



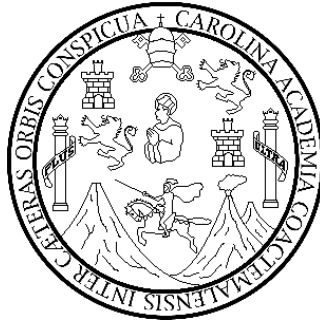
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL ESTUDIO PARA LA
INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD
AGRARIA DEL PARCELAMIENTO VALLE LIRIO, RETALHULEU**

Sergio Octavio Romero Villatoro
Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, junio de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL ESTUDIO PARA LA INTRODUCCIÓN DE
AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD AGRARIA DEL PARCELAMIENTO
VALLE LIRIO, RETALHULEU**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

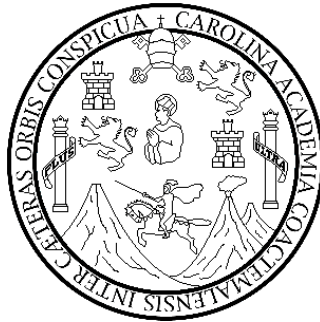
SERGIO OCTAVIO ROMERO VILLATORO
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL
GUATEMALA, JUNIO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Julio Ismael González Podszueck
EXAMINADOR	Ing. Oscar Enrique Flores Sandoval
EXAMINADOR	Ing. Martín Machón Castañeda
EXAMINADOR	Ing. Byron Danilo Ramos González
SECRETARIO	Ing. Francisco Javier González López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

PLANIFICACIÓN Y DISEÑO DEL ESTUDIO PARA LA INTRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD AGRARIA DEL PARCELAMIENTO VALLE LIRIO, RETALHULEU

tema que fue asignado por la Dirección de la Escuela de Civil, el 21 de noviembre de 1996.

Sergio Octavio Romero Villatoro

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
GLOSARIO	XI
ANTECEDENTES	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA	1
1.1. Aspectos generales del parcelamiento Valle Lirio	1
1.1.1. Ubicación.	1
1.1.2. Localización	1
1.1.3. Extensión territorial	2
1.1.4. Vías de comunicación	2
1.1.5. Clima	2
1.1.6. Topografía	2
1.1.7. Organización comunitaria	3
1.1.8. Idioma	3
1.1.9. Antecedentes históricos	3
1.2. Encuesta sanitaria y socio económica	4
1.2.1. Aspectos demográficos de la comunidad	4
1.2.1.1. Habitantes por sexo y por edad	4
1.2.2. Morbilidad general	5
1.2.2.1. Uso del agua	5
1.2.3. Aspectos de vivienda	5
1.2.3.1. Tipo de techo de la vivienda	6
1.2.3.2. Material de piso	6
1.2.3.3. Cerramiento vertical	6

1.2.4.	Servicios básicos	7
1.2.4.1.	Medio de abastecimiento de agua	7
1.2.4.2.	Energía eléctrica	7
1.2.4.3.	Servicios públicos con que cuenta	7
1.2.5.	Ingresos mensuales	7
1.2.6.	Problemas y necesidades de la comunidad	7
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Método estadístico para estimar población futura	9
2.1.1.	Método de incremento geométrico	9
3.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	11
3.1.	Levantamiento topográfico	11
3.1.1.	Planimetría	12
3.1.2.	Altimetría.	12
4.	BASES DE DISEÑO	13
4.1.	Descripción del sistema a utilizar	13
4.2.	Fuente	13
4.3.	Aforo	14
4.4.	Dotación.	14
4.5.	Período de diseño.	15
4.6.	Caudal de diseño	15
4.6.1.	Caudal medio	15
4.6.2.	Caudal de día máximo	16
4.6.3.	Caudal de bombeo	16
4.6.4.	Caudal de hora máxima	17
4.6.5.	Factor de gasto	17

4.7.	Almacenamiento	18
4.8.	Anclaje de tubería	18
5.	DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL	
	21	
5.1.	Requerimiento de equipo de bombeo para pozo perforado.	21
5.1.1.	Caída de voltaje	23
5.2.	Diseño del tanque elevado de distribución	24
5.2.1.	Cubierta del tanque	25
5.2.2.	Fondo del tanque	25
5.2.3.	Cuerpo del tanque	26
5.2.3.1.	Diseño de las paredes del tanque	26
5.2.4.	Torre de soporte	27
5.2.4.1.	Diseño de columnas	29
5.2.4.2.	Diseño de tensores	30
5.2.4.3.	Diseño de pieza horizontal	31
5.2.5.	Diseño de la cimentación del tanque	33
5.3.	Diseño de la línea de conducción	40
5.4.	Cálculo de la onda de presión	41
5.5.	Diseño de red de distribución	45
5.5.1.	Chequeo de la red de distribución por Hardy Cross	45
5.5.2.	Cálculo de ramales abiertos utilizando la fórmula de Hazen-Williams	47
6.	PRESUPUESTO	51
6.1.	Cuantificación de materiales por componente.	51
6.2.	Cuantificación de materiales en general.	51
6.3.	Presupuesto del proyecto.	51
6.4.	Estudio tarifario.	55

7.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	57
7.1.	Operación del sistema de Agua Potable.	57
7.2.	Mantenimiento correctivo.	57
7.2.1.	Mantenimiento del equipo de bombeo	57
7.3.	Mantenimiento preventivo.	58
	CONCLUSIONES	61
	RECOMENDACIONES	63
	REFERENCIAS	65
	BIBLIOGRAFÍA	67
	APÉNDICE A	69
	APÉNDICE B	87
	ANEXOS	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación del parcelamiento Valle Lirio	1
2. Plano de localización	89
3. Población por Genero y Edad	91

TABLAS

I. Habitantes por sexo y rango de edades	5
II. Materiales de cubierta de techo	6
III. Material de piso	6
IV. Materiales empleados en el levantamiento de muros	6
V. Tanteo del espesor de la zapata para el cálculo por flexión	38
VI. Tanteo del espesor de la zapata para el cálculo por punzonamiento	39
VII. Cálculo de la línea de conducción	41
VIII. Cálculo de pérdidas en ramales abiertos	47
IX. Interacción no. 1 con Hardy Cross	48
X. Interacción no. 10 con Ardí Cross	49
XI. Presupuesto de materiales	52
XII. Anclaje de accesorios	93

LISTA DE SÍMBOLOS

Q	Caudal
cm^2	Centímetros cuadrados
\emptyset	Diámetro
$/$	División
e	Eficiencia de la bomba
e	Error en metros (planimetría)
e	Error en minutos (altimetría)
σ	Esfuerzo admisible del terreno
e	Espesor de la pared de la tubería
$^\circ$	Grados
$^\circ C$	Grados centígrados
$=$	Igual
\pm	Más ó menos
m^3	Metros cúbicos
K	Módulo de elasticidad
\times	Multiplicación
$'$	Minutos
$''$	Segundos
$+$	Suma
r	Tasa de incremento poblacional(municipal)
$\sqrt{\quad}$	Raíz
$-$	Resta
$\%$	Porcentaje
$''$	Pulgadas
a	Velocidad de onda

LISTA DE ABREVIATURAS

ALA	Ayuda a Latino América
g	Aceleración de la gravedad
Br	Bronce
H_p	Caballos de fuerza
Q_b	Caudal de bombeo
Q_m	Caudal medio
Q_{dm}	Caudal día máximo
Q_{hm}	Caudal hora máxima
ST	Con rosca
EPS	Ejercicio Profesional Supervisado
ECAs	Empresas Campesinas Asociadas
gal	Galón
Hg	Hierro galvanizado
INTA	Instituto de Transformación Agraria
PSI	Libras sobre pulgada cuadrada
l	Litro
K	Longitud nivelada
L	Longitud del perímetro del polígono
Mz	Manzanas (área)
M	Metros
mm	Milímetros
N	Número de vértices del polígono
PAC	Patrimonio Agrario Colectivo
P_a	Población actual
P_f	Población futura
Q	Quetzales moneda de Guatemala
s	Segundos
ton	Toneladas

UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
Vtp	Valor total del proyecto
V	Velocidad media del agua
Vol	Voltaje

GLOSARIO

Aforo:	Procedimiento que consiste en medir la cantidad de agua que lleva una caudal en una unidad de tiempo.
Almacenamiento	Reserva de agua, con el objeto de no suspender el servicio en caso de desperfectos en la captación o en la conducción.
Altimetría	Procedimiento de topografía para medir la diferencia de altura en un terreno, a partir de un punto de referencia o banco de altura.
Anclaje	Bloque de concreto que sujeta la tubería.
Caída de voltaje	Pérdida de voltaje por la resistencia del conductor.
Caudal	En acueductos, es la cantidad de agua que tiene una fuente por unidad de tiempo.
Caudal de bombeo	Volumen de agua por unidad de tiempo que se eleva en el equipo de bombeo al aplicarle la energía mecánica necesaria para conseguir el gradiente hidráulico requerido por las condiciones de diseño.
Caudal de día máximo	Se refiere a la variación oscilante entre 1.2 y 2.0 que experimenta el caudal durante un día con respecto al caudal promedio y que se utiliza para el diseño de la línea de conducción.

Caudal de hora máximo	Se refiere a la variaciones entre 2.0 y 3.0 que experimenta un consumo en una hora dada en relación con los consumos medios y que se emplea para el diseño de la red de distribución.
Caudal medio	Es la cantidad de agua requerida para cubrir la demanda poblacional.
Censo	Conteo de población, vivienda, servicios y sus características.
Cronograma	Gráfica que describe la actividad, estableciendo cuándo, y el periodo de la misma.
Cuantificación	Cálculo de materiales requeridos para la construcción de un proyecto.
Dotación	Cantidad de agua requerida por una persona para satisfacer sus necesidades básicas en un día, como preparación de alimentos, higiene personal, lavado de ropa, etc.
Eficiencia	Rendimiento de una máquina que afecta la potencia nominal debido a las pérdidas de energía a través de los diferentes componentes de un proceso.
Factor gasto	Es el consumo unitario de agua por vivienda en litros por segundo.
Línea de conducción	Tubería que va del nacimiento hasta el tanque de distribución.

Período de diseño	Tiempo teórico en el cual funcionará el sistema de agua potable, en óptimas condiciones.
Planimetría	Procedimiento de topografía para localizar puntos a través de ángulos y distancias en una superficie plana relativa en un terreno, a partir de un punto de salida E-0.
Pozo mecánico	Perforación realizada por medios mecánicos, con capacidad de extraer agua de mantos freáticos.
Priorizar	Ordenar con respecto a la importancia de actividades, tomando en cuenta las necesidades y recursos disponibles.
Red de distribución	Sistema de distribución de agua potable, con capacidad de suministrar en todo tiempo la cantidad suficiente de agua a cada punto de consumo.
Tanque elevado	Obra de arte, que se encuentra elevada a partir del suelo, con la finalidad de ganar altura de almacenamiento y suministrar agua a la red de distribución.
Tipología constructiva	Características similares de la construcción de vivienda.

ANTECEDENTES

Los beneficiarios de la comunidad Empresa Campesina Asociativa (ECA) Valle Lirio, del municipio de Retalhuleu, del departamento del mismo nombre, a los cuales se dirige este proyecto de Introducción de Agua Potable Domiciliar, carecen de un sistema que los provee del vital líquido.

La comunidad actualmente se abastece por medio de pozos excavados a mano, ya que la misma se encuentra a pocos metros del nivel del mar y a una distancia de siete kilómetros del mismo. Los pozos presentan dos problemas de contaminación, salobre y bacteriológica por contaminación de letrinas, la capa freática se encuentra a escasos metros, siendo un puente entre letrinas y pozos de agua.

En las inmediaciones de la comunidad se encuentra un pozo mecánico, el cual fue perforado para uso agroindustrial, en el proceso de Té Limón para obtener citronela. El pozo cuenta con datos de aforo o producción de agua, profundidad perforada, diámetro del tubo de ademe, para ser utilizado en la dotación de agua a la población de Valle Lirio.

OBJETIVOS

GENERAL

Realizar el estudio de agua potable, para que la comunidad pueda efectuar trámites ante instituciones que brinden ayuda financiera para su construcción.

ESPECÍFICOS

1. Analizar la factibilidad del uso del pozo mecánico existente, para el suministro del agua potable a toda la comunidad.
2. Determinar la demanda de agua potable por habitante, tomando todos los factores que intervienen en el consumo.
3. Realizar el cálculo de los diferentes componentes que intervienen en un sistema de agua potable por bombeo.
4. Elaborar los planos correspondientes de un sistema de agua potable.
5. Realizar la cuantificación y el presupuesto del proyecto.
6. Desarrollar el cronograma de actividades de la construcción del proyecto.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se llevó a cabo como una proyección de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de la Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, hacia la comunidad rural del país que tanto necesita de la asistencia técnica y financiera para resolver sus problemas de servicios básicos.

Es grande la demanda para solucionar los problemas de salubridad de Guatemala, son alarmantes las cifras de comunidades que no cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable que llene los estándares mínimos de potabilidad.

El presente trabajo contiene el desarrollo de la planificación del proyecto de abastecimiento de agua potable para La Comunidad Agraria Valle Lirio, del departamento de Retalhuleu.

El primer capítulo contiene información histórica de la formación de la comunidad, localización, vías de acceso, clima, hidrología, topografía, demografía, tipología constructiva de la vivienda, organización y servicios. En segundo capítulo se describe el método estadístico y cálculo de la población futura. El tercer capítulo contiene el levantamiento topográfico, necesario para el diseño del sistema de agua potable. El cuarto capítulo contiene las bases del diseño del sistema de agua potable. El quinto capítulo describe el diseño de la tubería, tanto para la red de distribución como la línea de bombeo, diseño del tanque elevado y el cálculo del equipo requerido para su buen funcionamiento. El sexto capítulo contiene cuantificación de materiales requeridos para la construcción del proyecto y el presupuesto. El séptimo capítulo contiene la metodología para el mantenimiento del sistema, tanto preventivo como correctivo del sistema de agua potable.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, anexos y planos del proyecto.

1. MONOGRAFÍA

1.1 Aspectos generales del parcelamiento Valle Lirio

1.1.1 Ubicación

El parcelamiento Valle Lirio, se encuentra en jurisdicción del municipio de Retalhuleu, departamento de Retalhuleu.

Altura	12 msnm.
Latitud	14° 32' 49''
Longitud	92° 04' 35''

Figura 1. Ubicación del Parcelamiento Valle Lirio



1.1.2 Localización

El parcelamiento Valle Lirio, se encuentra localizado al Sur – Oeste del departamento de Retalhuleu, a una distancia aproximada de 7 kms. del mar, con las siguientes colindancias:

Al Norte	Aldea Chiquirines
Este	Aldea Chiquirines
Oeste	Parcelamiento La Blanca
Sur	Municipio de Ocós

1.1.3 Extensión territorial

El parcelamiento Valle Lirio posee una extensión territorial de 337.73 Ha, de las cuales utilizan el 96.6% en producción agrícola, 1% para el asentamiento poblacional y 2.4% para calles y caminos de acceso al área agrícola.

1.1.4 Vías de comunicación

Distancia 264 kilómetros de la Ciudad Capital, por la carretera CA-2 y luego por la carretera CA-9, que conduce a Tilapa, en el entronque conocido como Los Conacastes, seguidamente se desvía en el entronque Poza Honda, a una distancia de 9 kilómetros, por carretera de terracería que conduce a la Aldea Chiquirines.

1.1.5 Clima

Esta zona se clasifica como Zona de Vida Bosque Húmedo Subtropical (Cálido). Por la poca altura sobre el nivel del mar, 12 msnm y la proximidad de la playa, con una temperatura promedio de 30° C, siendo la temperatura máxima de 35°C y la temperatura mínima de 25°C. La precipitación pluvial media anual es de 1,300 mm. Con una distribución de lluvia de mayo a octubre. Los meses más secos son de enero a marzo. Cuenta con humedad relativa del 80%, siendo variable este dato por fuertes sequías últimamente.

1.1.6 Topografía

La superficie es relativamente plana, con un rango entre 1 a 1.5 % de pendiente. Las características de los estratos del suelo son aluviones cuaternarios y pertenece a la división fisiocracia de suelo del Litoral del Pacífico, con buenas características de textura granular, permeabilidad óptica, retención de humedad y drenaje, apto para todos los cultivos de la región. Son suelos profundos, francos y susceptibles a ser mecanizados con aceptable fertilidad natural.

1.1.7 Organización comunitaria

La comunidad agraria denominada Parcelamiento Valle Lirio, se encuentra organizada de la siguiente manera:

- 1) Asamblea General
- 2) Junta Directiva.
- 3) Junta de Vigilancia.
- 4) Comité Pro – mejoramiento
- 5) Comisiones Específicas.

1.1.8 Idioma

Los pobladores hablan el español, abandonando la lengua materna, porque el parcelamiento se encuentra integrado por familias de diferentes lugares de la República.

1.1.9 Antecedentes históricos

La comunidad de Valle Lirio, se encuentra organizada como una Empresa Campesina Asociada (ECA), con títulos de propiedad entregados por el Estado, a través del Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA), para que de ella obtengan los medios para satisfacer sus necesidades económicas básicas. Adicionalmente la distribución interna del recurso tierra implica la asignación de responsabilidades individuales a los adjudicatarios, a través de áreas de similar producción conocidas como trabajaderos.

La comunidad en la que se realizó el trabajo del E.P.S., anteriormente se denominaba Finca VALLE DE LOS LIRIOS, propiedad del Sr. Jorge Herman, de origen Alemán. Posteriormente fue invadida por 150 familias, el 20 de junio de 1987. Desde el momento que fue invadida la finca intervinieron dos instituciones, las cuales fueron Cooperación Guatemalteca Alemana (COGAAT) y CARITAS de Guatemala, dando alimentación por trabajo durante un período de nueve meses. Se fueron retirando familias, de las 150 iniciales solo quedaron nueve y al mismo tiempo se integraron nuevas familias de diferentes partes del territorio Nacional al grupo de invasores; esto ocurrió en el período comprendido del 20 de junio al 20 de noviembre de 1987.

Los invasores se organizaron, dando paso a la formación de una Junta Directiva conformada por miembros de la comunidad, hechos ocurridos en el mes de septiembre de 1987.

El 25 de noviembre del mismo año se empezó con la medición de la tierra por parte del Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA). El 20 de diciembre se entregaron 104 áreas denominadas trabajaderos, con una extensión de 2.79 Ha cada uno.

El 5 de noviembre de 1993 se organizó en ECA, con un grupo de 76 familias. En 1995 estaba formado por 98 familias, y actualmente la integran 140 familias.

Para la legalización de la tenencia de la tierra tienen un período de 20 años, a partir de 1987 para cancelar al Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA), pagando una cantidad de Q600.00 anuales.

1.2 Encuesta sanitaria y socio económica

Con la finalidad de conocer las características de la población, se levantó una encuesta al 100% de la población, con datos socio económicos y condiciones sanitarias de la comunidad, contado con la colaboración del comité Pro – mejoramiento.

La información de los datos obtenidos en el levantamiento de la encuesta se presenta a continuación:

1.2.1 Aspectos demográficos de la comunidad

La encuesta abarcó un universo de 149 viviendas, con un total de 876 habitantes

1.2.1.1 Habitantes por sexo y por edad

Los datos obtenidos del censo, en la comunidad agraria del parcelamiento Valle Lirio son los siguientes:

Tabla I. Habitantes por sexo y rango de edades

SEXO	No.	%				
MASCULINO	461	52.63				
FEMENINO	415	47.37				
TOTAL	876	100				

RANGO DE EDADES	MASCULINO		FEMENINO		TOALES	
	No.	%	No.	%	No.	%
0 - 6	97	21.04	92	22.17	189	21.58
6 - 12	96	20.82	88	21.20	184	21.00
12 - 18	95	20.61	76	18.31	171	19.52
18 - 25	84	18.22	76	18.31	160	18.26
25 - 60	82	17.79	75	18.07	157	17.92
60 – en adelante	7	1.52	8	1.93	15	1.71
TOTAL	461	100	415	100	876	100

Se puede observar que la población en su mayoría es joven, comprendida entre los rangos de 0 – 6, 6-12 y 12-18. Cubriendo un 62.10% del total de la población.

1.2.2 Morbilidad general

La morbilidad de la población se da más en el rango de 0 a 5 años de edad; los niños son los más propensos a enfermedades infecciosas, gastro intestinales y problemas respiratorios.

1.2.2.1 Uso de agua

Actualmente su abastecimiento es a través de pozos hechos a mano, la cual utilizan para las siguientes actividades, según su orden de importancia: preparación de alimentos, lavado de ropa, aseo personal, limpieza y riego.

1.2.3 Aspecto de vivienda

La tipología constructiva de la comunidad presenta las siguientes características:

1.2.3.1 Tipo de techo de la vivienda

Tabla II. Materiales de cubierta de techos

MATERIAL	No.	%
Palma	97	65.10
Lámina	37	24.83
Teja	15	10.07
TOTAL	149	100.00

La palma es el material representativo en la construcción de cubiertas de las viviendas, lo cual se debe a que es material local, liviano, térmico y resiste mejor los efectos del ambiente salino.

1.2.3.2 Material del piso

Tabla III. Materiales usados en el piso

TIPO	No.	%
Cemento	32	21.48
Tierra	90	60.40
Ladrillo	11	7.38
Cemento y tierra	16	10.74
TOTAL	149	100.00

El piso de tierra es el más utilizado, como consecuencia de la pobreza de los habitantes de la comunidad.

1.2.3.3 Cerramiento vertical

Tabla IV. Materiales empleados en levantado de muros

MATERIAL	No.	%
Block	47	31.54
Madera	102	68.46
TOTAL	149	100.00

El material representativo en el levantamiento de muros es la madera, no obstante está siendo sustituida por los muros de block.

1.2.4 Servicios básicos

1.2.4.1 medio de abastecimiento de agua

La comunidad del parcelamiento de Valle Lirio, se abastece de agua por medio de pozos artesanales, excavados a mano, la cual está siendo afectada por la cuña de agua salóbrega (por la cercanía del litoral marino) y por contaminación, debido al radio de influencia de las letrinas.

1.2.4.2 Energía eléctrica

El total de las viviendas en la comunidad posee energía eléctrica.

1.2.4.3 Servicios públicos con que cuenta

La comunidad cuenta con los siguientes servicios básicos:

- | | |
|-----------------------|------------------------------------|
| 1) Salón Comunitario | 2) Escuela Primaria con seis aulas |
| 3) Clínica Comunal | 4) Juzgado Auxiliar |
| 5) Iglesia Católica | 6) Iglesia Evangélica |
| 7) Molino de Nixtamal | 8) Cancha de Basquet-Ball |
| 9) Carnicería | 10) Casa de Técnicos Agrícolas |

1.2.5 Ingresos mensuales

El ingreso mensual por familia, oscila entre Q 600.00 a Q 1,200.00, las actividades productivas predominantes entre los vecinos del parcelamiento son: agricultura, comercio y pesca.

1.2.6 Problemas y necesidades de la comunidad

En la comunidad de Valle Lirio, surge la necesidad de cubrir adecuadamente la demanda de agua para consumo humano, debido a que el agua de los pozos excavados a mano se encuentra contaminada.

2 SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Métodos estadísticos para estimar la población futura

Los métodos para el cálculo de la proyección poblacional se dividen en analíticos y gráficos. Los métodos estudian el comportamiento de la población, así como de la tasa de crecimiento poblacional por año y el número aproximado de personas que existirán en el futuro, y así saber para qué densidad poblacional se calculará el proyecto, dependiendo del período de diseño. Es indispensable conocer el comportamiento del crecimiento de la población en años pasados. Existen varios métodos para calcular la población futura:

- Método de Incremento Aritmético
- Método de Incremento Geométrico
- Método por Saturación
- Método de Incremento Ponderado a ojo

2.1.1 Método de incremento geométrico

Este método se acopla más a las poblaciones en vías de desarrollo, como es el caso de Guatemala, debido a que estas poblaciones crecen a un ritmo geométrico o exponencial. Con este método se obtiene un incremento que se comporta similar al crecimiento real de la población. Y se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_a (1 + T_c)^N$$
$$T_c = \left(\frac{P_1}{P_2} \right)^{\left(\frac{1}{(T_1 - T_2)} \right)} - 1$$

Donde:

P_a = Población actual

P_1 = Población del último censo

P_f = Población futura

P_2 = Población del penúltimo censo

T_c = Tasa de crecimiento

T_1 = Año del último censo

N = Período de diseño

T_2 = Año del penúltimo censo

Para conocer con exactitud el número de habitantes actuales del Parcelamiento Valle Lirio, se levantó un censo.

De acuerdo con los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se tomó la tasa de crecimiento municipal de Retalhuleu del 2.9 %.

Utilizando la fórmula del método geométrico, y utilizando los datos del censo levantado, dio como resultado 876 habitantes; se calculará una población que sucederá dentro de 21 años, obteniendo los siguientes datos:

$$P_f = 876 \times \left(1 + \frac{2.9}{100}\right)^{21}$$

$$P_f = 1,597 \text{ habitantes}$$

3 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

3.1 Levantamiento topográfico

Es el proceso por el cual se puede referenciar la localización de los puntos importantes en la planificación del proyecto de distribución de agua, localizando puntos de consumo, línea de conducción, red de distribución, ramales abiertos, pozo mecánico, obstáculos, etc. El levantamiento topográfico para el proyecto de agua potable se inició desde el pozo perforado existente que se localiza al nor - este de la comunidad.

Por las condiciones de la topografía de la región que es plana y por ser un sistema por bombeo, el levantamiento es de primer orden. El cual consiste en que la planimetría y la altimetría tienen que ser levantadas con aparatos de precisión. Los parámetros utilizados en el levantamiento son:

Error máximo admisible de cierre en distancia:

$$e = \frac{L}{1000}$$

Siendo:

e = error en metros.

L = longitud del polígono cerrado en metros.

Error máximo admisible en cierre angular en las poligonales cerradas:

$$e = a\sqrt{N}$$

Siendo:

e = error en minutos

a = aproximación de aparato en minutos.

N = número de vértices de la poligonal.

Error máximo permisible en el cierre altimétrico será:

$$e = \pm 25\sqrt{K}$$

Siendo:

e = error en milímetros

K = Longitud nivelada en kilómetros.

3.1.1 Planimetría

Se comenzó con la planimetría de la línea de conducción, desde el pozo perforado hasta el predio donde se colocará el tanque de distribución y luego se levantó la red de distribución, utilizando el método de conservación de azimut, con vuelta de campana, partiendo en la estación E-0 se orientó con norte magnético, lectura de hilos estadimétricos, ángulo horizontal y ángulo vertical. Utilizando un teodolito de precisión, cinta metálica, jalones y plomadas. La comunidad de Valle Lirio cuenta con un trazo de calles ortogonal, lo cual facilitó el levantado topográfico. Ver anexo B, libreta topográfica y hoja 1/9, topografía del juego de planos.

3.1.2 Altimetría

El levantamiento de la información de nivelación se realizó con un nivel de precisión, estadia y plomada, teniendo el mismo recorrido que el levantamiento de planimetría, excepto que se tomaron lecturas a cada veinte metros de distancia.

La tabulación de la información del levantamiento topográfico se encuentra en la libreta en el anexo B y en los planos de planta perfil, hoja 2/9 y curvas de nivel, hoja 3/9 en apéndice A de juego de planos.

El procedimiento aplicado del levantamiento consistió en definir como el punto de salida a la Estación E=0, como el BM con cota 100.00, en donde se encuentra ubicado el pozo mecánico. A partir del BM se registraron lecturas a cada veinte metros de distancia y de las estaciones definidas en el levantamiento de planimetría.

4 BASES DE DISEÑO

La finalidad de las bases de diseño, es tener el conocimiento de todas las variables que puedan afectar en el diseño del proyecto, tomando en cuenta a todas aquellas que beneficien el desarrollo del mismo.

Los datos que intervienen son: censo poblacional y habitacional, tasa de crecimiento poblacional municipal, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), clima, cultura y nivel económico.

El diseñador tiene que poner en práctica todos sus conocimientos de hidráulica, para resolver con eficiencia los inconvenientes que presenta cualquier planificación de un sistema hidráulico.

Los criterios aplicados por el diseñador son tan diversos que pueden variar en resultados para un mismo proyecto, si se toman diferentes factores que afectan el comportamiento de los materiales como los criterios de consumo.

4.1 Descripción del sistema a utilizar

Con los datos obtenidos del levantamiento topográfico y observaciones de campo en el parcelamiento Valle Lirio, se optó por el diseño de un circuito cerrado, el cual constará de siete circuitos. La red de distribución será abastecida por un tanque elevado, el cual, a su vez, por un pozo mecánico de 8" de diámetro, por medio de un equipo de bombeo.

4.2 Fuente

Las condiciones en que se encuentra son aceptables, cuenta con una cubierta impermeable de concreto que circunda el pozo, se encuentra con tubería de ademe de acero de diámetro de 8".

Se realizaron los exámenes respectivos para determinar la calidad del agua, a cargo de la UNEPAR, determinándose la potabilidad de la misma. No teniendo problemas con contaminación de sales ni bacterias ver anexo C.

El equipo adecuado para extraer el vital líquido, será una bomba eléctrica sumergible, ya que a inmediaciones se encuentran las instalaciones adecuadas para la acometida del equipo.

La utilización de equipo por combustible no es recomendable por las altas temperaturas, las distancias para su abastecimiento y el alto grado de corrosión.

Con base a los resultados obtenidos de los estudios realizados por la UNEPAR y la evaluación de campo en el trabajo del EPS en la comunidad, se pudo constatar que el pozo existente llena los requisitos que demanda para dar un buen servicio en calidad y cantidad de agua potable para los habitantes de la comunidad de Valle Lirio, que sufren actualmente la carencia de un sistema que les suministre el vital líquido, ya que los pozos artesanales se encuentran contaminados.

4.3 Aforo

Se cuenta con un aforo realizado el 2 de febrero de 1,996 a cargo de la UNEPAR, dando un resultado de 6.40 litros/segundo ver anexo C. Cuenta con fácil acceso por caminos internos de la comunidad que conducen a las áreas de trabajo.

4.4 Dotación

Es la cantidad de agua necesaria en un día para una persona, y se expresa en litros por habitante día, la cual debe satisfacer las necesidades de consumo de los habitantes para que estos desarrollen sus actividades cotidianas de la mejor forma posible.

El cálculo de la dotación es un criterio aplicado por el diseñador, tomando en cuenta las características en donde se encuentra ubicada la comunidad, el clima, costumbres y nivel socioeconómico.

Aplicando parámetros utilizados para zonas cálidas, área rural y conexiones intradomiciliares, la Organización Panamericana de la Salud –OPS-, adopta un rango de 90 a 170 litros/habitante/día, el Fondo de Inversión Social –FIS-, adopta un rango de 90 a 120 litros/habitante/día.

En este caso se aplica el de 95 litros/habitante/día, rango cerca del mínimo por ser un sistema por bombeo, en donde la operación y mantenimiento del sistema será elevado a comparación de un sistema por gravedad.

Se tomará un consumo diario de 450 l/día por cada equipamiento con que cuente la comunidad.

4.5 Período de diseño

El período de diseño recomendado y aplicado en este proyecto es de 20 años, como un valor óptimo tanto desde el punto de vista económico, como de la durabilidad de los materiales y equipo utilizado en la construcción del proyecto.

4.6 Caudal de diseño

Los diferentes componentes que integran un sistema de agua potable, como lo son la línea de conducción y la red de distribución trabajan a diferentes caudales.

Estos caudales están determinados por los factores que son la producción del nacimiento, en este caso por el pozo, y por el consumo de demanda máxima instantánea.

4.6.1 Caudal medio (Q_m)

Es el caudal promedio requerido por la comunidad en litros/segundo, obtenido de la dotación asignada a cada habitante, y de los consumos que requieran los equipamientos.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{\text{población futura}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}} + \frac{\# \text{servicios básico} \times \text{dotación}}{86400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

Caudal medio para 20 años:

$$Q_m = \frac{1,574 \times 95}{86400} + \frac{16 \times 450}{86400} = 1.81 \frac{l}{s}$$

4.6.2 Caudal día máximo (Q_{dm})

Es el caudal que será empleado para el diseño de la línea de conducción. El caudal máximo diario es el resultado de la aplicación del factor de día máximo (F_{dm}) de variación de demanda y el caudal medio. El factor es inversamente proporcional al crecimiento de la población. Este factor oscila entre 1.2 para poblaciones mayores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones menores de 1,000 habitantes.

En el caso de la comunidad Agraria Valle Lirio en que su población futura será mayor de 1,000 habitantes, el criterio asumido es de 1.5.

Dando un resultado del caudal máximo día de:

Caudal día máximo para los 20 años:

$$Q_{dm} = F_{dm} \times Q_m = 1.5 \times 1.81 \frac{l}{s} = 2.72 \frac{l}{s}$$

4.6.3 Caudal de bombeo (Q_b)

El caudal de bombeo estará determinado por el caudal día máximo, horas de bombeo y por la producción del pozo mecánico. Se propone un tiempo de 11 horas de bombeo, aplicando la fórmula se determinará el caudal de bombeo:

$$Q_b = \frac{Q_{dm} \times 24 \text{ horas día}}{t}$$

Donde:

t = Tiempo de bombeo, en horas.

Q_{md} = Caudal máximo día, litros por segundo.

Q_b = Caudal de bombeo ó caudal de producción, en litros por segundo.

$$Q_b = \frac{2.72 \frac{l}{s} \times 24 \text{ horas}}{11 \text{ horas}} = 5.64 \frac{l}{s}$$

En donde el caudal de bombeo es menor que el caudal 6.40 l/s que produce el pozo mecánico, cumpliendo con la demanda de bombeo.

4.6.4 Caudal hora máxima (Q_{hm})

Es el máximo consumo en una hora que se pueda dar en una comunidad. En comunidades que cuentan con este servicio, se analiza en un período de un año para identificar el máximo en una hora.

En el presente caso en que la comunidad no cuenta con ningún sistema que le suministre el vital líquido se utilizará un factor de hora máxima (F_{hm}) a criterio del proyectista, el cual oscila entre 2.0 para comunidades mayores de 1,000 habitantes y 3.0 para comunidades menores de 1,000 habitantes. Se utilizará en el presente caso un factor máximo hora de 2.26.

$$Q_{hm} = F_{hm} \times Q_m = 2.26 \times 1.81 = 4.099 \frac{Lts}{seg}$$

4.6.5 Factor de gasto

Es el consumo de agua potable por vivienda, aplicado para la planificación del sistema de agua, valor aplicado a cada punto de consumo. Teniendo el plano de densidad de vivienda, se puede determinar la cantidad de líquido a consumir.

$$F de G = \frac{Q_{hm}}{\# \text{ viviendas}} = \frac{4.099 \text{ Lts/seg}}{149} = 0.028 \frac{\text{Lts/seg}}{\text{vivienda}}$$

4.7 Almacenamiento

Los parámetros utilizados para el presente proyecto se basaron en los parámetros con que trabajan el FIS y la OPS para proyectos de agua rural.

El rango oscila entre 40% y 60% de consumo medio diario estimado para un sistema por bombeo, al final del período de 20 años. El parcelamiento Valle Lirio presenta una topografía relativamente plana, el tanque de distribución será elevado y de estructura metálica.

$$Volumen = Q_m \times 86400 \times 40\% = 62,553.6 \text{ l} = 16,524.96 \text{ Gal}$$

$$Volumen \text{ propuesto} = 17,500 \text{ Gal} = 66.24 \text{ m}^3 \text{ a } 42.34\% \text{ del volumen medio diario}$$

4.8 Anclaje de tubería

Cuando una línea de tubería está sometida a presión interna y tiene un extremo cerrado, se presenta un empuje igual al producto de la presión del agua por el área de la sección transversal de la tubería. Este mismo esfuerzo aparece en los accesorios como codos, tees, reductores, válvulas, etc. En general, estos empujes se presentan siempre que la línea de tubería cambie de dirección, cuando hay reducción de diámetro y en los extremos cerrados.

Las dimensiones y formas de los bloques de los anclajes, depende proporcionalmente de la presión hidrostática que actúa en la tubería, el diámetro del tubo, capacidad de soporte del suelo y el tipo de accesorio.

En la mayoría de los casos, dada la importancia del empuje debido a la presión del agua, puede desprenderse la tubería, provocando fugas y posible contaminación al flujo interno, que aumentan el gasto de mantenimiento y molestias a los usuarios del sistema.

Con base en esto, la ecuación que permite calcular el empuje es la siguiente:

$$E = 2 \times S \times P \times \text{sen}\left(\frac{\varphi}{2}\right)$$

Donde:

S = Área de sección transversal del tubo.

P = Presión unitaria interna (estática).

φ = Ángulo de deflexión.

E = Empuje

Para mayor facilidad, el empuje puede ser calculado utilizando las tablas que aparecen en el anexo D, con solo saber la presión actuante interna, el diámetro del tubo, y el tipo de suelo, se tendrá como resultado la fuerza total de reacción y así como el área de anclaje necesaria para absorber la fuerza resultante, aplicando este proceso la red de tuberías y accesorios tendrá mayor vida útil, aplicando las fórmulas siguientes.

$$E = \frac{P}{100} F$$

Donde:

E = Fuerza total de reacción, en libras.

P = Presión actuante en la tubería, libras sobre pulgadas cuadradas.

F = Fuerza de empuje, en libras.

$$A = \frac{E}{\sigma}$$

Donde:

A = Área de anclaje en pies cuadrados.

E = Esfuerzo total de reacción en libras.

σ = Esfuerzo admisible del terreno, en libras sobre pies cuadrados.

Ver anexo D, para el cálculo de anclaje, además de los detalles típicos de anclaje.

Ejemplo:

Cálculo del anclaje de la tubería en el nudo No. 8, la presión en la tubería de distribución será la máxima cuando el sistema esté en reposo, la presión estática será la columna de agua que predomina en el tanque, que será de 14.00 metros de base más 4.50 metros de altura de agua dentro del tanque, lo que da 18.50 metros de columna de agua, equivalente a 26.32 PSI; el material predominante del suelo es arcilla, la que tiene un valor soporte de 500 Lbs/Pie², en el nudo No. 8 se encuentra una tee de \varnothing 2", la fuerza de empuje es de 400 Lbs. Ver anexo D, resolviendo:

$$E = \frac{P}{100} F$$

$$E = \frac{23.32 \text{ psi}}{100 \text{ psi}} \times 400 \text{ Lbs} = 105.26 \text{ Lbs}$$

$$A = \frac{E}{\sigma}$$

$$A = \frac{105.26 \text{ Lbs}}{500 \text{ Lbs}/\text{pie}^2} = 0.21 \text{ pie}^2$$

El cálculo de los anclajes de los nudos verlos anexo D.

5 DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL

El cálculo hidráulico comprende todo aquel cálculo matemático para poder concatenar los requerimientos de suministro de fluido con el equipo, accesorios y tubería del sistema, para que en conjunto funcionen adecuadamente como fue planificado. Para que esto suceda, se tienen que tomar en cuenta todas aquellas variables que intervienen en el sistema en conjunto.

5.1 Requerimientos de equipo de bombeo para pozo perforado

Las características generales del pozo mecánico existentes son las siguientes.

Antecedentes:

Con base al informe que presentó la UNEPAR, el pozo tiene una profundidad de 85 m, un diámetro de ø8" del tubo de ademe, y un aforo de 6.40 l/s.

El predio del tanque se encuentra ubicado a una distancia de 1,357.95 m y se prevé que la altura respecto al pozo mecánico será de 16.55 m; resultado del cálculo de la diferencia de cotas del terreno del pozo y del predio para el tanque y la suma de la altura de llenado del tanque, en donde la cota de terreno del predio del pozo es de 100.00, la del predio del tanque elevado es de 98.05, en el predimensionamiento se ha calculado que la torre será de 14.00 metros y el nivel del agua en el tanque será de 4.50 metros.

El agua del pozo cuenta con análisis de potabilidad, realizados por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR ver anexo C.

La fórmula para determinar el equipo necesario de bombeo:

$$H_p = \frac{Q_b \times H}{76.1 e}$$

Donde:

H_p = Caballos de fuerza de la bomba

Q_b = Caudal requerido de bombeo.

H = Altura de columna de bombeo.

e = Eficiencia del equipo de bombeo.

Entonces:

La variable H, en el presente caso estará integrada por la profundidad de colocación del equipo sumergible, la altura del tanque y la pérdida de carga. La profundidad de colocación del equipo de bombeo será de 60.00 metros, la altura del tanque respecto al pozo es de 16.55 metros y la pérdida de carga por fricción en la tubería por la circulación del fluido, calculada por la fórmula de Hazen-Williams

$$h_f = 1,743.811 L \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} D^{-4.87}$$

Donde:

h_f = Pérdida de carga, en metros.

L = Longitud de la tubería, en metros.

Q = Caudal que circulará por el tramo de tubería, en litros por segundo.

C = Coeficiente de flujo, adimensional (para tubería de PVC, C = 150, para H.G. C= 100).

D = Diámetro de la tubería, en pulgadas.

Calculando el tramo con tubería de 3" de PVC, con una longitud de 1,357 metros y un caudal de 6.4 litros por segundo, entre el pozo y el tanque, además una longitud de 73 metros de tubería de hierro galvanizado que se utilizará en el pozo y subida al tanque:

$$h_{f1} = 1,743.811 \times 1,357 \times \left(\frac{6.4}{150} \right)^{1.85} \times 3^{-4.87} = 32.82 \text{ m}$$

$$h_{f2} = 1,743.811 \times 73 \times \left(\frac{6.4}{100} \right)^{1.85} \times 3^{-4.87} = 3.74 \text{ m}$$

El total de pérdida es de 36.56 metros.

Calculando el caballaje del equipo de bombeo:

Integrando la altura necesaria para conducir el caudal requerido, las pérdidas por fricción en la tubería y la diferencia de altura desde la ubicación de la bomba hasta el nivel de llenado del

tanque. La pérdida de fricción es de 36.56 metros, la diferencia de altura entre la bomba y el nivel del agua en el tanque es de 76.55 metros, lo que da una altura total de 113.11 metros

$$H_p = \frac{(6.40 \text{ l/s} \times 113.11)}{76.1 \times 0.64} = 14.86 \text{ HP} \quad (\text{con tubería de 3"})$$

Entonces

$$H = \frac{76.1 H_p e}{Q} = \frac{76.1 \times 76.1 \times 0.64}{Q} = 114.15 \text{ metros de altura de bombeo}$$

Se utilizará un equipo de bomba sumergible con 15 HP, 230 voltios, trifásico. Tal equipo tiene la capacidad para levantar el fluido a 114.15 m de donde se encuentra la bomba ver anexo E gráfica de rendimiento del equipo de bombeo.

La bomba se colocará a 60 m de profundidad dentro del pozo, lo que da una presión de columna de agua de 50.41 m sobre el pozo mecánico, tomando en cuenta la pérdida por fricción en la tubería de metal.

5.1.1 Caída de voltaje

Todo conductor se opone a la conducción de la corriente eléctrica, denominándose resistencia. Este efecto se tiene que minimizar para evitar pérdidas de eficiencia del equipo de bombeo, calentamiento en los conductores que podrían dar problemas de conducción y daños al equipo. Todos los equipos vienen diseñados para tener una pérdida de un 5% máximo.

El equipo está diseñado para trabajar con 230 voltios y 52 amperios, produciendo un consumo de 11 kWh.

Para la determinación del cableado adecuado a instalar, se utiliza la fórmula siguiente:

$$C = \frac{22 \times I \times L}{V}$$

Donde:

C = No. de cables A.W.G. en mils circulares

I = Amperios

L = Longitud del cable a instalar en pies (la distancia se toma dos veces)

V = Voltaje

Entonces

$$C = 22 * 52 * 394 / 230 = 1959 \text{ mils circulares}$$

ver anexo F, para determinar el cable eléctrico adecuado que cumpla con las condiciones de caída de un 5% de voltaje, se determinó que el cable a utilizar es A:W:G: No. 6.

5.2 Diseño del tanque elevado de distribución

El tanque de distribución tiene tres funciones básicas: cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, regular las presiones de la red de distribución evitando el bombeo directo a la red y atender emergencias.

La altura mínima de un tanque elevado debe ser aquella que a media capacidad produzca en la red de distribución la presión mínima recomendable de 10 metros columna de agua, para el caso más desfavorable.

El sistema necesita que el tanque elevado se encuentre a una altura de 14 metros sobre el nivel del terreno y será construido de estructura metálica.

Los tanques elevados son por lo general de forma cilíndrica, apoyándose al terreno por medio de una torre, la cual descansa a su vez en su cimentación. El cuerpo del tanque esta conformado por cubierta, paredes y el fondo del tanque. Generalmente se construye con lámina Norma A-36, además que cuente con las características siguientes:

- Fácil acceso para inspección, hermético.
- Entrada de tubería sobre el nivel máximo de almacenamiento, para evitar que la entrada en un momento dado esté sumergida.
- Salida de tubería 10 cm mínimo sobre el nivel del fondo para evitar la succión de material pesado depositado en el fondo del tanque.
- Drenaje en el fondo del tanque para fácil evacuación en los casos de limpieza.

- Accesorios de ventilación con su respectiva protección contra entrada de insectos.

El tanque debe de contar con:

- Agujero de inspección de diámetro 24"
- Dos coplas para entrada y salida de agua
- Escalera exterior con guarda de seguridad.
- Escalera interior tipo marino.
- Respiradero.
- Rebalse.
- Pintura anticorrosiva en exteriores
- Pintura especial en el interior para guardar la potabilidad.

5.2.1 Cubierta del tanque

Puede diseñarse plana o de forma cónica, su función es cubrir el tanque de la intemperie. En ella se encuentra el acceso al interior del tanque y tiene además un área de ventilación.

Para este caso se diseña una cubierta cónica, la cual tendrá una altura de 1/5 del diámetro del depósito.

5.2.2 Fondo del tanque

El fondo tendrá forma de cono invertido para soportar mayores presiones. Su dimensión se calcula de la siguiente manera, la mitad del diámetro del tanque, que en este caso es de 4m de diámetro, pudiendo variar este valor

$$H_{cono} = \frac{4m}{2} = 2m, \text{ de donde se obtiene}$$

$$V_{cono} = \frac{\pi r^2 H}{3} = \frac{\pi 2^2 2}{3} = 8.38 m^3$$

5.2.3 Cuerpo del tanque

Las paredes del cilindro y el fondo soportarán la presión ejercida por el agua. Para este caso se tomó como base un diámetro de 4 metros, determinando la altura del cilindro de la siguiente forma: el volumen de almacenamiento es de 66.24 m³; hay que descontar el volumen

que va almacenar el cono del fondo del tanque que es de 8.38 m³, quedando un volumen para el cuerpo del tanque de 57.86 m³.

$$V_{cil} = \pi hr^2 \text{ de donde se despeja } h$$

$$H = \frac{V_{cil}}{\pi r^2}, \text{ donde } r = 2 \text{ y } V_{cil} = 57.86 \text{ m}^3$$

De donde se obtiene:

$$H = 4.60 \text{ m}$$

Tomando $h = 5.00 \text{ m}$ Para tener espacio de chequeo.

5.2.3.1 Diseño de las paredes del tanque

De acuerdo a las especificaciones American Institute of Steel Construction AISC (Instituto Americano de Construcción en Acero), el espesor mínimo de las láminas es de $t = \frac{1}{4}$ ó $\frac{3}{16}$ de pulgada.

Encontrando las fuerzas actuantes en las paredes del tanque se tiene:

$$T = \frac{(P \times D)}{2} = \frac{W \times H \times D}{2} = \frac{1000 \text{ kg} \times 5 \text{ m} \times 4}{2} = 10,000.00 \text{ kg/m}$$

Entonces:

$$P = \frac{2 \times T}{D} = \frac{2 \times 10,000 \text{ kg/m}}{4 \text{ m}} = 5,000 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando acero con una resistencia de $36,000 \text{ lb/pulg}^2 = 2,532 \text{ kg/cm}^2$

El esfuerzo de trabajo:

$$F_s = 0.45 F_y$$

$$F_s = 0.45 \times 2,532 \text{ kg/cm}^2 = 1,140 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Área de acero } A_s = \frac{T}{F_s} = \frac{10,000 \text{ kg/m}}{1,140 \text{ kg/cm}^2} = 8.77 \text{ cm}^2$$

Tomando una franja de un metro de altura se obtiene:

$$T = \frac{A_s}{100 \text{ cm}} = \frac{8.77 \text{ cm}^2}{100 \text{ cm}} = 0.0877 \text{ cm}$$

De donde se propone un espesor mínimo de lámina de ¼ “, para las paredes y el fondo del tanque.

5.2.4 Torre de soporte

Es el elemento estructural por el cual logra alcanzar altura el tanque. Está constituido por lo general por cuatro columnas, con una ligera inclinación y una serie de elementos diseñados a compresión y tensión (breisais); tales elementos aumentan la rigidez y disminuyen la esbeltez de las columnas. En este caso se calcularán las columnas con una inclinación del 25% con respecto de la altura del tanque, siendo ésta de 14.00 m de columnas. Calculando la inclinación:

$$L = H \ 25\% = 14 \times 25\%$$

Donde:

L = Distancia de inclinación con respecto al eje vertical

H = Altura de la torre del tanque

Calculando la carga en las columnas, se tiene que el agua almacenada es de 66.24 m³,

$$Peso \ del \ agua = 1000 \frac{kg}{m^3} \times 66.24 m^3 = 66,240 kg$$

Calculando el peso del acero del cuerpo del tanque, teniendo en cuenta que el peso específico del acero es de 7,800 kg/ m³:

$$P_{cil} = A_{cil} \times t \times PE_{acero} = 62.83 m^2 \times 6.35 \times 10^{-3} m \times 7,800 \frac{kg}{m^3} = 3,123 kg$$

$$P_{cono \ inf} = A_{cono \ inf} \times t \times PE_{acero} = 17.77 m^2 \times 6.35 \times 10^{-3} m \times 7,800 \frac{kg}{m^3} = 800 kg$$

$$P_{cono \ sup} = A_{cono \ sup} \times t \times PE_{acero} = 13.53 m^2 \times 6.35 \times 10^{-3} m \times 7,800 \frac{kg}{m^3} = 670 kg$$

$$Peso \ del \ acero = P_{cil} + P_{cono \ inf} + P_{cono \ sup} = 4,673 kg$$

$$Peso \ total = Peso \ del \ agua + Peso \ del \ acero = 70,913 kg \ se \ aproxima \ a \ 71,000 kg$$

Distribuyendo la carga a las columnas se tiene:

$$\frac{C}{col} = \frac{Peso \ total}{4}$$

$$\frac{C}{col} = \frac{71,000 kg}{4} = 17,750 kg = 17.75 t = 39.05 kips$$

Cargas resultantes para cada columna

$$CR = \left(\frac{C/col}{\cos 8^\circ} \right)$$

$$CR = 17.92t = 39.43 \text{ kips}$$

Fuerza de sismo, tomándose el 20% del peso total de la estructura.

$$F_s = 20\% \times \text{Peso total}$$

$$F_s = 0.2 \times 71t = 14.2t$$

Entonces:

$$P = \frac{F_s}{2} = \frac{14.2t}{2} = 7.1t$$

Momento de sismo

$$M_s = P \times H \text{ de torre}$$

$$M_s = 7.1t \times 14.00m = 99.4t - m$$

Sumatoria de $M_c = 0$

$$\sum M_c = 0$$

$$7.1t \times 14.00m - T \times 9.83m = 0$$

$$T = 10.11t$$

Sumatoria de fuerzas actuantes en la torre.

$$\sum F_y C = 0$$

$$17.92t + 10.11t = 28.03t = 61.67 \text{ kips}$$

$$\sum F_y T = 0$$

$$17.92t - 10.11t = 7.81t = 17.17 \text{ kips}$$

5.2.4.1 Diseño de columnas

Entre las ventajas más importantes de las columnas de tubo redondo se pueden mencionar: la excelente resistencia a la torsión, igual rigidez en todas direcciones y bajo costo. Por lo que la hace la sección más utilizada en este tipo de estructuras. El manual de AISC contiene las dimensiones y especificaciones de la sección de tubo redondo y las clasifica en estándar, extra fuerte y doble extra fuerte.

Para diseñar una columna de acero se tiene que tener la carga con que va a actuar y la longitud, se comienza con proponer una sección, con sus datos de área **A** y radio de giro **r**, luego se calcula la relación de esbeltez **k l / r**, con el dato de esbeltez se calcula el esfuerzo de compresión permisible **F_a**. Con estos datos se puede verificar si el elemento propuesto cubre la carga de diseño.

Cálculo de columnas, con los datos siguientes:

Tubo redondo de: 8 pulgadas, cédula 40

Carga de diseño: 28.03 T, 61.67 kips

Área: 11.9 pulg²

Radio de giro: 3.67 pulg

Longitud: 3.50 m, 137.80 pulg

Solución:

Calculando:

$$\frac{kl}{r} = \frac{1 \times 137.8 \text{ pulg}}{3.67 \text{ pulg}} = 37.54$$

Según el manual AISC para una relación de esbeltez de 37.54 se obtiene:

$$F_a = 19.37 \text{ ksi} = 19,370 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}$$

Calculando la carga permisible se obtiene:

$$P = F_a \times \text{Área} = 19.37 \frac{\text{kips}}{\text{pulg}^2} \times 8.399 \text{ pulg}^2 = 162.69 \text{ kips}$$

Verificando carga permisible y carga de diseño:

$$162.69 \text{ kips} > 61.67 \text{ kips}$$

5.2.4.2 Diseño de tensores

La selección de la pieza que se va a utilizar sujeta a tensión, es un problema sencillo de diseño. Como no existe peligro de pandeo, los cálculos se reducen a la simple división de la carga entre el esfuerzo de trabajo a tensión del acero, lo que da como resultado el área neta necesaria de la sección transversal $A_{req} = \frac{T}{F_s}$, de aquí la selección de la sección que cumpla

con esta área. El tipo de pieza a utilizar puede depender más del tipo de conexión en el extremo que de cualquier otro factor, pudiéndose utilizar cualquier tipo de perfil.

Para el diseño de tensores se selecciona el perfil “L”

Datos:

Dimensiones:	4 x 4 pulg
Espesor:	½ pulg
Área:	3.75 pulg ² = 24.19 cm ²
Radio de giro:	1.91 pulg
Peso por pie lineal:	16.23 l lb
Fuerza de sismo:	7.1 t
Ángulo de tensores:	70.93°
Esfuerzo de trabajo:	1.155 t/cm ²

Determinada la capacidad de esfuerzo que soporta la sección de perfil L 4 x 4 se tiene:

$$T = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{7.1 t}{\cos 70^\circ} = 20.76 t$$

$$A_{req} = \frac{20.76 t}{1.155 t/cm^2} = 17.97 cm^2$$

Verificando el área requerida con el área del perfil seleccionado se tiene:

$$24.19 cm^2 > 17.97 cm^2 \text{ si chequea}$$

Se utilizarán tensores de perfil L 4” x 4” x ½” para todas las piezas inclinadas, ya que se calculó con la carga crítica para obtener un promedio.

5.2.4.3 Diseño de pieza horizontal

La función de este elemento, al igual que el tensor, es contrarrestar la acción de la fuerza sísmica. Se propone una pieza, la cual será analizada por esfuerzos a compresión y flexión, aplicando la fórmula de combinación de esfuerzos.

Calculando los esfuerzos combinados con la siguiente fórmula:

$$\frac{P/A}{F_a} \pm \frac{MC/I}{F_b} \leq 1$$

Donde:

P = Carga de diseño o de sismo

A = Área de la sección

F_a = Esfuerzo Unitario permisible

M = Momento actuante

C = Distancia del centroide a la fibra más externa o radio externo

I = Momento de inercia

F_b = Esfuerzo de trabajo en flexión

Datos:

Breiza perfil = L 6"x 6"x 1/2"

Carga de diseño 7.1 T, 15.62 kips

Área 5.75 pulg² = 37.097 cm²

Carga puntual (peso aprox de una persona) = 200 lb

Peso por pie lineal 19.63 lb

Diámetro interno 2.93 pulg

Radio de giro 1.91 pulg

Longitud (1er arrostre) = 9.65 m = 380 pulg

Momento de inercia 17.4 pulg⁴

Esfuerzo de trabajo en flexión = 0.75F_y = 27 kips/pulg²

Solución:

Calculando la relación de esbeltez

$$\frac{Kl}{r}, \text{ en donde } K = 1$$

$$\frac{Kl}{r} = \frac{380 \text{ pulg}}{1.91 \text{ pulg}} = 198.95$$

Según el manual AISC para una relación de esbeltez de 198.95 se tiene un

$$F_a = 4.1 \text{ ksi} = 4,100 \text{ lb/pulg}^2$$

Calculando la carga permisible P, se obtiene

$$P = F_a \times \text{Área} = 4.1 \frac{\text{kips}}{\text{pu lg}^2} \times 5.75 \text{ pu lg}^2 = 23.58 \text{ kips}$$

Comparando cargas

$$23.58 \text{ kips} > 15.62 \text{ kips} \quad \text{si chequea}$$

Combinación de esfuerzos:

$$\text{Momento actuante} = M \text{ c arg a puntual} + M \text{ c arg a distribuida}$$

$$M = \frac{PL}{4} + \frac{WL^2}{8} = \frac{200 \text{ lb} \times 31.67 \text{ pie}}{4} + \frac{19.63 \text{ lb/pie} \times 31.67 \text{ pie}^2}{8}$$

$$M = 4,044.58 \text{ lb.pie} = 4.04 \text{ kips.pie} = 48.5 \text{ kips.pu lg}$$

Aplicando la fórmula de combinación de esfuerzos:

$$\frac{15.62 \text{ kips/pu lg}^2}{4.09 \text{ kips/pu lg}^2} \pm \frac{(48.5 \text{ kips.pu lg} \times 2.93 \text{ pu lg})/17.4 \text{ pu lg}}{27 \text{ kips/pu lg}^2} \leq 1$$

$$0.66 \pm 0.30 \leq 1$$

$$0.36 \leq 1$$

$$0.96 \leq 1 \quad \text{si chequea por flexión}$$

Por lo tanto, se utilizará perfil L 6"x 6"x 1/2"

Calculando el peso total del tanque lleno

Peso de columnas 2,384.4 kg = 5,245.66 lb

Peso de pieza horizontal 3,658.3 kg = 8,048.3 lb

Peso de tensores 5,828 kg = 12,821.7 lb

El total del peso de la torre es de 11,900.7 kg = 26,181.54 lb = 26.18 kips

La carga total de la columna es:

$$PT = CR + \text{Peso de la torre} = 39.43 \text{ kips} + 26.18 \text{ kips} = 65.61 \text{ kips}$$

$$PT = 29.82 \text{ t}$$

5.2.5 Diseño de la cimentación del tanque

La cimentación para un tanque elevado está integrada por tres elementos: las zapatas, los pedestales y cimiento corrido ó vigas de cimentación.

Diseño del pedestal:

Los pedestales se utilizan frecuentemente como elementos de transición entre las columnas metálicas y las zapatas. Las razones más comunes para el uso de pedestales son las siguientes:

- a) Distribuir la carga en la parte superior de la zapata, esto puede aliviar la intensidad de la presión de apoyo en la zapata o simplemente puede permitir una zapata más delgada, con menor refuerzo.
- b) Que la torre metálica no tenga contacto con el suelo y evitar la corrosión.

Para el diseño de este elemento se consideran los siguientes pasos:

Se utilizará un pedestal de 0.50 m por lado, se definirá la altura del pedestal con la relación de tres veces su lado, lo que da una altura de 1.50 m

Calculando el refuerzo del pedestal:

Ante todo se tiene que definir que tipo de columna es. El manual American Concrete Institute (ACI), señala los siguientes parámetros:

Si $E < 21$ entonces es columna corta.

Si $21 \leq E \leq 100$ entonces es columna intermedia

Si $E > 100$ entonces es columna larga

Para calcular la esbeltez de una columna se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$E = \frac{KL_u}{R}$$

Donde:

K = factor de pandeo, que en este caso $K = 1$

L_u = Longitud de la columna, libre entre apoyos

R = Radio de giro de la sección, $R=0.3$ para columnas cuadradas o $R=0.25$ para las circulares

Calculando la relación de esbeltez:

$$E = \frac{1}{0.30 \times .50} 1.50 = 10 \quad \text{y } 10 < 21 \text{ es columna corta}$$

Carga axial:

Se considera despreciable el momento causado por la componente horizontal de la carga total de la columna, debido a que el ángulo de inclinación de la columna metálica transmisora de la fuerza es muy pequeño.

El manual del código ACI propone la siguiente fórmula para el cálculo de la resistencia última a compresión para una columna corta.

$$P_u = \phi(0.85 f'_c (A_g - A_s) + F_y A_s)$$

Donde:

P_u = resistencia última de la columna

ϕ = factor de compresión, igual a 0.70

A_g = área de la sección de la columna 2500 cm²

A_s = área de acero en cm²

f'_c = resistencia nominal del concreto en 210 kg/cm²

F_y = resistencia a la fluencia del acero 2,800 kg/cm²

Calculando la resistencia última:

Se probará con el A_s mínimo, para el cual el manual ACI especifica el 1% del área de la sección:

$$P_u = 0.7(0.85 \times 210(2500 - 25) + (2800 \times 25)) = 358,251.25 \text{ kg} = 788,152.75 \text{ lb} = 788.1 \text{ kips}$$

De donde:

$$788.1 \text{ kips} > 65.61 \text{ kips} \quad \text{usar } A_s \text{ min.}$$

Armado propuesto:

Para el esfuerzo por corte, el manual ACI señala un espaciamiento mínimo igual o menor que la mitad del diámetro efectivo y un recubrimiento mínimo de 5 cm

$$\text{Espaciamiento por corte } S \leq \frac{d}{2}$$

$$S \leq \frac{45}{2} = 22.5 \text{ cm}$$

El armado propuesto, 4 varillas No. 4 + estribos No, 3 a cada 20 cm

Diseño de la Zapata

El diseño de una zapata se basa en las siguientes condiciones:

- a) Las fuerzas laterales, con criterio conservador en el diseño, encontrando una fuerza resultante F_s aplicada a una altura H ; esta fuerza dará lugar a un momento flector respecto a la base, que producirá esfuerzos de tensión sobre las columnas del lado en que se considere que actúa la fuerza lateral y a compresión sobre las columnas opuestas.

Para el cálculo de la estabilidad se obtendrá primero el momento de volteo respecto a la base de apoyo.

$$M_v = F_s H \quad M_e = PT \times L$$

Donde:

M_v = Momento de volteo

M_e = Momento estabilizador

F_s = Fuerza de sismo = 10% de PT = 8.3 t

H = Altura desde la base del pedestal de la zapata hasta la mitad del depósito = 18.00 m

PT = Peso total de la estructura 83.08 t

L = Separación entre dos columnas consecutivas 9.83 m

$$M_v = 8.3t \times 18.00 = 149.4t \text{ _}m$$

$$M_e = 8.3.08t \times 9.83 \text{ m} = 816.67t \text{ _}m$$

Al tener fuerzas laterales actuantes, estas dan origen al momento de volteo, este momento provoca el desplazamiento del peso de la estructura del eje de soporte una distancia X_u

$$X_u = \frac{M_v}{PT}$$

La estabilidad del conjunto estará asegurada cuando se cumpla la siguiente condición, en donde L es el diámetro a centro de columnas:

$$X_u < \frac{L}{6} \quad \text{y} \quad CE > 1.5 \quad \text{donde} \quad CE = \frac{M_e}{M_v}$$

Entonces:

$$X_u = \frac{149.4t - m}{83.08t} = 1.79 < \frac{13.9}{6} = 2.32 \quad \text{si chequea}$$

La carga viva CV será el peso del contenido del tanque lleno, el cual es de 66.24 T/4 = 16.56t, T la carga muerta CM la constituye el peso de toda la estructura, depósito, columnas, tensores y elementos horizontales y pedestales, el cual es de 16.84 T / 4 = 4.21 t

Dimensionamiento de la zapata

$$A_{ZAP} = \frac{1.2 \times (CM + CV)}{V_s}$$

CM = carga muerta, 4.21 t

CV = carga viva, 16.56 t

V_s = valor soporte del suelo 2.4 t/m²

$$A_{ZAP} = \frac{1.2 \times (4.21t + 16.56t)}{2.4 \frac{t}{m^2}} = 10.39 m^2$$

Una zapata cuadrada de 3.22 m; se toma una zapata cuya longitud por lado sea 3.25 m.

Calculando la carga de diseño, con la fórmula siguiente:

$$P_b = \frac{P_u}{A_{ZAP}}$$

Donde:

P_b = carga de diseño

$$P_u = 1.4(CM) + 1.7(CV) = 1.4 \times 4.21t + 1.7 \times 16.56t = 34.05t$$

$$P_b = \frac{34.05t}{10.39 m^2} = 3.28 \frac{t}{m^2}$$

Verificación de corte por flexión:

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times b \times d \sqrt{f'c}$$

$$V_u = P_b \times \text{Área}$$

Donde:

V_c = resistencia última del concreto a corte

V_u = esfuerzo de corte actuante

Siempre chequear que $V_c > V_u$

$$V_c = 0.85 \times 0.53 \times 325 \times \frac{d}{100} \times \sqrt{210}$$

$$V_c = 2121.72 \times \frac{d}{1000}$$

$$V_u = 3.28 \times \left(3.25 \times \left(\frac{3.25 - 0.46}{2} - \frac{d}{100} \right) \right)$$

De donde “d” se obtiene por tanteo

Tabla V. Tanteo del espesor de la zapata para el cálculo por flexión

d (cm)	V_c	V_u
30	63.65	11.67
25	53.04	12.21
20	42.43	12.74

Por lo tanto si verifica con las tres opciones.

Verificar de corte por punzonamiento:

$$V_c = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{f'c} \times b_o \times d$$

$$V_u = P_d (A_{ZAP} - A_{PZ})$$

Donde:

$$b_o = \text{perímetro punzonante} = 4(L + d)$$

$$A_{PZ} = \text{área punzonante} = \left(L + \frac{d}{100} \right)^2$$

Sustituyendo las ecuaciones citadas:

$$V_c = 0.85 \times 1.06 \times \sqrt{210} \times 4 \times (50 + d) \times \frac{d}{1000}$$

$$V_u = 3.28 \times \left(3.25^2 - \left(0.50 + \frac{d}{100} \right)^2 \right)$$

De donde “d” se obtiene por tanteos:

Tabla VI. Tanteo del espesor de la zapata para el cálculo por punzonamiento

d (cm)	V _c	V _u
30	125.28	32.54
25	97.87	32.80
20	73.08	33.04

Por lo tanto si verifica con d = 20 cm

Luego

$$T = d + \frac{Var}{2} + r$$

Donde:

T = altura de la zapata

Var = diámetro de la varilla 1.27 cm

R = recubrimiento de 8 cm

$$T = 20 + \frac{1.27}{2} + 8 = 28.64 \text{ por lo tanto se tomará } T = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Corrección de } d = 30 - \frac{1.27}{2} - 8 = 21.36 \text{ cm}$$

Diseño de acero de refuerzo:

$$M = P_b \times \frac{L^2}{2}$$

$$M = 3.28 \times \frac{(30/2)^2}{2} = 369 \text{ kg}_m$$

$$A_s = \frac{0.85 f'c \times b \times d}{F_y} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{M}{0.003825 f'c \times b \times d^2}} \right)$$

Donde:

$$b = 325 \text{ cm}$$

$$d = 30 \text{ cm}$$

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

$$F_y = 2820 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s (1) = 1233.82 \text{ cm}^2$$

$$A_s (2) = 0.48 \text{ cm}^2$$

Tomando el acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{14.01bd}{F_y} = 48.44 \text{ cm}^2$$

$$A_{stemp} = 0.002bt = 19.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = p_{max}bd = 180.38 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, el área de acero a utilizar será el área de acero mínimo

$$17 \text{ varillas de } \frac{3}{4}'' = 17 \times 2.85 \text{ cm}^2 = 48.45 \text{ cm}^2 > 48.44 \text{ cm}^2$$

5.3 Diseño de la línea de conducción

Son obras destinadas al transporte de agua potable desde la fuente al tanque de distribución. Aunque la tubería sigue comúnmente el perfil del terreno, es necesario tener en cuenta que en ningún caso deben quedar a mayor altura que la línea piezométrica, pues se producirán presiones negativas y en casos de fisura, se tendrán entradas de agua, aire, etc.

En los puntos bajos deben instalarse válvulas de desagüe para poder vaciar la tubería y extraer sedimentos. En los puntos altos se pondrán válvulas de aire para evitar taponamientos.

El cálculo de la condición hidráulica de la línea de conducción se calcula, para el presente proyecto, con el caudal de bombeo, la longitud dada entre la ubicación del pozo mecánico y el predio del tanque, el diámetro de la tubería y del material de los mismos, las condiciones de presión resultantes de equipo de bombeo y las restricciones de altura a que tiene que llegar el nivel de agua al tanque de distribución.

El cálculo de las pérdidas por fricción en el conducto es en base a la ecuación de Hazen-Williams, adoptando el valor de la constante de Chezy para PVC de 150 y de 100 para tubería galvanizada.

Los cálculos obtenidos son los siguientes:

Tabla VII. Cálculo de la línea de conducción

EN TUBERÍA DE METAL DENTRO DEL POZO							
CAUDAL	LONGITUD	DIÁMETRO	MATERIAL	PRESIÓN INI.	VELOCIDAD	PÉRDIDA	PRESIÓN FIN
6.4 l/s	73 m	3"	HG		1.40m/s	3.74	68.55
EN TUBERÍA DE PLÁSTICO DEL POZO AL TANQUE							
CAUDAL	LONGITUD	DIÁMETRO	MATERIAL	PRESIÓN INI.	VELOCIDAD	PÉRDIDA	PRESIÓN FIN
6.4 l/s	1.357 m	3"	PVC	68.55	1.40 m/s	32.82	31.95
			TOTAL			36.56	

5.4 Cálculo de onda de presión

La oscilación de una corriente fluida en una tubería, cuando los efectos de la compresibilidad no son importantes, se denomina onda. En el caso en que la aceleración negativa descienda rápidamente una corriente por el cierre del paso del líquido mediante un mecanismo externo, la compresibilidad del líquido y la elasticidad de las paredes de la tubería deben considerarse. Este fenómeno es conocido con el nombre de Golpe de Ariete.

El golpe de ariete puede presentarse aguas arriba o aguas abajo de una válvula en una tubería, cuando esta se cierra bruscamente.

En general las ondas de presión son cualquier desviación del estado hidrostático normal. Se pueden clasificar las ondas en positivas y en negativas.

Se consideran ondas de presión positivas cuando la presión en la tubería aumenta del valor que tenía antes de detener el flujo.

Las ondas negativas son aquellas cuya presión en la tubería baja del valor en que se encontraba trabajando la tubería antes de detener el flujo.

Ambos extremos de onda son dañinos para la tubería, con valores excesivos la tubería colapsa, pero con valores muy cercanos al valor extremo de trabajo de la tubería produce fatiga de la tubería.

Para conservar el momento dentro del sistema, parte o toda la energía cinética debe ser convertida a energía potencial y posteriormente disipada a través de pérdidas por fricción o a través de la pared de la tubería, si el flujo retorna a su estado original de presión.

Algunas de las causas de la onda de presión o golpe de ariete son:

- El abrir y cerrar (total o parcialmente) una válvula.
- Encendido y apagado de una bomba.
- Cambio de velocidad en una turbina.
- Cambios en la elevación de un cisterna.
- Acción de onda en el cisterna.
- Separación de columna de líquido.
- Aire atrapado en la tubería.

Las ondas oscilatorias son condiciones que ocurren regularmente en el tiempo. Ondas de esta clase, deben ser asociadas con la acción de algún equipo como bombas recíprocas y válvulas reguladoras de presión.

Pequeñas ondas oscilatorias pueden crecer rápidamente en magnitud y ser extremadamente peligrosas si la frecuencia de oscilación se acerca a la frecuencia natural de resonancia del sistema de tuberías.

La teoría elástica en el análisis de ondas ha sido desarrollada por varios investigadores, la técnica dará buenos resultados si se aplica correctamente.

Cálculo del aumento de presión en una tubería debido al cierre rápido del flujo: la tubería está soportada contra movimiento longitudinal y está equipada con junta de expansión. La onda de presión máxima está relacionada a la máxima razón de cambio del caudal mientras que la razón de cambio de viaje de la onda de presión está relacionada con la velocidad del sonido en el fluido, está modificada por las características del material de la tubería.

El cálculo de la velocidad de la onda está dada por la siguiente ecuación:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{(48.3 + Kd/e)}}$$

Donde:

a = Velocidad de la onda, en m/seg.

K = Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad.

d = Diámetro de la tubería en m

e = Espesor de la pared de la tubería en m

Los valores para K son los siguientes según el material de la tubería:

K = 0.5 para tubos de acero.

K = 1.0 para tubos de hierro fundido.

K = 5.0 para tubos de concreto.

K = 4.4 para tubos de asbesto - cemento.

K = 18.0 para tubos de plástico.

En el presente sistema de agua por bombeo se utilizará tubería de PVC, de diámetro de 3" y de 160 PSI.

Entonces:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{(48.3 + 18 \times 0.08204 / 0.00343)}} = 452.42 \text{ m/s}$$

La magnitud de la máxima presión en la onda puede ser calculada con las ecuaciones siguientes.

La fórmula para calcular el tiempo de maniobra es:

$$T = \frac{2L}{a}$$

Donde:

T = Período en seg.

L = Longitud de la tubería en m

a = Celeridad ó velocidad de la onda de presión en m/seg.

Se tiene:

$$T = \frac{2 \times 1357}{452.42} = 5.99 \text{ s}$$

La fórmula para calcular la sobre presión es la siguiente:

$$h = \left(\frac{aV}{g} \right) \times \left(\frac{T}{h} \right)$$

Donde:

h = Sobrepresión o aumento de presión en m columna de agua.

V = Velocidad media del agua en m/s

g = Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

T = Período en segundos.

t = Tiempo de maniobra.

Las condiciones de trabajo de la tubería son conocidas, por lo tanto la sumatoria de sobrepresión y altura de bombeo tendrán que ser cubiertas por la presión de trabajo de la tubería. El valor de cobertura de la tubería de 160 psi es de 112 metros de columna de agua y la altura de bombeo es de 68.55 metros. Se tiene que determinar el tiempo adecuado para maniobrar el cierre del flujo en la tubería.

Adequando la ecuación anterior para el presente caso se tiene:

$$h = \left(\frac{452.42 \times 1.407}{9.81} \right) \times \left(\frac{5.99}{43.45} \right) = 8.945 \text{ s}$$

El análisis del golpe de ariete se hará en el tramo de tubería de PVC, por tener condiciones de poder sufrir un colapso, al estar sometida a altas presiones temporalmente. Cualquier tiempo menor de cierre de la válvula causará ondas de presión que afectarán la tubería.

Se colocará una válvula de alivio de golpe de ariete en la salida del pozo, previniendo el mal uso del cerrado del sistema de bombeo en la línea de conducción.

En la caseta de control de energía para el equipo de bombeo se instalará una bomba de empuje (booster), para suministro de gas cloro a la tubería de conducción.

5.5 Diseño de la red de distribución

Los sistemas de distribución de agua potable, deben proyectarse y construirse para suministrar en todo tiempo la cantidad suficiente de agua en cualquier sector de la red, manteniendo presiones adecuadas en todo el sistema.

También deben permitir circulación continua del agua en la red, evitándose los ramales con puntas muertas que dan lugar a presiones bajas y a estancamientos de agua con acumulación de sedimentos y bacterias.

La tubería de una red de distribución nueva deberá desinfectarse, antes de ponerse en uso, llenando con agua conteniendo 50 ppm. de cloro y dejándola reposar aproximadamente 12 horas. Después de ese tiempo se dejará correr el agua por una ½ hora para eliminar el exceso de cloro.

5.5.1 Revisión de la red de distribución por Hardy Cross

A continuación se realizará un chequeo por el método de Hardy Cross, el cual consiste en cálculos controlados, en que se encuentra un valor de corrección de pérdidas de carga y el caudal en un circuito. Por lo general en cada proyecto se suponen los caudales y diámetros.

En este método los caudales supuestos en cada circuito de tubería se ajustan con la siguiente ecuación:

$$\Delta Q = \frac{\sum KQ^n}{\sum nKQ^{(n-1)}}$$

Donde:

$K*Q^n = h_f$ = Pérdida de carga debido a la fricción

Se calculan las pérdidas por la fórmula de Hazen-Williams

$$h_f = 1,743.811 L \left(\frac{Q}{C} \right)^{1.85} D^{-4.87}$$

Donde:

L = Longitud del tramo en metros (m)

Q = Caudal que pasa por el tramo en L./seg.

C = Valor de la constante de Chezy, para el material de PVC, La C = 150

D = Diámetro de la tubería en el tramo en pulgadas

h_f = Es la pérdida de energía en el tramo dada en metros (m).

Se calcula la velocidad de agua en la tubería con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{6.2Q}{\pi D^2}$$

Donde:

V = la velocidad de flujo en la tubería m/s.

Q = caudal que pasa por la tubería m/s

D = diámetro de la tubería en pulgadas.

A continuación se presentan los cálculos obtenidos de la 1ª y 10ª interacción con el método de HARDY CROSS

5.5.2 Cálculo de ramales abiertos utilizando la fórmula de Hazen-Williams

El cálculo de los ramales abiertos no se puede realizar con Hardy- Cross, ya que necesita que sean circuitos para su compensación. A continuación se calculan los tramos que quedaron pendientes para determinar las pérdidas:

Tabla VIII. Cálculo de pérdidas en ramales abiertos

TRAMO	LONGITUD m	DIÁMETRO "	CAUDAL l/s	PÉRDIDA h_f	VELOCIDAD m/s
16-8	36.4	4	4.1	0.0951590164	0.51
13-15	30.4	3/4	0.08	0.1895711700	0.28
12-14	31.2	3/4	0.08	0.1945598850	0.28
11-40	31.2	3/4	0.03	0.0316964881	0.11
37-38	198.4	1 1/2	0.22	0.2749095199	0.19
27-28	185	2	0.67	0.4955923776	0.33
28-29	39.6	1	0.14	0.1713020797	0.28
28-30	90.4	2	0.34	0.0690428852	0.17
30-31	84.6	1	0.19	0.6438654308	0.37
31-32	85.4	3/4	0.08	0.5325453262	0.28
30-33	89.6	3/4	0.06	0.3281482207	0.21
30-34	71.8	3/4	0.03	0.0729425592	0.11
18-19	114.2	1	0.11	0.3162082197	0.22
18-20	66.8	1 1/2	0.42	0.3061637733	0.37
20-21	54.4	1	0.12	0.1769354229	0.24
21-22	54.8	3/4	0.06	0.2006977957	0.21
20-23	36.1	1	0.24	0.4232808130	0.47
23-24	53.6	3/4	0.03	0.0544529411	0.11
23-39	69.4	1	0.08	0.1066121079	0.16

Cálculo de circuitos por el método de Hardy Cross
 Compensación de la red de agua potable
 Proyecto parcelamiento Valle Lirio, Retalhuleu, Retalhuleu

Tabla IX. Interacción no.1 con Hardy Cross

INTERACCION
 1

CIRCUITO #1									
TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	HF	V(m/s)	HFO	$d\sum(HFO)$	ΔQ	Q _o - Δ Q
1	132	-0.17	1.00	-0.81777724	0.33549862	4.810454354			-0.168283722
2	163	-0.87	2.00	-0.70796653	0.429240882	0.813754632			-0.868283722
3	132	1.38	2.50	0.454059726	0.435753502	0.329028787			1.381716278
4	162	1.08	2.00	1.049656818	0.532850749	0.971940572			1.081716278
Sumatoria				0.021988227		6.925176345	12.81157994	0.001716278	
CIRCUITO #2									
TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	HF	V(m/s)	HFO	$d\sum(HFO)$	ΔQ	Q _o - Δ Q
3	132	-1.381746278	2.50	-0.455104882	0.436295439	0.329376658			-1.521237582
5	162	2.53	3.00	0.703781833	0.554778764	0.278174637			2.390478699
6	132	0.97	2.00	0.701158405	0.478578914	0.722843716			0.830478699
7	162	0.12	1.00	0.526903282	0.236822555	4.390860679			-0.0719521305
Sumatoria				-1.476738538		5.221255615	10.58432288	-0.139521305	
CIRCUITO #3									
TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	HF	V(m/s)	HFO	$d\sum(HFO)$	ΔQ	Q _o - Δ Q
6	132	-0.830478695	2.00	-0.52607317	0.409741847	0.633457755			-0.843984403
8	156	0.38	1.50	0.594142206	0.333305819	1.56353212			0.366494293
9	131	0.11	0.75	1.47241419	0.385893053	13.3858354			0.096494293
10	162	-0.17	1.00	-1.003635704	0.33549862	5.905759434			-0.183505707
Sumatoria				-0.538847521		21.4861285	39.7496678	-0.013505707	
CIRCUITO #4									
TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	HF	V(m/s)	HFO	$d\sum(HFO)$	ΔQ	Q _o - Δ Q
13	130.99	-0.51	1.50	-0.859823122	0.447331493	1.685927691			-0.510775149
10	162	0.183505707	1.00	1.15610509	0.362152421	6.800104273			0.182730558
11	126.2	0.05	0.75	0.32864897	0.175424115	6.597297816			0.049224851
12	161.4	-0.06	0.75	-0.591106282	0.210508938	9.851771359			-0.060775149
Sumatoria				-0.035040577		24.4351014	45.20493711	-0.000775149	
CIRCUITO #5									
TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	HF	V(m/s)	HFO	$d\sum(HFO)$	ΔQ	Q _o - Δ Q
15	132	-0.17	1.00	-0.81777724	0.33549862	4.810454354			-0.199879371
7	162	0.019581305	1.00	0.018309941	0.03852571	0.937946595			-0.010358007
13	130.99	0.510775149	1.50	0.862242348	0.448011393	1.688105519			0.480895778
14	162.2	0.31	1.50	0.423873373	0.271907378	1.367333446			0.280120623
Sumatoria				-0.488684822		8.803839928	16.28710387	-0.029879371	
CIRCUITO #6									
TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	HF	V(m/s)	HFO	$d\sum(HFO)$	ΔQ	Q _o - Δ Q
17	132	-0.11	1.00	-0.365494615	0.217087342	3.322678316			-0.120524
4	162	-1.081716278	2.00	-1.052783924	0.533697527	0.973253288			-1.092240278
15	132	0.199879371	1.00	1.103380407	0.394466195	5.52021528			0.189355371
16	162.6	0.37	1.50	0.589467524	0.324534613	1.593155469			0.359476
Sumatoria				-0.274589392		11.4093186	21.5075764	-0.010524	
CIRCUITO #7									
TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	HF	V(m/s)	HFO	$d\sum(HFO)$	ΔQ	Q _o - Δ Q
19	132	-0.04	0.75	-0.228332192	0.140339292	5.708304802			-0.039430949
20	162.2	-0.88	2.00	-0.719545567	0.434174685	0.81766541			-0.879430949
17	132	0.120524	1.00	0.432803294	0.23765668	3.591013362			0.121093051
18	162.2	0.34	1.50	0.50286684	0.298220936	1.479020118			0.340569051
Sumatoria				0.012207618		11.59606369	21.45240683	0.000569051	

Cálculo de circuitos por el método de Hardy Cross
 Compensación de la red de agua potable
 Proyecto parcelamiento Valle Lirio, Retalhuleu, Retalhuleu
 Tabla X. Interacción no.10 con Hardy Cross

INTERACCION
10

TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	Hf	V(m/s)	HFO	HFO(HFO)	ΔQ	Q+ΔQ
1	132	-0.168278611	1.00	-0.802523972	0.332101422	4.76901947			-0.168278611
63	163	-0.868278611	2.00	-0.705377251	0.428391562	0.812385843			-0.868278611
3	132	1.381721389	2.50	0.455108096	0.436297053	0.329377615			1.381721389
4	163	1.081721389	2.00	1.052793127	0.533700049	0.92335197			1.081721389
Sumatoria				0		6.884040426	12.73547023		0

TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	Hf	V(m/s)	HFO	HFO(HFO)	ΔQ	Q+ΔQ
3	132	-1.381721389	2.50	-0.455108096	0.436297053	0.329377615			-1.381721389
62	162	2.288176819	3.00	0.584414272	0.501751742	0.25540608			2.28817682
6	132	0.728176819	2.00	0.412502521	0.359268115	0.566486752			0.72817682
7	163	-0.121823181	1.00	-0.541808705	0.240420642	4.47500883			-0.12182318
Sumatoria				7.356841E-09		5.388721331	10.53772096	7.10234E-10	

TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	Hf	V(m/s)	HFO	HFO(HFO)	ΔQ	Q+ΔQ
6	132	-0.72817682	2.00	-0.412502522	0.359268115	0.566486753			-0.72817682
8	156	0.362586093	1.50	0.544706813	0.318016461	1.502354791			0.362586093
9	131	0.092586093	0.75	1.070069856	0.324775621	11.55973927			0.092586093
10	163	-0.187431307	1.00	-1.202274249	0.368989676	6.144579355			-0.187431307
Sumatoria				1.42017E-09		20.04306017	37.07966133	3.83006E-11	

TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	Hf	V(m/s)	HFO	HFO(HFO)	ΔQ	Q+ΔQ
13	130.99	-0.512318073	1.50	-0.867067076	0.449364723	1.692438979			-0.512390343
10	162	0.187431307	1.00	1.202274248	0.368989675	6.414479353			0.187359036
11	126.2	0.047681927	0.75	0.302131427	0.167291198	6.336396075			0.047609667
12	161.4	-0.062318073	0.75	-0.630407443	0.2186841855	10.17437342			-0.062390343
Sumatoria				-0.002914058		24.61768783	45.54272349	-7.22707E-05	

TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	Hf	V(m/s)	HFO	HFO(HFO)	ΔQ	Q+ΔQ
15	132	-0.249960118	1.00	-1.666650366	0.493301615	6.075666425			-0.249358039
7	162	0.121823181	1.00	0.541808699	0.24042064	4.47500881			0.122428259
13	130.99	0.512390343	1.50	0.867293337	0.449428113	1.692641911			0.512992422
14	162.2	0.230039882	1.50	0.244091583	0.201772714	1.061083761			0.230041961
Sumatoria				0.015486713		13.87689296	25.6725197	0.000602079	

TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	Hf	V(m/s)	HFO	HFO(HFO)	ΔQ	Q+ΔQ
17	132	-0.190075937	1.00	-1.005179529	0.375083385	5.288805838			-0.189248537
4	162	-1.081721389	2.00	-1.052793127	0.533700049	0.92335197			-1.080911988
13	132	0.249358039	1.00	1.661223318	0.4921134	6.661996235			0.250167438
16	162.6	0.289942063	1.50	0.375458949	0.254314149	1.294944738			0.280751463
Sumatoria				0.027291386		14.21900401	26.40515741	0.01008994	

TRAMO	LONG	CAUDAL	DIM	Hf	V(m/s)	HFO	HFO(HFO)	ΔQ	Q+ΔQ
19	132	-0.071044153	0.75	-0.66020624	0.249257152	9.301548394			-0.070737468
20	162.2	-0.911044153	2.00	-0.762708297	0.449491259	0.84219775			-0.910737468
17	132	0.189248537	1.00	0.99727446	0.373486018	5.269554793			0.18955222
18	162.2	0.308953847	1.50	0.42123259	0.270891531	1.36511796			0.309262552
Sumatoria				0.00951856		16.77674076	31.0369704	0.00306883	

6 PRESUPUESTO

Toda planificación de un proyecto debe contar con un valor monetario, para determinar la factibilidad de inversión, sobre la base del impacto y número de beneficiarios.

En el presente presupuesto se tomaron en cuenta, los precios unitarios del mercado, incluyéndose en estos, la mano de obra.

El listado de materiales y accesorios se presenta específicamente, para cada componente del sistema, con el fin de facilitar la ejecución de la obra.

6.1 Cuantificación de materiales por componente

La cuantificación de materiales por componente tiene como finalidad establecer en qué parte del sistema serán empleados los materiales requeridos. Para mayor información ver el Anexo L, en donde se encuentra la descripción de los materiales necesarios.

6.2 Cuantificación de materiales en general

Es el resumen de materiales necesarios para realizar el proyecto de agua potable, con un sistema de bombeo. Realizar este resumen es importante para el trámite de solicitud de proforma o cotizaciones.

6.3 Presupuesto del proyecto

El presupuesto de un proyecto representa un valioso elemento para la correcta ejecución del mismo, proporciona la información necesaria para evaluar el volumen de trabajo y material que se empleará en cada uno de los renglones que comprende, pudiendo con ello planificar adecuadamente la forma en la que se realizará la inversión o desembolsos y la cantidad de mano de obra que se necesite para realizar la obra en un tiempo establecido, ver anexo H. El presupuesto permite realizar un análisis de la distribución de costos entre los diferentes elementos que forman el proyecto, relacionando el costo de cada elemento a su importancia como parte necesaria e indispensable del proyecto.

Por medio del control del presupuesto se puede determinar si la distribución de costos es adecuada, o si se ha dado preponderancia a elementos no indispensables. El presupuesto permite

establecer si hay un equilibrio satisfactorio entre el costo por unidad de área en proyectos similares y verificar la confiabilidad del mismo, determinando si el costo total del proyecto está entre los límites razonables. Es imprescindible para la realización de un buen presupuesto, que los costos que se asignen sean reales, tomando en cuenta la localización del proyecto, considerando los costos unitarios vigentes en el municipio, tanto para materiales como para mano de obra. Se debe considerar el transporte necesario para el traslado de los materiales desde los bancos hasta la región en la cual se ubique el proyecto en construcción.

Tabal XI. Presupuesto de materiales

<i>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</i>					
No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
1	BOMBA 15 HP Y ACCESORIOS	1	U	Q24,269.33	Q24,269.33
2	TABLERO DE CONTROL DE BOMBA	1	U	Q10,347.00	Q10,347.00
3	GUARDA NIVEL DE TANQUE ELEVADO	1	U	Q12,500.00	Q12,500.00
4	TUBOS DE ø3" PVC 160 PSI	234	U	Q91.40	Q21,387.60
5	TUBOS DE ø3" HG LIVIANO	3	U	Q420.00	Q1,260.00
6	CODOS 45° DE ø3" PVC	2	U	Q52.15	Q104.30
7	CODOS 90° DE ø3" PVC	3	U	Q40.02	Q120.06
8	CODO 90° ø3" HG	1	U	Q160.00	Q160.00
9	TEE RED. 3" a 2" PVC	3	U	Q65.34	Q196.02
10	ADAPTADORES MACHO ø2" PVC	3	U	Q4.47	Q13.41
11	ADAPTADORES MACHO ø3" PVC	5	U	Q16.84	Q84.20
12	VÁLVULA DE AIRE 2" PVC	1	U	Q177.14	Q177.14
13	VÁLVULA DE ALIVIO ø2"	1	U	Q3,500.00	Q3,500.00
14	VÁLVULA DE COMPUERTA ø3" Br.	1	U	Q339.15	Q339.15
15	VÁLVULA DE COMPUERTA ø2" Br.	1	U	Q113.62	Q113.62
16	VÁLVULA DE CHEQUE ø3" HOR.	1	U	Q600.00	Q600.00
17	GAL. DE CEMENTO SOLVENTE	1	U	Q206.22	Q206.22
18	TANQUE METÁLICO 17500 GAL.	1	U	Q120,020.00	Q120,020.00
19	CIMENTACIÓN TANQUE	1	U	Q17,048.00	Q17,048.00
					Q212,446.05

Continúa

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN:

No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
20	TUBOS DE ϕ 3/4" PVC 250 PSI	173	U	Q12.24	Q2,117.52
21	TUBOS DE ϕ 1" PVC 160 PSI	195	U	Q15.08	Q2,940.60
22	TUBOS DE ϕ 1 1/2" PVC 160 PSI	182	U	Q26.73	Q4,864.86
23	TUBOS DE ϕ 2" PVC 160 PSI	140	U	Q41.75	Q5,845.00
24	TUBOS DE ϕ 2 1/2" PVC 160 PSI	23	U	Q61.08	Q1,404.84
25	TUBOS DE ϕ 3" PVC 160 PSI	28	U	Q91.40	Q2,559.20
26	TUBOS DE ϕ 4" PVC 160 PSI	7	U	Q150.16	Q1,051.12
27	TUBOS DE ϕ 4" HG MEDIANO	3	U	Q570.00	Q1,710.00
28	CODO 90° ϕ 3/4" PVC	1	U	Q1.16	Q1.16
29	CODO 90° ϕ 1" PVC	1	U	Q2.07	Q2.07
30	CODO 90° ϕ 4" HG	1	U	Q40.02	Q40.02
31	TEE ϕ 3/4" PVC	2	U	Q1.60	Q3.20
32	TEE ϕ 1" PVC	2	U	Q2.71	Q5.42
33	TEE ϕ 1 1/2" PVC	2	U	Q5.22	Q10.44
34	TEE ϕ 2" PVC	5	U	Q7.53	Q37.65
35	TEE ϕ 3" PVC	1	U	Q35.64	Q35.64
36	TEE ϕ 4" PVC	1	U	Q59.23	Q59.23
37	CRUZ DE ϕ 3/4" PVC	1	U	Q2.50	Q2.50
38	CRUZ DE ϕ 1" PVC	1	U	Q9.09	Q9.09
39	CRUZ DE ϕ 1 1/2" PVC	1	U	Q13.03	Q13.03
40	CRUZ DE ϕ 2" PVC	3	U	Q19.25	Q57.75
41	RED. BUSHING 1" a 3/4" PVC	6	U	Q1.16	Q6.96
42	RED. BUSHING 1 1/2" a 3/4" PVC	3	U	Q2.59	Q7.77
43	RED. BUSHING 1 1/2" a 1" PVC	2	U	Q2.59	Q5.18
44	RED. BUSHING 2" a 3/4" PVC	1	U	Q2.59	Q2.59
45	RED. BUSHING 2" a 1" PVC	3	U	Q4.19	Q12.57
46	RED. BUSHING 2" a 1 1/2" PVC	3	U	Q4.19	Q12.57
47	RED. BUSHING 2 1/2" a 2" PVC	1	U	Q8.76	Q8.76
48	RED. BUSHING 3" a 2" PVC	2	U	Q9.73	Q19.46
49	RED. BUSHING 3" a 2 1/2" PVC	1	U	Q14.37	Q14.37
50	RED. BUSHING 4" a 3" PVC	2	U	Q22.28	Q44.56
51	ADAPTADOR MACHO ϕ 2" PVC	4	U	Q4.47	Q17.88
52	ADAPTADOR MACHO ϕ 2 1/2" PVC	2	U	Q12.59	Q25.18
53	ADAPTADOR MACHO ϕ 3" PVC	4	U	Q16.84	Q67.36
54	VÁLVULAS DE COMPUERTA 2" Br.	2	U	Q113.62	Q227.24
55	VÁLVULAS DE COMPUERTA 2 1/2" Br.	1	U	Q198.10	Q198.10
56	VÁLVULAS DE COMPUERTA 3" Br.	2	U	Q339.15	Q678.30
57	CEMENTO SOLVENTE	2	GAL.	Q206.22	Q412.44
					Q24,531.63

Continúa

CONEXIONES DOMICILIARES					
No.	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO/UNIT.	TOTAL
58	TUBOS DE ϕ 1/2" PVC 315 PSI	800	U	Q9.58	Q7,664.00
59	CODOS 90° ϕ 1/2" PVC	160	U	Q0.59	Q94.40
60	CODOS 90° ϕ 1/2" ST PVC	160	U	Q1.35	Q216.00
61	ADAP. MACHO ϕ 1/2" PVC	320	U	Q0.48	Q153.60
62	TEE RED. 3/4" a 1/2" PVC	46	U	Q2.19	Q100.74
63	TEE RED. 1" a 1/2" PVC	35	U	Q3.87	Q135.45
64	TEE RED. 1 1/2" a 1/2" PVC	16	U	Q7.42	Q118.72
65	TEE RED. 2" a 1/2" PVC	45	U	Q11.85	Q533.25
66	TEE RED. 2 1/2" a 1/2" PVC	11	U	Q43.48	Q478.28
67	TEE RED. 3" a 1/2" PVC	7	U	Q42.22	Q295.54
68	VAL. DE PASO ϕ 1/2"	160	U	Q29.21	Q4,673.60
69	MEDIDORES DE CAUDAL ϕ 1/2"	160	U	Q208.65	Q33,384.00
70	CHORROS DE ϕ 1/2" Br.	160	U	Q24.18	Q3,868.80
71	HIERRO DE ϕ 1/4"	6	qq	Q110.00	Q660.00
72	CEMENTO	47	SACOS	Q28.00	Q1,316.00
73	ARENA	3	M3	Q60.00	Q180.00
74	PIEDRÍN	4	M3	Q100.00	Q400.00
75	CEMENTO SOLVENTE	1	GAL.	Q206.22	Q206.22
					Q54,478.60

RESUMEN

1	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	Q212,446.05
2	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	Q24,531.63
3	CONEXIONES DOMICILIARES	Q54,478.60
4	M.O. DE FONTANERÍA	Q19,176.30
5	M.O. NO CALIFICADA	Q47,140.00
6	M.O. DE ALBAÑILERÍA	Q6,732.00
7	PLANIFICACIÓN	Q4,000.00
8	IMPREVISTOS	Q36,850.46
TOTAL		Q405,355.04

El proyecto se iniciará con 149 viviendas y tendrá un costo de Q 405,355.04, lo que da una relación de inversión de Q 2,720.50 por vivienda y de Q 462.73 por habitante.

6.4 Estudio tarifario

El estudio de una cuota tarifaria, que tienen que dar los usuarios de este sistema de agua potable, tiene como finalidad obtener los fondos necesarios para el mantenimiento, operación y funcionamiento adecuado y ampliaciones futuras.

Se tomarán los gastos de consumo de energía eléctrica, administración, fontanería, equipo de reparación y mantenimiento.

El mantenimiento está integrado por los gastos de salario del fontanero que tendrá a su cargo el control de las instalaciones del sistema, se calcula que el tiempo de trabajo que le representará al fontanero para tener el control del sistema es de medio día diariamente, con un salario diario de Q 25.00, Q 550.00 mensuales por días hábiles de trabajo. El ingreso del fontanero por medio tiempo de trabajo será de Q 275.00

El consumo de energía es determinado por el consumo del equipo que es de 11 Kwh para los primeros 10 años, se calcula que se bombeará 11:00 horas diarias, con un costo de Q 0.50 Kwh lo que da un costo mensual de Q 1,219.35.

El cálculo de futuras ampliaciones del sistema se calcula con un costo anual equivalente al 0.04% del valor actual total del proyecto, que asciende a Q 405,355.04.

El mantenimiento del sistema contempla la extracción del equipo y su respectivo chequeo y ajustes necesarios para su buen funcionamiento cada dos años, el costo estimado del servicio es de Q 5,500.00, lo que da un resultado de mantenimiento por año de Q 2,750.00.

El control del sistema estará a cargo de un comité de mantenimiento del proyecto de agua, el cual tendrá gastos de equipo de oficina, que se calculan en un 10% de subtotal de los gastos anteriores mencionados.

Integrando los gastos se obtiene:

Salario de operador (fontanero)	Q 275.00
Consumo de energía eléctrica	Q1,219.35

Materiales y presupuesto (0.004 x Vtp / 12)	Q 135.12
Mantenimiento	Q2,750.00
Administración (10% de subtotal)	Q 465.59
Imprevistos (10% de subtotal)	<u>Q 465.59</u>
Total	Q5,310.65

Tarifa = total / número de servicios = Q 5,358.61 / 160 = Q 33.19

Tarifa recomendada Q 33.50

La tarifa es equivalente al 5.08% del salario en la comunidad.

7 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

7.1 Operación del sistema de agua potable

La operatividad del sistema es indispensable para su buen funcionamiento. Creándose parámetros preventivos y mecanismos automatizados para su seguridad.

7.2 Mantenimiento correctivo

Consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipo de bombeo y en toda la tubería.

La persona encargada del funcionamiento adecuado del sistema, tiene que velar por el buen uso y control de fugas de agua en el sistema.

Todo daño sufrido a cualquier elemento del sistema de agua debe ser reparado inmediatamente, además debe encontrarse la causa que lo provocó y encontrar un mecanismo que evite repetición de las fallas en el futuro.

7.2.1 Mantenimiento del equipo de bombeo

Antes de dar mantenimiento al equipo de bombeo se debe cortar el suministro de energía eléctrica al tablero de controles. Para reducir riesgos de cortos eléctricos que puedan dañar el equipo.

El equipo de control eléctrico debe ser evaluado a cada seis meses, revisando posibles falsos contactos de cables, estado de los fusibles y corrosión en los elementos.

El sistema de válvulas de protección del equipo debe ser evaluado cada seis meses, la válvula de cheque debe de cerrar al instante en que se deja de bombear y garantizar que el equipo de bombeo no gire a la inversa, la válvula de alivio se debe de graduar a la presión de trabajo máximo de la tubería de conducción, para que no colapse.

La bomba se debe de evaluar cada dos años, extrayendo el equipo con maquinaria adecuada para no dañarlo en el proceso de extracción. Se verifica el estado de la tubería, del

cable de alimentación eléctrica y se le da el mantenimiento a la bomba por personal especializado en el ramo.

7.3 Mantenimiento preventivo

Durante las últimas dos décadas los países latinoamericanos han realizado un enorme esfuerzo para aumentar la cobertura de los servicios de agua. Sin embargo, pese a las grandes cantidades de agua que se suministran a algunos sistemas y a las grandes inversiones que se han realizado, muchos acueductos son incapaces de atender siquiera la demanda prevista en los diseños.

Las investigaciones realizadas en muchas ciudades, pone de manifiesto que uno de los problemas más graves, está en qué gran parte del consumo no se encuentra justificado. Buena parte de este consumo se ha demostrado que corresponde a fugas producidas tanto en el interior de conexiones domiciliarias, como en el conjunto de tuberías principales que contribuyen en el sistema de distribución. Estas fugas son una consecuencia directa de una falta de control y de un desconocimiento sobre la eficiencia y funcionamiento del sistema.

En estas condiciones, se hace necesario desarrollar actividades destinadas al control de los desperdicios y la eliminación de gastos inútiles, así como, a la reducción de los consumos.

Un alto porcentaje del agua que se escapa a través de las fugas se pierde en juntas, roturas, válvulas y accesorios.

El mantenimiento preventivo tiene como finalidad contar con un sistema eficiente y económico. Para lograr esto, se tienen que tener los controles siguientes:

- a) Investigar las redes al detalle en su aspecto físico. Sustituir y colocar válvulas, efectuar y reconstruir interconexiones.
- b) Elaborar planos actualizados de la red y mantenerlos permanentemente al día.
- c) Determinar el estado de la tubería y sus capacidades.

- d) Determinar los parámetros de consumos reales, los factores de demanda y las variaciones estacionales y anuales del consumo.
- e) Establecer un sistema permanente y efectivo de medición de agua consumida.
- f) Implantar un control de fugas, para reducir y mantener las pérdidas de agua a niveles normales y rentables.
- g) Determinar la eficiencia de la bomba, así como de su mantenimiento preventivo de servicios.
- h) Asesorar mediante recomendaciones, normas y regulaciones, a las unidades encargadas de la operación del sistema.

CONCLUSIONES

1. A través de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado se aplicó la teoría aprendida en las aulas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos, para resolver problemas reales que sufren las comunidades rurales.
2. La participación de la comunidad fue muy importante para la integración de datos, planificación y diseño del sistema de agua potable de la comunidad de Valle Lirio.
3. El equipo recomendado en el presente trabajo cuenta con dispositivos contra altas y bajas tensiones, suspensión de energía y para protegerlo contra las irregularidades del suministro eléctrico en el área rural.
4. El sistema cuenta con accesorios para su protección, como lo son válvulas de golpe de ariete, válvula de cheque y guarda niveles, con la finalidad de garantizar un buen funcionamiento del sistema de agua potable.
5. Se determinó la tarifa contemplando los gastos de operación y mantenimiento del sistema. La tarifa que se recomienda es similar al salario mínimo diario en la región, con la finalidad que el sistema sea auto sostenible.

RECOMENDACIONES

1. Gestionar la formación de un comité que se encargue de la Operación y Mantenimiento del servicio, delegándole las siguientes funciones: velar por el buen uso y funcionamiento operativo del equipo de bombeo y de las líneas de tubería, control administrativo del pago de consumidores y proveedores de la energía eléctrica, gas cloro, repuestos del equipo y control de beneficiarios morosos.
2. Elaborar el Manual del Procedimientos del sistema de agua potable, para su buen uso. El cual contemplará los siguientes componentes: integrantes del comité, sanciones a morosos, procedimiento para nuevos servicios, etc.
3. El personal a cargo de la Operación y Mantenimiento del Sistema del agua potable tiene que ser constantemente capacitado en el uso de herramientas, normas de seguridad y calidad del agua.
4. Las muestras de laboratorio realizadas al agua del pozo mecánico, confirman que es agua apta para consumo humano, para garantizar la calidad en este trabajo, se colocó un sistema de desinfección de agua con gas cloro, el cual debe ser utilizado permanentemente.

REFERENCIAS

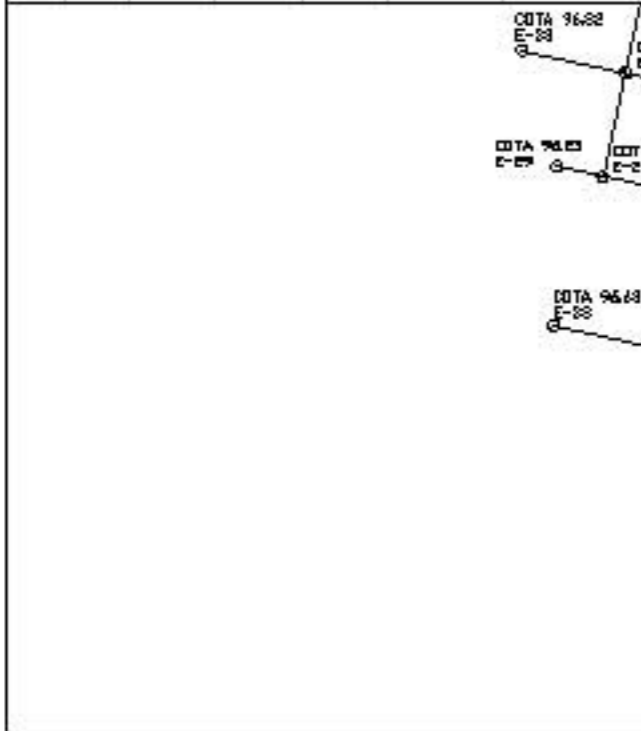
1. De Azevedo Netto, J.M y Acosta Alvarez, Guillermo. **Manual de Hidráulica**. México, Editorial HARLA, Sexta Edición, 1,975.
2. Solana, José Carlos. **Generalidades sobre detección y control de fugas en redes de distribución**. El Salvador, III Reunión del Comité de Gerentes y Directores de Instituciones de Agua Potable de Centroamérica y Panamá, 1981
3. Streeter, Víctor L. **Mecánica de Fluidos**. Editorial McGraw-Hill Book Company, Inc, Segunda Edición, 1,963.
4. Tubovinil S.A. **Catálogo técnico, consideraciones de diseño para instalaciones con tubería de PVC.**
5. Programa Medio Ambiente y Salud en el Istmo Centroamericano, Proyecto Conservación de los Recursos Hídricos y Vigilancia de la Calidad del Agua Potable. **Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales**. Guatemala. Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS), 1,994.

BIBLIOGRAFÍA

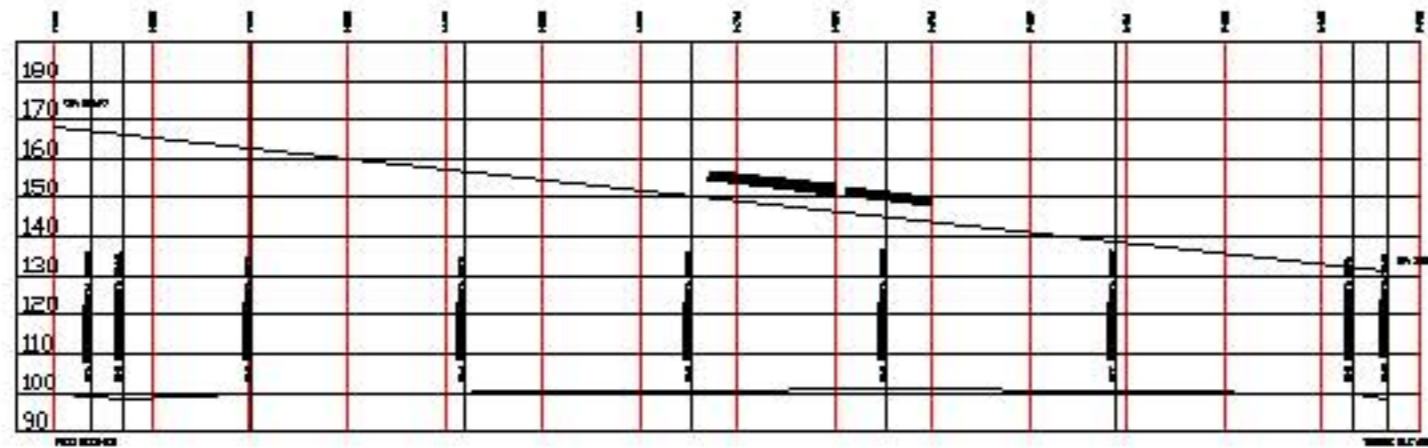
1. Autores Varios. **Manual de Ingeniería Civil**. México, Editorial McGraw-Will/Interamericana de México, S.A. de C.V, Primera edición en Español, traducción de la Segunda edición de Inglés, 1989.
2. División de asesoría municipal, Departamento de Capacitación y Promoción, Departamento de Operación y Mantenimiento. **Manual de fontanería**. Guatemala, Instituto de Fomento Municipal, octubre 1985.
3. Instituto de Fomento Municipal. **Normas generales para diseño de sistema de abastecimiento de agua potable**. Guatemala, 1979.
4. Olivero A., Humberto. **Un esquema de información básica integrada para la preparación y evaluación de proyectos de agua potable**. Guatemala, Instituto de Fomento Municipal, junio 1981.
5. Santos, Raúl Enrique. Diseño de introducción de agua potable a las aldeas el morral y el Nanzal, del municipio de Chiquimula, del departamento de Chiquimula. Guatemala, Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad San Carlos de Guatemala, 1990.
6. Secretaría de Salud Asistencia, Dirección de Ingeniería Sanitaria. **Manual de saneamiento vivienda, agua y desechos**. México, Editorial Limusa S.A., 1976.

APÉNDICE A

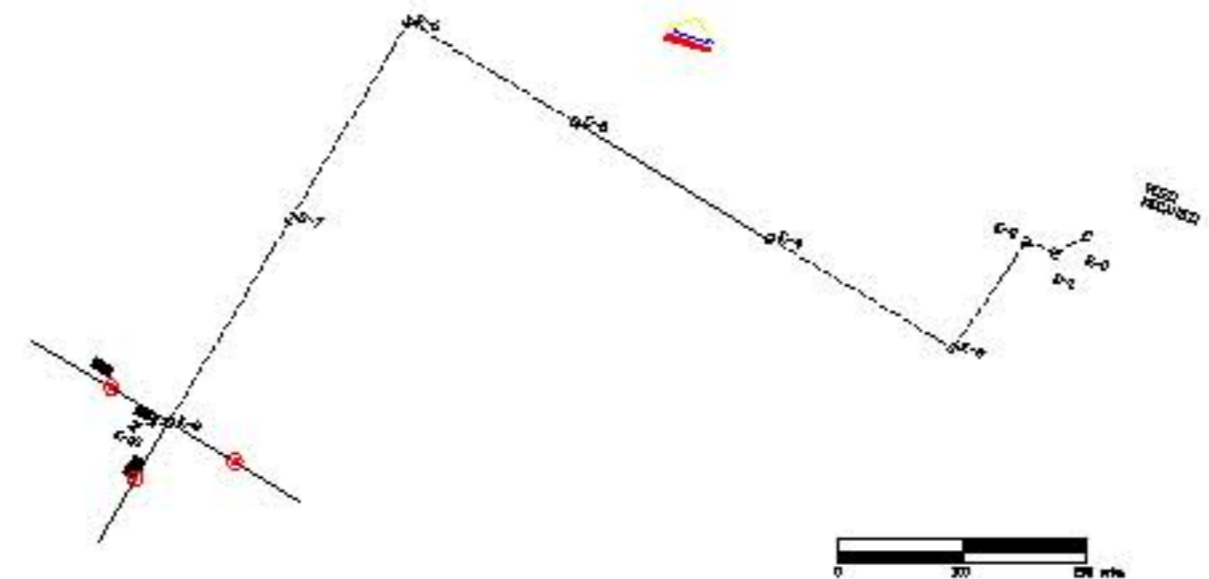
Est.	P.O.	Dist.	Mn.	Ang.	Ca.	Cota
0		222	4	1.29	37.0000	96.0000
1		271	4	4.89	34.4188	96.0210
2		320	52	27.74	132.4200	96.0100
3		369	22	84.30	278.0200	96.7700
4		418	22	84.30	232.4200	100.9200
5		467	22	84.30	200.0000	100.8000
6		516	19	79.49	205.1818	100.2010
7		565	19	79.49	243.2818	96.7100
8		614	19	79.49	107.0000	96.7000
9		663	41	94.30	96.0000	96.0000
10		712	19	79.49	120.0000	97.0000
11		761	19	79.49	101.4000	96.0700
12		810	19	79.49	120.2000	96.9200
13		859	41	81.30	27.2000	96.0000
14		908	27	25.20	107.0000	97.0000
15		957	19	79.49	162.0000	97.1000
16		1006	22	84.30	172.0000	96.7700
17		1055	22	84.30	36.0000	97.2000
18		1104	19	79.49	102.0000	97.0000
19		1153	19	79.49	112.0000	97.0000
20		1202	1	0.00	112.0000	97.0000
21		1251	1	0.00	96.0000	96.0000
22		1300	1	0.00	96.0000	96.0000
23		1349	1	0.00	96.0000	96.0000
24		1398	1	0.00	96.0000	96.0000
25		1447	1	0.00	96.0000	96.0000
26		1496	1	0.00	96.0000	96.0000
27		1545	1	0.00	96.0000	96.0000
28		1594	1	0.00	96.0000	96.0000
29		1643	1	0.00	96.0000	96.0000
30		1692	1	0.00	96.0000	96.0000
31		1741	1	0.00	96.0000	96.0000
32		1790	1	0.00	96.0000	96.0000
33		1839	1	0.00	96.0000	96.0000
34		1888	1	0.00	96.0000	96.0000
35		1937	1	0.00	96.0000	96.0000
36		1986	1	0.00	96.0000	96.0000
37		2035	1	0.00	96.0000	96.0000
38		2084	1	0.00	96.0000	96.0000
39		2133	1	0.00	96.0000	96.0000
40		2182	1	0.00	96.0000	96.0000
41		2231	1	0.00	96.0000	96.0000
42		2280	1	0.00	96.0000	96.0000
43		2329	1	0.00	96.0000	96.0000
44		2378	1	0.00	96.0000	96.0000
45		2427	1	0.00	96.0000	96.0000
46		2476	1	0.00	96.0000	96.0000
47		2525	1	0.00	96.0000	96.0000
48		2574	1	0.00	96.0000	96.0000
49		2623	1	0.00	96.0000	96.0000
50		2672	1	0.00	96.0000	96.0000
51		2721	1	0.00	96.0000	96.0000
52		2770	1	0.00	96.0000	96.0000
53		2819	1	0.00	96.0000	96.0000
54		2868	1	0.00	96.0000	96.0000
55		2917	1	0.00	96.0000	96.0000
56		2966	1	0.00	96.0000	96.0000
57		3015	1	0.00	96.0000	96.0000
58		3064	1	0.00	96.0000	96.0000
59		3113	1	0.00	96.0000	96.0000
60		3162	1	0.00	96.0000	96.0000
61		3211	1	0.00	96.0000	96.0000
62		3260	1	0.00	96.0000	96.0000
63		3309	1	0.00	96.0000	96.0000
64		3358	1	0.00	96.0000	96.0000
65		3407	1	0.00	96.0000	96.0000
66		3456	1	0.00	96.0000	96.0000
67		3505	1	0.00	96.0000	96.0000
68		3554	1	0.00	96.0000	96.0000
69		3603	1	0.00	96.0000	96.0000
70		3652	1	0.00	96.0000	96.0000
71		3701	1	0.00	96.0000	96.0000
72		3750	1	0.00	96.0000	96.0000
73		3799	1	0.00	96.0000	96.0000
74		3848	1	0.00	96.0000	96.0000
75		3897	1	0.00	96.0000	96.0000
76		3946	1	0.00	96.0000	96.0000
77		3995	1	0.00	96.0000	96.0000
78		4044	1	0.00	96.0000	96.0000
79		4093	1	0.00	96.0000	96.0000
80		4142	1	0.00	96.0000	96.0000
81		4191	1	0.00	96.0000	96.0000
82		4240	1	0.00	96.0000	96.0000
83		4289	1	0.00	96.0000	96.0000
84		4338	1	0.00	96.0000	96.0000
85		4387	1	0.00	96.0000	96.0000
86		4436	1	0.00	96.0000	96.0000
87		4485	1	0.00	96.0000	96.0000
88		4534	1	0.00	96.0000	96.0000
89		4583	1	0.00	96.0000	96.0000
90		4632	1	0.00	96.0000	96.0000
91		4681	1	0.00	96.0000	96.0000
92		4730	1	0.00	96.0000	96.0000
93		4779	1	0.00	96.0000	96.0000
94		4828	1	0.00	96.0000	96.0000
95		4877	1	0.00	96.0000	96.0000
96		4926	1	0.00	96.0000	96.0000
97		4975	1	0.00	96.0000	96.0000
98		5024	1	0.00	96.0000	96.0000
99		5073	1	0.00	96.0000	96.0000
100		5122	1	0.00	96.0000	96.0000



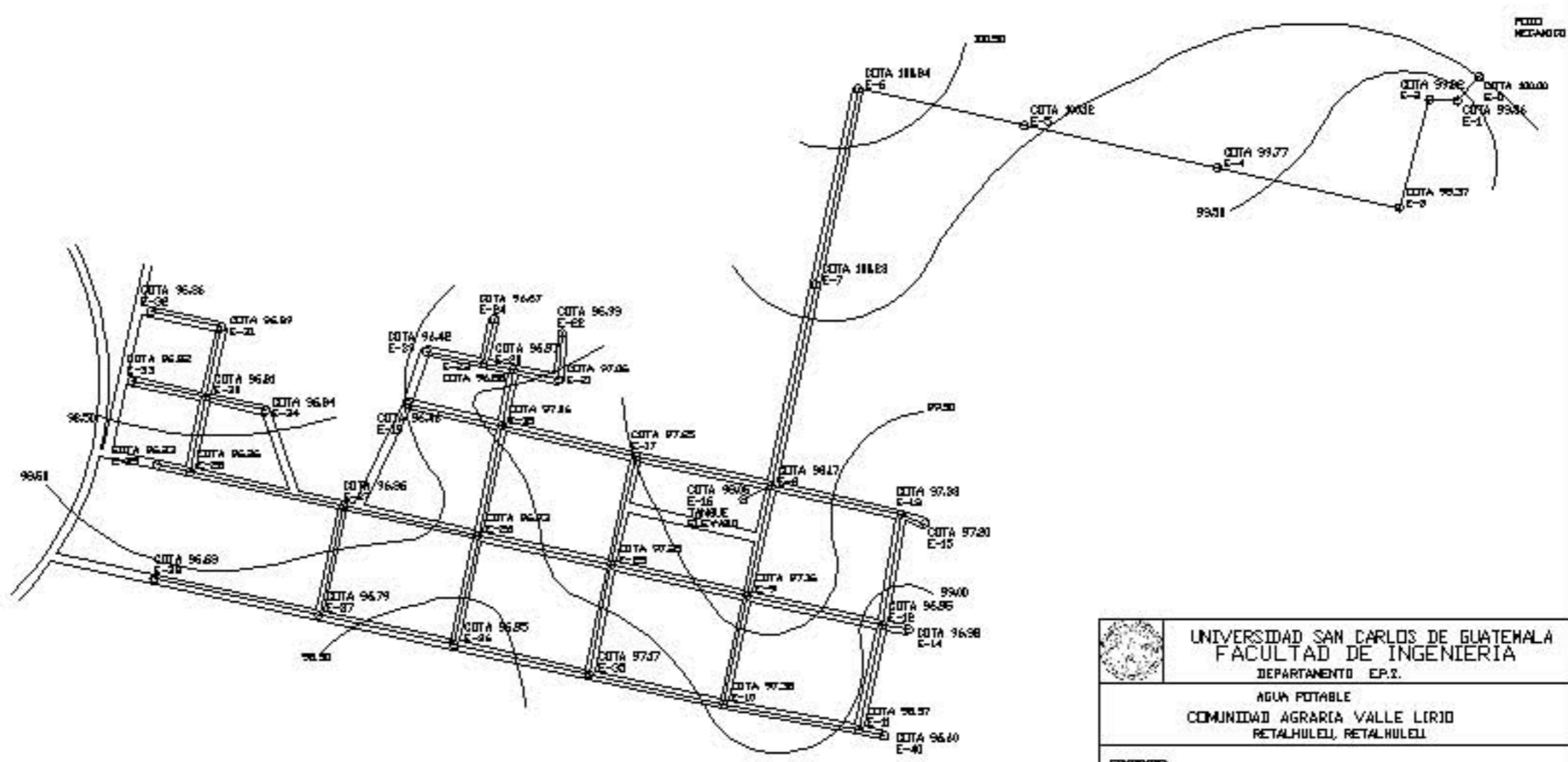
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO E.P.S.		
AGUA POTABLE COMUNIDAD AGRARIA VALLE LIRIO RETALHULEU, RETALHULEU		
CONTENIDO: LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO		
DISEÑO: SERGIO ROMERO	CALCULO: SERGIO ROMERO	HOJA 1 / 8
ESCALA: GRÁFICA	FECHA: SEPTIEMBRE 96	



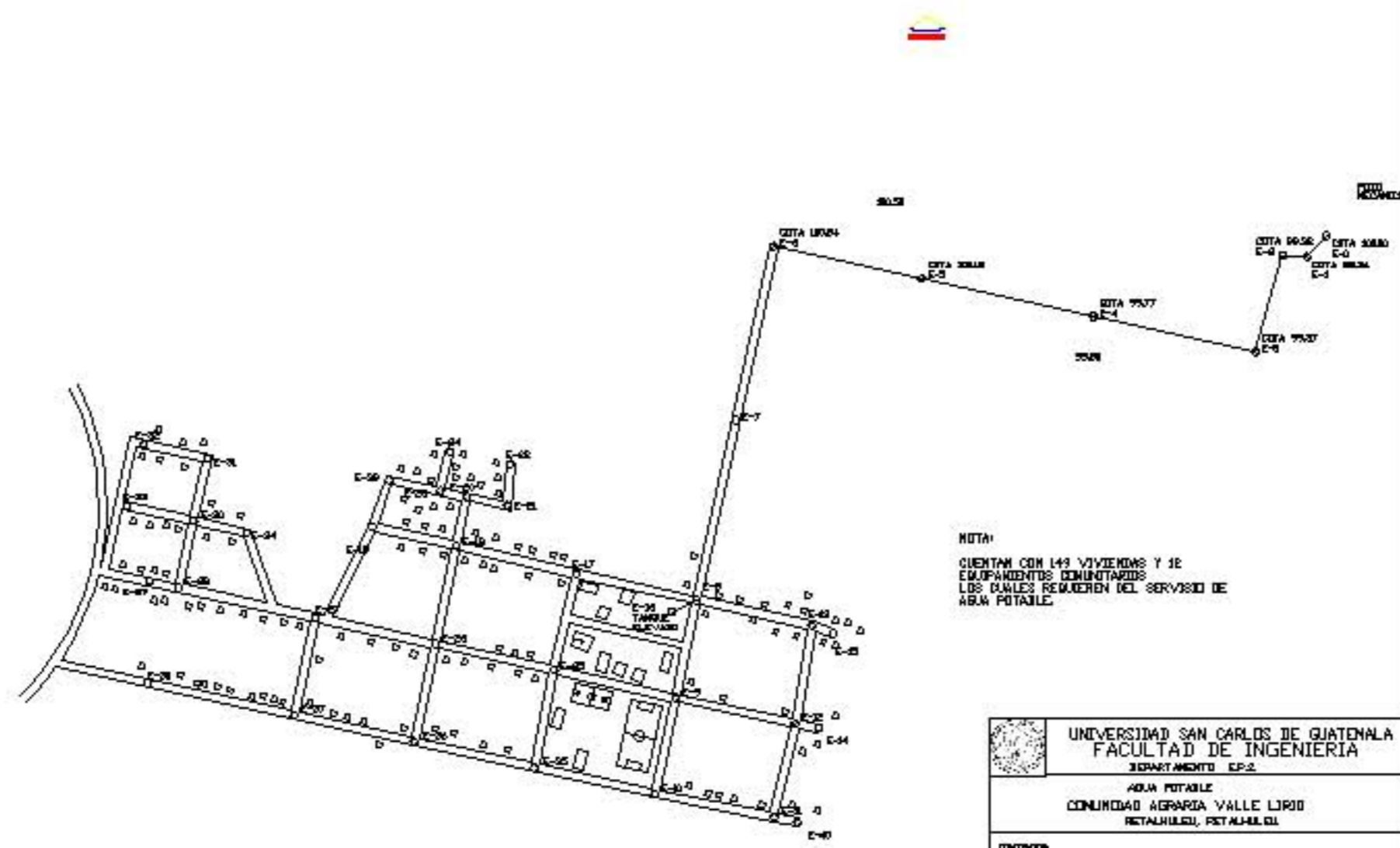
META
 EL PISO DEBE CON UN GRADIENTE DE 1% Hacia
 LA BOMBA DE LA BARRAJA DE LA COMUNIDAD DE LA BARRAJA
 DESDE LA SUPERFICIE
 LA BOMBA DEBE SER DE 20 HP Y DEBE DE CONTAR CON
 UN PANEL DE ARRANQUE AUTOMÁTICO Y MANUAL. DEBE
 NOVEL DEL PISO, PROTECCIÓN DE FUGAS DE JORRO CARBA,
 LA BOMBA DEBE DE ESTAR PROTEGIDA CON VALVULA DE
 CIERRE RÁPIDO. LA TUBERIA DE ALTA DE VALVULA DE
 CIERRE RÁPIDO Y VALVULA DE 20".
 LA TUBERIA DEBE DE CONTAR CON AMPLIA ENGRANA CAMBIO
 DE DIRECCIÓN.
 LA TUBERIA DEBE SER DE 10" DE DI.
 LA TUBERIA DEBE EL PISO AL TUBERIA DEBE SER DE 10"



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO EP-2		
AGUA POTABLE COMUNIDAD AGRARIA VALLE LIRIO RETALHUELO, PETEN, GUATEMALA		
CONTENIDO PLANTA POR LA LINEA DE BOMBEO		
DISEÑADO JUAN CARLOS	CALCULADO JUAN CARLOS	HOJA 2 DE 8
ESCALA GRUPO	FECHA SEPTIEMBRE 1964	



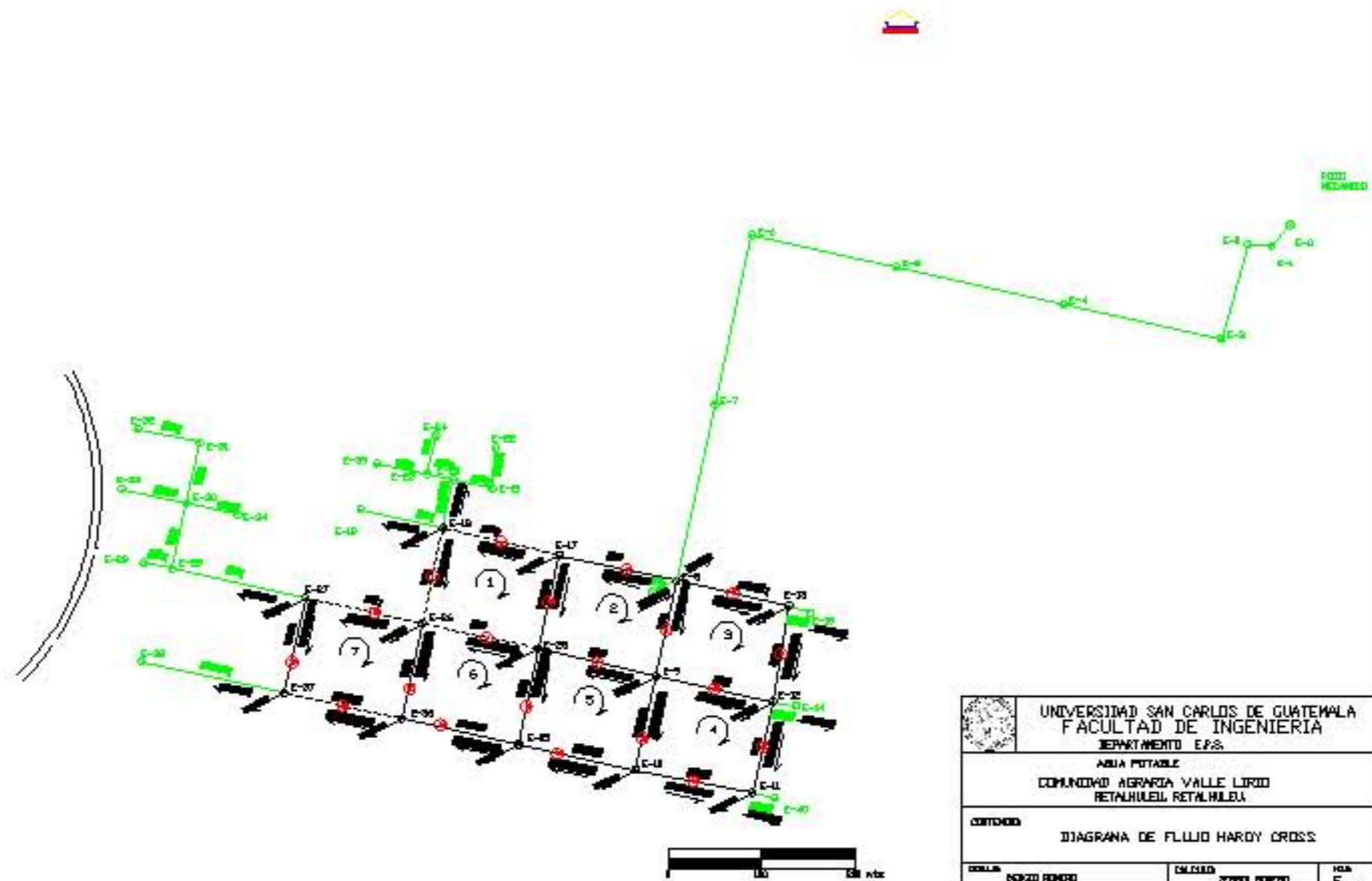
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO EP.2.		
AGUA POTABLE COMUNIDAD AGRARIA VALLE LIRIO RETALHULEL, RETALHULEL		
CONTENIDO CURVAS DE NIVEL		
DISEÑADO SERGIO FERRERO	CALCULO SERGIO FERRERO	HOJA 3 / 8
ESCALA GRAFICA	FECHA SEPTIEMBRE '96	



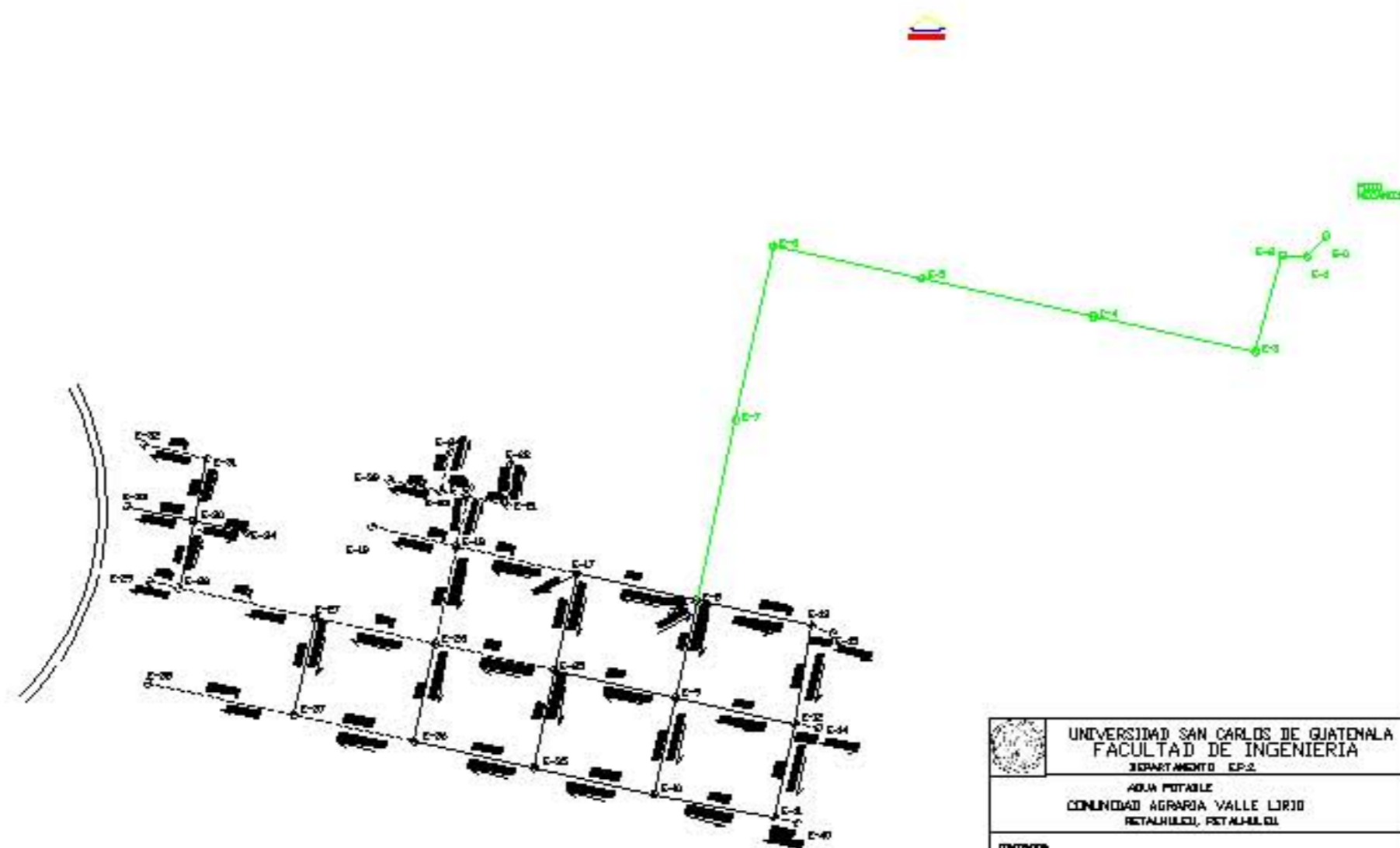
NOTA:
 CUENTAN CON 149 VIVIENDAS Y 38
 EQUIPAMIENTOS COMUNITARIOS
 LOS CUALES REQUEREN DEL SERVICIO DE
 AGUA POTABLE.



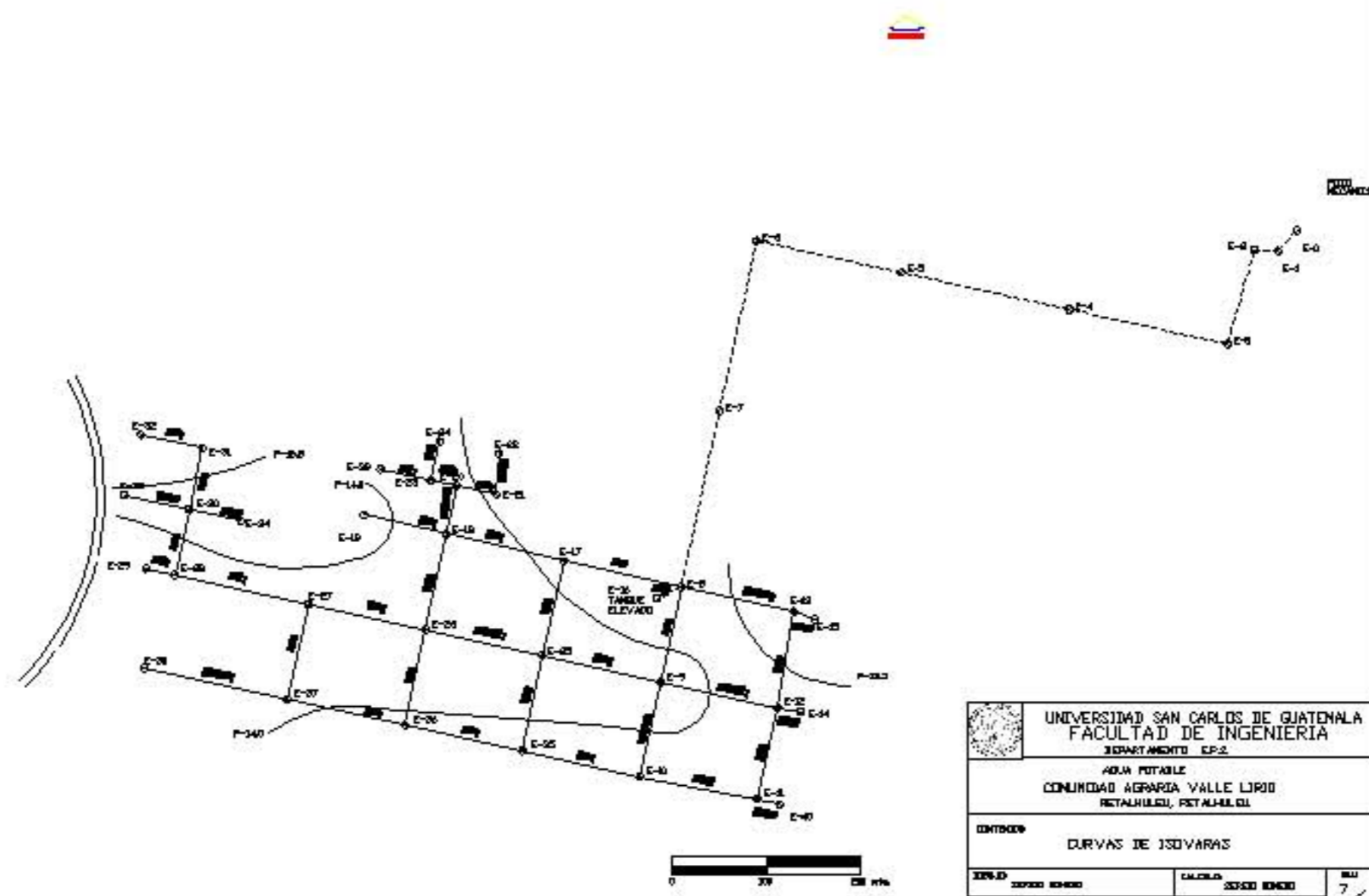
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO EP-2		
AGUA POTABLE COMUNIDAD AGRARIA VALLE LIRIO RETAHULEL, PETEN, GUATEMALA		
CONTENIDO: DENSIDAD DE VIVIENDA		
DESARROLLADO POR: INGENIERO	CALCULO: INGENIERO	BLA 4 /8
ESCALA: GRAND	FECHA: SEPTIEMBRE '76	



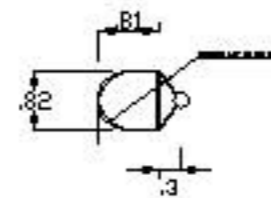
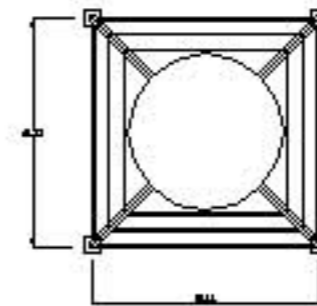
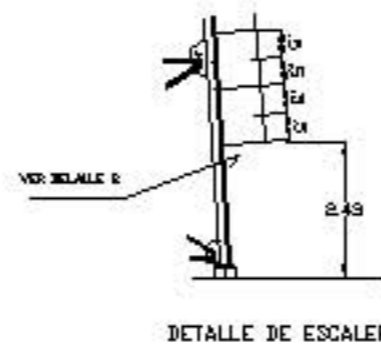
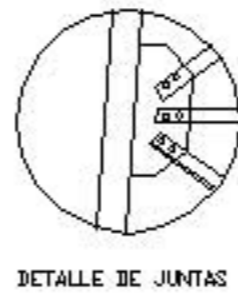
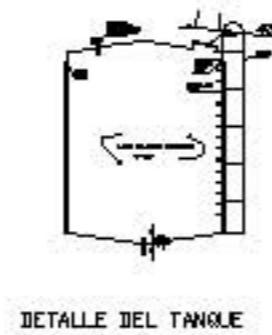
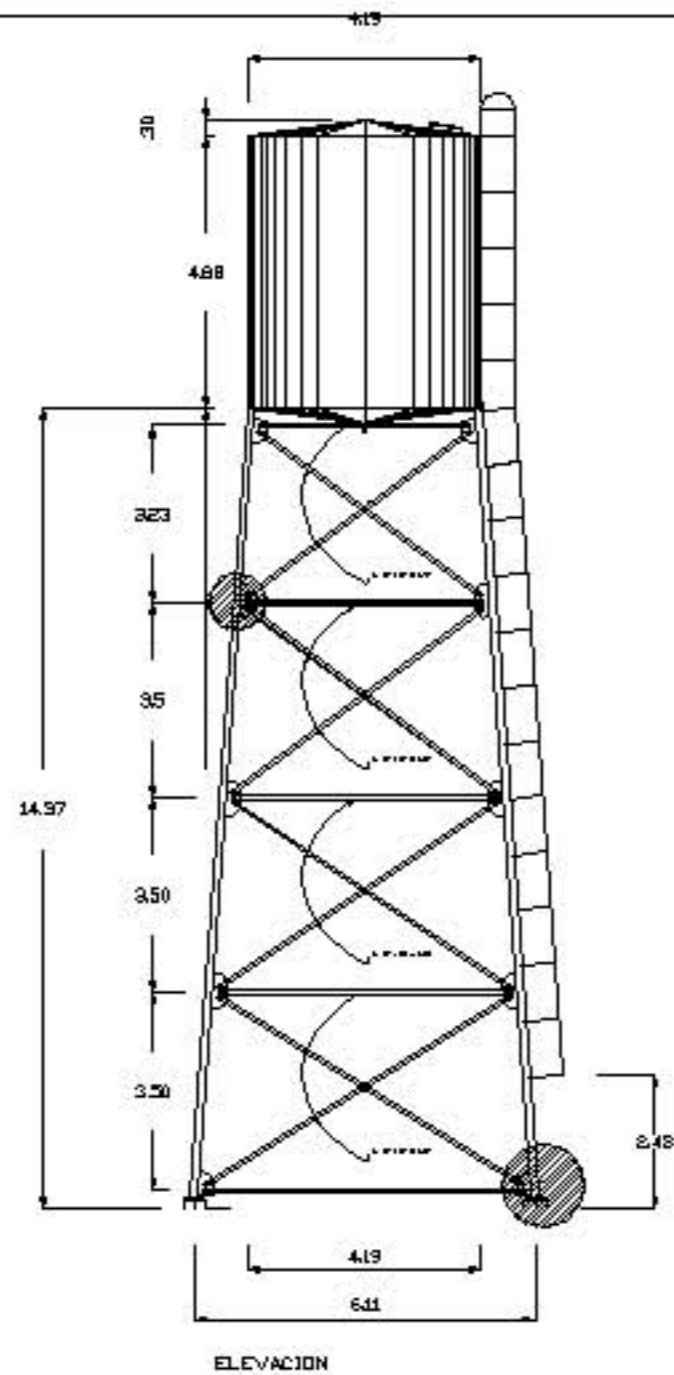
 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO EPS		
AGUA POTABLE COMUNIDAD AGRARIA VALLE LIRIO RETALHUEL, RETALHUELA		
CONTENIDO DIAGRAMA DE FLUJO HARDY CROSS		
DISEÑÓ RONZO ROMERO	CALCULÓ RONZO ROMERO	HOJA 5 / 8
ESCALAS 1:500	FECHA SEPTIEMBRE 1964	



 UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO EP-2		
AGUA POTABLE COMUNIDAD AGRARIA VALLE LIRIO RETALHUELO, PETAHUELO		
CONTENIDO DISTRIBUCION DE CAUDALES		
DISEÑADO JORGE RIVERO	CALCULO JORGE RIVERO	HOJA 6 DE 8
ESCALA GRACA	FECHA SEPTIEMBRE '96	



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO EP-2		
AGUA POTABLE COMUNIDAD AGRARIA VALLE LIRIO RETALHUELO, PETEN		
CONTENIDO CURVAS DE ISOVARAS		
DISEÑADO JOSÉ ENRIQUE	CALCULO JOSÉ ENRIQUE	FECHA 7/8
ESCALA QUICJA	FECHA SEPTIEMBRE '76	



PLANTA

DETALLE E

NOTA:

- SE QUEDAN LOS PERFOROS SOLO PARA FUNCION TORNILLO, DEBENTE EL MONTAJE Y APILADO DE LA TORNILLO LLEVAR SE DEBANA PROHIBITAMENTE A TORNO
- LOS MEDIDAS DE CADA UNO
- 2001 1500
- LA TORNILLO LLEVAR SE HAZER DE PONTON ANTICORROSIONA YAO SE HAZER DE PONTON DE AZULTE CERO HONDA

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA		
FACULTAD DE INGENIERIA		
DEPARTAMENTO EP-2		
AGUA POTABLE		
COMUNIDAD AGRARIA VALLE LIRIO		
RETAHUJUCO, PETEN, GUATEMALA		
CONTENIDO		
TANQUE ELEVADO		
DISEÑADO	CALCULO	REA
OSCAR RIVERO	OSCAR RIVERO	8/8
ESCALA	FECHA	
QUINCA	SEPTIEMBRE '96	

APÉNDICE B

Figura 2.. Plano de localización

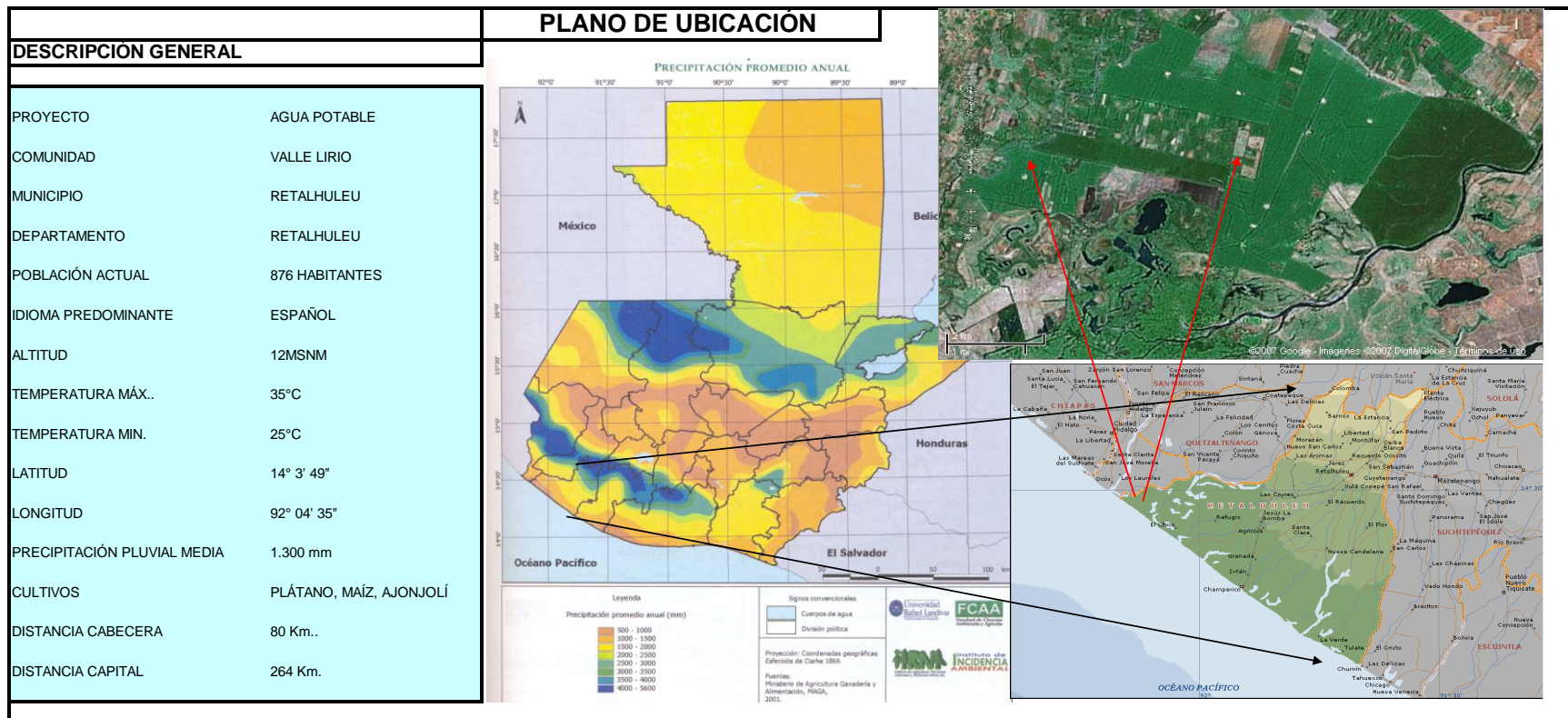


Figura 3. Población por Genero y Edad de la Comunidad Agraria Parcelamiento Valle Lirio

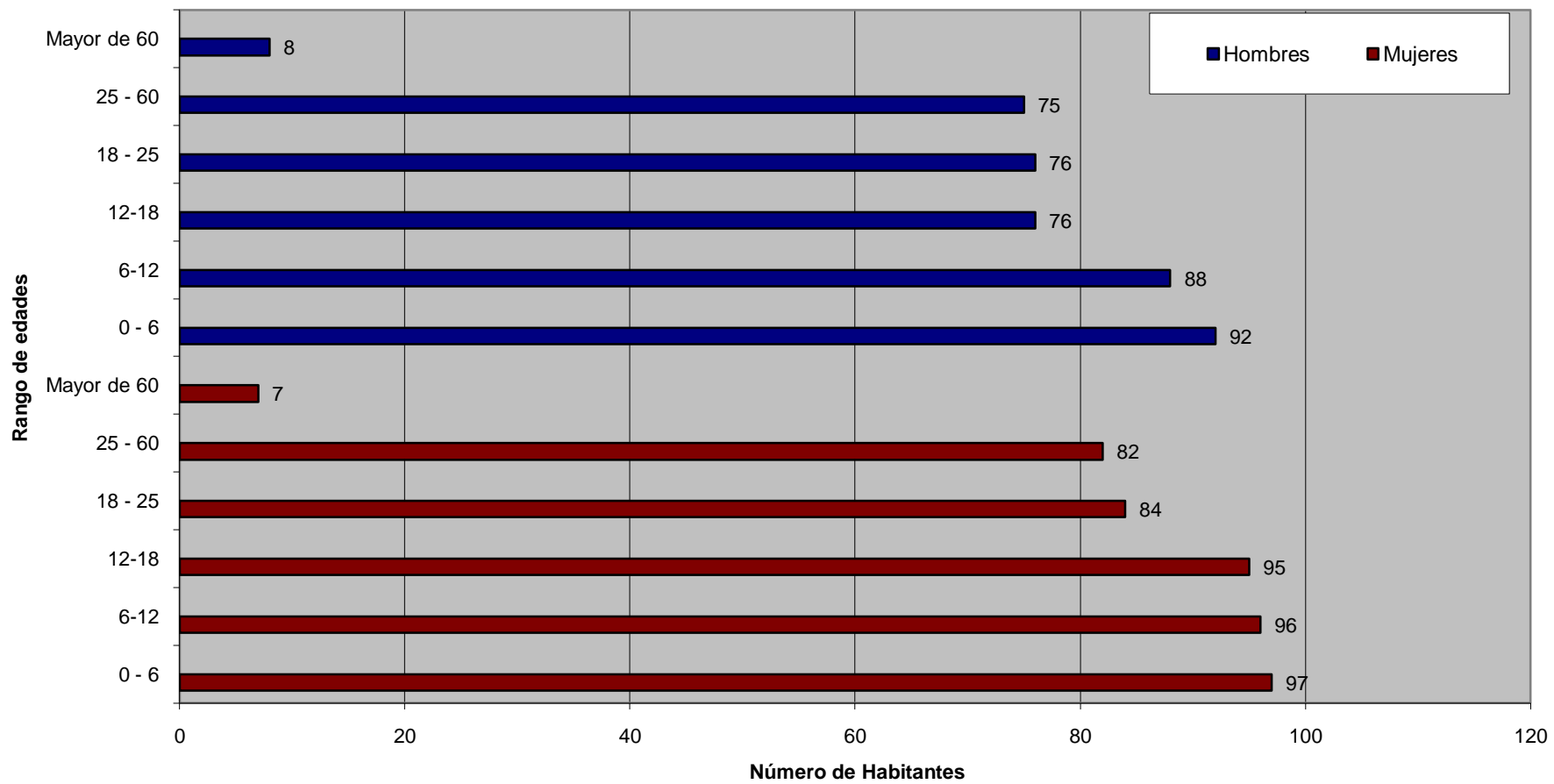


Tabla XII. Cálculo de anclaje

PLANILLA DE ÁREAS DE ANCLAJE DE ACCESORIOS
DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE LA COMUNIDAD DE VALLE LIRIO, RETALHULEU.










NUDO	ACCESORIO	DIÁMETRO PULGADAS	PRESIÓN PSI	FUERZA LBS.	CARGA LBS/PIE2	REACCIÓN LBS.	ÁREA DE ANCLAJE PIE2	ÁREA TOTAL PIE2
8	TEE	2	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	
8	REDUCTOR	3X2	26.3158	800	500	210.5263	0.421052632	
8	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.84210526
8'	TEE	4	26.3158	1300	500	342.1053	0.684210526	
8'	REDUCTOR	4X3	26.3158	130	500	34.21053	0.068421053	0.75263158
9	REDUCTOR	2X1 1/2	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	
9	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.42105263
10	TEE	1 1/2	26.3158	200	500	52.63158	0.105263158	
10	REDUCTOR	2X1 1/2	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	
10	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.52631579
16	CODO 90°	4	26.3158	1800	500	473.6842	0.947368421	0.94736842
17	TEE	3	26.3158	800	500	210.5263	0.421052632	
17	REDUCTOR	3X2	26.3158	800	500	210.5263	0.421052632	0.84210526
18	REDUCTOR	2X1 1/2	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.21052632
25	REDUCTOR	2 1/2A1	26.3158	600	500	157.8947	0.315789474	
25	REDUCTOR	2 1/2X2	26.3158	600	500	157.8947	0.315789474	
25	REDUCTOR	3X2 1/2	26.3158	800	500	210.5263	0.421052632	1.05263158
26	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	
26	REDUCTOR	2 1/2X2	26.3158	600	500	157.8947	0.315789474	0.52631579
27	TEE	2	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	
27	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.42105263
28	TEE	2	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	
28	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.42105263
30	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.21052632
35	TEE	2	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	
35	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.42105263
36	TEE	2	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	
36	REDUCTOR	2X1	26.3158	400	500	105.2632	0.210526316	0.42105263

EL ANCLAJE EN ACCESORIOS MENORES A \varnothing 1 1/2" SON DESPRECIABLES.

ANEXO A

TABLA 9-A

**PERDIDAS POR FRICCIÓN EN ACCESORIOS, CONVERTIDAS A METROS
EN TUBERÍA DE P.V.C.**

Diámetro nominal	1/2"	3/4"	1"	1-1/4"	1-1/2"	2"	2-1/2"	3"	4"	6"	8"
Codo 90° 	1.1	1.2	1.5	2.0	3.2	3.4	3.7	3.9	4.3	5.4	6.5
Te 	0.7	0.8	0.9	1.5	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	3.8	5.0
Codo 45° 	0.4	0.5	0.7	1.0	1.3	1.5	1.7	1.8	1.9	2.6	3.5
Curva 90° 	0.4	0.5	0.6	0.7	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.8
Curva 45° 	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4
Válvula retención tipo leve 	2.5	2.7	3.8	4.9	6.8	7.1	8.2	9.3	10.4	13.9	17.6
Válvula retención tipo pesado 	3.6	4.1	5.8	7.4	9.1	10.8	12.5	14.2	16.0	21.4	27.2
Válvula globo 	11.1	11.4	15.0	22.0	35.8	37.9	38.0	40.0	42.3	56.7	72.1
Válvula compuerta 	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	0.8	0.9	0.9	1.0	1.2	1.4

ANEXO B

PROYECTO AGUA POTABLE VALLE LIRIO
 MUNICIPIO RETALHULEU
 DEPARTAMENTO RETALHULEU
 FECHA DE LEVANTAMIENTO: DEL 19 AL 23 DE AGOSTO DE 1,996.

Est.	P.O.	Azimut			Angulo Vert			Lect.Hilos			Dist.	Cota	Coordenadas	
		Ang	Min	Seg	Ang	Min	Seg	LS	LM	LI			Horizon	Y
	0										0	100	0.0000	0.0000
0	1	219	40	20	91	18	40	1.238	1	0.762	47.571	99.368	-36.5894	-30.4011
1	2	279	6	40	90	58	20	1.159	1	0.841	31.790	99.321	-31.5007	-61.7811
2	3	194	18	20	89	54	40	1.538	1	0.462	107.600	99.770	-135.7410	-88.4592
3	4	282	45	0	89	58	0	3.090	2	0.910	218.000	99.347	-87.6290	-301.0838
4	5	281	53	20	89	34	40	3.170	2	0.830	233.993	100.123	-39.2233	-530.0149
5	6	281	57	40	89	39	0	3.020	2	0.980	203.992	100.839	3.4019	-729.5042
6	7	193	3	0	89	58	20	3.190	2	0.810	238.000	100.227	-228.4514	-783.2449
7	8	193	4	20	89	53	40	3.210	2	0.790	242.000	99.700	-464.1322	-838.1859
8	9	193	4	0	90	0	20	1.660	1	0.340	132.000	99.922	-592.7143	-868.0290
9	10	193	3	40	90	26	0	1.655	1	0.345	130.993	99.351	-720.2662	-897.8547
10	11	103	20	40	90	0	0	1.807	1	0.193	161.400	98.570	-757.7920	-740.8778
11	12	13	29	20	90	0	0	1.631	1	0.369	126.200	98.950	-635.0990	-711.3337
12	9	285	8	20	90	0	0	1.812	1	0.188	162.400	99.922	-592.7143	-868.0290
												98.570	-757.7920	-740.8778
11	40	103	22	40	90	0	0	1.156	1	0.844	31.200	98.600	-765.0638	-710.5370
												98.950	-635.0990	-711.3337
12	13	10	14	40	90	0	0	1.661	1	0.339	132.200	99.330	-505.0478	-687.5951
13	8	285	12	20	90	0	0	1.780	1	0.220	156.000	99.700	-464.1322	-838.1859
												98.980	-642.3413	-680.9859
12	14	103	22	20	90	0	0	1.156	1	0.844	31.200	98.980	-642.3413	-680.9859
												99.330	-505.0478	-687.5951
13	15	103	28	40	90	0	0	1.152	1	0.848	30.400	99.200	-512.1846	-658.0447
												99.700	-464.1322	-838.1859
8	16	254	23	20	90	0	0	1.182	1	0.818	36.400	98.050	-473.8971	-873.2516
												99.700	-464.1322	-838.1859
8	17	284	56	20	90	0	0	1.813	1	0.187	162.600	99.650	-422.0787	-995.2536
17	18	284	41	40	90	0	0	1.816	1	0.184	163.200	99.060	-380.4053	-1153.0432
18	19	284	42	20	90	0	0	1.571	1	0.429	114.200	98.460	-351.3190	-1263.4770
												99.060	-380.4053	-1153.0432
18	20	11	42	20	90	0	0	1.334	1	0.666	66.800	98.970	-315.0064	-1139.4336
20	21	105	51	20	90	0	0	1.272	1	0.728	54.400	99.060	-329.9148	-1087.1163
21	22	8	56	40	90	0	0	1.274	1	0.726	54.800	98.990	-275.7962	-1078.5017

PROYECTO AGUA POTABLE VALLE LIRIO
MUNICIPIO RETALHULEU
DEPARTAMENTO RETALHULEU
FECHA DE LEVANTAMIENTO: DEL 19 AL 23 DE AGOSTO DE 1,996.

Est.	P.O.	Azimut			Angulo Vert			Lect.Hilos			Dist.	Cota	Coordenadas	
		Ang	Min	Seg	Ang	Min	Seg	LS	LM	LI			Horizon	Y
												98.970	-315.0064	-1139.4336
20	23	282	17	20	90	0	0	1.180	1	0.819	36.100	98.880	-307.2920	-1174.6997
23	24	16	23	20	90	0	0	1.268	1	0.732	53.600	98.670	-255.8831	-1159.5313
												98.880	-307.2920	-1174.6997
23	39	282	16	40	90	0	0	1.347	1	0.653	69.400	98.420	-292.4157	-1242.4865
												99.922	-592.7143	-868.0290
9	25	284	52	40	90	0	0	1.813	1	0.187	162.600	99.250	-550.6913	-1025.1049
25	26	284	54	20	90	0	0	1.811	1	0.189	162.200	98.930	-508.8324	-1181.8106
26	27	284	54	40	90	0	0	1.811	1	0.189	162.200	98.360	-466.8215	-1338.4756
27	28	284	53	20	90	0	0	1.925	1	0.075	185.000	98.260	-419.1306	-1517.2228
28	29	284	50	40	90	0	0	1.198	1	0.802	39.600	98.230	-408.9185	-1555.4834
												98.260	-419.1306	-1517.2228
28	30	13	45	20	90	0	0	1.452	1	0.548	90.400	98.810	-331.3422	-1495.6509
30	31	13	47	40	90	0	0	1.423	1	0.577	84.600	98.890	-249.2176	-1475.3356
31	32	281	42	20	90	0	0	1.427	1	0.573	85.400	98.860	-231.8185	-1558.9444
												98.810	-331.3422	-1495.6509
30	33	284	51	20	90	0	0	1.448	1	0.552	89.600	98.820	-308.2947	-1582.2360
												98.810	-331.3422	-1495.6509
30	34	103	58	40	90	0	0	1.359	1	0.641	71.800	98.840	-348.8067	-1426.0073
												99.351	-720.2662	-897.8547
10	35	284	52	20	90	0	0	1.811	1	0.189	162.200	98.170	-678.4984	-1054.5847
35	36	284	52	40	90	0	0	1.810	1	0.190	162.000	98.950	-636.6304	-1211.0810
36	37	284	52	20	90	0	0	1.813	1	0.187	162.600	98.790	-594.7597	-1368.1975
37	38	284	52	40	90	0	0	1.992	1	0.008	198.400	98.630	-543.4843	-1559.8571
												99.650	-422.0787	-995.2536
17	25	193	4	0	90	0	0	1.660	1	0.340	132.028	99.250	-550.6913	-1025.1049
25	35	192	59	40	90	0	0	1.656	1	0.344	131.170	98.170	-678.4984	-1054.5847
												99.060	-380.4053	-1153.0432
18	26	192	38	20	90	0	0	1.658	1	0.342	131.609	98.930	-508.8324	-1181.8106
26	36	192	54	40	90	0	0	1.656	1	0.344	131.116	98.950	-636.6304	-1211.0810
												98.360	-466.8215	-1338.4756
27	37	193	4	0	90	0	0	1.657	1	0.343	131.340	98.790	-594.7597	-1368.1975

Libreta topográfica Proyecto ALA 92-28 Coatepeque, Quetzaltenango.

ANEXO C



GOBIERNO DE GUATEMALA
 MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
 UNIDAD EJECUTORA DEL
 PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES
 GUATEMALA, C. A.

EXAMEN BACTERIOLOGICO DE CAMPO
 POR EL METODO DE MEMBRANAS DE FILTRACION

No. 02 - 96
 Reg. Occ.

Exámen Bacteriológico

Muestra de: Valle Lirio
 Fecha en que fue captada la muestra: 2 de Febrero de 1,996
 Hora en que fue captada la muestra : 10:10 A.M.
 Sitio: Valle Lirio, Retalhuleu, Retalhuleu.
 Fuente: Pozo Perforado.
 Persona que captó la muestra: P.C. Julio Giovanni Aguilar Herrera
 Fecha en que dió principio el exámen: 2 de Febrero de 1,996= 14:00 P.M.

CARACTERES GENERALES:

Color: Blanco Aspecto: Transparente
 Substancias en suspensión: Ninguna

Investigación del Grupo Coliforme:
 Incubación a 35°C

No. de Membrana Filtrante	Medio Selectivo	Volumen de Muestra	Colonias Coliformes	Colonias no coliformes	Coliformes por 100 ml.	Tiempo de Incubación
1	M-Endo	25 cc	0	--	0	24 Hrs.-
-----ULTIMA LINEA-----						

Observaciones: El agua es apta para el consumo humano.-



Conclusiones: Desde el punto de vista Bacteriológico, según norma CO-GUANOR - NGO - 29001 - - El Agua SI ES POTABLE.-

Fecha: 5 de Febrero 1,996

Responsable del Análisis: P.C. Julio G. Aguilar
 Jefe Sec. Operación y Mantenim: Ing. Juan José Maldonado.-

UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES
UNIDAD DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO
SECCION DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

O.T. No. _____ ANALISIS QUIMICO SANITARIO IMP. No 02 - 96
Reg. Occ.

MUESTRA DE <u>Valle Lirio</u>	FECHA Y HORA DE CAPTACION <u>2/2/96=</u> 10:00A
CAPTADA POR <u>Julio G. Aguilar</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN <u>2/2/96</u>
LUGAR <u>Retalhuleu, Retalhuleu.</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE _____
FUENTE <u>Pozo Perforado</u>	<u>Recipiente plástico</u>

RESULTADOS

1. ASPECTO Transparente 4. COLOR No rechazable 7. TEMPERATURA — °C
 2. COLOR 25 U. 5. SABOR No rechazable (EN EL MOMENTO DE CAP)
 3. TURBIDEZ 6 UTN 6. PH 7.9 a 22 c° 8. DUREZA 85 mg/l de CaCo₃

SUSTANCIAS	MG/1	SUSTANCIAS	MG/1	SUSTANCIAS	MG/1
1 NITROGENO ALBUMINOID	---	6 CLORUROS Cl	100	11 SULFATOS SO ₄	70
2 AMONIACO NH ₃	---	7 FLUORUROS F	1.7	12 SOLIDOS TOTALES	500
3 NITRITOS NO ₂	0.066	8 HIERRO TOTAL Fe	0.5	13 PERDIDA POR IGNIC	---
4 NITRATOS NO ₃	6.6	9 MANGANESO Mn	0.1	14 SUST. MINERAL FIJA	---
5 OXIGENO CONSUMIDO	---	10 CLORO RESIDUAL	---	15 SOLIDOS EN SUSPEN	---
				SION	---

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
---	---	140	140 mg/l.

OTRAS DETERMINACIONES Para la recolección de la muestra se extrajo agua a través de bómbo.



RESERVACIONES Desde el punto de vista físico-químico, según norma COGUANOR - NGO - 29001, Fuera del LMP: Nitritos; En el LMP: Fluoruros; Dentro del LMP: Color, Turbiedad, Manganese, Nitratos; En el LMA: Solidos totales; y todos los demás parámetros se encuentran dentro del LMA.

Responsable del Analisis *[Signature]* Jefe Sección Operación y Mantenimiento *[Signature]*

UNIDAD EJECUTORA DEL PROGRAMA DE ACUEDUCTOS RURALES
MINISTERIO DE SALUD PUBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
INFORME DE TRABAJO

COMUNIDAD: Valle Lirio
MUNICIPIO: Retalhuleu DEPARTAMENTO: Retalhuleu
NOMBRE Y CARGO: Julio Giovanni Aguilar Herrera
FECHA: 2 de Febrero de 1,996 REGION: Occidental
ACTIVIDAD PROGRAMADA: Aforo. EJECUTADA: Si
DESCRIPCION DE LABORES:

En esta comunidad se realizó aforo al pozo perforado que se utilizará para la distribución y abastecimiento de la misma, habiendo para el efecto utilizado una bomba Honda de 5 HP 3.7 Kw 6x 140 de gasolina, - el caudal obtenido fué de 54 galones por 32 segundos, equivalente a: -
 $Q = 6.40$ litros/segundo.

El pozo se ubica a 1,500 metros del centro de la comunidad y se preten de abastecer a una población de: 140 viviendas y 1,200 habitantes.-
Atentamente;

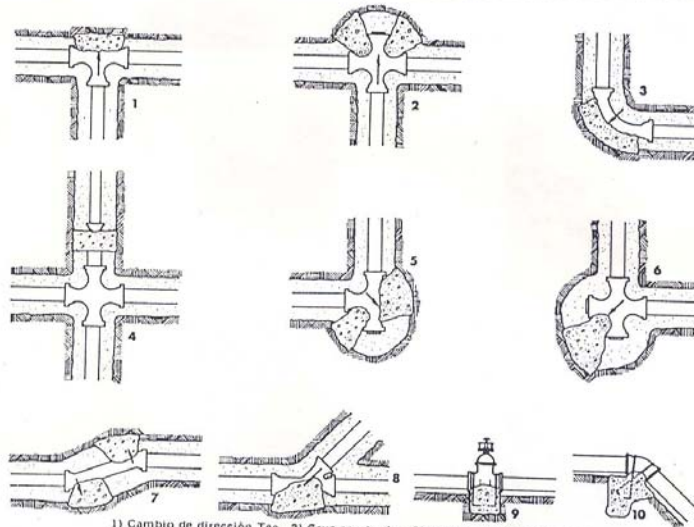

FIRMA

ANEXO D

ANEXO D
La Tabla No. 10 muestra la fuerza de empuje aproximado que se produce en los diferentes accesorios por cada 100 psi de presión en el sistema, ya sea de trabajo o de prueba.

TABLA No. 1

Diámetro Nominal	FUERZA DE EMPUJE (LBS)		
	Codo 90°	Codo 45°	Válvula, Tee tramo Ciego
1 1/2"	300	200	200
2"	500	300	400
3"	1,000	600	800
4"	1,800	1,100	1,300
6"	4,000	2,300	2,900
8"	7,200	4,100	5,100
10"	11,200	6,300	7,900
12"	16,000	9,100	11,300



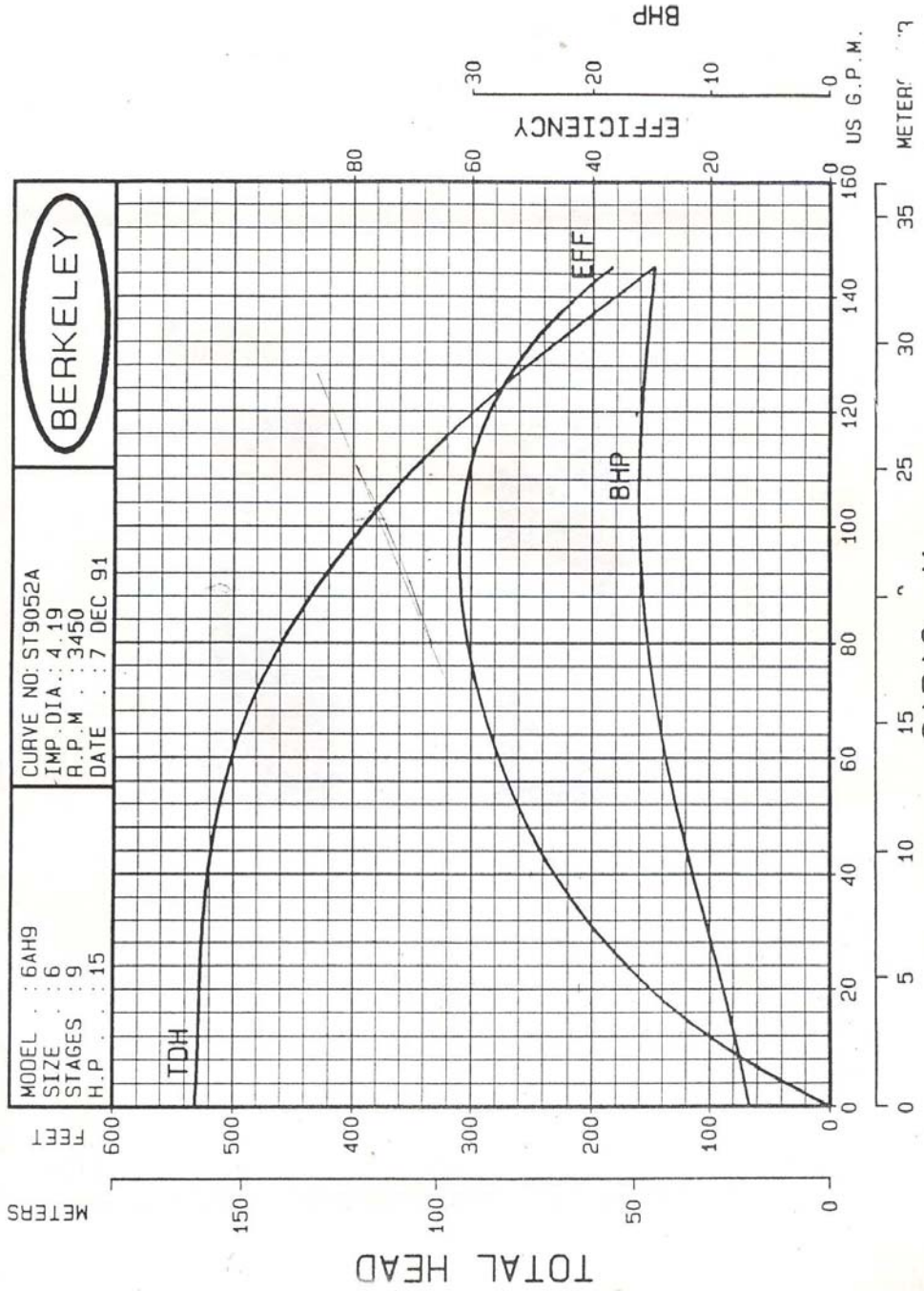
- 1) Cambio de dirección Tee. 2) Cruz con tapón. 3) Cambio de dirección codos.
4) Cruz con reductor. 5) Tee con tapón. 6) Cruz con doble tapón. 7) Doble codo.
8) Conexión en Ye. 9) Válvulas. 10) Cambio de dirección vertical, codos.

Hay numerosos medios de diseño y nomogramas para calcular el área del anclaje. La tabla No. 11 da valores disponibles aproximados de capacidad de soporte del suelo para diferentes clases del mismo. Las cargas de soporte del suelo son calculadas para presiones horizontales cuando la profundidad de la cubierta del suelo pasa de 0.60 m. Es importante determinar valores confiables de carga de soporte del suelo antes de diseñar. Cuando existe alguna duda debe hacerse un estudio.

TABLA No. 2
CARGA DE SOPORTE ESTIMADA

CLASE DE SUELO	Lbs/Pie ²
Desechos orgánicos, turba, etc.	0
Arcilla suave	500
Arena	1,000
Arena y grava	1,500
Arena y grava con arcilla	2,000
Arena y grava cementada con arcilla	4,000
Roca	5,000

ANEXO E



ANEXO F



TECHNICAL INFORMATION

**WIRE AND FUSE TABLE —
From Service Entrance to Pump Motor or Control Box**

H.P.	Volts	Full Load Amps.	Max.* Fuse Size Amps.	**Minimum Wire Size of Rubber Insulated Copper Wire — A.W.G.										
				Length Wire from Motor to Meter or Distribution Point — Feet										
				0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400	400-450	450-500	
1/4	115	3.0	15	14	14	14	14	14	14	14	14	12	12	12
1/4	230	1.5	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/4	115	4.0	15	14	14	14	14	14	12	12	12	12	12	10
1/4	230	2.0	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/2	115	5.0	15	14	14	14	14	12	12	12	12	10	10	10
1/2	230	2.5	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
1/2	115	7.2	25	14	14	14	12	12	10	10	10	10	9	9
1/2	230	3.6	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
3/4	115	9.2	30	14	14	12	12	10	10	9	9	8	8	8
3/4	230	4.6	15	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	12
1	115	12.0	40	14	12	12	10	9	9	8	7	7	6	6
1	230	6.0	20	14	14	14	14	14	14	14	14	12	12	12
1 1/2	115	16.0	50	14	12	10	9	8	7	7	6	5	5	5
1 1/2	230	8.0	25	14	14	14	14	14	12	12	12	10	10	10
2	115	20.0	60	14	12	10	8	7	6	6	5	5	4	4
2	230	10.0	30	14	14	14	14	12	12	12	10	10	10	10
3	115	29.0	90	12	10	8	7	6	5	4	4	3	3	3
3	230	14.5	45	14	14	14	12	12	10	10	9	9	8	8
5	115	46.0	150	10	8	6	5	4	3	2	2	1	1	1
5	230	23.0	80	14	14	12	10	10	9	8	7	7	6	6