$$

El caudal a sección llena en la tubería es de 73.93 lts/s

Para calcular la velocidad del caudal de diseño se hace el uso de relaciones hidráulicas.

De las relación hidráulica de caudales

$$R = q \text{ diseño} / Q \text{ sección-llena}$$

donde:

$$\begin{aligned}
 q &= 2.65 \text{ lts / s} \\
 Q &= 73.93 \text{ lts / s} \\
 R &= 2.65 / 73.93 \\
 &= 0.03063
 \end{aligned}$$

Con el resultado y con el auxilio de tablas se obtienen las siguientes relaciones hidráulicas:

$$\begin{aligned}
 v/V &= 0.45 & d/D &= 0.12 \\
 \text{donde:} & & \text{donde:} & \\
 v &= 0.45 * 2.28 & d &= 0.12 * 8 \\
 &= 1.03 \text{ mts/seg} & d &= 1"
 \end{aligned}$$

El caudal sanitario se comportará así:

$$\begin{aligned}
 \text{pendiente} &= 4.70 \% \\
 \text{caudal de diseño} &= 2.65 \text{ lts / s} \\
 \text{velocidad de diseño} &= 1.03 \text{ m / s} \\
 \text{tirante de agua} &= 1"
 \end{aligned}$$

2. Componentes de la red

a. Ramales:

Lo constituye toda la tubería que va colocada al centro de la calle, por donde se transportan las aguas servidas.

b. Pozos de visita

Son estructuras que se construyen en los sistemas de drenajes para operación, mantenimiento, revisiones,

reparaciones al sistema, ventilación, etc.

Normalmente se construyen de ladrillo, concreto o blokc; se debe garantizar que sus paredes sean impermeables.

Criterios para la ubicación de pozos de visita

- 1) Colocar pozos todas las veces que hayan cambios de pendiente, diámetro e intersección de tuberías.
- 2) Todo punto que sea ramal inicial, en cambio de dirección horizontal y vertical, en distancias no mayores de 100.00 metros, en boca calles.

c. Descargas

En el momento que se diseña un sistema de drenaje lo importante es sanear el lugar, por lo que la ubicación del lugar donde se van a descargar las aguas servidas, debe ser motivo de un estudio, para no afectar otro punto.

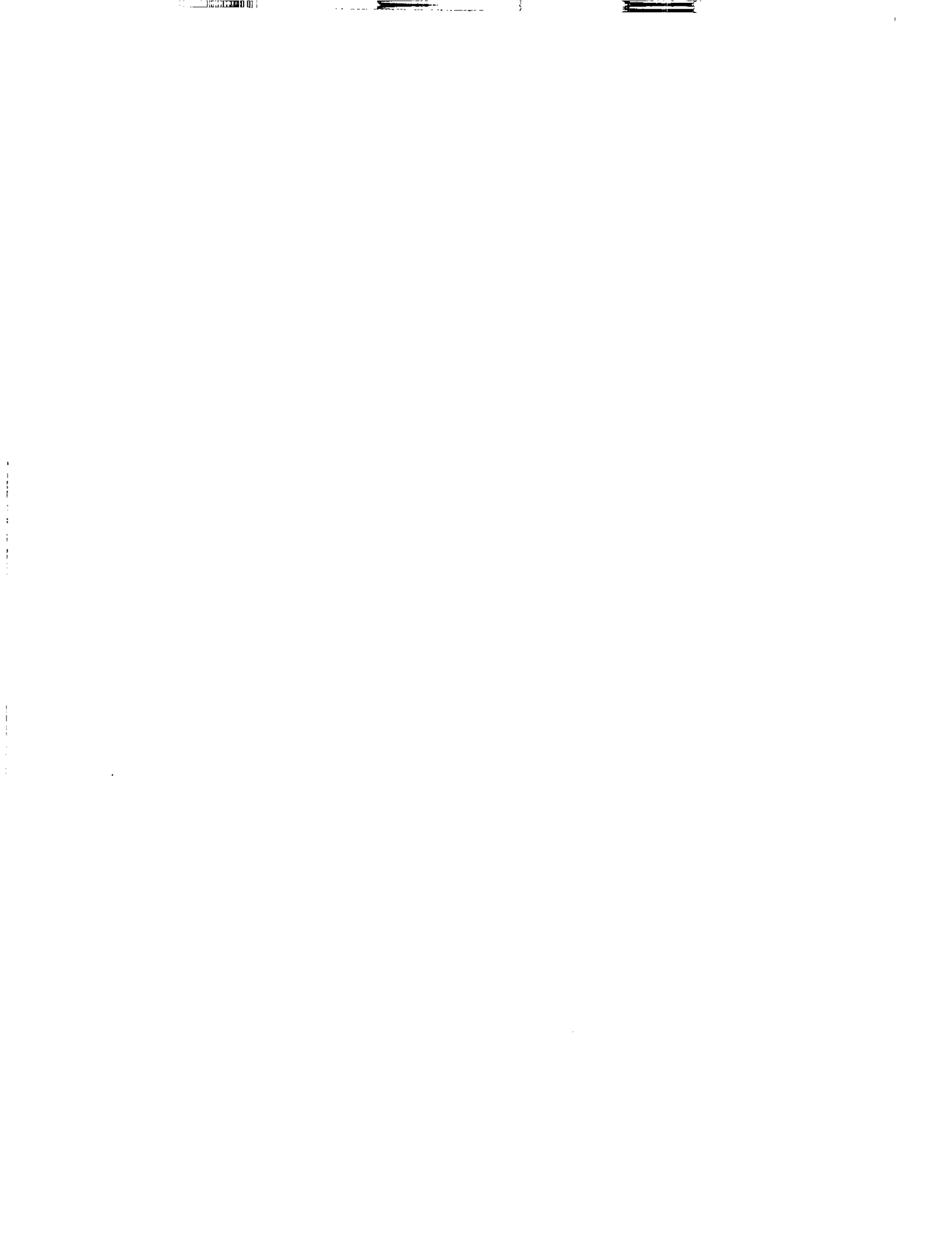
Criterios para ubicación de descargas

- 1). De acuerdo con la topografía del área, seleccionar la parte más baja, para que el sistema trabaje por gravedad, a un punto específico, donde se piensa la construcción de la planta de tratamiento.
- 2). Tener información del punto donde se evacúa el agua en la parte superior y en la parte baja, para no afectar poblaciones cercanas y también evitar la degradación y destrucción del ecosistema.
- 3). Si el sistema se descarga sobre una planta de tratamiento o ramal de drenaje ya existente, hay que estudiarlo detenidamente para chequear si tiene capacidad para los caudales provenientes de ampliaciones.

d. Diámetros

Los diámetros de las tuberías del colector, depende del caudal actual y futuro a diseñar, la mayor parte de las veces los colectores tienen diferentes diámetros, a medida que aumentan los caudales. El diámetro mínimo según criterio de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), es de 4" cuatro pulgadas para ramales iniciales, con tubería de cemento para colector general, en tramos donde se cree que no habrán grandes ampliaciones futuras.

Para el presente proyecto, se diseñaron los tramos iniciales con la tubería de 6", de cemento.



C A P I T U L O V

1. Aspectos constructivos

Para la ejecución de la obra de drenaje, se efectuaron una cantidad de trabajos que llevan una secuencia, mismos que a continuación se describen.

a. Replanteo y marcación del sistema

Consistió en trazar en el campo los datos contenidos en los planos, de acuerdo al diseño establecido. Para el sistema se colocaron trompos en los puntos donde se construirían los pozos de visita, se trazó la línea del colector principal, acometidas domiciliarias y alturas de cortes para la excavación de zanjas; todo el replanteo se realizó utilizando equipo de topografía, estacas, pintura, etc.

b. Excavación de zanja

Ya teniendo el replanteo de la línea central, se marcó el ancho de la zanja, de acuerdo al diámetro de la tubería diseñada, utilizando estacas, pitas de albañil y cal hidratada.

Durante la excavación se procuró mantener el ancho de la zanja, las paredes de la zanja quedaron a plomo, la tierra se alejó a 0.75 metros de la orilla. Se dejaron tranquilas a cada 5 metros, para evitar derrumbes.

c. Colocación de tubería

Antes de colocar la tubería se afinó la zanja para que se ajustara a la pendiente de diseño. Una vez afinada la zanja, se inició la colocación de la tubería.

Se tuvo mucho cuidado en el transporte de la tubería de cemento, la dañada se descartó, se empezó a colocar la tubería aguas abajo hacia la parte más alta, las campanas de la tubería quedaron en la parte aguas arriba.

La proporción del mortero de sabieta para los anillos, fue 1:3 en volumen, una de cemento por tres de arena de río. La tubería se alineó con pita de albañil.

d. Construcción de pozos de visita

Una vez marcados los puntos donde se construirían los pozos de visita, se efectuaron los trazos, se inició la excavación de acuerdo a la altura establecida para cada

pozo, el diámetro siempre fue constante.

El tipo de pozo construido fue el típico, cilíndrico en la parte inferior y termina en una parte troncónica, amplia para dar paso a un hombre y permitirle maniobrar en su interior.

El piso es de concreto, en el centro un canal media caña, para evitar que los sólidos queden atrapados.

Las paredes son de ladrillo de barro cocido, pegados con mortero de sabieta, los ladrillos colocados inicialmente a plomo, hasta alcanzar la parte cilíndrica, luego se empiezan a reducir el número y a colocar de forma inclinada para darle la forma troncónica.

Finalmente las paredes se repellaron y blanquearon, construyéndose la tapadera y brocal de concreto armado.

e. Conexión domiciliar

Las conexiones van de la vivienda o lote hasta la tubería central, se realizó con tubería de cemento de un diámetro de seis pulgadas.

La pendiente mínima de la tubería de la conexión domiciliar fue de 2 % , la tubería quedó enterrada a una profundidad de 1.10 metros sobre la cota de corona.

Respecto de la línea central, la tubería de la conexión domiciliar tiene un ángulo de cuarenta y cinco grados aproximadamente, siguiendo el sentido de la corriente del agua.

La caja de registro de la conexión domiciliar, está formada por una candela, consistente en un tubo de cemento de dieciseis pulgadas, donde se colectan las aguas servidas de la vivienda a el colector general, pegada adecuadamente con cemento y una tapadera de protección

g. Prueba de la tubería:

Esta operación consistió en el chequeo de la instalación de la tubería.

Los pasos para efectuar la prueba de tubería fueron:

- 1) Se colocó un tapón en el ramal de tubería que se revisó en la parte baja.
- 2) Se virtió agua en el punto alto del ramal, hasta quedar la tubería completamente llena.

3) Se revisaron todas las uniones, marcando los anillos donde existían fugas de agua y se realizaron las reparaciones.

h. Relleno y compactación

El relleno de las zanjas se realizó con la misma tierra que se saco de la excavación.

El relleno y la compactación se efectuó con la siguiente herramienta: azadones, palas y mazos de madera.

La primer capa colocada sobre el tubo fué tierra libre de piedras y terrones. La compactación se efectuó después de la prueba de la tubería.

La compactación se realizó con capas de tierra de aproximadamente veinte centímetros, con humedad óptima 95%, apisonando el relleno, para que finalmente en la parte superior se dejara una pendiente de bombeo, por el agua lluvia.



SEGUNDA PARTE

DISEÑO DE ACUEDUCTO ALDEA AGUA CALIENTE DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS

C A P I T U L O V I

1. Datos generales de aldea Agua Caliente, municipio de San Marcos

Según algunos vecinos de la aldea, el nombre viene del idioma Mam Najap, que significa lugar de Agua Caliente.

Esta comunidad en un inicio fue parte de la aldea Las Lagunas, sus principales habitantes fueron familias de origen marquense, siendo uno de los principales fundadores el Señor Clemente de León y su esposa. En el año de 1,975 fue solicitado por los vecinos a la municipalidad de San Marcos, que esta comunidad fuera ascendida a la categoría de Caserío, seguidamente y gracias al desarrollo que ha alcanzado la comunidad, fue elevada a la categoría de aldea, el 9 de enero de 1,978, por Acuerdo Gubernativo del Presidente Laugerud García.

Dicha comunidad se encuentra ubicada a una Latitud Norte de 15° 51' 00" (grados, minutos, segundos) y una Longitud Oeste de 92° 32' 00", respecto al meridiano de Greenwich.

a. Límites y colindancias de aldea Agua Caliente

Norte: Mávil
Sur: San José las Islas
Este: Cantel
Oeste: Las Lagunas.

Mávil y Cantel son aldeas del municipio de San Pedro Sacatepéquez, las dos restantes son aldeas del municipio de San Marcos.

La aldea Agua Caliente tiene una extensión de cinco kilómetros cuadrados; una parte de la aldea es irrigada por el río Palatzá.

b. Vías de acceso

La vía de acceso a la aldea es por medio de un camino de terracería de 6 kilómetros de longitud, en su tramo final tiene una pendiente pronunciada, que lo conecta a la cabecera municipal, también existen veredas que la conectan con comunidades cercanas.

La distancia de la aldea a capital de la República es de 256 kilómetros dividido así: 6 kilómetros de la aldea a

la cabecera municipal y 250 kilómetros de cabecera municipal a la ciudad capital, vía panamericana.

La altura sobre el nivel del mar es de 1,900 metros, la temperatura oscila entre 14 a 26 grados centígrados.

c. Precipitación pluvial

La precipitación pluvial dura seis meses; iniciándose en la primera quincena del mes de mayo a segundo quincena del mes de octubre; los meses más lluviosos son agosto y septiembre, la precipitación pluvial promedio es de 1.200 milímetros anuales, el período de verano abarca de noviembre a abril; febrero y marzo son los meses más calurosos.

d. Recursos naturales

En la comunidad existen varias fuentes de agua caliente y fría, además es irrigada por el río Palatzá, que sirve de línea divisoria con otras aldeas. Se ha hecho mal uso del recurso bosque, ya que se ha realizado una tala inmoderada de árboles.

Se cultivan productos como maíz, haba, trigo, tomate, aguacate y otros.

2. Organizaciones que existen en la comunidad

a. Alcaldía auxiliar

Las autoridades en la comunidad son seis regidores y el alcalde auxiliar, los que son electos democráticamente, evento que se realiza a cada año.

b. Comité

En la aldea funcionan varios comités que velan por el mejoramiento de la comunidad, entre ellos están pro-energía eléctrica, pro-miniriego y pro-agua potable.

c. Escuela rural mixta

Funciona desde hace varios años, la escuela oficial rural mixta, donde se imparte los seis grados de primaria, allí laboran tres maestros, el número de alumnos es de ciento veinte.

C A P I T U L O V I I

1. Identificación del problema

Antecedentes del problema:

Como se mencionó anteriormente la aldea Agua Caliente, limita con la aldea Las Lagunas, ambas del municipio de San Marcos. En el límite de estas dos comunidades existe una fuente de agua, que las generaciones de ambas comunidades la han utilizado para diferentes servicios, la fuente está a 2 kilómetros aproximadamente de distancia de las dos aldeas, la aldea Las Lagunas está ubicada en una parte alta respecto del nivel de la fuente.

Con el correr del tiempo, los vecinos de la aldea Agua Caliente, sintieron la necesidad de tener un servicio de agua potable a nivel domiciliario debido a que:

- El acarreo del agua les absorbe bastante tiempo.
- El consumo de agua contaminada, propicia la proliferación de enfermedades.

De la misma forma los vecinos de aldea Las Lagunas, sintieron la necesidad de la construcción de un Tanque de lavaderos para que los vecinos de la comunidad la utilizaran para:

- Lavar la ropa
- Higiene personal
- Consumo de animales y otros servicios.

Ambas comunidades acudieron a la municipalidad marquense, para mejorar el abastecimiento de agua. Por parte de la municipalidad se compró la fuente de agua potable, se elaboró una escritura, donde se menciona que el caudal de agua que tiene la fuente debía dividirse en partes iguales, para cada comunidad.

Inmediatamente, siendo estas comunidades propietarias de la fuente, se efectuaron los trabajos para captar el agua y dividir el caudal. Se captó el agua, pero no de una forma correcta, ya que presenta bastantes fugas.

Se le construyó el sistema de agua potable a nivel domiciliario a aldea Agua Caliente, un tanque de lavaderos para los vecinos de aldea Las Lagunas, ubicado a pocos metros de donde está la fuente.

Se dividió el caudal, pero no se respetó lo descrito en la escritura, porque de la caja de captación, salieron las tuberías para las dos comunidades, para la aldea Las Lagunas sale un tubo PVC, de diámetro de dos pulgadas, en cambio para la aldea Agua Caliente la tubería colocada fue de tres cuartos de pulgada.

A simple vista se ve que el caudal no está bien distribuido, a consecuencia de ello la aldea Agua Caliente es la comunidad afectada y la más necesitada porque no existen otras fuentes para llevar el agua por gravedad a la comunidad

Además el sistema de agua potable que le construyeron tuvo fallas técnicas desde el inicio, en la actualidad el sistema es deficiente por las razones siguientes:

- 1.- La población beneficiada ha aumentado
- 2.- Los diámetros de las tuberías de conducción y distribución son muy pequeños.
- 3.- La fuente está mal captada.
- 4.- La distribución de caudales no se hace en forma equitativa.
- 5.- La red de distribución no es capaz de abastecer a la población.
- 6.- El tanque de almacenamiento es muy pequeño.
- 7.- El período de diseño del proyecto ya finalizó, en virtud que tiene 17 años de funcionamiento.

Para que pueda mejorarse el sistema de abastecimiento de agua potable, deben efectuarse las siguientes recomendaciones, que es prácticamente el proyecto a desarrollar.

- 1) Construir una nueva captación
- 2) Construir un vertedero de caudales
- 3) Construir un nuevo sistema de agua potable para la comunidad afectada.

2. Determinación de la población a servir

Actualmente la población afectada es de 58 familias que hace un total de 338 habitantes.

Factores como migración, clima, índices de natalidad, mortalidad y otros, pueden hacer que el crecimiento poblacional sea ascendente o descendente.

La población a servir será de 686 personas, cálculo realizado; utilizando la fórmula estadística y por medio del método geométrico, para un período de 20 años.

3. Definición del proyecto

El proyecto de agua potable es de beneficio social, porque contribuirá a que los vecinos de la aldea Agua Caliente, mejoren sus condiciones de vida, teniendo un sistema adecuado de abastecimiento de agua potable.

Lo que ayudará a erradicar las enfermedades gastro-intestinales de los vecinos, porque ya se contará con una herramienta, que si es usada correctamente ayudará a

contrarrestar este tipo de enfermedades.

Por todas estas situaciones el proyecto es de beneficio social, por ser productor de servicios, por la función que prestará que es dotar de agua potable.

4. Determinación de la situación sin proyecto

De no realizarse el proyecto, se tendrían que hacer los siguientes ajustes para mejorar el sistema:

- 1). Se debe de dividir el caudal en partes iguales, colocando dos tuberías, una para cada comunidad, al mismo nivel, del mismo diámetro y material de la tubería, para repartir el caudal de la fuente.
- 2) Hacer arreglos a la captación, para que toda el agua pueda ser colectada en una sólo caja.
- 3) Colocar válvulas de control y reguladoras de caudales, para repartir en forma proporcional a los beneficiarios de la aldea Agua Caliente.
- 4) Educar a los vecinos para que hagan uso correcto del agua, utilizando lo necesario en las viviendas donde llega suficiente.
- 5) Formar una comisión que controle el uso correcto del agua.
- 6) Contratar a un fontanero, para que revise el sistema y efectúe las reparaciones necesarias.
- 7) Racionar el servicio del agua a los vecinos para que todos tengan el agua potable en su vivienda.

5. Identificación de los costos que inciden por la falta del proyecto

Como es sabido todo proyecto tiene sus beneficios y también sus costos, por lo que a continuación se cuantifican los beneficios que se obtendrán al tener el proyecto funcionando.

a. Costo por el acarreo

1) Tiempo de acarreo

El tiempo utilizado para el transporte del agua a consumir en una vivienda se calcula de la siguiente manera:

Parámetros:

-Tiempo utilizado en acarreo de un viaje de agua

$$t = 30 \text{ minutos}$$

-Volumen acarreado durante un viaje de agua

$$V = 20 \text{ litros}$$

2) Dotación de agua

El consumo de agua en una familia que no cuenta con servicio domiciliario es bajo; siendo éste de 20 litros por habitante por día, el cual se utiliza para alimentación, higiene personal e higiene de la vivienda. Este caudal varía dependiendo de factores como clima, cultura, etc. El número de habitantes por casa es de 5.82, dato obtenido de la encuesta sanitaria. El caudal familiar se obtiene de la dotación y el número de habitantes por vivienda.

La fórmula para el cálculo del caudal familiar es:

$$\text{Caudal por familia} = \text{dotación} * \text{habitantes} / \text{familia}$$

donde:

$$\begin{aligned} \text{dotación} &= 20 \text{ lts} / \text{hab} / \text{día} \\ \text{habitantes/familia} &= 5.82 \text{ hab/casa} \\ \text{caudal por familia} &= \text{en lts} / \text{hab} / \text{día} \end{aligned}$$

efectuando cálculos

$$\begin{aligned} \text{Caudal por familia} &= 20 \text{ lts/hab-día} * 5.82 \text{ hab/fam.} \\ &= 116 \text{ lts} / \text{día-fam.} \end{aligned}$$

El caudal por familia es de 116 litros.

3) Cantidad de viajes realizados por vivienda

Calculando el número de viajes que se realizan por día/vivienda se tiene:

$$\begin{aligned} \# \text{ de viajes} &= \frac{Q \text{ familiar}}{\text{volumen} / \text{viaje}} \\ Q \text{ familiar} &= 120 \text{ lts} \\ \text{volumen/viaje} &= 20 \text{ lts/viaje} \\ \# \text{ de viajes} &= \text{número de viajes} \end{aligned}$$

efectuando la operación:

$$\begin{aligned} \# \text{ de viajes} &= \frac{120 \text{ lts}}{20 \text{ lts/viaje}} \\ &= 6 \text{ viajes} \end{aligned}$$

Cada familia necesita realizar 6 viajes por acarreo de agua diarios.

4) Tiempo empleado en efectuar el acarreo.

El cálculo del tiempo empleado para acarreo se obtiene del producto de número de viajes por el tiempo empleado para efectuar un viaje .

la fórmula utilizada para el cálculo es:

$$\text{Tiempo de acarreo} = \# \text{ de viajes} * \text{tiempo/viaje}$$

datos:

$$\begin{aligned} \# \text{ de viajes} &= 6 \text{ viajes/vivienda} \\ \text{tiempo/viaje} &= 30 \text{ minutos} \end{aligned}$$

efectuando cálculos:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de acarreo} &= (6 \text{ viaje / día}) * (30 \text{ min/viaje}) \\ &= 180 \text{ minutos} \end{aligned}$$

$$\text{equivalente} = 3 \text{ horas}$$

El tiempo utilizado en efectuar el acarreo es de tres horas de trabajo.

5) Costo por acarreo

Para calcular el costo del acarreo de agua por consumo en una vivienda, se obtiene del costo por hora de una jornada de trabajo, por el tiempo utilizadas para el acarreo.

Costo de una hora de trabajo

$$\text{Costo/hora-trabajo} = \frac{\text{Salario por jornal}}{\text{tiempo}}$$

$$\begin{aligned} \text{Salario} &= \text{Q } 11.60 / \text{jornal} \\ \text{tiempo} &= 8 \text{ horas} / \text{jornal} \end{aligned}$$

efectuando el cálculo.

$$= \frac{Q \ 11.60 / \text{jornal}}{8 \text{ horas} / \text{jornal}}$$

Costo por hora
acarreo de agua = Q 1.45 / hora

- Costo de acarreo de agua por vivienda

Costo por vivienda = salario/hora* tiempo

salario/hora = Q 1.45 / hora
tiempo = 3 hora/día

efectuando cálculos:

$$= 3 \text{ horas/día} * Q 1.45 / \text{hora}$$
$$= Q 4.35 / \text{día por vivienda}$$

El costo diario por acarreo de agua es:

$$Q 4.35 / \text{día} / \text{vivienda}$$

6) Costo de acarreo anual de agua por vivienda

Este costo se obtiene del costo diario por el número de viviendas de la comunidad y los días que tiene el año, el costo se calcula así:

$$\text{Costo anual} = \text{costo/vivienda} * \# \text{viviendas} * \frac{365}{\text{días/año}}$$

datos:

Costo por vivienda = Q 4.35 / día
de viviendas = 58 casas
año = 365 días

efectuando cálculos:

$$= Q 4.35 / \text{día} * 58 \text{ viviendas} * 365 \text{ día} / \text{año}$$
$$= Q 92,089.00$$

El costo anual por acarreo de agua de toda la población es de: Q 92,089.00

Conclusión: El costo social del proyecto es alto, porque de la cuantificación efectuada el valor del acarreo es grande. Al ejecutar el proyecto hoy, el ahorro por acarreo sería alto.

b. Costos producto del consumo de agua contaminada:

Como consecuencia de no tener los vecinos un sistema de agua potable, consumen agua contaminada, teniendo esto como resultado, la proliferación de enfermedades gastrointestinales que tienen un costo, difícil de cuantificar.

6. Costos atribuibles al proyecto

De realizarse el proyecto, los vecinos a beneficiar, tendrían que cubrir unos costos para que el proyecto fuera una realidad, sus aportes consistirían en:

- 1) Mano de obra no calificada
- 2) Materiales locales (piedra, madera, arena etc.)
- 3) Flete para el acarreo de los materiales no locales



C A P I T U L O V I I I

Marco teórico

1. Fuente de agua:

Es el lugar donde brota el agua de una corriente subterránea.

Las fuentes de agua naturales disponibles en el medio ambiente son:

Metéorica,
Superficiales,
Subterráneas y otras

Siendo la subterránea la que interesa por el trabajo a desarrollar.

a Aguas subterráneas

Son las que se infiltran en el suelo y afloran en forma de manantial, se localizan en zonas de cavidades, que comprenden áreas de saturación y aireación, separadas por el nivel freático.

Para la selección de una fuente de agua potable hay que tomar en consideración:

1) Calidad:

El agua debe ser de buena calidad, física, química y bacteriológica, de acuerdo a las normas vigentes.

2) Cantidad:

Las fuentes a utilizar para abastecer a las comunidades deben de suplir, el consumo máximo diario de la demanda hasta el período final de diseño.

Es recomendable comprobar el rendimiento durante el período de un año (comprendido entre dos épocas de estiaje), antes de hacer cualquier inversión.

En todo caso es recomendable considerar un 15 % de caudal adicional como margen de seguridad sobre la demanda final del período de diseño.

b. Aforo de fuentes de agua

Aforar es medir la cantidad de agua que proporciona una fuente en una unidad de tiempo. Existen varios métodos para medir las fuentes de agua, tales como molinete, pitot, químico, volumétrico y otros.

Para este trabajo, el aforo que se realizó fue por el método volumétrico, mismo que a continuación se describe.

1) Método volumétrico

Para realizar el aforo se necesitan los siguientes objetos:

- un recipiente de volumen conocido
- un cronómetro
- un canal, azadones, machetes, etc.

Los pasos que se siguen para efectuar el aforo son:

- a) Limpiar adecuadamente la fuente de agua
- b) conducir el agua por medio del canal
- c) recibir el agua en el recipiente
- d) medir el tiempo en segundos utilizando el cronómetro
- e) calcular el caudal mediante la siguiente fórmula

$$Q = V / t$$

donde:

- V = volumen del recipiente en lts
- t = tiempo en s
- Q = caudal en lts / s

En el momento de efectuar el aforo debe de anotarse la fecha, hora, nombre del operador y volumen del recipiente. Deben efectuarse varios ensayos y tomar los más repetitivos.

2. Estudio del diseño hidráulico

Para el estudio de un sistema de agua potable, existen varios parámetros usados en el diseño hidráulico.

a. Período de diseño

El período de diseño en acueductos se estima en un intervalo de 15 a 20 años, aunque muchas veces el tiempo es variable y depende de factores como migración, nivel socio-económicos, aumento de la demanda, etc.

b. Crecimiento poblacional

El método utilizado para hallar el crecimiento poblacional es el geométrico, porque presenta una proyección que mejor se adapta para comunidades pequeñas.

c. Dotación

Es la cantidad de agua asignada al habitante de una población para poder satisfacer sus necesidades durante un

día (alimentación, higiene personal, lavado de ropa y otros), antes de asignar una dotación hay que tomar en consideración el clima, nivel de vida, cultura y otros.

Los valores mínimos tomados para acueductos rurales son:

Dotación (lts / hab / día)	Sistema de abastecimiento
40 - 60	Llenacántaros
61 - 100	Conexión predial
101 - más	Conexión domiciliar

Fuente: UNEPAR (Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales)

3. Determinación del consumo de agua

Consumo de agua, es la cantidad que necesita la población y se calcula según el lugar a estudiar.

Durante el transcurso del día el caudal varía siendo máximo el consumo durante la mañana, en las horas de la noche el consumo es mínimo.

a. Caudal medio (Qm)

Es el consumo de agua durante 24 horas, obtenido como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se tienen registros, podrá asumirse como el producto de la dotación por la población de diseño.

La fórmula para el cálculo del caudal medio es:

$$Q_m = \frac{P_f * \text{dotación}}{86,400 \text{ s / día}}$$

donde:

Pf = población futura
 dotación = en lts / hab / día
 86,400 = tiempo en segundos de un día
 Qm = caudal medio en lts / s

El caudal medio se expresa en litros por segundo.

b. Caudal de día máximo (Q día-max)

Es el consumo máximo de agua durante 24 horas, observado durante un año. Este caudal se obtiene del producto del caudal medio por el factor de día máximo, que oscila entre 1.2 a 1.5, sirve para compensar las variaciones máximas esperadas. El factor de día máximo es alto para comunidades pequeñas y bajo para comunidades grandes.

La fórmula para el cálculo es:

$$Q \text{ día-max} = Q_m * F \text{ día-max}$$

donde:

$$\begin{aligned} Q_m &= \text{caudal medio en lts / s} \\ F \text{ día-max} &= \text{factor de día máximo} \\ Q \text{ día-max} &= \text{caudal de día máximo} \end{aligned}$$

El caudal de día máximo, es utilizado para el diseño de la línea de conducción.

c. Caudal hora máxima (Q hora-máx)

Este caudal al igual que los anteriores, es observado en el período de un año, se obtiene del producto del caudal medio por un factor de hora máxima (F.H.M.), que oscila entre 1.5 y 2.5, y depende de la comunidad a diseñar. El factor de hora máxima al igual que el anterior, es inversamente proporcional a la población a atender, por lo que si la comunidad es pequeña el valor del factor es alto.

La fórmula para el cálculo del caudal de hora máxima es:

$$Q \text{ hora-máx} = Q_m * F.H.M.$$

donde:

$$\begin{aligned} Q_m &= \text{caudal medio en lts / s} \\ F.H.M. &= \text{factor de hora máxima} \\ Q \text{ hora-max} &= \text{caudal de hora máxima} \end{aligned}$$

El caudal de hora máxima es utilizado en el diseño de la red de distribución.

Los factores de caudal día y hora máximo son utilizados para efectuar los ajustes, en los momentos de consumo pico.

4. Captación de agua subterránea

Captación es la estructura que se construye con el fin de coleccionar la mayor cantidad de agua de una fuente.

Requisitos que debe llenar una captación

- 1) Que no limite la máxima cantidad de agua que aflora del manantial.
- 2) Debe construirse con un material que no altere la calidad y cantidad del agua.
- 3) Tener un rebalse para dar salida al sobrante que no es utilizado, sin recargar el manantial.
- 4) Disponer de una caja de sedimentación para los sólidos que acarrea el agua.

- 5) Tapadera sanitaria para el ingreso y efectuar la limpieza.
- 6) Válvula de compuerta para la salida, con caja de protección.
- 7) La tubería de salida debe tener cedazo y rejilla en el interior.
- 8) Tener contracuneta, para desviar el agua pluvial de la captación.

5. Vertedero:

Es una estructura diseñada específicamente para dividir caudales.

Hay diferentes tipos de vertederos, entre ellos están:

- Rectangular
- Circular
- Trapezoidal
- Triangular

Los materiales utilizados para la construcción de los vertederos pueden ser madera, lámina, cemento etc.

El tipo de vertedero diseñado en el sistema es rectangular y el material para la construcción es de concreto.

6. Línea de conducción

Línea de conducción es el tramo de tubería, que conduce el agua de la captación al tanque de almacenamiento.

En el diseño de la línea de conducción se calculan: diámetros, pérdida de carga, velocidades etc. por medio de fórmulas hidráulicas.

A continuación se presentan las fórmulas a utilizar.

a. Fórmula de Hazzen-Williams

Lo que se calcula con esta fórmula, es la pérdida de carga en función de la constante " K' ", longitud de la tubería L, el caudal Q que conduce en la tubería.

$$H f = \frac{K' * L * Q^{1.85}}{1000}$$

donde:

- K' = constante
- L = longitud de tubería en m
- Q = caudal en lts / s
- H f = pérdida de carga en m

Existen varias fórmulas para el diseño hidráulico de agua, pero la utilizada para este trabajo es la de Hazen-Williams.

b. Constante k'

Este es un factor, que depende del diámetro y la rugosidad de la tubería.

La fórmula para hallar K' es:

$$K' = \frac{1743811}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

donde:

D = diámetro de la tubería
C = constante de rugosidad de tubería
K' = constante de fricción

El valor de K' es inversamente proporcional al diámetro y la rugosidad de la tubería.

c. Fórmula para hallar la longitud de dos tuberías

Para hallar la longitud de dos tramos de tubería de diferente diámetro, se utiliza la siguiente fórmula:

$$L2 = LT * \frac{(H - H1)}{(H2 - H1)}$$

y

$$LT = L1 + L2$$

donde:

H = altura disponible entre dos puntos a diseñar
H1 = pérdida de carga en tubería diámetro mayor
H2 = pérdida de carga en tubería diámetro menor
L1 = longitud de tubería diámetro mayor
L2 = longitud de tubería diámetro menor
LT = longitud total entre tramos a diseñar

Todos los valores se expresan en metros.

d. Criterios para la instalación de la línea de conducción:

- 1) Debe de ser capaz de transporta el caudal de día máximo.
- 2) El diámetro y resistencia de la tubería debe ajustarse a la máxima eficiencia y economía.

- 3) Tener los accesorios y obras de arte necesarias para el correcto funcionamiento.

7. Cajas de válvulas

Estas cajas sirven para proteger todo tipo de válvulas que lleva un sistema de agua.

a. Válvulas de compuerta:

Funcionan con base a una compuerta y sirve para regular el caudal que conduce el sistema. En los acueductos se utilizan en captaciones, cajas de limpieza, tanques de almacenamiento, vertederos, etc.

b. Válvulas de paso:

Se instalan antes de la conexión domiciliar, al ser giradas permiten o no el paso de agua a la vivienda.

c. Válvulas de aire:

Tienen la función de evacuar la cantidad de aire que se acumula en el sistema de agua.

d. Válvula de limpieza:

Sirve para sacar los sólidos, como arena, que se acumula en las ondonadas o partes bajas de la línea.

8. Cálculo de presiones

Presión en un punto, es la diferencia entre la cota piezométrica menos la cota de terreno.

La presión del fluido nunca debe de sobrepasar la resistencia de la tubería.

En la línea de conducción es permitido tener presiones altas dependiendo de la topografía del terreno.

En la red de distribución las presiones permitidas están en el rango 6.00 a 80.00 metros columna de agua (presión estática).

9. Red de distribución

Por la red de distribución, se reparte el caudal del tanque de almacenamiento a las viviendas, en los diferentes ramales de tuberías.

En acueductos rurales, donde las viviendas están muy

dispersas se diseña por medio de ramales abiertos.

Para diseñar el caudal y diámetro de una red los datos claves son:

- 1) viviendas futuras a atender
- 2) caudal de hora máxima
- 3) cotas del terreno
- 4) tipo de tubería a utilizar

Los cálculos se efectúan con las mismas fórmulas utilizadas en la línea de distribución.

a. Criterios para el diseño de la línea de distribución:

- 1) La tubería de la red de distribución se diseña con el caudal máximo horario
- 2) En comunidades donde las viviendas son muy dispersas utilizar el método de distribución de red abierta.
- 3) En redes abiertas que partan del tanque o de la red matriz de distribución, siempre deben de terminar en conexión domiciliar, servicio público o válvula que sirva de limpieza.
- 4) Los acueductos se diseñarán para servicio domiciliar y llenacantaros.

10. Tubería

Las tuberías son los canales utilizados para el transporte del agua de la fuente a las viviendas.

Existen varios tipos de tuberías fabricadas de diferentes materiales, las más utilizadas actualmente en el medio son PVC y HG.

a. Tubería PVC

Las tuberías fabricada de cloruro de polivinil PVC, son de tipo plástica, económica, fácil de manejar y transportar. Únicamente debe protegerse del sol y de golpes de impacto.

$$C = 140$$

b. Tubería HG

Es elaborada de hierro galvanizado (HG), es utilizada en lugares donde no se pueda enterrar, o donde la presión del agua sea mayor que la resistida por otro tipo de tubería.

$$C = 100$$

Los coeficientes de fricción "C" indicados, son

aplicables si se utiliza la fórmula de Hazzen-Williams para el diseño.

c. Diámetros mínimos utilizados

Los diámetros mínimos utilizados son:
3/4" para línea de conducción y/o distribución
1/2" para conexión domiciliar

d. Criterios para la colocación de tubería:

- 1) La tubería PVC debe de enterrarse a una profundidad mínima de 0.80 metros.
- 2) Las partes donde no pueda enterrarse la tubería PVC debe de aplicársele recubrimiento.
- 3) Las características que vienen impresas en las tuberías deben de colocarse hacia arriba, para poder determinar sus características cuando sucedan averías o fallas y efectuar las reparaciones.
- 4) La tubería PVC debe pegarse con cemento solvente.
- 5) A la tubería HG debe de aplicársele pintura anticorrosiva, cuando ésta quede expuesta al ambiente.

e. Presiones máximas estáticas de tuberías

Las presiones máximas estáticas que resisten las tuberías PVC y HG, aparecen en la siguiente tabla:

TIPO	CLAVE (PSI)	PRESION MAXIMA ESTATICA
PVC	100	70. m columna de agua
PVC	125	85. m " " "
PVC	160	110. m " " "
PVC	250	175. m " " "
PVC	315	220. m " " "
HG	700	490. m " " "
HG	1000	770. m " " "

Fuente: tablas de fabricantes

11. Velocidades

La velocidad del fluido en la tubería, debe de oscilar entre 0.30 a 4.00 metros por segundo, para que el sistema funcione de una forma eficiente.

a. Golpe de ariete

Es un golpe que ocurre en un sistema de agua, por el cierre brusco de válvulas, cuando la velocidad es mayor de 2 metros por segundo, o cuando la tubería es sometida a su presión de máximo trabajo.

La fórmula es:

$$h_a = 0.005 * L * v$$

donde:

L = longitud en m
v = velocidad en m / s
h_a = golpe de ariete

12. Almacenamientos

Las variaciones de la demanda de agua en las poblaciones origina la necesidad de un reserborio cuando sea necesario.

El objetivo es proveer el agua, cuando la demanda es mayor que el caudal que llega al tanque, se almacena agua cuando el consumo es menor que el caudal de llegada.

El almacenamiento puede ser del 25 a 40 % del caudal medio diario de la población, durante el período final de diseño, sin prever para eventualidades, también se hace para disponer de una cantidad de agua de reserva, con el objeto de no suspender el servicio, cuando se den pequeñas averías en la línea de conducción o la captación.

a. Volumen de almacenamiento

La cantidad de agua a almacenar, depende de factores como: caudal medio, tiempo y porcentaje de almacenamiento.

La fórmula es:

$$V = Q_m * t * \%$$

donde:

Q_m = caudal medio en lts / s
t = tiempo de almacenamiento en s
% = porcentaje de almacenamiento 25 a 40 %
V = volumen de almacenamiento en lts o m³

b. Muros:

En el diseño de los tanques de almacenamiento, es necesario la construcción de muros o paredes, para que soportar las fuerzas de las cargas que estarán actuando.

Los tanques de almacenamiento se diseñaron con muros de concreto ciclópeo.

Las fuerzas que actúan sobre el muro son:

1) Fuerza activa :

Es la fuerza que producen las cargas activas sobre el muro, como la que produce una columna de agua.

La fórmula para el cálculo es:

$$F_a = \frac{r * H * k_a}{2}$$

donde:

r = peso específico de carga activa en kg/m^3
H = altura de columna de carga activa en m
k_a = constante de deslizamiento de la fuerza activa
F_a = fuerza activa en kg

2) Fuerza resistente:

Es el producto de las cargas que actúan sobre el muro que contrarrestan las fuerzas activas. Las fuerzas las proporciona el peso del muro y cuando los tanques son enterrados o semienterrados la tierra proporciona una resistencia.

la fórmula para el cálculo es:

$$F_p = \frac{r * h * k_p}{2}$$

donde:

r = peso específico de la fuerza resistente en kg/m^3
h = altura de columna de carga resistente en m.
k_p = constante de deslizamiento
F_p = fuerza resistente

3) Momento activo

Es el producto de la fuerza activa que actúa sobre el muro por el brazo.

su fórmula es:

$$M_a = \frac{F_a * H}{2}$$

donde:

F_a = fuerza activa en kg
H/2 = brazo donde actúa la fuerza en m
M_a = momento activo en kg-m

c. Chequeos en el muro

Para comprobar si un muro resistirá las fuerzas a las

que será sometido es necesario efectuar algunos chequeos, los cuales son:

1) Volteo

La fórmula para calcular el volteo es:

$$F_s = \frac{M_p}{M_a}$$

donde:

M_p = sumatoria de momentos pasivos
 M_a = sumatoria de momentos activos
 F_s = factor de volteo

El valor del factor debe de ser mayor que 1.5 para que no haya volteo.

2) Deslizamiento

La fórmula para calcularlo es:

$$\text{Deslizamiento} = \frac{F_p * 0.40}{F_a}$$

donde:

F_p = fuerza resistente
 F_a = fuerza activa

Para que el muro no tenga deslizamiento el factor tiene que ser mayor que 1.5

3) Capacidad soporte

Con este chequeo se verifica si el suelo donde se apoya el muro soporta el peso y las diversas fuerzas que actúan.

fórmula:

$$\text{Capacidad soporte} = \frac{2W}{3a}$$

$$a = \frac{M_p - M_a}{W}$$

donde:

W = peso del muro
 M_p = momento pasivo
 M_a = momento activo
 a = factor

C A P I T U L O I X

Desarrollo del proyecto

1. Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua a captar para el proyecto es subterránea, aflora como un brote definido, es adecuada para consumo humano por la cantidad y calidad, anteriormente los vecinos la han utilizado.

a. Calidad:

El agua a utilizar aparentemente es de buena calidad, ya que los vecinos por varias generaciones la han utilizado para el consumo humano y hasta la fecha no se ha provocado enfermedades que afecten a los usuarios. Para comprobar la calidad del agua se efectuaron los análisis biológico y físico-químico en el laboratorio de Química y Microbiología Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la USAC, los resultados de las muestras aparecen en las páginas 48 y 49.

b. Aforo de la fuente

La fuente a captar se llama Las "Lagunas", con el aforo se comprobó el caudal que suministra, para abastecer a las dos comunidades dueñas de la misma.

El método utilizado para el aforo fue el volumétrico. Los objetos utilizados para el mismo son:

una cubeta de 20 litros
un cronómetro.

se efectuaron cinco pruebas, de los cuales se saco el tiempo promedio siendo de 10 segundos.

Utilizando la siguiente fórmula se determinó el caudal que proporciona la fuente.

$$Q = V / t$$

donde:

$$\begin{aligned} t &= 10 \text{ s} \\ V &= 20 \text{ lit} \\ Q &= \text{caudal en lts / s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= 20 \text{ lit} / 10 \text{ s} \\ &= 2.00 \text{ lit} / \text{s} \end{aligned}$$

El caudal que proporciona la fuente es de 2 litros por segundo, el aforo se efectuó en época de estiaje, abril de 1,992.



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

OT. No 8563 EXAMEN BACTERIOLOGICO INF No A-135425

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.E.P.S. Hugo Aguilar Estrada. PROYECTO: Control Calidad del Agua

MUESTRA RECOLECTADA POR: Hugo Aguilar Estrada DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC.

MUESTRA RECOLECTADA EN: Agua Caliente FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 24-11-96;10:00

MUNICIPIO: San Marcos FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: 25-11-96;7:15 hrs

DEPARTAMENTO: San Marcos CONDICIONES DE TRANSPORTE: Sin refrigeración

SABOR: XXXXXXXXXX SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. Cantidad

ASPECTO: Claro CLORO RESIDUAL: -----

OLOR: Inodora

NUMERACION TOTAL DE GERMEÑES

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

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	52	30	9

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

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	37	26	5
RESULTADO	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		340

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm ³	+ + +	+ + +	+ + -
1.0 cm ³	+ - -	+	-
0.1 cm ³	- - -		
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO	NUMERO MAS PROBABLE DE GERMEÑES COLIFORMES/100 cm ³		
			43
			9

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

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

DIRECCION _____

GUATEMALA, 29 de noviembre de 1,996.

A.T.deA/C.G.E. No. 50. Ingeniero César García Director del CII. (48)

LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA ZENON MUCH SANTOS, Químico Col. No. 420, M. Sc. Ing. Sanitaria



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

D.T. No. <u>8563</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF No <u>18005</u>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>21-01-97; 14:00</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Hugo Aguilar</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>22-01-97</u>	
LUGAR: <u>Aldea Agua Caliente</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Las Lagunas</u>		
<u>San Marcos - San Marcos</u>		

INTERESADO: FACULTA DE INGENIERIA - USAC - EPS.

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>2.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>82.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIDEZ <u>1.0 UTN</u>	6. P.H. <u>7.1</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
I. NITROGENO ORGANICO	<u>---</u>	6. CLORO RESIDUAL	<u>---</u>	12. DUREZA	<u>28.0</u>
2. AMONIACO NH3	<u>0.036</u>	7. CLORUROS Cl ⁻	<u>7.0</u>	13. SOLIDOS TOTALES	<u>61.0</u>
3. NITRITOS NO2 ⁻	<u>0.0</u>	8. FLUORUROS F ⁻	<u>0.24</u>	14. SOLIDOS VOLATILES	<u>22.0</u>
4. NITRATOS NO3 ⁻	<u>9.68</u>	9. SULFATOS	<u>8.0</u>	15. SOLIDOS FIJOS	<u>39.0</u>
5. OXIGENO DISUELTO	<u>---</u>	10. HIERRO TOTAL Fe	<u>0.04</u>	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	<u>3.0</u>
		11. MANGANESO Mn	<u>---</u>		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	28.0	28.0

OTRAS DETERMINACIONES: _____

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

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista Físico Químico Sanitario, el agua es Blanda, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001, Guatemala, 27 de enero de 1997.

A.T.S. A/C.G.E. Vº Bº.



Ingeniero César García
 Director del CII.



JEFE DEL LABORATORIO

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

2. Tipo de sistema a utilizar

a. Sistema por gravedad

El sistema se diseñó por gravedad, ya que existe el desnivel necesario para conducir el agua, la fuente está ubicada en una parte alta, mientras la comunidad en la parte baja, con el estudio topográfico se comprobó exactamente la altura disponible.

b. Red de distribución

Por ser el caudal suficiente para abastecer a la población actual y futura, además por existir el desnivel necesario se estimó que el diseño del sistema de distribución sea de conexión domiciliar tipo predial.

3. Período de diseño

El período de diseño para el presente estudio es de 20 años, el tiempo se estimó de acuerdo a los siguientes criterios:

- 1) El caudal que tiene la fuente de agua
- 2) Población actual y futura
- 3) La dotación de agua
- 4) Los criterios de acueductos con los que trabaja UNEPAR (15 a 20 años)

4. Crecimiento poblacional

La población actual de la comunidad es de 338 habitantes, conformada por 58 familias, que da un promedio de 5.82 habitantes por vivienda, datos obtenidos de encuesta realizada, La tasa de crecimiento poblacional para el municipio de San Marcos es de 3.61 según INE 1,982. Para tener en cuenta el crecimiento poblacional se utilizó el método geométrico.

$$Pf = Pa * (1 + t) ^ n$$

donde:

$$\begin{aligned} Pa &= 338 \text{ habitantes (58 casas)} \\ t &= 3.61 \\ n &= 20 \text{ años} \end{aligned}$$

Después de efectuar los cálculos

$$\begin{aligned} \text{la población futura será} &= 686 \text{ habitantes año 2,013.} \\ \text{casas futuras} &= 115 \text{ viviendas} \end{aligned}$$

5. Dotación

La dotación asignada a los vecinos de la comunidad es de 100 litros por habitante por día, caudal que servirá para: higiene personal, higiene de la vivienda, alimentación y otros.

La determinación de éste valor se tomó del estudio socioeconómico, de las visitas realizadas durante el desarrollo del EPS.

Instituciones que trabajan acueductos como: UNEPAR también recomienda para conexión domiciliar tipo predial una dotación de 100 lts/hab/día.

6. Determinación de caudales

Para la determinación del consumo de agua vamos a tomar en consideración los siguientes datos:

dotación	=	100 lts / hab / día
población futura	=	687 hab
período de diseño	=	20 años

Ademas los factores

F día-max	=	1.5
F hora-max	=	2.5

Estos valores se tomaron, porque la comunidad a atender es pequeña; entonces los factores son los máximos de los rangos establecidos.

a. Caudal medio (Q m)

Utilizando la fórmula y los datos señalados

$$\begin{aligned} Q_m &= \frac{\text{Población futura} * \text{dotación}}{\text{día}} \\ &= \frac{687 \text{ hab} * 100 \text{ lts / hab / día}}{86,400 \text{ s / día}} \\ &= 0.80 \text{ lts / s} \end{aligned}$$

El caudal medio para la comunidad de Agua Caliente es de 0.80 litros por segundo.

b. Caudal día máximo (Q día-max)

La fórmula es:

$$Q \text{ día-max} = Q_m * \text{Factor día máximo}$$

datos:

$$Q_m = 0.80 \text{ lts / s}$$

$$F_{d-m} = 1.5$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{día-max}} &= 0.80 \text{ lts / s} * 1.5 \\ &= 1.2 \text{ lts / s} \end{aligned}$$

El caudal de día máximo es de 1.20 litros por segundo

c. Caudal máximo horario ($Q_{\text{max-hor}}$)

La fórmula es:

$$Q_{\text{max-hor}} = Q_m * \text{Factor hora máxima}$$

datos:

$$Q_m = 0.80 \text{ lts / s}$$

$$F_{h-m} = 2.5$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{max-hor}} &= 0.80 \text{ lts / s} * 2.5 \\ &= 2.00 \text{ lts / s} \end{aligned}$$

El caudal máximo horario es de 2.00 litros por segundo.

7. Captación

La captación se construirá en el lugar donde está ubicada la fuente de agua denominada "Las Lagunas", correspondiendo a la estación número uno, con una cota de terreno de 1000.00 metros, dato asumido en el momento de efectuar el levantamiento topográfico y tomado como nivel de referencia, el de la fuente.

El tipo de captación es típica, se construirá en el lugar donde se ubica la fuente, el objetivo es reunir toda el agua, para poder conducirla a una caja de sedimentación, con una cota de piso de 999.50 metros, de donde saldrá a un vertedero construido a continuación de la cortina y caja desarenadora, el cálculo del vertedero se detalla en el siguiente punto.

El caudal que le corresponde a aldea Las Lagunas, es utilizado actualmente para abastecer un tanque público de lavaderos donde acuden vecinos, para efectuar el lavado de ropa.

A continuación del vertedero se colocaron cajas con válvulas de compuerta, para que cada comunidad pueda regular, el caudal que le pertenece, sin tener acceso a la caja de otra comunidad.

8. Cálculo de vertedero

En el cálculo del vertedero, se utilizó la siguiente

fórmula, para un vertedero rectangular.

La fórmula es:

$$Q = C * L * H^{\frac{2}{3}}$$

donde:

- Q = caudal en lts / s
- C = constante
- L = ancho del vertedero en cm
- H = altura de la carga en m.

Se divide el caudal en dos partes, utilizando la fórmula de vertedero rectangular.

Los vertederos se contruirán del mismo material entonces, entonces la constante " C " y las cargas " H " van a ser iguales.

Aplicando la fórmula de vertedero, se calcula para cada una de las comunidades, uno para aldea Agua Caliente y dos para aldea Las Lagunas.

Agua caliente (1)	Las Lagunas (2)
$Q_1 = C_1 * L_1 * H_1^{\frac{2}{3}}$	$Q_2 = C_2 * L_2 * H_2^{\frac{2}{3}}$

despejando

$C_1 = \frac{Q_1}{L_1 * H_1^{\frac{2}{3}}}$	$C_2 = \frac{Q_2}{L_2 * H_2^{\frac{2}{3}}}$
---------------------------------------------	---------------------------------------------

La constante " C " es igual para las dos fórmulas, entonces se puede igualar así.

$$C_1 = C_2$$

De la misma manera la altura " H ", será igual en las fórmulas porque el agua que llegará a los vertederos tendrán el mismo nivel por lo que:

$$H_1 = H_2$$

Como el caudal es el mismo para las dos comunidades, además de presentarse las condiciones anteriores.

$$L_1 = L_2$$

El ancho de los vertederos es 10. cm.

9. Línea de conducción

Esta lo constituye la línea que parte de la captación a los tanques de almacenamiento.

Como la topografía del terreno es quebrada, durante el transcurso de la línea, se estimó la ubicación de cajas con válvulas de limpieza en las partes bajas, y válvulas de aire en las partes altas, las primeras son para evacuar todas las impurezas que lleva el agua, que se acumulan en las partes bajas y las otras para sacar el aire que sube a las lomas.

Para la colocación de la tubería es necesaria una zanja de un ancho de cuarenta centímetros de ancho, con una profundidad de ochenta centímetros. En algunos tramos que presente suelo rocoso, es importante hacer el recubrimiento a la tubería con concreto ciclópeo, para que la tubería esté protegida en todos sus tramos.

Cálculo de línea de conducción

Para el diseño de la línea de conducción, es necesario tener una serie de datos campo y gabinete. Para el diseño de cada ramal aparecen los datos que interesan.

1) Diseño de línea de conducción, de captación, a vertedero dos

Diseño de Estación 1 a Estación 29

Datos:

L = 1,360 m
Q_{día-max} = 1.00 lit / s caudal día máximo

C_i = 1000.00 m cota de captación
C_f = 920.74 m cota final
H = 79.26 m altura disponible

Si se toma una altura de presión de 5 metros en el punto final, entonces la altura disponible se reduce a 74.00 metros.

a) Cálculo de línea de conducción con tubería PVC diámetro de 1 1 / 2 "

Datos:

C = 140 PVC
D = 1 1/2"
k' = 26.12883
Q = 1 lit / s
L = 1,360 m

Aplicando la fórmula de Hazzen-William

$$H_f = 26.12883 * 1,360 \text{ m} * 1 \text{ lit/s}$$

$$H_f = 35.53 \text{ m}$$

La pérdida de carga es de 35.53 metros columna de agua

b) Efectuando un nuevo cálculo con tubería PVC de diámetro de 1 1 / 4 " pulgadas, aplicando la fórmula de Hazen-Williams, utilizando los mismos datos del cálculo anterior a excepción de $k' = 63.26288$ porque el diámetro de la tubería cambia.

$$H_f = 86.04 \text{ m}$$

La pérdida de carga es de 86.04 metros columna de agua.

Al realizar un análisis del cálculo efectuado con las dos tuberías, con la primera de diámetro mayor la pérdida de carga es menor y en con la segundo de diámetro menor, la pérdida de carga es mayor, la altura disponible está en un rango intermedio, entonces el trabajo del diseño consiste en calcular la longitud de tubería de diámetro mayor y menor, para obtener la pérdida de carga de acuerdo a la altura disponible, lo que se persigue con ello es eficiencia y economía.

d. Cálculo de longitud de tuberías de diferentes diámetros

Las dos tuberías del ejemplo anterior no son capaces de obtener la pérdida de carga que se necesita para obtener eficiencia y economía, por ello a continuación se presenta el cálculo para hallar la longitud de las dos tuberías a usar en la línea de conducción del sistema.

fórmula

$$L_2 = L T * \frac{(H_f - H_f 1)}{(H_f 2 - H_f)}$$

datos:

$$L T = 1,360.00 \text{ m}$$

$$H = 74.00 \text{ m}$$

$$H_f 1 = 35.53 \text{ m (tubería diámetro 1 1/2")}$$

$$H_f 2 = 86.04 \text{ m (tubería diámetro 1 1/4")}$$

Aplicando la fórmula:

$$L_2 = 1,360 \text{ m} * \frac{(74.26 \text{ m} - 35.53 \text{ m})}{(86.04 \text{ m} - 35.53 \text{ m})}$$

$$L_2 = 1,042.81 \text{ m}$$

La línea de conducción se efectuará con tubería PVC diámetros de 1 1 / 4", una longitud de 1,043 metros, en su tramo final.

c. Cálculo de la longitud inicial de la tubería de un ramal

Para el cálculo de longitud de la tubería inicial, se utiliza la siguiente fórmula.

$$L_t = L_1 + L_2$$

datos:

$$L_t = 1,360.00 \text{ m}$$

$$L_2 = 1,043.00 \text{ m}$$

realizando la operación

$$L_1 = 317.00 \text{ metros}$$

La línea de conducción finalmente queda así:
317.00 metros con tubería PVC diámetro 1 1/2"
1,043.00 metros con tubería PVC diámetro 1 1/4"
Ambas tuberías serán de 160 psi.

10. Cálculo de vertedero número dos

Para la distribución del caudal de conducción a los tanques de almacenamiento, se efectuó por medio del diseño de un vertedero, donde se distribuye el agua a los beneficiarios por medio de la línea de distribución.

A continuación se presentan los resultados de los datos operados, utilizando la fórmula para vertederos rectangulares.

Datos:

$$\text{Caudal línea de conducción} = 1.00 \text{ lit / s}$$

Ramal uno

Ramal dos

$$\text{Viv. actuales} = 18$$

$$\text{Viv. actuales} = 39$$

$$\text{Caudal uno} = 0.32 \text{ lit/s}$$

$$\text{Caudal dos} = 0.68 \text{ lit/s}$$

El material para los dos vertederos será de concreto por lo que la constante "C" será igual para las dos y la altura "H" también.

Efectuando los cálculos se tiene:

El ancho del vertedero para el ramal dos con un caudal de

0.68 lit / s es de 10 centímetros.

Ancho del vertedero uno para caudal 0.32 lit / s es de 4.70 centímetros.

11. Diseño de línea de conducción de vertedero dos a tanque de almacenamiento uno

Para el tanque de almacenamiento uno se efectuó el diseño de una línea de conducción, de la caja de vertedero dos a el tanque de almacenamiento.

Datos:

Caudal = 0.32 lit / s
Longitud = 440 m
Cota inicial = 920.74 m
Cota final = 857.32 m

Cálculos:

H = 63.42 metros es la altura disponible
Diseñando el ramal con tubería de PVC diametro de 1"

K' = 186.7078

Despues de efectuar los cálculos
La pérdida de carga = 11.16 metros
cota piezométrica = 909.58 metros punto final

12. Red de distribución

Es el sistema que reparte el agua, de los tanques de almacenamiento a las viviendas, por medio de los ramales.

Para el diseño del proyecto se dividió en dos ramales principales, por lo que a cada ramal se le construyó su respectivo tanque de almacenamiento, para efectuar la distribución de una forma adecuada.

El primer tanque es el que reparte agua a los vecinos del centro de la comunidad, el caudal medio que necesita la comunidad para abatecerse es de 0.80 lit / s, pero como se divide en dos ramales, según el número de beneficiarios, se tendrá que el caudal medio en ramal uno es de 0.55 lit / s y 0.25 lit / s para el ramal dos.

a. Diseño de ramal número uno

1) De Estación 37 a Estación 42

Datos de diseño:

viviendas actuales	=	19
viviendas futuras	=	39
factor de hora máximo	=	2.5
dotación	=	100 lit/hab/d
longitud de ramal	=	900 m
cota inicial	=	857.42 m
cota final	=	781.94 m
caudal medio	=	0.27 lit/s

Efectuando cálculos y diseñando

$$\text{Caudal hora máxima} = (0.27 \text{ lit/s}) * 2.5 = 0.68 \text{ lit/s}$$

El caudal de hora máxima es de 0.68 litros por segundo

Tipo de tubería	=	PVC
Diámetro	=	1 1 / 4 "
Constante K'	=	63.26288
pérdida de carga	=	25.66 metros
cota piezométrica	=	831.76 metros en estación 42
Presión estática	=	49.82 metros columna de agua en estación 42

2) Diseño del último tramo ramal 1 de Estación 42 a Estación 43

El tramo final de ese ramal abastecerá a 6 viviendas actuales.

Datos:

longitud	=	80 m
caudal	=	0.16 lit / s
número viv.	=	6 viviendas
cota inicial	=	781.94 m
cota final	=	779.01 m
tipo de tubería	=	PVC
diámetro	=	1"
constante K'	=	186.7078

De los cálculos se obtiene:

Pérdida de carga	=	0.50 metro
Cota piezométrica	=	830.66 metros estación 43
Presión estática	=	51.65 metros columna de agua

b. Diseño del ramal número dos

1) Diseño de Estación 29 a Estación 31

El caudal medio de ese ramal es de 0.55 lit / s según cálculo efectuado anteriormente. El diseño del ramal se efectuó con varios diámetros de tuberías y a continuación se presentan los resultados:

Datos:

número de beneficiarios = 39 viviendas actuales
caudal medio = 0.55 lit / s
longitud tramo = 100 m
cota inicial = 920.74 m
cota final = 907.09 m
factor hora máxima = 2.5

efectuando cálculos y diseñando:

caudal hora máxima = 1.37 lit/s
tipo de tubería = PVC
diámetro = 2"
constante K' = 6.473916

La pérdida de carga = 1.12 m
Cota piezométrica = 919.62 metro en estación 31
Presión estática = 12.53 metros columna de agua.

2) Diseño de estación 31 a estación 33

Datos:

longitud = 260 m
caudal medio = 0.28 lit/s
cota inicial = 907.09 m
cota final = 853.00 m
factor hora máxima = 2.5

De diseño y cálculos:

caudal hora máxima = 0.71 lit / s
diámetro = 1 1 / 2 "
tubería = PVC
constante K' = 63.26
pérdida de carga = 3.65 m
cota piezométrica = 914.16 m
presión estática = 61.16 m

3) Diseño del tramo final de ese ramal
Estación 33 a Estación 34

Datos:

longitud = 140 m
caudal medio = 0.12 lit / s
cota terreno inicial = 853.00 m
cota terreno final = 837.04 m
número de viviendas = 6 casas
factor hora máxima = 2.5

Cálculo y diseño:

caudal hora máxima = 0.30 lit / s
tipo de tubería = PVC
diámetro = 1"
constante K' = 186.1246

Pérdida de carga = 2.80 m
Presión estática = 74.3 metros columna de agua.

c. Diseño de sub-ramal uno de ramal dos

1) Diseño de ramal de estación 31 a estación 35A

Datos:

longitud = 180.00 m
número de viviendas = 12 casas
caudal medio = 0.16 lit / s
cota terreno inicial = 907.09 m
cota terreno final = 877.00 m
factor hora máxima = 2.5

De diseño y cálculo:

caudal hora máxima = 0.40 lit / s
tipo de tubería = PVC
diámetro de tubería = 1 1 / 4 "
constante K' = 63.26288

Pérdida de carga = 2.09 m
Cota piezométrica = 17.53 m
presión estática = 40.53 metros columna de agua.

2) Diseño del tramo del Ramal Estaciones 35 a 35A

Datos:

vivienda = 5 viviendas
longitud = 80 m.
caudal = 0.09 lit/s
cota inicial = 877.00 m
cota final = 870.94 m
factor hora máxima = 2.5

Cálculo y diseño:

Diámetro	=	1 "
Tipo de Tubería	=	PVC
Caudal hora máxima	=	0.24 lit / s
Constante de tubería K'	=	186.12345
Pérdida de carga	=	2.09 m
cota pizométrica	=	915.44 m
presión estática	=	44.50 metros columna de agua.

13. Tanques de almacenamiento

En el desarrollo del presente proyecto, se estimó el diseño de dos tanques de almacenamiento, los que se diseñaron con concreto ciclópeo.

a. Cálculo de tanque de almacenamiento ramal uno

En este ramal la población a beneficiar es de 15 familias, el caudal medio calculado es 0.27 litros por segundo.

Aplicando la fórmula para hallara el volumen de almacenamiento.

$$\text{Volumen de almacenamiento} = (Q m) * (t) * (\%)$$

datos:

caudal medio	=	0.27 lts / s
tiempo de almacenamiento	=	86,400 s (día)
% de almacenamiento	=	30 %

efectuando los cálculos:

$$\begin{aligned} \text{Volumen de almacenamiento} &= \\ & (0.27 \text{ lts/s}) * (86,400 \text{ s / día}) * (30 \%) \\ & = 7,000 \text{ lts } \approx 7.00 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Las medidas que tendrá el tanque de almacenamiento son:

largo	=	2.50 m
ancho	=	2.50 m
altura	=	1.40 m

Este tanque se construirá de concreto ciclopeo.

b. Cálculo del tanque de almacenamiento dos

Este tanque abastecerá a la población ubicada en el ramal dos formado por 30 familias, el caudal medio es de 0.53 litros por segundo, para el cálculo se sigue la misma mecánica que el anterior.

datos:

caudal medio	=	0.53 lit / s
día	=	86,400 s
% de almacenamiento	=	30 % del caudal medio

Aplicando la fórmula

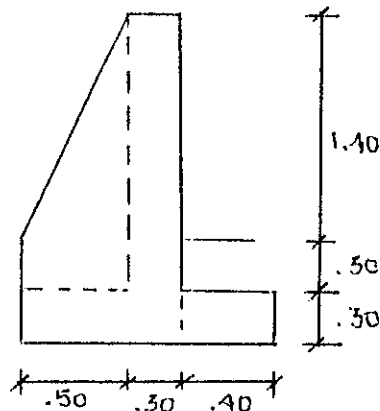
$$\begin{aligned} \text{Volumen de almacenamiento} &= 0.53 \text{ lit/s} * 86,400 \text{ s} * 30 \% \\ &= 13,737 \text{ lts } \acute{o} \text{ } 14.0 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Dimensiones del tanque de almacenamiento:

largo	=	3.30 m
ancho	=	3.30 m
alto	=	1.40 m

c. Cálculo de muro de concreto ciclópeo

El muro a diseñar tendrá las siguientes dimensiones:



El momento crítico para el diseño del muro es cuando el tanque esté completamente lleno de agua, por ser un tipo de tanque superficial.

Para calcular de una forma más fácil el peso, área, centro de gravedad y momento del muro, se dividió en partes geométricas, mismas que aparecen resumidas en la siguiente tabla. Los valores de los pesos específicos del agua y concreto ciclópeo fueron de 1,000.00 y 2,200.00 kg / m³.

No.	Figura	Area (m ²)	x (m)	r (kg/m ³)	w (kg)	M (kg/m ³)
1	triángulo	0.375	0.333	2,200	825.00	274.00
2	rectang.	0.630	0.650	2,200	1386.00	901.00
3	rectang.	0.300	0.250	2,200	660.00	165.00
4	rectang.	0.120	1.000	2,200	264.00	264.00
					3135.00	1604.00

de donde:

- Area = el área de cada una de las figuras que descomponen el muro en m²
x = centro de gravedad de cada figura geométrica en m.
r = peso específico del concreto ciclópeo en kg / m³
w = peso producto del volúmen por el peso específico de cada figura geométrica por un metro de ancho en kg.
M = momento producido por cada peso de sección del muro en kg-m.

El peso del muro, de un metro de ancho, con las dimensiones señaladas en la figura es de 3,135 kilogramos, el momento que produce es de 1,604 kilogramos-metro.

1) Fuerza activa

Es la fuerza crítica que actúa sobre el muro, cuando el tanque está completamente lleno y es producida por la columna de agua.

La fórmula para el cálculo es:

$$F_a = \frac{r * H * K_a}{2}$$

donde:

- r = 1000 kg / m³ (peso específico del agua)
H = 1.30 m (altura de la columna de agua actuante)
K_a = 1 (constante de deslizamiento del agua)

$$F_a = \frac{1000 \text{ kg/m}^3 * 1.30 \text{ m} * 1}{2}$$

$$= 845 \text{ kg}$$

La fuerza activa es de 845 kilogramos

2) Momento activo

Este momento actúa en la parte interior del tanque a una distancia de $h/3$ del nivel de piso.

Fórmula:

$$Ma = Fa * \left(\frac{h}{3} + 0.60 \right)$$

$$Fa = 845 \text{ kg}$$

$$h = 1.30 \text{ m}$$

$$Ma = ?$$

Operando:

$$Ma = 845 \text{ kg} * \left(\frac{1.30}{3} + 0.60 \right)$$

$$= 873 \text{ kg-m}$$

El momento activo que actúa sobre el muro es de 873 kilogramos-metro.

3) Chequeo del Muro

a) Volteo

Aquí se comprueba si el muro resiste el volteo a que es sometido, por las fuerzas que actúan.

Fórmula:

$$Fs = \frac{Mp}{Ma}$$

donde:

$$Mp = 1604 \text{ kg-m}$$

$$Ma = 1050 \text{ kg-m}$$

$$Fs = \text{Factor de volteo}$$

$$Fs = \frac{1604 \text{ kg-m}}{1050 \text{ kg-m}}$$

$$= 1.52 > 1.50$$

El muro resiste el volteo, porque el factor es mayor que 1.50.

b) Deslizamiento

Este chequeo se efectúa para comprobar si el muro es deslizado por las diferentes fuerza que sobre él actuan.

La fórmula para el cálculo es:

$$\text{Dez} = \frac{F_p * 0.40}{F_a}$$

donde:

$$F_p = 3135$$

$$F_a = 845$$

efectuando la operación

$$\text{Dez} = \frac{3135 * 0.40}{845}$$

$$= 1.52$$

El muro no se deslizará, el factor es mayor que el mínimo recomendado.

c) Capacidad soporte

Con este cálculo se comprueba si el suelo soporta el peso del muro y del agua.

Las fórmulas utilizadas son:

$$a = \frac{M_p - M_a}{W}$$

$$P = \frac{2 W}{3 a}$$

donde:

$$M_p = 1604 \text{ kg-m}$$

$$M_a = 873 \text{ kg-m}$$

$$W = 3135 \text{ kg}$$

Operando fórmulas

$$a = 0.23 \text{ m}$$

$$P = 8,903 \text{ kg}$$

El muro de los dos tanques de almacenamiento tendrá las dimensiones que se tomaron al inicio, porque cumple con los chequeos exigidos.



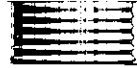
C O N C L U S I O N E S

1. Con la construcción del sistema de Alcantarillado Sanitario, se logró mejorar las condiciones de salud de 312 habitantes de la 14a. Avenida "B" Zona 5 de la ciudad de San Marcos y se espera mejorar el ornato del área.
2. La construcción del acueducto para la aldea Agua Caliente del municipio de San Marcos , beneficiará a 338 vecinos de la comunidad.
3. Con el proyecto de agua potable para la aldea Agua Caliente, los vecinos de la comunidad tendrán un ahorro económico de noventa y dos mil quetzales anuales, producto del acarreo actual del agua.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso adecuado del alcantarillado (como no tirar sólidos al sistema), a los habitantes de la 14a. Avenida "B" Zona 5, para que el proyecto dure el tiempo diseñado.
2. Se recomienda a la municipalidad de San Marcos, la ejecución inmediata del acueducto para la aldea Agua Caliente.
3. Se recomienda a los vecinos de aldea Agua Caliente que el proyecto lo realicen en forma bipartita, de manera que la municipalidad proporcione los materiales no locales, la mano de obra calificada, y los vecinos los materiales locales así como la mano de obra no calificada.
4. Se recomienda a los vecinos de Aldea Agua Caliente, darle un tratamiento al agua del sistema, se sugiere que sea con hipoclorito de sodio.
5. Se recomienda a la Universidad de San Carlos de Guatemala y a su facultad de Ingeniería, que se impulse el programa del EPS, ya que contribuye al desarrollo de proyectos comunitarios, especialmente aquellos que sean del área de saneamiento.



B I B L I O G R A F I A

FUENTES SIGUENZA Enrique, Diseño de drenaje sanitario
Canton Xeul Quetzaltenango, Tesis Ingeniería Civil.
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de
Guatemala, 1,993

REYES GRAMAJO Francisco, Cuadernos de apuntes curso de
Ingeniería Sanitaria II, Facultad de Ingeniería,
U.S.A.C. 1,991

PULUC RECINOS Fernando, Diseño del sistema de abastecimiento
de Agua Potable, Caserío María Cecilia Sibinal San
Marcos, Tesis de Ingeniería Civil, Facultad de
Ingeniería, U.S.A.C. 1,991

RANALD V. GILES, Mecánica de Fluidos e Hidráulica
Serie de Compendios Shaum, Colombia, 1,983.



1. TABLAS DEL CALCULO HIDRAULICO DEL DRENAJE SANITARIO



DATOS TOPOGRAFICOS DEL TERRENO

CALCULO DE ALCANTARILLADO

POBLACION: 14a. Avenida B Zona 5

MUNICIPIO: San Marcos

DEPARTAMENTO: San Marcos

SISTEMA: Sanitario

CALCULO: Hugo Aguilar

REVISO: Ing. Hugo Bosque

FECHA: marzo de 1,993

DE P.V. No.	A P.V. No.	COTA DE TERRENO		LONGITUD HORIZONTAL (m)		PEND. TERRENO (%)
		INICIO	FINAL	LOCAL	ACUMULAD	
1	2	121.60	118.67	59.35	59.35	4.94
2	3	118.67	116.40	75.60	134.95	3.00
3	4	116.40	114.20	86.50	221.45	2.54
4	5	114.20	112.87	33.15	254.60	4.01
5	6	112.87	111.29	42.90	297.50	3.68
6	7	111.29	112.47	33.20	330.70	-3.55
7	8	112.47	110.58	45.85	376.55	4.12
8	9	110.58	106.31	56.30	432.85	7.58
9	10	106.31	102.31	40.00	472.85	10.00
10	P.V. E	102.38	100.00	47.15	520.00	5.05

COPIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

DATOS DE POBLACION

CALCULO DE ALCANTARILLADO

POBLACION: 14a. Avenida B Zona 5

MUNICIPIO: San Marcos

DEPARTAMENTO: San Marcos

SISTEMA: Sanitario

CALCULO: Hugo Aguilar

REVISO: Ing. Hugo Bosque

FECHA: marzo de 1,993

DE P.V. No.	A P.V. No.	No. DE CASAS		POBLACION ACUMULADA	FACTOR DE HARMON
		LOCAL	ACUMULAD		
1	2	6.00	6.00	36.00	4.34
2	3	8.00	14.00	84.00	4.31
3	4	9.00	23.00	138.00	4.30
4	5	3.00	26.00	156.00	4.39
5	6	4.00	30.00	180.00	4.37
6	7	4.00	34.00	204.00	4.37
7	8	4.00	38.00	228.00	4.37
8	9	8.00	46.00	276.00	4.31
9	10	3.00	49.00	294.00	4.39
10	P.V. E	3.00	52.00	312.00	4.39

DISEÑO HIDRAULICO

CALCULO DE ALCANTARILLADO

POBLACION: 14a. Avenida B Zona 5

MUNICIPIO: San Marcos

DEPARTAMENTO: San Marcos

SISTEMA: Sanitario

CALCULO: Hugo Aguilar

REVISO: Ing. Hugo Bosque

FECHA: marzo de 1,993

DE P.V. No.	A P.V. No.	VELOCIDAD		RELACIONES HIDRAULICA			ALTUDA DE POZO (m)
		DE DISEÑO	DE CAUDA LLENO	q/Q	v/V	d/D	
1	2	0.58	1.95	0.0076	0.2970	0.0629	1.40
2	3	0.60	1.83	0.0100	0.3270	0.0725	1.42
3	4	0.65	1.67	0.0189	0.3880	0.0950	1.47
4	5	0.86	2.40	0.0148	0.8600	0.0850	1.86
5	6	0.81	2.03	0.0200	0.4000	0.1000	1.94
6	7	0.61	1.29	0.0360	0.4700	0.1300	1.98
7	8	0.65	1.37	0.0700	0.5770	0.1800	3.71
8	9	1.16	2.35	0.0260	0.4300	0.1100	2.33
9	10	1.33	3.20	0.0200	0.4010	0.1000	1.49
10	P.V. E	1.07	2.38	0.0300	0.4500	0.1200	1.57

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

INTEGRACION DEL CAUDAL NEGRO

CALCULO DE ALCANTAFILLADO

POBLACION: 14a. Avenida B Zona 5

MUNICIPIO: San Marcos

DEPARTAMENTO: San Marcos

SISTEMA: Sanitario

CALCULO: Hugo Aguilar

REVISO: Ing. Hugo Bosque

FECHA: marzo de 1,993

DE P.V. No.	A P.V. No.	CAUDAL TOTAL		PENDIENTE DE TUBERIA %	DIAMETRO EN PULGADA	COTA INVER	
		Q _{dom.} + Q _{inf} + Q _{con-ill}				INICIO	INICIO
		ACTUAL	FUTURA				
1	2	0.269	0.749	5.00	6"	120.20	117.30
2	3	0.626	1.736	3.00	8"	117.25	114.98
3	4	1.027	2.844	2.50	8"	114.93	112.77
4	5	1.158	3.221	5.20	8"	112.72	111.00
5	6	1.339	3.727	3.70	8"	110.93	109.36
6	7	1.518	4.232	1.50	8"	109.31	108.81
7	8	1.699	4.739	1.00	8"	108.76	108.30
8	9	2.053	5.724	6.00	8"	108.25	104.87
9	10	2.191	6.105	9.90	8"	104.82	100.86
10	P.V. E	2.330	6.486	4.70	8"	100.81	98.60

2. PRESUPUESTO DE DRENAJE SANITARIO 14a. AVENIDA B ZONA 5



**RESUMEN DE MATERIALES POR
ESTRUCTURAS
DRENAJE SANITARIO 14a AVENIDA B ZONA 5**

RESUMEN DE MATERIALES LINEA CENTRAL					
No.	CANTIDA	UNIDAD	DESCRIPCION	% DESPE	TOTAL
1	520	Tubo	De cemento ϕ 8"	10.00	572.00
2	40	saco	Cemento gris	7.00	43.00
3	3.73	m ^ 3	Arena de río	18.00	4.50
4	2127	Unidad	Ladrillo de barro cosido 23x11x6.5cm.	10.00	2340.00

RESUMEN DE CANDELA MAS BRAZO DOMICILIAR					
No.	CANTIDA	UNIDAD	DESCRIPCION	% DESPE	TOTAL
1	52	Tubo	De cemento de ϕ 16"	20.00	60.00
2	312	Tubo	De cemento de ϕ 6"	10.00	343.00
3	42	Saco	Cemento gris	7.00	45.00
4	2.8	m ^ 3	Arena de río	18.00	3.30
5	2.3	m ^ 3	Piedrín de 3/4"	10.00	2.50
6	380	Unidad	Ladrillo barro cosido 23x11x6.5	10.00	420.00
7	30.7	Varilla	Hierro corrugado G-40 ϕ 3/8"	6.00	33.00
8	25	Libra	Alambre de amarre calibre 18	10.00	28.00

RESUMEN DE POZO DE VISITA					
No.	CANTIDA	UNIDAD	DESCRIPCION	% DESPE	TOTAL
1	151	Saco	Cemento gris	7.00	162.00
2	13	m ^ 3	Arena de río	18.00	15.00
3	6	m ^ 3	Piedrín 3/4"	10.00	6.50
4	8492	Unidad	Ladrillo barro cosido 23x11x6.5	10.00	9340.00
5	20	Varilla	Hierro liso G-40 ϕ 1/4"	6.00	21.00
6	40	Varilla	Hierro Corrugado G-40 ϕ 3/8"	6.00	42.00
7	10	Libra	Alambre de amarre calibre 18	10.00	11.00

PRESUPUESTO DE HERRAMIENTAS
 PROYECTO DRENAJE SANITARIO
 14a. AVENIDA "B" ZONA 5 SAN MARCOS
 (Costos expresado en Q)

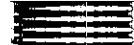
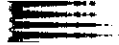
No.	CANTIDA	UNIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	30.00	Piocha	Con sus cabos	23.00	690.00
2	30.00	Pala	Redondas	28.00	840.00
3	20.00	Azadon	De 2 1/2 libras con cabos	26.00	520.00
4	15.00	Cubeta	Concreteras	6.00	90.00
5	10.00	Coba	Con sus cabos	23.50	235.00
6	2.00	Almadana	De 4 libras	23.30	46.60
7	10.00	Carretilla	De mano	142.00	1420.00
8	3.00	Barreta	De 5'	70.00	210.00
9	3.00	Cinzel	de 2" * 8"	31.00	93.00
10	2.00	Manguera	De 30 yardas de $\phi = 1/2"$	48.00	96.00
11	2.00	Manguera	De 20 yardas transparente $\phi = 1/2"$	48.00	96.00
12	1.00	Cinta	Métrica de 30 metros de longitud	72.00	72.00
13	5.00	Rollo	De pita de albañil de 100 yardas	8.00	40.00
14	5.00	Manila	de 12 yardas de $\phi = 1/2"$	15.00	75.00
15	5.00	Cerrucho	de 20" de largo	40.00	200.00
16	5.00	Martillo	De golpe de 1 1/2 libra	17.50	87.50
17	5.00	Cuchara	De albañil No. 6	45.00	225.00
18	10.00	Lápiz	De carpintero	2.00	20.00
19	5.00	Nivel	De mano de 12"	33.20	166.00
20	5.00	Martillo	De uña	30.00	150.00
21	5.00	Escuadra	de 12"	20.00	100.00
22	5.00	Tenaza		8.00	40.00
23	5.00	Aro	Para ceguetas	20.00	100.00
24	15.00	Cierra	Boira acero-plata	5.50	82.50
25	2.00	Par	Grifas de $\phi = 3/8"$	18.00	36.00
26	2.00	Par	Grifas de $\phi = 1/4"$	18.00	36.00
27	5.00	Hachuelo		19.00	95.00
28	4.00	Yarda	Cedazo calibre 16	19.00	76.00
29	5.00	Cinta	Metricas de 5 metros	20.00	100.00
30	5.00	Plomada	De punta de 16 onzas	48.00	240.00
31	5.00	Plancha	Metálica de 8"	25.00	125.00
32	0.25	Galón	Pintura de aceite roja	60.00	15.00
T O T A L					6417.6

PRESUPUESTO DE MATERIALES
PROYECTO DRENAJE SANITARIO
14a. AVENIDA "B" ZONA 5 SAN MARCOS
(Cantidad expresada en Quetzales)

No.	CANTIDA	UNIDAD	DESCRIPCION	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	60.00	Tubo	De cemento de ϕ 16"	25.00	1500.00
2	572.00	Tubo	De cemento de ϕ 8"	9.50	5434.00
3	343.00	Tubo	De cemento de ϕ 6"	6.50	2229.50
4	250.00	Saco	Cemento gris	18.00	4500.00
5	23.00	Metro ^3	Arena de río	35.00	805.00
6	9.00	Metro ^3	Piedrín de 3/4'	40.00	360.00
7	1.00	Quintal	Hierro de ϕ 1/4" G-40	90.00	90.00
8	6.00	Quintal	Hierro corrugado de ϕ 3/8" G-40	90.00	540.00
9	10.00	Libra	Clavo de 3 "	2.00	20.00
10	10.00	Libra	Clavo de 2 "	2.00	20.00
11	11800.00	unidad	Ladrillo de barro cosido 23*11*6.50cm	0.35	4130.00
12	40.00	Libra	Alambre de amarre	2.00	80.00
13	35.00	Tabla	Pino rústico de 1**12**9'	1.50	52.50
14	5.00	Madera	Pino rústico de 1**2**7'	1.50	7.50
15	4.00	Unidad	Madera pino rústico 2**1**7'	1.50	6.00
T O T A L					19774.5



3. PRESUPUESTO DE ACUEDUCTO ALDEA AGUA CALIENTE



Listado de Materiales
Proyecto Agua Potable
Aldea Agua Caliente San Marcos
CAPTACION
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	1.00	Abrazadera	Galvanizada de \varnothing 3"	2.50	2.50
2	13.00	Bolsa	Cal hidratada	19.00	247.00
3	1.00	Candado	Yale 40 milímetros	46.00	46.00
4	0.03	Galón	Pintura anticorrosiva	65.00	1.95
5	0.03	Galón	PVC cemento solvente	219.33	6.58
6	1.00	Libra	Clavo de 2"	2.50	2.50
7	1.00	Libra	Clavo de 4"	2.50	2.50
8	3.00	Libra	Alambre de amarre	2.50	7.50
9	1.50	Libra	Grapa para cerca de 1 1/4"	2.50	3.75
10	0.75	Metro ^3	Piedrin de 3/4"	80.00	60.00
11	1.50	Metro ^3	Arena amarilla	60.00	90.00
12	0.75	Metro ^3	Arena de río	110.00	82.50
13	3.00	Metro ^3	Piedra bola	30.00	90.00
14	6.00	Regla	Pino rústico 2" x 4" x 9'	18.00	108.00
15	0.50	Rollo	Alambre espigado AG-400	110.00	55.00
16	12.00	Saco	Cemento gris	29.00	348.00
17	15.00	Tabla	Pino rústico 1" x 12" x 9'	22.00	330.00
18	1.00	Tapón	PVC hembra de \varnothing 3"	10.35	10.35
19	2.00	Tubo	PVC de 160 psi \varnothing 3"	97.21	194.42
20	10.00	Varilla	Hierro corrugado G-40 \varnothing 3/8"	9.00	90.00
21	0.20	Yarda	Malla galvanizada de 3/16"	10.00	2.00
T O T A L					1778.05

Listado de Materiales
Proyecto Agua Potable
Aldea Agua Caliente San Marcos
5 VALVULAS DE LIMPIEZA
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	6.00	Adaptador	PVC macho de \varnothing 1 1/4"	2.50	15.00
2	3.00	Bolsa	Cal hidratada	19.00	57.00
3	3.00	Candado	Yale de 40 milímetros	46.00	138.00
4	0.06	Galón	Permetex negro	325.00	19.50
5	0.06	Galón	Pintura anticorrosiva	65.00	3.90
6	0.45	Metro ^3	Arena amarilla	75.00	33.75
7	0.30	Metro ^3	Arena de río	110.00	33.00
8	0.02	Metro ^3	Piedrín de 3/4"	60.00	1.20
9	0.45	Metro ^3	Piedra bola	30.00	13.50
10	3.00	Saco	Cemento gris	29.00	87.00
11	1.00	Libra	Alambre de amarre calibre 16	2.50	2.50
12	1.00	Libra	Clavo de 3"	2.50	2.50
13	8.00	Tabla	Pino rústico de 1" x 12" x 9'	22.00	176.00
14	3.00	Tee	PVC de \varnothing 1 1/4"	4.54	13.62
15	2.00	Tubo	PVC 160 psi de \varnothing 1 1/4"	21.95	43.90
16	3.00	Válvula	De compuerta de 1 1/4"	65.00	195.00
17	9.00	Varilla	Hierro corrugado G-40 de \varnothing 3/8"	9.00	81.00
T O T A L					916.37

Listado de Materiales
Proyecto Agua Potable
Aldea Agua Caliente San Marcos
5 VALVULAS DE AIRE
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	5.00	Adaptador	PVC macho de ϕ 2"	4.00	20.00
2	5.00	Adaptador	PVC hembra de ϕ 2"	4.02	21.00
3	5.00	Bolsa	Cal hidratada	19.00	95.00
4	5.00	Candado	Yale 40 milímetros	46.00	230.00
5	0.15	Galón	PVC cemento solvente	220.00	33.00
6	0.15	Galón	Pintura anticorrosiva	65.00	9.75
7	0.75	Metro ^3	Arena amarilla	75.00	56.25
8	0.50	Metro ^3	Arena de río	110.00	55.00
9	0.25	Metro ^3	Piedrín de 3/4"	60.00	15.00
10	0.75	Metro ^3	Piedra bola	30.00	22.50
11	1.50	Libra	Alambre de amarre calibre 16	2.50	3.75
12	1.50	Libra	Clavo de 3"	2.50	3.75
13	5.00	Saco	Cemento gris	29.00	145.00
14	5.00	Unidad	Pelota de hule de ϕ 1 1/2"	2.50	12.50
15	12.00	Tabla	Pino rústico de 1" x 12" x 9'	22.00	264.00
16	5.00	Tapón	PVC hembra de ϕ 1/2"	0.85	4.25
17	5.00	Tee	PVC de ϕ 1 1/4" a ϕ 1/2"	0.85	4.25
18	12.00	Varilla	Hierro corrugado G-40 de ϕ 3/8	9.00	108.00
19	10.00	Reductor	PVC bushing de ϕ 2" a ϕ 1/2"	4.45	44.50
T O T A L					1148.10

Listado de Materiales
Acueducto aklea Agua Caliente S.M.
2 VERTEDEROS
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitari	Costo Total
1	2.00	Abrazadera	Galvanizada de ϕ 2"	2.50	5.00
2	2.00	Adaptador	PVC macho de ϕ 3"	15.49	30.98
3	2.00	Adaptador	PVC macho de ϕ 2"	4.00	8.00
4	4.00	Adaptador	PVC macho de ϕ 1 1/2"	2.88	11.52
5	2.00	Adaptador	PVC macho de ϕ 1 1/4"	2.20	4.40
6	2.00	Adaptador	PVC macho de ϕ 1"	1.84	3.68
7	40.00	Bolsa	Cal hidratada	19.00	760.00
8	12.00	Candado	Yale de 40 milímetros	46.00	552.00
9	2.00	Codo	PVC G-90 de ϕ 3"	23.70	47.40
10	2.00	Codo	PVC G-90 de ϕ 1 1/4"	3.93	7.86
11	10.00	Codo	PVC G-90 de ϕ 2"	6.52	65.20
12	4.00	Codo	PVC G-90 de ϕ 1 1/2"	4.11	16.44
13	2.00	Codo	PVC G-90 de ϕ 1"	1.23	2.46
14	0.10	Galón	Permatex negro	325.00	32.50
15	0.12	Galón	Pintura anticorrosiva roja	65.00	7.80
16	0.10	Galón	PVC cemento solvente	220.00	22.00
17	12.00	Libra	Alambre de amarre	2.50	30.00
18	6.00	Libra	Clavo de 2"	2.50	15.00
19	4.00	Libra	Clavo de 4"	2.50	10.00
20	3.00	Libra	Grapa para cerca de 1 1/4"	2.50	7.50
21	2.00	Metro ^3	Arena de río	110.00	220.00
22	4.00	Metro ^3	Arena amarilla	75.00	300.00
23	6.00	Metro ^3	Piedra bola	30.00	180.00
24	1.50	Metro ^3	Piedrín de 3/4"	60.00	90.00
25	12.00	Regla	Pino rústico 3" x 4" x 9"	18.00	216.00
26	1.00	Rollo	Alambre espigado AG-400	110.00	110.00
27	60.00	Saco	Cemento gris	29.00	1740.00
28	40.00	Tabla	Pino rústico 1" x 12" x 9"	22.00	880.00
29	2.00	Tapón	PVC hembra de ϕ 1 1/2"	2.39	4.78
30	1.00	Tapón	PVC hembra de ϕ 2"	3.10	3.10
31	1.00	Tapón	PVC hembra de ϕ 1"	1.57	1.57
32	4.00	Tee	PVC de ϕ 2"	5.55	22.20
33	6.00	Tubo	PVC 160 psi de ϕ 2"	44.41	266.46
34	4.00	Tubo	PVC 160 psi de ϕ 1 1/2"	28.43	113.72
35	2.00	Tubo	PVC 160 psi de ϕ 1"	16.04	32.08
36	1.00	Válvula	De compuerta bronce de 3"	250.00	250.00
37	1.00	Válvula	De compuerta bronce de 2"	225.00	225.00
38	2.00	Válvula	De compuerta bronce de 1 1/2"	85.00	170.00
39	1.00	Válvula	De compuerta bronce de 1 1/4"	65.00	65.00
40	1.00	Válvula	De compuerta bronce de 1"	40.00	40.00
41	32.00	Varilla	Hierro corrugado G-40 de ϕ 3/8"	9.00	288.00
43	0.40	Yarda	Malla galvanizada 3/16"	10.00	4.00
T O T A L					6896.65

Listado de Materiales
 Proyecto Agua Potable
 Aldea Agua Caliente San Marcos
 TANQUE DE ALMACENAMIENTO 14 METROS CUBICOS
 (cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	1.00	Abrazadera	Galvanizada de \varnothing 2"	2.50	2.50
2	6.00	Adaptador	PVC macho de \varnothing 2"	4.00	24.00
3	2.00	Adaptador	PVC macho de \varnothing 1 1/4"	2.20	4.40
4	120.00	Bolsa	Cal hidratada	19.00	2280.00
5	4.00	Candado	Yale de 40 milímetros	46.00	184.00
6	2.00	Codo	PVC 90-G de \varnothing 2"	6.52	13.04
7	3.00	Codo	PVC 45-G de \varnothing 1 1/4"	4.66	13.98
8	0.06	Galón	Pintura anticorrosiva roja	65.00	3.90
9	0.03	Galón	PVC cemento solvente	220.00	6.60
10	0.03	Galón	Permatex negro	325.00	9.75
11	24.00	Libra	Alambre de amarre calibre 18	2.50	60.00
12	5.00	Libra	Clavo de 3"	2.50	12.50
13	6.00	Libra	Clavo de 4"	2.50	15.00
14	1.50	Libra	Grapa para cerco	2.50	3.75
15	17.00	Metro ^3	Arena amarilla	75.00	1275.00
16	3.00	Metro ^3	Arena de río	110.00	330.00
17	32.00	Metro ^3	Piedra bclá	30.00	960.00
18	2.00	Metro ^3	Piedrín de 3/4"	60.00	120.00
19	1.00	Niple	HG tipo ligero 2" x 0.30 m	45.00	45.00
20	33.00	Regla	Pino rústico 3"x4"x9'	18.00	594.00
21	0.50	Rollo	Alambre espigado AG-400	110.00	55.00
22	120.00	Saco	Cemento gris	29.00	3480.00
23	30.00	Tabla	Pino rústico 1"x12"x9'	22.00	660.00
24	1.00	Tapón	PVC hembra \varnothing 2"	3.10	3.10
25	3.00	Tubo	PVC 160 psi de \varnothing 2"	44.41	133.23
26	1.00	U	H.G. 180-G de \varnothing 2"	45.00	45.00
27	2.00	Válvula	Compuerta bronce de 2"	125.00	250.00
28	1.00	Válvula	Compuerta bronce de 1 1/4"	65.00	65.00
29	1.00	Varilla	Hierro corrugado G-40 de \varnothing 1/2"	9.00	9.00
30	45.00	Varilla	Hierro corrugado G-40 de \varnothing 3/8"	9.00	405.00
31	10.00	Varilla	Hierro liso G-40 \varnothing 1/4"	8.00	80.00
32	0.20	Yarda	Malla galvaniza calibre 16	10.00	2.00
T O T A L					11142.25

Listado de Materiales
 Proyecto Agua Potable
 Aldea Agua Caliente San Marcos
 TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 7.00 METROS CUBICOS
 (cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	1.00	Abrazadera	Galvanizada de ø 2"	2.50	2.50
2	2.00	Adaptador	PVC macho de ø 2"	4.00	8.00
3	2.00	Adaptador	PVC macho de ø 1 1/4"	2.20	4.40
4	2.00	Adaptador	PVC macho de ø 1"	1.84	3.68
5	100.00	Bolsa	Cal hidratada	19.00	1900.00
6	4.00	Candado	Yale de 40 milímetros	46.00	184.00
7	2.00	Codo	PVC 90-G de ø 2"	4.11	8.22
8	3.00	Codo	PVC 45-G de ø 1"	4.66	13.98
9	0.06	Galón	Pintura anticorrosiva roja	65.00	3.90
10	0.03	Galón	PVC cemento solvente	220.00	6.60
11	0.03	Galón	Permatex negro	325.00	9.75
12	18.00	Libra	Alambre de amarre calibre 18	2.50	45.00
13	5.00	Libra	Clavo de 3"	2.50	12.50
14	5.00	Libra	Clavo de 4"	2.50	12.50
15	1.50	Libra	Grapa para cerco	2.50	3.75
16	12.00	Metro ^ 3	Arena amarilla	75.00	900.00
17	2.00	Metro ^ 3	Arena de río	110.00	220.00
18	20.00	Metro ^ 3	Piedra bola	30.00	600.00
19	1.25	Metro ^ 3	Piedrín de 3/4"	60.00	75.00
20	1.00	Niple	HG tipo ligero 2" x 0.30 m	35.00	35.00
21	25.00	Regla	Pino rústico 3"x4"x9'	18.00	450.00
22	0.50	Rollo	Alambre espigado AG-400	110.00	55.00
23	75.00	Saco	Cemento gris	29.00	2175.00
24	30.00	Tabla	Pino rústico 1"x12"x9'	22.00	660.00
25	1.00	Tapón	PVC hembra ø 1 1/4"	2.05	2.05
26	3.00	Tubo	PVC 160 psi de ø 2"	44.41	133.23
27	1.00	U	HG 180-G de ø 2"	45.00	45.00
28	1.00	Válvula	Compuerta bronce de 2"	125.00	125.00
29	1.00	Válvula	Compuerta bronce de 1 1/4"	65.00	65.00
30	1.00	Válvula	Compuerta bronce de 1"	40.00	40.00
31	1.00	Varilla	Hierro corrugado G-40 de ø 1/2"	9.00	9.00
32	30.00	Varilla	Hierro corrugado G-40 de ø 3/8"	9.00	270.00
33	8.00	Varilla	Hierro liso G-40 ø 1/4"	8.00	64.00
34	0.20	Yarda	Malla galvaniza calibre 16	10.00	2.00
T O T A L					8141.56

Listado de Materiales
Proyecto Agua Potable
Aldea Agua Caliente San Marcos
57 CONEXIONES DOMICILIARES
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	114.00	Adaptador	PVC macho de ϕ 1 1/2"	0.55	62.70
2	57.00	LLave	Grifo bronce de 1/2"	24.00	1368.00
3	57.00	Codo	HG 90-G de ϕ 1/2"	3.00	171.00
4	57.00	Codo	PVC con rosca 90-G de ϕ 1/2"	1.44	82.08
5	228.00	Codo	PVC 90-G de ϕ 1/2"	0.65	148.20
6	57.00	Copla	HG de ϕ 1/2"	3.50	199.50
7	5.00	Galón	Aceite quemado	6.00	30.00
8	0.60	Galón	Permatex negro	325.00	195.00
9	0.60	Galón	PVC cemento solvente	220.00	132.00
10	1.00	Galón	Pintura anticorrosiva	65.00	65.00
11	2.00	Libra	Clavo de 3"	2.50	5.00
12	57.00	LLave	De paso bronce de 1/2"	29.50	1681.50
13	2.00	Metro ^3	Arena de río	110.00	220.00
14	1.00	Metro ^3	Piedrín de 3/4"	60.00	60.00
15	57.00	Niple	HG tipo ligero 1,50 m ϕ 1/2"	18.00	1026.00
16	57.00	Niple	HG tipo ligero 0.20 m ϕ 1/2"	15.00	855.00
17	8.00	Saco	Cemento gris	29.00	232.00
18	8.00	Tabla	Pino rústico de 1" x 12" x 9'	22.00	176.00
19	30.00	Varilla	Hiero liso G-40 ϕ 1/4"	9.00	270.00
T O T A L					6978.98

Proyecto Agua Potable
Aldea Agua Caliente San Marcos
CUANTIFICACION DE MANO DE OBRA
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	1.00	Captación	Típica	550.00	550.00
2	2.00	Vertedero	De dos ventanas	400.00	800.00
3	1.00	Tanque	Almacenamiento de 7 metro ^ 3	500.00	500.00
4	1.00	Tanque	Almacenamiento de 14 metro ^ 3	700.00	700.00
5	5.00	Caja	Válvula de aire	60.00	300.00
6	3.00	Caja	Válvula de limpieza	60.00	180.00
7	3.00	Caja	Válvula reguladora de caudal	60.00	180.00
8	57.00	Conexión	Domiciliares	18.00	1026.00
9	1.00	Kilómetro	Instalación tubería PVC ø 2"	100.00	100.00
10	0.57	Kilómetro	Instalación tubería PVC ø 1 1/2"	80.00	45.60
11	0.40	Kilómetro	Instalación tubería PVC ø 1 1/4"	75.00	30.00
12	1.20	Kilómetro	Instalación tubería PVC ø 1"	70.00	84.00
13	1.50	Kilómetro	Instalación tubería PVC ø 1/2"	50.00	75.00
T O T A L					4570.60

Listado de HERRAMIENTAS
Proyecto Agua Potable
Aldea Agua Caliente San Marcos
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	2.00	Arco	Para cegueta	32.00	64.00
2	1.00	Bote	Plástico de 20 litros	25.00	25.00
3	4.00	Brocha	De cerda de 3"	8.00	32.00
4	4.00	Cepillo	Plástico	6.00	24.00
5	4.00	Cepillo	Alambre	6.00	24.00
6	10.00	Cubeta	Concreteteras	6.00	60.00
7	2.00	Destornillador	De castigadera número 8	16.00	32.00
8	2.00	Destornillador	De cruz número 8	8.00	16.00
9	2.00	Hoja	Acero-plata para cegueta	8.00	16.00
10	6.00	Llave	De cangrejo número 10	22.00	132.00
11	2.00	Llave	Steelson número 14	24.00	48.00
12	2.00	Par	Botas de hule número 40	30.00	60.00
T O T A L					533.00

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

Listado de Materiales
Proyecto Agua Potable
Aldea Agua Caliente San Marcos
TUBERIA Y ACCESORIOS PVC
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	17.00	Tubo	PVC 125 psi ø 2"	44.41	754.97
2	44.00	Tubo	PVC 160 psi ø 1 1/2"	28.43	1250.92
3	53.00	Tubo	PVC 125 psi ø 1 1/2"	21.89	1160.17
4	304.00	Tubo	PVC 160 psi ø 1 1/4"	21.91	6660.64
5	50.00	Tubo	PVC 250 psi ø 1 1/4"	32.66	1633.00
6	125.00	Tubo	PVC 160 psi ø 1"	20.41	2551.25
7	300.00	Tubo	PVC 315 psi ø 1/2"	10.00	3000.00
8	1.00	Reductor	Bushing ø 1 1/4" a ø 1"	2.75	2.75
9	1.00	Reductor	Bushing ø 1 1/2" a ø 1 1/4"	13.74	13.74
10	1.00	Reductor	Bushing ø 1 1/2" a ø 1"	13.74	13.74
11	4.00	Reductor	Bushing ø 2" a ø 1"	4.45	17.80
12	7 (0)	Tee	Reductora ø 2" a ø 1/2"	12.60	88.20
13	12 (0)	Tee	Reductora ø 1 1/2" a ø 1/2"	7.09	94.08
14	20.00	Tee	Reductora ø 1" a ø 1/2"	2.33	46.60
15	20.00	Tee	Reductora ø 1 1/4" a ø 1/2"	6.98	139.60
16	2.00	Galón	PVC cemento solvente	220.00	440.00
T O T A L					17868.06

Listado de HERRAMIENTAS
Proyecto Agua Potable
Aldea Agua Caliente San Marcos
(cantidad expresada en Q)

No.	Cantidad	Unidad	Descripción	Costo Unitario	Costo Total
1	2.00	Arco	Para cegueta	32.00	64.00
2	1.00	Bote	Plástico de 20 litros	25.00	25.00
3	4.00	Brocha	De cerda de 3"	8.00	32.00
4	4.00	Cepillo	Plástico	6.00	24.00
5	4.00	Cepillo	Alambre	6.00	24.00
6	10.00	Cubeta	Concreteras	6.00	60.00
7	2.00	Destornillador	De castigadera número 8	16.00	32.00
8	2.00	Destornillador	De cruz número 8	8.00	16.00
9	2.00	Hoja	Acero-plata para cegueta	8.00	16.00
10	6.00	Llave	De cangrejo número 10	22.00	132.00
11	2.00	Llave	Steelson número 14	24.00	48.00
12	2.00	Par	Botas de hule número 40	30.00	60.00
T O T A L					533.00

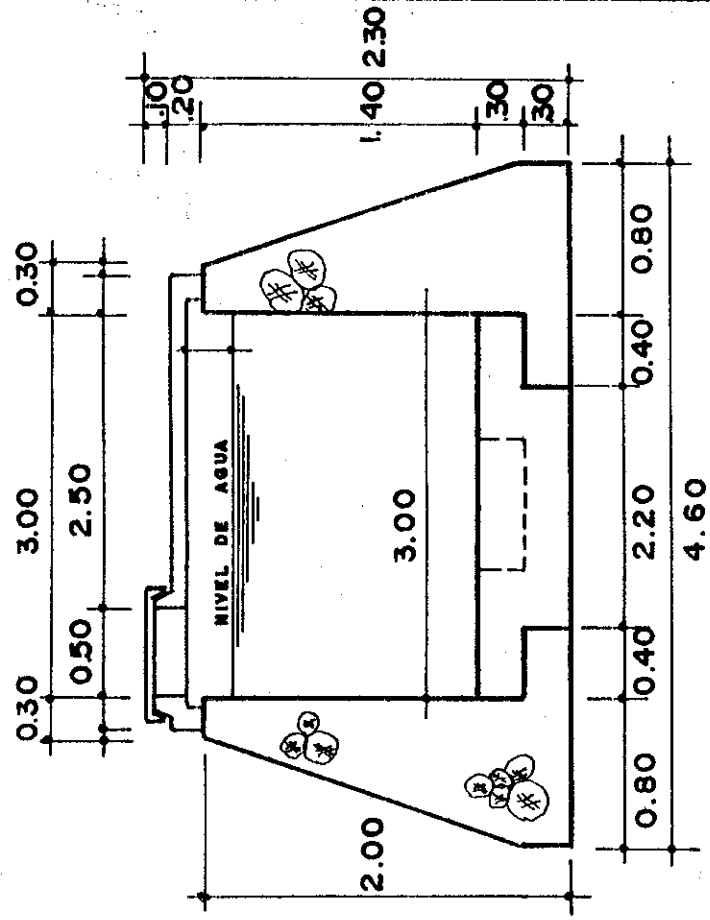
PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Biblioteca Central

PRESUPUESTO DE PROYECTO
INTRODUCCION AGUA POTABLE
ALDEA AGUA CALIENTE
SAN MARCOS

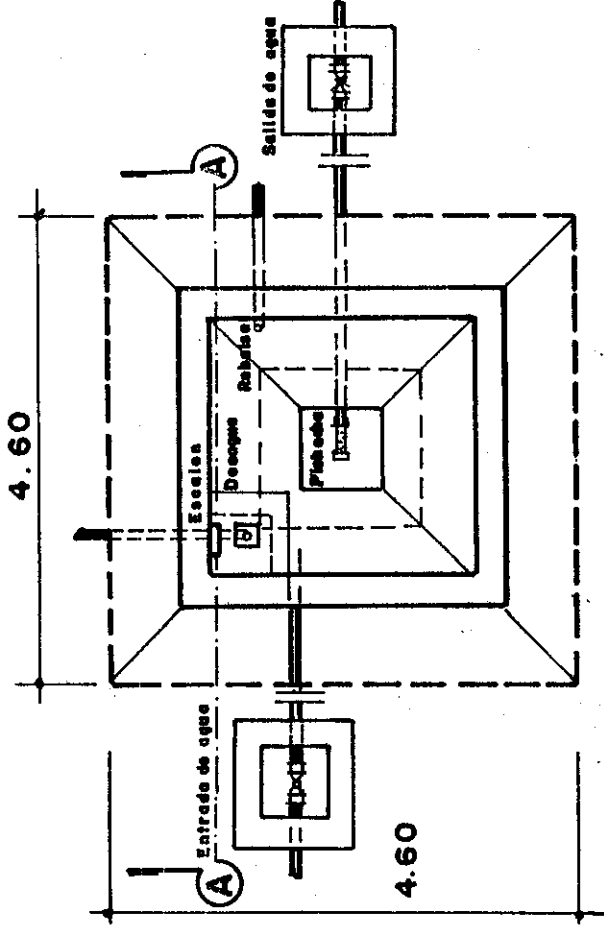
No.	DESCRIPCION	COSTO TOTAL
1	MATERIALES DE CONSTRUCCION	37014.08
2	TUBERIA Y ACCESORIOS PVC	17868.06
3	HERRAMIENTAS	542.00
4	FLETES	2000.00
5	MANO DE OBRA CALIFICADA	9701.00
	SUB-TOTAL	67125.14
6	SUPERVISION	5000.00
7	ADMINISTRACION	4000.00
T O T A L		76125.14

4. PLANOS DE DRENAJE SANITARIO Y ACUEDUCTO

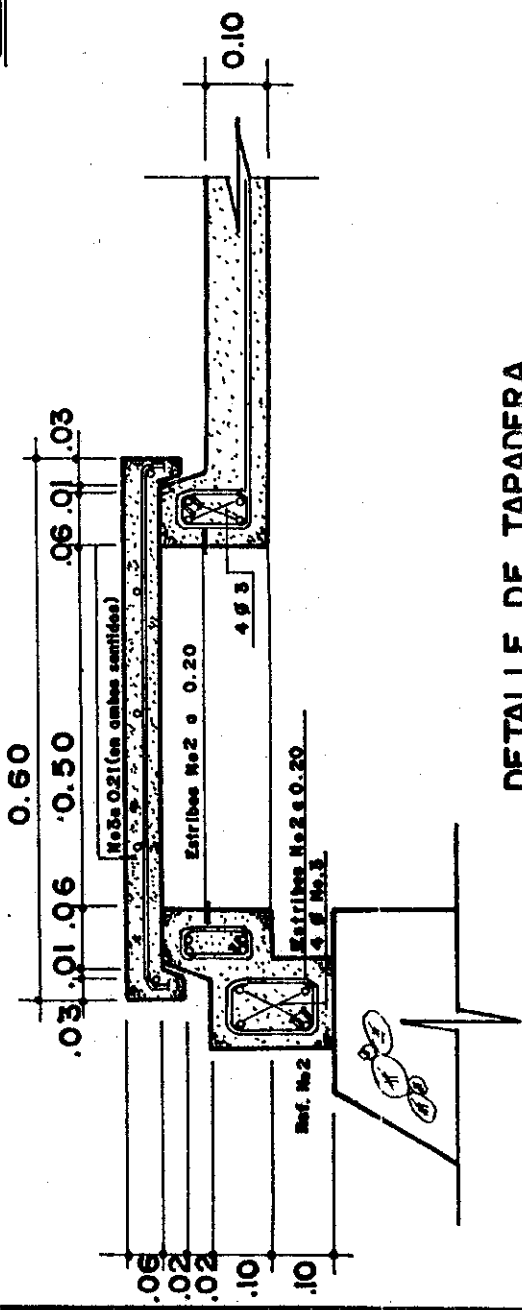




SECCION A - A

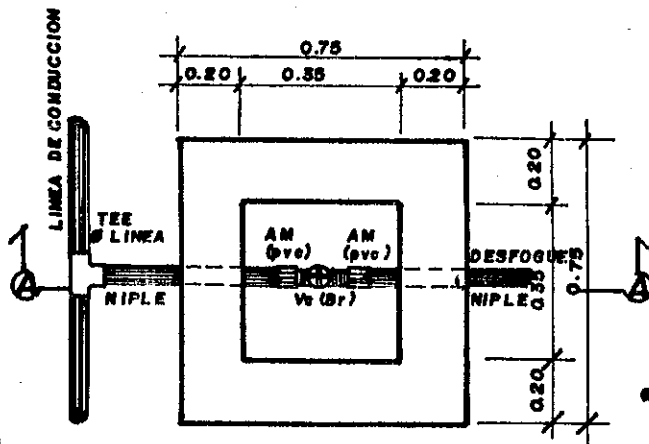


PLANTA TIPICA

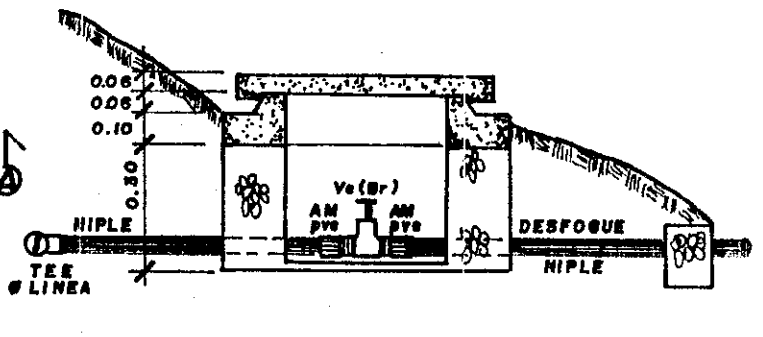


DETALLE DE TAPADERA

FAC. ING. USAC.	
E. P. S.	
CONTIENE:	TANQUE ALMACENAMIENTO.
DISEÑO:	HUGO AGUILAR.
HOJA No	

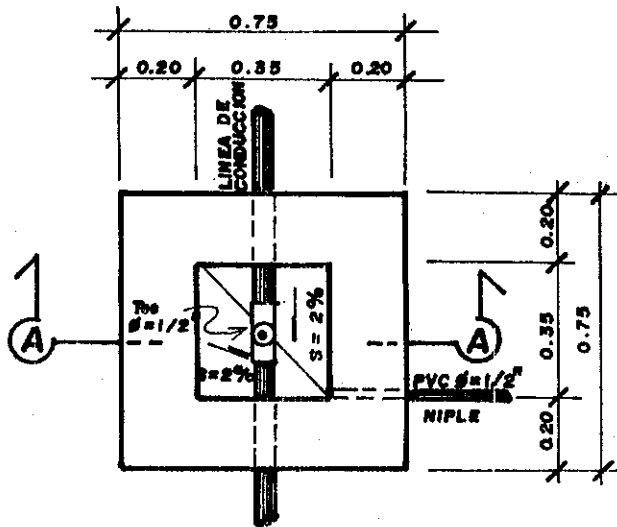


PLANTA

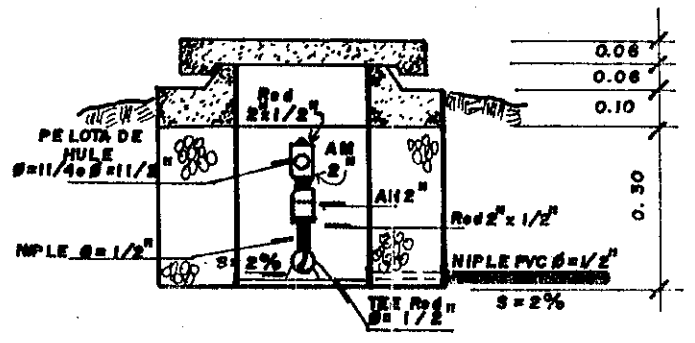


SECCION A-A

VALVULA DE LIMPIEZA



PLANTA



SECCION A-A

VALVULA AUTOMATICA DE EVACUACION ADMISION DE AIRE

NOMENCLATURA:

- RED = REDUCTOR
- AM = ADAPTADOR MACHO
- AH = ADAPTADOR HEMBRA
- TH = TAPON HEMBRA
- Ø = DIAMETRO
- Vc = VALVULA DE COMPUERTA
- Br = BRONCE

FAC. ING. USAC.

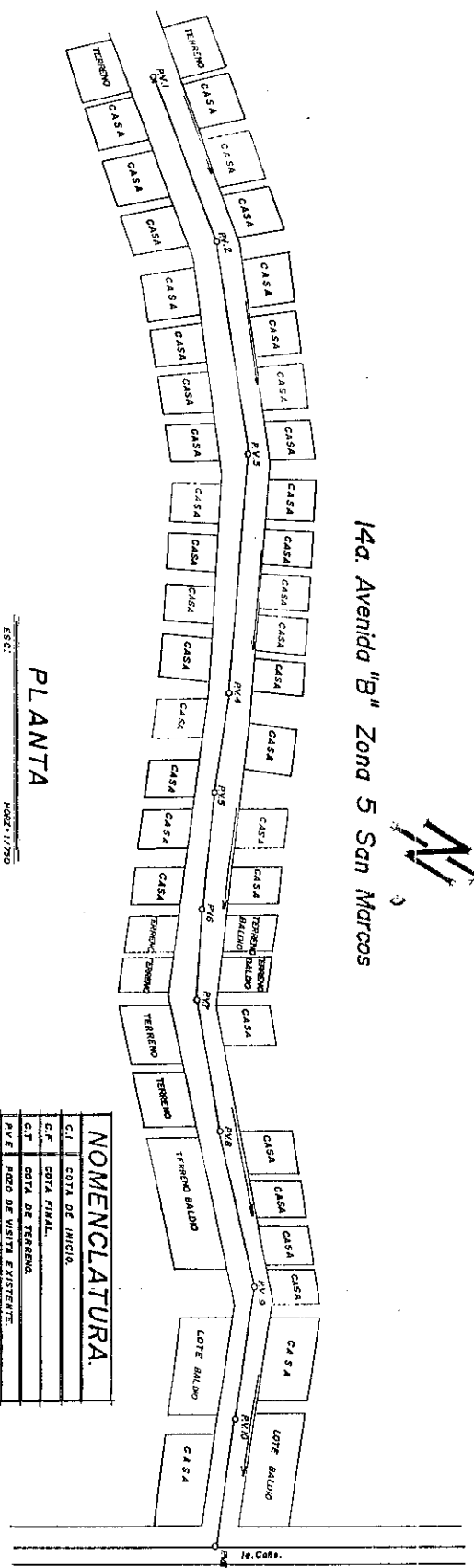
E. P. S.

DISENO:
HUGO AGUILAR

HOJA No
/



14a. Avenida "B" Zona 5 San Marcos

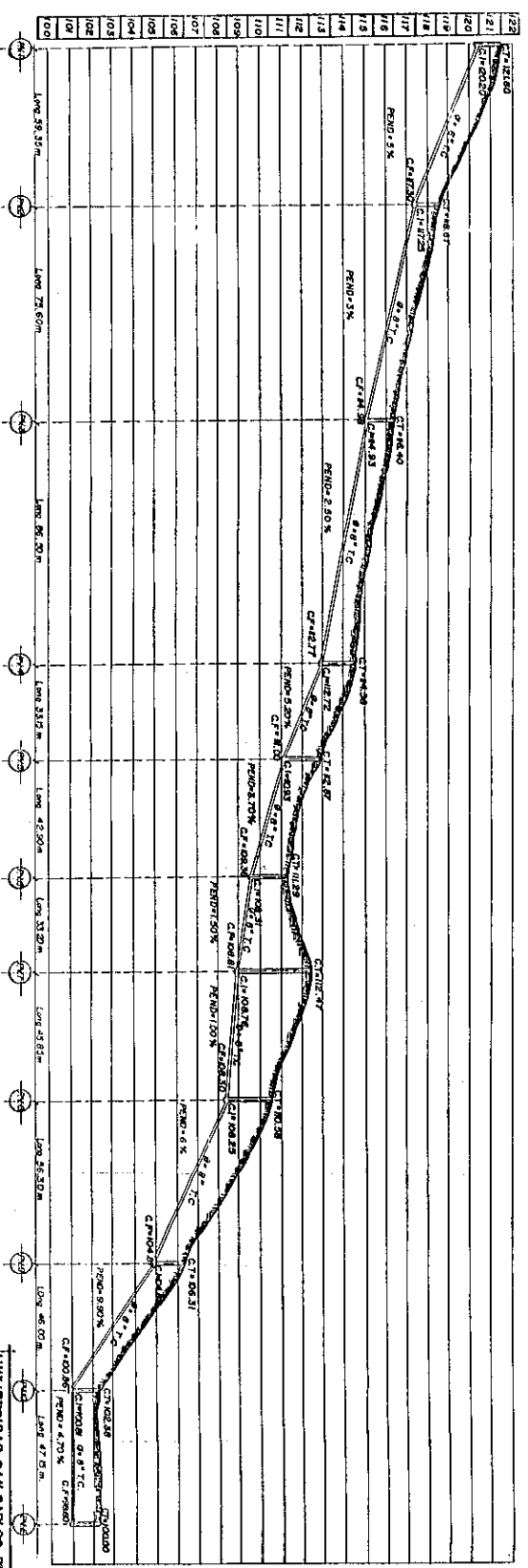


PLANTA

ESC. 1:1000
NOV. 1/70

NOMENCLATURA.

C.I.	COTA DE INICIO.
C.F.	COTA FINAL.
C.T.	COTA DE TERRENO.
P.V.E	POZO DE VISITA EXISTENTE.
LARG.	LONGITUD.
DIAMETRO.	DIAMETRO.
T.C.	TUBO DE CEMENTO.



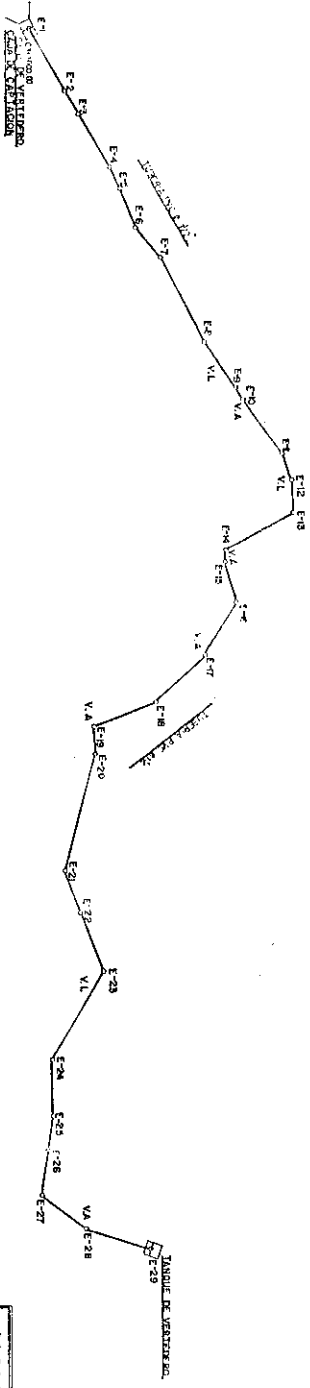
PERFIL

ESC. 1:1000
NOV. 1/70

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 PROYECTO DE OBRAS SANITARIAS.
 MA. AVENIDA B ZONA 5 SAN MARCOS.

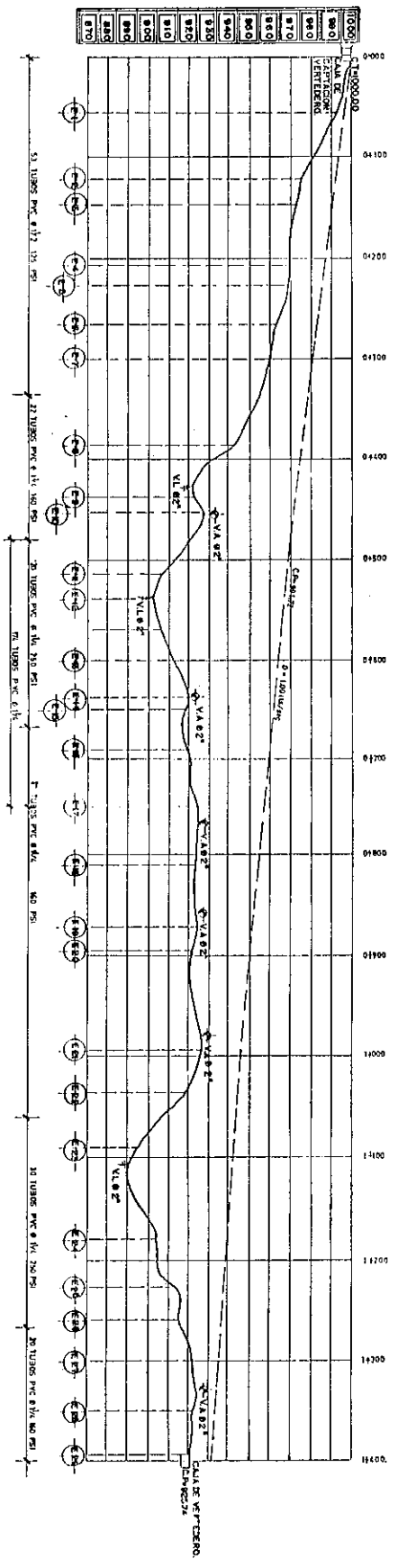
CONTIENE: PLANTA, PERFIL.

HOJA 4 DE 4



PLANTA
Escala: 1:2000

NOMENCLATURA	
E	ESTACION
V	VALVULA
PSU	LIBRERIA PULGADA
PLC	CIORRE DE POLIVINIL
V.A.	VALVULA DE AIRE
V.V.	VALVULA DE VERDEGARZO
CT	COLECCION DE TERRENO
CP	COTA PIEZOMETRICA



PERFIL
Escala: 1:2000

UNIVERSIDAD CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ALDEA "AGUA CALIENTE"
 CONTENIDO: PLANTA, PERFIL
 NOMBRE: ALDO