

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA LA ALDEA EL CANÁQUE, MUNICIPIO DE SAN MARCOS,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

SERGIO RENÉ CIFUENTES VILLATORO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

Guatemala, abril de 1,999.

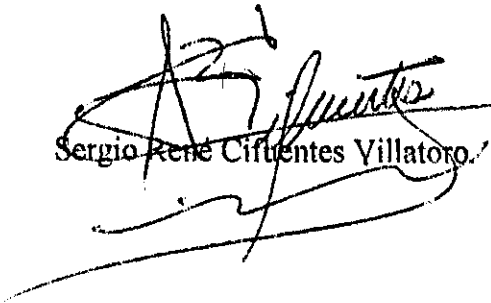


HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA LA ALDEA EL CANÁQUE, MUNICIPIO DE SAN MARCOS,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de
Ingeniería Civil, con fecha 11 de Julio de 1,995.


Sergio René Cifuentes Villatoro



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: ING. HERBERT RENÉ MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO: ING. JOSÉ FRANCISCO GÓMEZ RIVERA
VOCAL SEGUNDO: ING. CARLOS HUMBERTO PÉREZ RODRÍGUEZ
VOCAL TERCERO: ING. JORGE BENJAMÍN GUTIERREZ QUINTANA
VOCAL CUARTO: BR. DIMAS ALFREDO CARRANZA BARRERA
VOCAL QUINTO: BR. JOSÉ ENRIQUE LÓPEZ BARRIOS
SECRETARIA: INGA. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

DECANO: ING. JULIO ISMAEL GONZÁLEZ PODSZUECK.
EXAMINADOR: ING. JUAN MERCK COS
EXAMINADOR: ING. GABRIEL ARTURO PENSAMIENTO MARTÍNEZ
EXAMINADOR: ING. JOSÉ GILBERTO GONZÁLEZ DE LEÓN
SECRETARIO: ING. FRANCISCO JAVIER GONZÁLEZ LÓPEZ



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.213.98

Guatemala, 17 de noviembre de 1,998

Señor

Ing. Jack Douglas Ibarra SOLórzano
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Adjunto envío a usted el Informe Final (TESIS), correspondiente al Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) realizado por el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **SERGIO RENE CIFUENTES VILLATORO**, en la Municipalidad de San Marcos.

El estudiante **Cifuentes Villatoro**, desarrolló el Proyecto **ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA "EL CANAQUE", MUNICIPIO DE SAN MARCOS, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.**

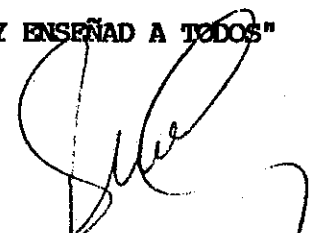
Este trabajo fue asesorado y supervisado por el suscrito, y considero que, contiene un valioso aporte para la Comunidad en mención, por cuanto propone una solución viable al problema del agua potable del lugar.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE EPS
Universidad de San Carlos de Guatemala
COORDINADOR DE E. P. S.
Ejercicio Profesional Supervisado

JMC/lgg.

c.c.: Archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Sergio René Cifuentes Villatoro, titulado ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL CANAQUE, MUNICIPIO DE SAN MARCOS, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Sydney Alexander Samuels



Guatemala, febrero de 1,999



FACULTAD DE INGENIERIA

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Coordinador de la Carrera de Ingeniería Civil, al trabajo de tesis titulado: ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA "EL CANAQUE", MUNICIPIO DE SAN MARCOS, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, presentado por el estudiante universitario SERGIO RENE CIFUENTES VILLATORO, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRÍMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO

Guatemala, 23 de marzo de 1999



AGRADECIMIENTOS:

A DIOS por darme luz y vida, permitiendome culminar mi carrera.

AL ING. JUAN MERCK por su a apoyo incondicional y la asesoría en el presente trabajo de tesis.

A la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

A la Unidad Técnica y Municipalidad de San Marcos, por el gran beneficio social que están realizando.

ACTO QUE DEDICO A:

MIS PADRES

JUAN JOSÉ CIFUENTES
ADELA VILLATORO DE CIFUENTES

Que sea para ellos el mejor reconocimiento a sus
múltiples esfuerzos.

MI ESPOSA E HIJA

MARIA ESTHER ALFONSO DE CIFUENTES
YOSELINE ANELISSE CIFUENTE ALFONSO

Con mucho amor

MIS HERMANOS

JUAN JOSÉ
MILAGRO DEL CARMEN

Con cariño

MIS SOBRINOS

MAURO JOSÉ RODRÍGUEZ CIFUENTES
MARIELA ALEJANDRINA CIFUENTES PIERRI

Con cariño

MI FAMILIA EN GENERAL

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

LA FACULTAD DE INGENIERÍA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

ÍNDICE

	No. Página
LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	i
INTRODUCCIÓN	ii
CAPÍTULO I.	
1. Aspectos generales	1
1.1. Monografía del lugar	1
1.1.1. Antecedentes de la aldea	1
1.1.2. Aspectos físicos	1
1.1.2.1. Localización	1
1.1.2.2. Ubicación geográfica	1
1.1.2.3. Distancia relativa	2
1.1.2.4. Colindancias	2
1.1.2.5. Población	2
1.1.2.6. Clima	2
1.2. Características de la infraestructura de la aldea	2
1.2.1. Vías de acceso	2
1.2.2. Agua potable	2
1.2.3. Tipología de la vivienda	3
1.2.4. Centros educativos	3
1.2.5. Servicios de salud	3
1.3. Fuente alterna no convencional de energía eléctrica para uso domiciliario aplicable al área rural	3

CAPÍTULO II.

2. Servicio técnico profesional	6
2.1. Estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Canáque	6
2.1.1. Fuentes de agua	6
2.1.2. Aforos de fuentes de agua	6
2.1.3. Estudio de la calidad del agua y sus normas	7
2.1.3.1. Examen bacteriológico	7
2.1.3.2. Análisis físico	8
2.1.3.3. Análisis químico	8
2.1.3.4. Potabilización	9
2.1.3.4.1. Tratamiento al agua	9
2.1.3.4.2. Hipocloradores	10
2.1.4. Levantamiento topográfico y métodos	11
2.1.4.1. Levantamiento planimétrico	11
2.1.4.2. Levantamiento altimétrico	12
2.1.4.3. Cálculo y dibujo topográfico	12
2.1.5. Estudio del diseño hidráulico	12
2.1.5.1. Período de diseño	13
2.1.5.2. Crecimiento de la población	14
A. Método de incremento aritmético	14
B. Método de incremento geométrico	15
2.1.5.3. Dotación de agua	15

2.1.5.4. Factores de consumo	16
2.1.5.4.1. Caudales de diseño	16
2.1.5.5. Obras de captación	17
2.1.5.6. Filtro lento	18
2.1.5.7. Línea de conducción	20
2.1.5.8. Tanque de distribución	21
2.1.5.9. Caja de válvulas	26
2.1.5.10. Red de distribución	26
2.1.5.11. Tipos de tubería	26
2.1.5.12. Elaboración de planos	27
2.1.5.13. Elaboración del presupuesto	27
CONCLUSIONES	34
RECOMENDACIONES	35
BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXOS.	
I. INFORMES DE LA CALIDAD DEL AGUA.	
II. RESUMEN DE DISEÑO RED DE DISTRIBUCIÓN.	
III. MURO DEL TANQUE Y DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES.	
IV. HIPOCLORADOR Y CASETA.	
V. PLANOS.	

LISTA DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

C	=	COEFICIENTE DE FRICCIÓN.
E	=	ESTACIÓN.
E.P.S.	=	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO.
H	=	PÉRDIDA DE CARGA.
K'	=	VALORES PARA PÉRDIDA DE CARGA, SEGÚN EL DIÁMETRO INTERIOR REAL DE CADA TUBO.
P.S.I.	=	LIBRA POR PULGADA CUADRADA.
&	=	PESO VOLUMÉTRICO.
θ	=	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA.
v.s.	=	VALOR SOPORTE.
P.U.	=	PRECIO UNITARIO.
P.V.C.	=	CLORURO DE POLIVINILO.
Q	=	CAUDAL
r	=	TASA DE INCREMENTO.
H.G.	=	HIERRO GALVANIZADO.
m.c.a.	=	METROS COLUMNA DE AGUA.

INTRODUCCIÓN

Los beneficios que provee un proyecto de agua potable son muchos, ya que proporcionan servicios que mejoran las condiciones de vida de la comunidad, elevando el nivel de salud de sus habitantes y por lo tanto su bienestar general.

Bajo este concepto, la labor que realiza la Universidad de San Carlos de Guatemala, en su proyección a la población, a través del programa del Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S., es muy importante, por el aporte de soluciones a los problemas que plantean las comunidades.

En el presente trabajo de tesis se presenta primero la monografía del lugar, un estudio sobre las características de la infraestructura y servicios básicos que tiene la comunidad, así como también se menciona el uso de la energía solar para viviendas en el área rural, a continuación se presenta la documentación bibliográfica que conforma la base teórica, para que posteriormente se pueda realizar el diseño del proyecto de agua, presentando al final los planos de los proyectos con su respectivo presupuesto.

CAPÍTULO I.

1. ASPECTOS GENERALES.

1.1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR.

La aldea El Canáque se ubica en el municipio de San Marcos, del Departamento del mismo nombre, se localiza en la cordillera de la Sierra Madre.

Está comunicada con la cabecera municipal de San Marcos por una carretera de terracería y por una vereda que en época de invierno es intransitable, tanto para personas como para bestias, la distancia por terracería es de 25 kilómetros y por vereda son 7 kilómetros.

Su principal actividad es la Agricultura, con la que se sostienen económicamente, la topografía del lugar es muy accidentada, propia de las regiones montañosas.

1.1.1. ANTECEDENTES DE LA ALDEA.

El nombre de la aldea viene del dialecto Mam: Can que significa pie y Aque, cuyo significado es árbol. Originalmente era un caserío de la aldea Barranca de Gálvez, municipio de San Marcos. Fue elevada a la categoría de aldea en 1,977.

1.1.2. ASPECTOS FÍSICOS.

La región de El Canáque es una zona montañosa, rodeada de montañas y barrancos, por lo que su topografía es bastante accidentada. Existen en el lugar muchas formaciones rocosas y gran vida vegetal.

1.1.2.1. LOCALIZACIÓN.

La aldea El Canáque, está localizada al noroeste de la cabecera municipal, en la Sierra Madre. El poblado más cercano es la aldea Barranca de Gálvez, al suroeste de la aldea.

1.1.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.

La aldea está ubicada en la falda sur del volcán Tajumulco sobre la cadena montañosas de la Sierra Madre, con una Latitud $15^{\circ} 1' 44''$ Norte y longitud $91^{\circ} 51' 56''$ Este. Se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 2,540 metros.

1.1.2.3.DISTANCIA RELATIVA.

La distancia a la cual se encuentra la aldea de la cabecera municipal de San Marcos es de 32 kilómetros, de los cuales 25 son carretera de terracería y 7 por camino de herradura.

A la vez, la cabecera municipal dista 250 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

1.1.2.4.COLINDANCIAS.

La aldea El Canáque colinda al noreste con la aldea San Sebastian, al sureste con la aldea Barranca de Gálvez, al noroeste con el municipio de Tajumulco y al suroeste con el municipio de San Pablo.

1.1.2.5.POBLACIÓN.

La mayoría de su población es ladina. En su totalidad la población se dedica a la Agricultura. La aldea tiene una población aproximada de 575 habitantes, distribuidos de la siguiente forma:

masculino 293 es 49.05%, femenino 282 es 50.95%, total 575 habitantes es 100%.

1.1.2.6.CLIMA.

El clima predominante en el lugar es frío. En ésta región es muy frecuente la formación de neblina, con vientos fuertes en las horas de la noche.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA ALDEA.

1.2.1. VÍAS DE ACCESO.

La única forma de llegar a la aldea es por medio de veredas, una que va desde la cumbre que se encuentra en la aldea San Sebastian y la otra que va desde la aldea Barranca de Gálvez, siendo ambas intransitables en época de invierno.

1.2.2. AGUA POTABLE.

Actualmente la aldea no tiene un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo que los vecinos se ven en la necesidad de acarrear el vital líquido en recipientes, lo que les ocasiona problemas de salud, por la contaminación a que se exponen.

1.2.3. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA.

El tipo de vivienda prevaleciente en la comunidad es con paredes de adobe, techos de teja o lámina, las puertas y ventanas son de madera y en su mayoría el piso es de tierra.

En un 75 % las viviendas tienen separada la cocina del dormitorio, las viviendas en general están constituidas por dos ambientes. En un 48 % las viviendas cuentan con un sistema de iluminación fotovoltaica.

1.2.4. CENTROS EDUCATIVOS.

Actualmente la aldea cuenta con una escuela primaria en la que se imparten los grados de primero y segundo de primaria, por lo que el nivel cultural de la población es muy bajo.

1.2.5. SERVICIOS DE SALUD.

La aldea no tiene servicios de salud, en caso de emergencia tienen que acudir al puesto de salud de la aldea Barranca de Gálvez o bien al de la aldea San Sebastian.

1.3. FUENTE ALTERNA NO CONVENCIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA USO DOMICILIAR APLICABLE AL ÁREA RURAL.

La Municipalidad de San Marcos promoviendo el desarrollo integral de sus comunidades rurales, cubriéndolas con sus servicios de infraestructura física y social planteó a varias comunidades el proyecto de iluminación fotovoltaica, siendo los habitantes de Aldea El Canáque los que más se interesaron.

Cada vivienda que tenga el sistema instalado podrá gozar de la iluminación de dos luminarias por cuatro horas diarias, un televisor y radio por dos horas diarias.

El sistema fotovoltaico aprovecha la luz solar del día a través del panel solar que la convierte en energía eléctrica para cargar el acumulador que funcionará durante las horas de la noche, controlada por el regulador de voltaje para evitar que la batería se descargue al 100 % y pueda dañarse. Cada sistema será autónomo durante tres días, cuando no haya suficiente cantidad de iluminación solar durante el día para cargar la batería.

El objetivo del proyectista o diseñador de sistemas fotovoltaicos independientes es asegurar la satisfacción del cliente proporcionándole un sistema bien proyectado, de larga duración y con una vida útil prevista no menor de 20 años. Estas características dependen de un diseño adecuado, especificaciones de componentes de alta calidad, buenas normas de ingeniería e instalación, y un programa uniforme de mantenimiento preventivo.

La determinación de la capacidad del sistema es solamente una pequeña parte, tal vez la más fácil de lograr obtener un sistema productor de energía fotovoltaica de larga vida útil.

Los precios de estos sistemas han bajado considerablemente desde 1,980, pero todavía son muy altos en comparación con la energía generada por las empresas de servicios públicos.

Sin embargo, hay muchas aplicaciones donde la energía fotovoltaica es la alternativa más económica y el número de sistemas fotovoltaicos independientes esta aumentando cada año debido a sus muchas ventajas.

Características:

Acceso al lugar de instalación: un sistema fotovoltaico bien proyectado funcionará sin necesidad de atención. Los ahorros en costo laborales y de viajes pueden ser importantes.

Modularidad: un sistema fotovoltaico puede ser proyectado para una fácil expansión. Si la demanda de energía pudiera aumentar en años futuros, se debe considerar la facilidad y el costo de aumentar la capacidad del sistema.

Mantenimiento: cualquier sistema generador de energía necesita mantenimiento. La experiencia demuestra que el mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es menor que el de la mayoría de las otras alternativas.

Durabilidad: un sistema generador fotovoltaico no tiene partes móviles, y su desgaste es mínimo.

Componentes:

1 Panel solar.

1 Regulador de voltaje.

1 Batería especial de drenaje profundo.

2 Lámparas de alta eficiencia de 8 vatios.

Conductores internos y accesorios.

El costo aproximado por cada sistema fotovoltaico instalado es de Q 2,825.00 (dos mil ochocientos veinticinco quetzales exactos).

Ventajas:

-Facilidad de transporte.

-Bajo costo de instalación y mantenimiento.

-No requiere de suministro de combustible.

Desventajas:

-Panel solar no resistente a golpes.

-Uso limitado de energía.

-Sumamente sensible al efecto negativo que produce la sombra.

CONCLUSIÓN:

Con este tipo de proyectos las comunidades rurales hacen un mejor uso de los recursos de energía renovables que siempre han existido, contribuyendo a conservar nuestro medio ambiente.

CAPÍTULO II

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.

2.1. ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL CANÁQUE.

2.1.1. FUENTES DE AGUA.

Fuente de agua: es aquella capaz de suministrar, en cualquier época del año, un caudal. En su largo recorrido por el ciclo hidrológico, el agua absorbe sustancias muy variadas, determinando así las grandes diferencias en cuanto a calidad que pueden existir, aún para un mismo tipo de fuente.

Las fuentes de agua se pueden clasificar en:

- A. Agua de lluvia o meteóricas: se captan antes de llegar a la superficie terrestre, en áreas expuestas a la precipitación pluvial, para luego almacenarlas en recipientes apropiados.
- B. Superficiales: se encuentran en el seno de los ríos, lagos, lagunas o las de una cuenca de embalse, presas, etc.
- C. Subterráneas: son las que se infiltran en la tierra y afloran en forma de manantiales. Se localizan en una zona de cavidades conectadas entre sí. Esta zona comprende zona de saturación y zona de aireación, separadas por el nivel freático. Bacteriológicamente el agua subterránea es de mejor calidad que el agua superficial, excepto cuando existe contaminación subsuperficiales, generalmente la calidad del agua subterránea es uniforme.

Las fuentes para abastecer el proyecto son:

Nacimiento Peña Blanca, es del tipo de brote definido en ladera, proyecto A.
Nacimiento Río Cabuz, es del tipo de brote definido en ladera, proyecto B.

2.1.2. AFOROS DE FUENTES DE AGUA.

Es la operación de medir el caudal de la fuente propuesta mediante cualquiera de los siguientes métodos:

Velocidad y área: con molinete, pilot, flotadores, químicos, etc.

De descarga directa: gravímetro, volumétrico, vertederos, reducción de área, mecánicos, etc.

Para aforar corrientes pequeñas y manantiales, el método más usual es el volumétrico, puede realizarse de la siguiente forma:

1. Captar todo el caudal disponible
2. Colocar un recipiente de volumen conocido
3. Tomar el tiempo de llenado del recipiente
4. Calcular el caudal por medio de la fórmula:

$$Q = V/T$$

Donde:

Q = Caudal (lts/seg)

V = Volumen del recipiente

T = Tiempo que tarda en llenarse (seg)

El método de aforo utilizado por los dos nacimientos fue el volumétrico, los resultados se muestran a continuación.

Proyecto A: caudal total = 0.51 lts/seg. 12 de Marzo 1,992.

Proyecto A: caudal total=0.63 lts/seg. 18 de Noviembre 1,992.

Proyecto B: caudal total=2.53 lts/seg. 7 de Septiembre de 1,993

2.1.3. ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL AGUA Y SUS NORMAS.

La calidad del agua tiene una relación estrecha con las características físicas, químicas y bacteriológicas, por medio de las cuales se puede evaluar si el agua es apta o no para el consumo humano, es decir, que sea potable, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas, libre de tóxicos y agradable a los sentidos.

Para llevar un control adecuado de la calidad del agua, hay que regirse por normas que envuelven especificaciones numéricas y reflejan un amplio espectro de los factores de calidad. Al fijar estas normas se toman en cuenta los posibles efectos en la salud del hombre, factores de posibilidad técnica y el costo de su aplicación, el cual se basa en un análisis de riesgos, beneficios y costos.

La norma que rige este tipo de examen es la COGUANOR NGO 29001.

2.1.3.1. EXAMEN BACTERIOLÓGICO.

El objetivo del examen bacteriológico del agua, es proporcionar toda la información relacionada con su potabilidad, es decir, evitar el peligro de ingerir organismos que puedan producir enfermedades. Por la dificultad de aislamiento directo de bacterias que producen enfermedades específicas, se han ideado procedimientos indirectos, que permiten obtener la información necesaria sobre la probable presencia de estos microbios patógenos.

Procedimientos:

1. La cuenta bacteriana, es decir, el número de bacterias que se desarrollan en agar nutritivos por 24 horas de incubación, a temperatura de 37° C. (o en otro medio con temperatura y tiempo de incubación determinado).

2. El índice de coliforme, consiste en la determinación del número de bacterias, que se sabe son de origen intestinal. El uso del índice y de la cuenta bacteriana sirve para determinar la calidad sanitaria del agua.

Para la interpretación de los resultados en el examen bacteriológico se deben observar las casillas correspondientes a la investigación de coliformes y observar las pruebas presuntivas y confirmativa, en cuanto a la formación de gas, la que comprueba la existencia de microorganismos patógenos por medio de un signo positivo (+), ésta debe comprobarse en la prueba confirmativa.

Nacimiento Peña Blanca, bacteriológicamente el agua no es potable según norma COGUANOR NGO 29001.

Nacimiento Río Cabuz, bacteriológicamente el agua es potable según norma COGUANOR NGO 29001.

2.1.3.2. ANÁLISIS FÍSICO.

Es el que determina el sabor, color, temperatura, turbidez y sólidos. Nacimiento Peña Blanca: desde el punto de vista físico PH ácido, las demás determinaciones se encuentran en límites máximos aceptables, según norma COGUANOR NGO 29001.

Nacimiento Río Cabuz: desde el punto de vista físico PH ácido, las demás determinaciones se encuentran en límites máximos aceptables, según norma COGUANOR NGO 29001.

2.1.3.3. ANÁLISIS QUÍMICO.

El análisis químico comúnmente efectuado para aguas potables mide la alcalinidad, la dureza, cloruros, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, amoníaco libre, amoníaco albuminoide, contenido de hierro, contenido de manganeso y cloro residual.

Nacimiento Peña Blanca: desde el punto de vista químico el agua es dura, hierro alto, sulfatos en límites máximos permisibles, las demás determinaciones en límites máximos aceptables, según norma COGUANOR NGO 29001.

Nacimiento Río Cabuz: desde el punto de vista químico el agua es dura, las demás determinaciones en límites máximos aceptables, según norma COGUANOR NGO 29001.

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

2.1.3.4. POTABILIZACIÓN.

Cuando el agua no está en condiciones de ser servida a una población, es necesario someterla a un tratamiento adecuado para que la haga utilizable.

De los procesos adecuados para la potabilización del agua se pueden mencionar:

Desarenamiento: Se aplica en los casos cuando la fuente de abastecimiento es de tipo superficial, en donde el sistema permitirá la remoción de arena y partículas que se encuentran en suspensión en el agua o son arrastradas por ella, afectando el normal funcionamiento y conservación de las instalaciones.

Para el diseño se utilizan: caudal de conducción, temperatura mínima del agua, tamaño mínimo de las partículas, concentración de la arena, velocidad del caudal.

Sedimentación: Es un proceso dinámico de separación de partículas sólidas, que contiene el agua. Dichas partículas al ser más pesadas que el agua caen en el fondo, dicho proceso es similar al desarenamiento, sin embargo funciona bajo otras condiciones.

Filtración: Este proceso consiste en que el agua atraviesa capas porosas, capaces de retener impurezas; el material poroso comúnmente empleado como medio filtrante es la arena. Los filtros lentos y rápidos utilizados en los sistemas públicos de abastecimiento de agua, se basan en procesos de purificación natural y en consecuencia no depende de sustancia química alguna.

La filtración lenta es conocida por su eficiencia bacteriológica, en donde combinado con la filtración gruesa, reduce la turbiedad del agua cruda, este proceso resulta muy conveniente para zonas donde no se dispone de mano de obra capacitada.

Desinfección: Se utiliza para asegurar la calidad del agua, se da en los casos en que se determine que existe contaminación bacteriológica, sin embargo debe adoptarse en todos los sistemas públicos existentes.

2.1.3.4.1. TRATAMIENTO AL AGUA.

Con el propósito de proveer de agua inocua, en los servicios públicos, se procede a la desinfección previa de la misma. El medio que se aplica, casi universalmente es el cloro, ya sea como gas o como compuestos clorados, por las limitaciones propias de los demás productos.

En los acueductos rurales se emplea preferentemente el compuesto clorado, hipoclorito de calcio.

Al hipoclorito de calcio también se le conoce con los siguientes nombres comerciales: HTN, PERCLORON, PITTCHLOR.

Para preparar la solución se procede de la siguiente manera: determinación de la cantidad de HTN requerido, para el período elegido, en base a la cantidad de agua a ser tratada durante dicho período.

Tal cantidad de HTN se determina por la fórmula siguiente:

$$G = C M d / 0.70$$

Donde:

G = gramos HTN.

C = miligramos por litro o partes por millón deseada.

M = metros cúbicos de agua a tratarse por día.

D = número de días que durara una misma solución

- Verter agua clara al depósito, hasta unos 10 o 15 cm. del fondo.
- Agregar la cantidad de HTN anteriormente determinada.
- Disolver, revolviendo el producto con auxilio de una paleta de madera.
- Agregar agua hasta completar la requerida para la solución dada.
- Agitar con la paleta por unos cinco minutos.
- Acondicionar las partes constitutivas del dosificador, para que entregue la cantidad deseada de solución.
- Verificar que todo está correcto en el conjunto.
- Tapar el depósito.

2.1.3.4.2. HIPOCLORADORES.

Son elementos que se usan para dosificar una solución de hipoclorito de calcio al 65 % diluido en agua, conforme lo requiera el volumen de agua que se va a desinfectar, la demanda de cloro es dosificado por un sistema de alimentación por pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada de agua en el tanque de almacenamiento o distribución.

La fuerza o concentración de la solución y la tasa de dosificación puede establecerse para cualquier flujo constante de agua. El costo inicial de este sistema de tratamiento es bajo y el costo de los químicos no tiene gran variación con respecto al precio del hipoclorito de calcio en el mercado local, ya que el precio del hipoclorito en el mercado nacional se ha mantenido estable. El equipo se puede hacer de materiales locales y accesorios de fácil adquisición en el país.

Los hipocloradores requieren de un mantenimiento simple y puede hacerlo el operador del sistema de acueducto sin ningún problema para el sistema de desinfección diseñado.

Dosificación de cloro en el sistema:

Teniendo $Q_c = 0.375$ lts/seg., en un día será 32,400 litros.

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

$32,400 \text{ litros} * 1 \text{ mg/lts.} = 32.4 \text{ grs. de cloro.}$

Si la utilización del cloro es al 70 % entonces:

$32.4 \text{ grs/} 0.70 = 2.0 \text{ onzas de hipoclorito de calcio.}$

Cantidad que diariamente se debe agregar al deposito y éste vaciarse en 24 horas.

El plano del sistema de cloración se encuentra en el anexo IV, con las dimensiones y detalles recomendados para su operación.

Proyecto A: para este proyecto se hará uso de un filtro lento y un hipoclorador para su tratamiento.

Proyecto B: no se requiere de ningún tratamiento ya que el agua bacteriológicamente es potable.

2.1.4. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y MÉTODOS.

La topografía tiene por objeto medir extensiones de tierra, tomando los datos necesarios para poder representar sobre un plano a escala, su forma y accidentes.

Con los datos tomados sobre el terreno, aplicando procedimientos matemáticos, se calculan: distancias, ángulos, direcciones, coordenadas, elevaciones, áreas o volúmenes, según lo requerido en cada caso.

El levantamiento topográfico para todo el proyecto se hizo por poligonales abiertas, por ser el estudio para un acueducto rural, tomando en cuenta la topografía del terreno y la dispersión de las viviendas. Para ello se utilizaron los siguientes métodos:

1. Medición de distancias horizontales: con estadia y cinta métrica de 50 metros.
2. Ángulos y direcciones: por conservación de azimut con el método de orientación de 180 grados.
3. Nivelación compuesta, por ser el terreno demasiado quebrado.
Para el diseño del proyecto se efectuó el levantamiento planimétrico y el levantamiento altimétrico.

2.1.4.1. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO.

El levantamiento se hizo como una poligonal abierta por el método de conservación de azimut. El terreno que se trabajó era de tipo montañoso.

Se utilizó el siguiente equipo:

1. Teodolito Wild T-1.
1. Cinta métrica de 50 metros.
2. Plomadas de 1 libra.
- 1 Estadia.

1. Almadana.
1. Machete.

2.1.4.2. LEVANTAMIENTO ALTIMÉTRICO.

La altimetría toma en cuenta las diferencias de nivel existente entre puntos de un terreno o construcción. Para conocer estas diferencias de nivel, hay que medir distancias verticales, directa o indirectamente. A estas operaciones se les denomina nivelación. El método que se utilizó fue el taquimétrico.

La taquimetría es una técnica topográfica que se emplea para determinar rápidamente la distancia, la dirección y la diferencia de elevación de un punto, por medio de una sola observación hecha desde una misma estación de instrumento. El método taquimétrico que más se utiliza es el de estadia.

Se utilizó el siguiente equipo:

1. Teodolito Wild T-1.
1. Cinta métrica de 50 metros.
2. Plomadas de 1 libra.
1. Estadia.
1. Almadana.
1. Machete.

Un plano topográfico está conformado por estas dos partes de la topografía, que determinan la posición y elevación de cada punto y muestran puntos de interés en el diseño a realizar.

2.1.4.3. CÁLCULO Y DIBUJO TOPOGRÁFICO.

El cálculo para la representación gráfica de los datos obtenidos en la libreta de campo, se efectuó a partir de la misma, obteniendo las coordenadas totales en los ejes cartesianos X e Y. La altimetría se efectuó calculándose las diferentes alturas a partir de un banco de marca con cota inicial 1,000 metros, representados en planos planta-perfil.

Los planos se encuentran en el anexo V.

2.1.5. ESTUDIO DEL DISEÑO HIDRÁULICO.

Para realizar un buen proyecto de acueducto rural, es decir, que el proyecto tenga capacidad para prestar un buen servicio, intervienen muchos factores, principalmente de origen socioeconómicos, que determinan el aumento de la población, cambio de las necesidades y las exigencias que la misma tiene del acueducto, el aumento de la demanda, Etc.

El conjunto de estos factores pueden causar, en el caso de acueductos rurales, que el período de durabilidad de los componentes de un sistema no puede ser aprovechado en su totalidad, ya que la capacidad de estos componentes, para prestar un buen servicio, se hace insuficiente en períodos más cortos. Por consiguiente, en acueductos rurales, los períodos de diseño, normalmente quedan determinados por la capacidad de las instalaciones.

El diseño hidráulico del sistema se realizó con base a las pérdidas de carga, utilizando la fórmula de Hazen-Williams. Se utilizará tubería de hierro galvanizado (HG), tipo mediano, en las líneas de conducción y tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC), en las redes de distribución. A continuación se presentan las fórmulas empleadas en el diseño.

$$H = K' * L * Q^{1.85} / 1000$$

$$K' = 1733000 / (C^{1.85} * D^{4.87})$$

$$H1 = K'1 * L1 * Q^{1.85} / 1000$$

$$H2 = K'2 * L2 * Q^{1.85} / 1000$$

$$L1 = H * 1000 - Q^{1.85} * L * K'2 / (Q^{1.85} * (K'1 - K'2))$$

$$L2 = L - L1$$

$$V = 1.974 * Q / D^2$$

$$Q = -H / (1.85 * (H/Q))$$

Donde:

H = Pérdida de carga en la longitud L, en metros
H1 = Pérdida de carga en la longitud L1, en metros
H2 = Pérdida de carga en la longitud L2, en metros
L = Longitud total en metros
L1 = Longitud del tramo 1, en metros
L2 = Longitud del tramo 2, en metros
V = Velocidad, en metros/segundo
Q = Caudal, en litros/segundo
D = Diámetro interior real de la tubería, en pulgadas
C = Coeficiente de fricción (PVC = 140, HG = 100)
K' = Valores para H, según el diámetro interior real de cada tubo

2.1.5.1. PERÍODO DE DISEÑO.

Período de diseño para un sistema de abastecimiento de agua o sus componentes, es el tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en que su uso sobrepasa las condiciones establecidas en el diseño, por falta de capacidad para prestar un buen servicio.

Por consiguiente, los dos aspectos principales que intervienen en el período de diseño son:

La durabilidad de las instalaciones y su capacidad para prestar buen servicio para las condiciones previstas.

En líneas generales, puede afirmarse que un período de diseño de 20 años es el recomendable para acueductos rurales.

Se adoptó para este proyecto, un período de 20 años, el cual es recomendado por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR, dependencia del Instituto de Fomento Municipal

2.1.5.2. CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN.

Para obtener la información del crecimiento de la población, se pueden usar distintos métodos, cada método tiene ciertas variaciones al considerar algunos aspectos propios del lugar, estas variaciones son tolerables, ya que al principio de cualquier pronóstico de población es la proyección que se hace con base en datos estadísticos de censos de población realizados en el pasado.

Entre algunos métodos se citan:

1. Pronóstico que se basa en tendencias de distribución geográfica de la población.
2. Pronóstico que se basa en la similitud de crecimiento en la población de un área y de otra con características parecidas.
3. Pronóstico de migración neta y de incremento natural. Y algunos métodos puramente matemáticos.

A. MÉTODO DE INCREMENTO ARITMÉTICO.

Este método consiste en agregar a la población actual un número fijo de habitantes para cada período futuro.

La fórmula es:

$$Pf = P2 + (P2 - P1)(T1 - T2)/(T2 - T1).$$

Donde:

- Pf = Población futura deseada a la fecha T.
P2 = Población del último censo.
P1 = Población del censo anterior.
T = Fecha a la que se desea la población futura.
T1 = Fecha del censo anterior.
T2 = Fecha del último censo.

$$Pf = 575 + (575-410)(2013-1981)/(1993-1981)$$

Pf = 1015 Habitantes.

B. MÉTODO DE INCREMENTO GEOMÉTRICO.

Fórmula:

$$Pf = P1 * (1 + r) ^ (T - T1).$$

Donde:

Pf = Población futura deseada a la fecha T.

P1 = Población inicial.

T = Fecha a la que se desea la población futura.

T1 = Año inicial

R = 3 %, Tasa de crecimiento poblacional promedio en el municipio de San Marcos, utilizada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social en 1992.

Este es el método más recomendado para el diseño. Debido a que es un modelo matemático más apegado a la realidad del país y por lo tanto es el que se adopta.

Datos:

Población actual (Pa) = 575 habitantes

Tasa de crecimiento (r) = 3 %

Período de diseño (n) = 20 años

Ejemplo:

Calculo de población:

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

$$Pf = 575 * (1 + 0.03) ^ 20$$

$$Pf = 1,040 \text{ habitantes}$$

Proyecto A.

Pa = 200 habitantes, Pf = 362 habitantes

Proyecto B.

Pa = 375 habitantes, Pf = 678 habitantes

2.1.5.3. DOTACIÓN DE AGUA.

Es la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades. Se expresa en litros por habitante por día (lts/hab/día).

Para fijar la dotación en litros por habitantes por día, de una población, es necesario tomar en cuenta diversos factores, entre los que se pueden citar los siguientes.

1. Clima y recursos hidrológicos
2. Nivel de vida
3. Características de la población
4. Cambios que introducen la mejora de los servicios de agua a la población

Parámetros:

Llenacántaros (40 a 60) lts/hab/día
Conexión predial (60 a 90) lts/hab/día
Conexión domiciliar mayor de 90 lts/hab/día.

A partir de estos parámetros y la capacidad de la fuente se determinó que la dotación será de 60 litros/habitante/día.

2.1.5.4. FACTORES DE CONSUMO.

El consumo de agua está en función de una serie de factores que son inherentes a la comunidad que se quiere abastecer; varía de una comunidad a otra, como podría también variar de un sector de distribución a otro, dentro de la misma comunidad.

Consumo medio diario:

Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se tienen registros de consumo diarios para calcular dicho promedio, se puede calcular el caudal medio diario como la dotación por el número de habitantes futuros.

Consumo máximo diario:

El caudal de día máximo se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Se define como máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año. Cuando no se tienen datos de consumos diarios, el caudal de día máximo se obtiene incrementando de un 20 a un 50 % el caudal medio diario. Este factor de incremento se denomina "Factor de día máximo". Depende de la población que se estudia y varía de 1.2 a 1.5.

Consumo máximo horario:

El caudal de hora máximo se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año. Cuando no se tienen registros, el caudal de hora máximo se obtiene multiplicando el caudal medio diario por un factor que varía de 2.0 a 2.5. este factor se denomina "Factor de hora máxima"

Los factores de día máximo y de hora máxima, están relacionados con la cantidad de habitantes y sus costumbres.

Para poblaciones menores de 1000 habitantes se tomará un factor alto y en poblaciones mayores de 1000 habitantes se tomará un factor bajo, una de las razones se debe a que en comunidades pequeñas, las actividades de la población son realizadas por lo regular, a la misma hora, provocando que la demanda de agua suba, necesitando un factor mayor.

2.1.5.4.1. CAUDALES DE DISEÑO.

Caudal Medio Diario (Qm)

Cálculos:

$Q_m = \text{Dotación} * \text{Población futura}$

Proyecto A.

$Q_m = (60 \text{ lt/hab/día}) * (362 \text{ hab}) / 86,400 \text{ seg.}$

$Q_m = 0.25 \text{ lts/seg.}$

Proyecto B.

$Q_m = (60 \text{ lt/hab/día}) * (678 \text{ hab}) / 86,400 \text{ seg.}$

$Q_m = 0.47 \text{ lts/seg.}$

Caudal Máximo Diario (Q_c)

Cálculos:

$Q_c = Q_m * \text{Factor de día Máximo}$

Proyecto A.

$Q_c = 0.25 \text{ lts/seg} * 1.5$

$Q_c = 0.375 \text{ lts/seg.}$

Proyecto B.

$Q_c = 0.47 \text{ lts/seg} * 1.5$

$Q_c = 0.705 \text{ lts/seg.}$

Caudal Máximo Horario (Q_d)

Cálculos:

$Q_d = Q_m * \text{Factor de Hora Máxima}$

Proyecto A.

$Q_d = 0.25 \text{ lts/seg} * 2.0$

$Q_d = 0.50 \text{ lts/seg}$

Proyecto B.

$Q_d = 0.47 \text{ lts/seg} * 2.0$

$Q_d = 0.94 \text{ lts/seg.}$

2.1.5.5. OBRAS DE CAPTACIÓN.

Es toda estructura que se construye con fines de recolectar el agua de la fuente.

La finalidad básica de las obras de captación es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación del caudal previsto.

El tipo de fuente que se tiene en el proyecto es de brote definido en ladera, por lo que la estructura diseñada consiste en: un muro interceptor de concreto ciclópeo, una caja recolectora de 1 m³ de capacidad, tapadera sanitaria, material de soporte para la cubierta del manantial, válvula de compuerta en la tubería de salida con su respectiva caja de válvulas, tubería de rebalse, desagüe y pichacha. Se construirán cajas de captación para cada uno de los dos nacimientos.

Para evitar la contaminación de las fuentes por personas o animales, se colocará un cerco con alambre espigado y postes de madera. Planos en el Anexo V.

2.1.5.6. FILTRO LENTO.

La filtración lenta es un proceso de purificación del agua, consiste en hacerla pasar a través del lecho poroso de un medio filtrante. Durante este paso, la calidad del agua se mejora considerablemente por la reducción del número de microorganismos (bacterias, virus y quistes), la eliminación de materias en suspensión y de materia coloidal, y cambios en la composición química. En la superficie de un lecho ya maduro se forma una película delgada llamada el Schmutzdecke, (vocablo alemán que significa capa sucia), que consta de una gran variedad de microorganismos, biológicamente muy activos, que descomponen la materia orgánica, mientras gran parte de la materia inorgánica en suspensión queda retenida por acción de "colado". El proceso de filtración lenta se distingue esencialmente del de filtración rápida por el Schmutzdecke y por el proceso de purificación que tiene lugar en esta delgada capa superficial. El principal carácter distintivo de los filtros de arena de acción rápida consiste en la eliminación de partículas en suspensión relativamente grandes por procesos físicos. Los filtros de arena de acción rápida requieren limpiarse mediante una operación de refluo un tanto complicada, mientras que la limpieza de los filtros lentos se realiza por el procedimiento relativamente simple al remover periódicamente la parte superior del lecho filtrante, incluido el Schmutzdecke.

En principio, la sustancia porosa del lecho filtrante puede ser cualquier material estable, pero en el campo del abastecimiento de agua potable de uso doméstico la práctica normal es usar lechos de material granular; en particular, se usa arena por ser barata, inerte, durable, ampliamente disponible y por los excelentes resultados que proporciona.

Básicamente, una unidad de filtración lenta en arena consta de un tanque que contiene una capa sobrenadante de agua cruda, de un lecho de arena filtrante, de un sistema de drenaje y de un juego de dispositivos de regulación y control del filtro lento.

Descripción de los elementos básicos de un filtro lento de arena.

Capa de agua sobrenadante:

La capa de agua sobrenadante sirve para dos propósitos:

- Proporciona una carga de agua suficiente para hacer que el agua cruda pase a través del medio filtrante.
- Proporciona al agua cruda un tiempo de retención de varias horas, período durante el cual las partículas pueden sedimentar.

La altura normalmente usada en la capa de agua sobrenadante es de un metro (puede variar entre 1 y 1.5 metros). Es práctica normal mantener el nivel del agua sobrenadante a una altura constante, pero también se puede operar con altura variable. Se debe dejar un borde libre de 0.2 a 0.30 metros sobre el nivel del agua.

Para la remoción de la nata el reservorio de agua sobrenadante, el filtro puede estar dotado de un dispositivo (manual) desnatador y un canal de drenaje de nata. Debe contar,

así mismo, con un vertedero de derrame o rebose que drene el exceso de agua, fijando el nivel máximo de operación.

Medio filtrante:

El medio filtrante debe estar compuesto por material granular, inerte y durable. Normalmente se usa arena exenta de arcilla y de preferencia libre de materia orgánica, en una altura de 0.80 a 1.00 m.

El medio filtrante se caracteriza por su diámetro efectivo y su coeficiente de uniformidad. Normalmente se elige un diámetro efectivo dentro de una gama de 0.15 a 0.35 mm. Cuando no hay disponible arena natural de estas características, el valor deseado del diámetro efectivo puede obtenerse mezclando dos tipos de arena. Como último recurso puede emplearse el tamizado.

De preferencia, el coeficiente de uniformidad debe ser menor de 2, aunque pueden aceptarse valores hasta de 5. Para un funcionamiento adecuado del proceso de purificación se debe proveer un lecho filtrante de 0.6 metros como mínimo.

Canal de limpieza:

Se considera este canal cuando se va a emplear el método de limpieza denominado trillado. Permite eliminar rápidamente la altura del agua sobrenadante y la película biológica desprendida.

Sistema de drenaje:

El sistema de drenaje sirve para dos propósitos:

- Permite un paso libre para la recolección del agua tratada.
- Da soporte al medio filtrante, de modo que se asegure una velocidad de filtración uniforme sobre toda el área del filtro.

El sistema de drenaje puede tener diversas configuraciones: drenes principales y laterales construidos de tuberías perforadas o separadas, bloques o ladrillos de concreto, Etc. El sistema de drenes está cubierto por capas de grava.

La grava impide que el material granular del lecho del filtro sea acarreado hacia el sistema de drenaje, incluidas las capas de grava, el sistema de drenaje debe tener un espesor de 0.30 metros (rango 0.40 – 0.70 metros).

Dispositivos de regulación y control del filtro:

- Válvula para graduar la entrada de agua cruda a la caja del filtro y nivel de agua variable o constante dentro del filtro
- Eliminación del exceso de agua y de la nata por medio de un vertedero de derrame o rebose.
- Drenaje del agua sobrenadante antes de efectuar la limpieza del filtro.
- Drenaje del agua en la capa superior del lecho filtrante.
- Medida del caudal del agua efluente por medio de un dispositivo calibrado de medición.
- Regulación de la velocidad de filtración.

- Ingreso de agua limpia para llenar en forma ascendente el lecho filtrante después de efectuar la limpieza del filtro.
- Dispositivos de prevención de presiones negativas en el lecho filtrante.
- Descarga del agua tratada al tanque de almacenamiento de agua o al desagüe.

El tamaño, la forma y el número de unidades de filtración determinarán la longitud total de la pared de la planta de filtración lenta en arena.

Los filtros rectangulares tienen la ventaja de que se pueden construir con paredes comunes si las unidades se sitúan una junto a la otra.

La longitud total de la pared de una planta de filtración lenta con unidades rectangulares puede calcularse del siguiente modo:

$$L = 2nb + l(n+1)$$

L = longitud total de la pared en metros

n = número de unidades

b = ancho de la unidad en metros

l = longitud de la pared de la unidad en metros.

La planta de tratamiento debe ser proyectada en la forma más simple posible, utilizando soluciones constructivas, compatibles con los recursos materiales y humanos existentes en la región.

La capacidad de la planta debe ser tal que abastezca a las necesidades de agua del día de máximo consumo al finalizar el período de diseño, esto es:

$$Q_d = P \cdot D \cdot C / 86,400$$

Siendo:

C = Coeficiente de día máximo

D = Dotación futura (l/h/d)

P = Población futura (h)

Q_d = Caudal de diseño (l/s)

La filtración lenta ha mostrado ser capaz de remover virus del agua en más de un 99 % en estudios de laboratorio.

El detalle y dimensionamiento del filtro lento se muestra en el anexo V. Hoja 9/11. Se tomó en base a detalles típicos de la UNEPAR.

2.1.5.7. LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

Se define como línea de conducción a la tubería que une la estructura de captación con el tanque de almacenamiento.

El sistema utilizado para el presente diseño fue por gravedad.

Ejemplo de Cálculo:

Proyecto A.

De E-0 a E-11

Cota inicial = 1176.49

Cota final = - 1134.22

Dif. Altura = 33.27

Caudal $Q = 0.375$ lts/seg.

L diseño = 684 metros

$C = 100$

$D = (1743.811 * Q^{1.85} * L / C^{1.852} * H)^{1/4.87}$

$D = 1.1/4$ plg.

$H_f = (116.2914 * 0.375^{1.85} * 684) / 1000$

$H_f = 12.96$

Cota piezométrica = Cota inicial - H_f

$C_p = 1176.49 - 12.96$

$C_p = 1154.53$

Presión = $C_p -$ Cota final

Presión = $1154.53 - 1134.22$

Presión = 20.34 mca.

Proyecto B.

De E-0 a E-25

Cota inicial = 999.67

Cota final = 971.28

$H = 28.39$

Caudal $Q = 0.705$ lts/seg.

L diseño = 996 metros

$C = 100$

$D = 2$ plg.

$H_f = 6.15$

$C_p = 993.52$

Presión = 22.24 mca.

2.1.5.8. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN.

El tanque de distribución, en un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como función compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población y poder cubrir la demanda cuando haya interrupción del servicio en la línea de conducción, así como proporcionar presiones adecuadas en la red de distribución.

Para cumplir con el propósito de satisfacer el consumo de la población se siguieron recomendaciones de diseño aportadas por la UNEPAR, las que sugieren que el tanque de almacenamiento debe tener una capacidad comprendida entre el 30 al 40 % del caudal medio diario de diseño. Como parámetros generales para diseño de tanques de distribución, se consideraran los siguientes:

Población < 1,000 habitantes 35 % del caudal medio diario de la población, no se considera una reserva para eventualidades.

Población entre 1,000 y 5,000 habitantes 35 % del caudal medio diario de la población más un 10 % para eventualidades.

Población > 5,000 habitantes el 40 % del consumo medio diario, más un 10 % para eventualidades.

En el caso de sistemas por bombeo, la reserva mínima deberá corresponder al volumen de un día del caudal medio.

El tanque que se utilizará en el proyecto será del tipo enterrado, para su mejor preservación.

La altura mínima del tanque debe ser aquella que a media capacidad produzca en el sistema de distribución, la presión mínima recomendable de 10 metros para el caso más desfavorable.

Los materiales de construcción recomendables son: mampostería reforzada, concreto ciclópeo y concreto reforzado, debe de construirse una tapadera para el acceso, que no permita la entrada de agua de lluvia. La tubería de entrada al tanque estará situada cercana al acceso, para facilitar el aforo del caudal en cualquier momento. La cota inferior de la tubería de salida estará a un máximo de 30 cms. Sobre el fondo o a un mínimo de 20 cms. El diámetro mínimo de la tubería de rebalse, será igual al de la tubería de entrada del tanque.

La subestructura del tanque será convenientemente protegida por medio de drenajes y debe diseñarse un sistema de ventilación adecuado.

El cálculo del volumen para el tanque de distribución se muestra a continuación:

Proyecto A.

$$\text{VTD} = 0.30 * \text{Dotación} * \text{Pf} / 1000$$

$$\text{VTD} = 0.30 * 60 \text{ lt/hab/día} * 362 \text{ hab}/1000$$

$$\text{VTD} = 6.5 \text{ m}^3.$$

Proyecto B.

$$\text{VTD} = 12.5 \text{ m}^3.$$

El tanque de distribución se ubica para el Proyecto A en la estación E-11 con una capacidad de 10 metros cúbicos y para el Proyecto B en la estación E-25 con una capacidad

de 15 metros cúbicos, la ubicación fue determinada con base a la topografía del lugar, especialmente por la altura a la que están las viviendas.

Los detalles de los tanques de distribución se pueden observar en el anexo V, en la hoja 11/11.

MURO DEL TANQUE

Dimensiones:

H = 2.15 metros

C = 1.60 metros

A = 1.00 metros

DISEÑO DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN.

Consistirá en chequear el muro del tanque de distribución de 10 metros cúbicos, aplicando la teoría de Rankine, para obtener la presión activa y la presión pasiva, para luego relacionarlos con las fuerzas verticales y verificar su estabilidad que comprende: volteo, deslizamiento y presión.

Datos:

γ & suelo = 1600 kg/m³

γ & agua = 1000 kg/m³

γ & concreto = 2400 kg/m³

$\theta = 30^\circ$

v.s. = 15 ton/m²

H = 2.15 m

C = 1.60 m

a = 1.00 m

Donde:

γ = Peso volumétrico del material

v.s. = Valor soporte del suelo

θ = Angulo de fricción interna

Usando Rankine:

$K_a = (1 - \text{sen}\theta) / (1 + \text{sen}\theta)$

$K_p = (1 + \text{sen}\theta) / (1 - \text{sen}\theta)$

Donde:

K_a = coeficiente de empuje activo

K_p = coeficiente de empuje pasivo

Sustituyendo valores se tiene:

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

$P_a = \frac{1}{2} * \gamma \text{ suelo} * K_a * H^2$

P_a = el empuje activo

$P_b = \frac{1}{2} * \gamma \text{ agua} * K_p * C^2$

Pb = el empuje pasivo

Sustituyendo valores se tiene:

Pa = 1233 kg, Pb = 1280 kg.

Momento de volteo:

Mv = Pa * H/3

Mv = 1233 * 2.15/3

Mv = 884 kg-m.

Analizando la cubierta

Datos:

Viga = 0.15 * 0.20

Losa = 0.10 de espesor

Área = 2.65 * 2.65

Cargas muertas:

Losa = 0.10 * 2400 = 240 kg/m²

Acabados y mezclón = 100 kg/m²

Carga muerta = 340 kg/m²

Cargas vivas:

CV = 150 kg/m² + 72 kg/m² (deposito) hipoclorador + 30 kg/m² (lámina) caseta + 25 kg/m² (madera) caseta.

CV = 305 kg/m².

Área de losa = 2.65²/4 = 1.76 m².

La carga distribuida será: carga de la losa + carga viva

WL = (1.76 m² * 340 kg/m²)/ 2.65 + 0.20 * 0.15 * 2400

WL = 298 kg/m

WV = (1.76 m² * 305 kg/m²)/2.65

WV = 203 kg/m

W total = 298 kg + 203 kg = 501 kg

Fuerzas verticales:

PARTE	PESO (kg)	BRAZO (m)	MOMENTO (kg-m)
1	1404	0.15	211.00
2	1638	0.53	869.00
3	480	0.50	240.00
4	1092	0.77	841.00
5	501	0.15	75.00
	N=5115		MR=2236.00

Realizando el respectivo análisis del muro se tiene:

Factor de deslizamiento (f):

f = tg (20/3)

f = 0.40

Resistencia al deslizamiento (T):

T = f * N

Donde N = fuerza resultante

$$T = 0.40 * 5115$$

$$T = 2046$$

Factor de seguridad contra deslizamiento

El empuje del agua no existe ($P_b=0$)

$$(F.S. = 1.5)$$

$$F.S. = T/P_a$$

$$F.S. = 2046/1233$$

$$F.S. = 1.70 > 1.5 \text{ si cumple}$$

Factor de seguridad contra volteo

El momento producido por el agua no existe ($M_p=0$)

$$(F.S. = 1.5)$$

$$F.S. = M_w/M_v = (M_R + M_P)/M_V$$

$$F.S. = (2236 + 0)/884$$

$$F.S. = 2.53 > 1.5 \text{ si cumple}$$

Cálculo de presiones (caso crítico con el tanque vacío)

Momento Neto (M_n)

$$M_n = M_e - M_v$$

$$M_n = 2236 - 884 = 1352 \text{ kg-m}$$

Centroide de presiones (X)

$$X = M_n/N$$

$$X = 1352/5115$$

$$X = 0.27$$

Excentricidad (e)

$$e = a/2 - X$$

$$e = 0.5 - 0.27$$

$$e = 0.23$$

Presión Máxima (Q_{max})

$$Q_{max} = N * (1 + 6e/a)/a$$

$$Q_{max} = 5115 * (1 + 6*0.23/1)/1$$

$$Q_{max} = 12178 \text{ kg/m}^2 < 15000 \text{ kg/m}^2$$

Presión Mínima (Q_{min})

$$Q_{min} = N * (1 - 6e/a)/a$$

$$Q_{min} = 5115 * (1 - 6*0.23/1)/1$$

$$Q_{min} = -1943 \text{ kg/m}^2$$

Según los resultados anteriores se concluye que el tanque propuesto es apto para dicho proyecto. Esquemas en el anexo III.

2.1.5.9. CAJA DE VÁLVULAS.

Sirven para proteger cualquier válvula que sea necesario instalar en el sistema, tales como:

Válvulas de compuerta: funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua.

Válvulas de paso: funcionan mediante un cono horadado que al girar permite o cierra el paso del agua; se instalan al inicio de cada conexión predial o llenacántaros, o en el lugar que se indique en planos.

Válvulas de aire: el transporte de agua por la tubería, en las partes altas, puede ir acompañado de formaciones o bolsas de aire, por lo que es necesario colocar este tipo de válvulas para poder eliminar el aire que se acumula, para que el agua pueda pasar libremente, ya que de lo contrario podría provocar presiones dentro de la tubería a causa del aire acumulado, que evitarán el flujo del agua. Se colocarán en las partes altas de la tubería.

Válvulas de limpieza: son dispositivos que permiten la descarga de los sedimentos acumulados en el sistema, se colocan en los puntos bajos de la línea de conducción o distribución. Consiste en una derivación de la tubería provista de válvulas de compuerta.

2.1.5.10. RED DE DISTRIBUCIÓN.

La red de distribución está constituida por todo el sistema de tuberías, desde el tanque de distribución hasta las líneas de conexión domiciliar, el sistema utilizado en el proyecto es del tipo predial, que consiste en la dotación domiciliar de un chorro por vivienda.

Para este caso la red de distribución es del tipo ramales abiertos. El caudal de distribución se determina multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima, mientras que el caudal domiciliar se determina dividiendo el caudal de distribución dentro del número de casas a servir. La distribución abierta solo debe aplicarse en poblaciones poco densas, donde los tramos de tubería necesarios para cerrar circuitos resulten muy largos y con escasa utilización.

Los cálculos de la red de distribución se encuentran en el anexo II.

2.1.5.11. TIPOS DE TUBERÍA.

Los tipos de tubería utilizados en el proyecto son hierro galvanizado (HG) y PVC.

La tubería de HG se utiliza para sitios donde ésta va expuesta, terreno rocoso, inestable o lugares con presión muy elevada.

La tubería PVC se utiliza en lugares donde es posible enterrar tubería, la utilización de este tipo de tubería disminuye costos y tiempo de construcción, además de ser fácilmente manipulable y transportable.

Los diámetros y capacidades de presión de la tubería son variables, dependiendo de las necesidades que requiera la construcción y el funcionamiento adecuado del proyecto. Siempre ha existido la necesidad en los materiales de construcción de una alta calidad, durabilidad y facilidad de instalación.

Ningún material para tubería combina mejor estas cualidades que el PVC. El PVC pesa la mitad de lo que pesa el aluminio y un sexto de lo que pesa el acero. Por lo tanto es fácil de manipular y de instalar y no requiere soporte estructural pesado, es fácilmente maniobrable por equipo liviano y requiere menos personal para su instalación. Los proyectos pueden ser instalados y terminados en menos tiempo y con menor esfuerzo, reduciendo substancialmente los costos.

2.1.5.12. ELABORACIÓN DE PLANOS.

Después de realizar la recopilación de datos necesarios, se procedió a realizar los cálculos respectivos, es decir, cálculos topográficos, hidráulicos, dimensiones de los distintos dispositivos y de las obras de arte necesarias para todo el proyecto.

Con toda la información necesaria, se procedió a elaborar planos, tanto topográficos, como también del diseño del sistema, y de las estructuras que se construirán.

Los planos se encuentran en el anexo V de esta tesis.

2.1.5.13. ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO.

La integración del presupuesto se compone de: mano de obra calificada, mano de obra no calificada, costo de materiales, accesorios, tubería, herramientas, planificación, administración, supervisión e imprevistos, para los proyectos A y B.

PROYECTO A.

Mano de obra calificada.

En este proyecto se estimó el uso de 2 albañiles, 4 ayudantes y 2 fontaneros de la siguiente manera:

60 jornales * 2 albañiles = 120 jornales

120 jornales * Q 43.37 = Q 5,204.40

60 jornales * 4 ayudantes = 240 jornales

240 jornales * Q 23.13 = Q 5,551.20

60 jornales * 2 fontaneros = 120 jornales

120 jornales * Q 22.17 = Q 2,660.40

Total de mano de obra calificada = Q 13,416.00

Mano de obra no calificada.

Para el presente proyecto se estimó que cada beneficiario aportará 48 jornales y el costo estimado de cada jornal es de Q 18.00, por lo que el monto total del aporte de la comunidad es de:

48 jornales * 40 jefes de familia = 1,920 jornales

1,920 jornales * Q 18.00 = Q 34,560.00

CAPTACIÓN

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	21	sacos	27.00	567.00
2	Materiales	6.5	m3	50.00	325.00
3	Hierro	19	var.	9.50	180.50
4	Madera	150	P.T.	2.40	360.00
5	Accesorios	12	unidad	62.00	744.00
				Total	2,176.50

FILTRO LENTO

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	228	sacos	27.00	6,156.00
2	Materiales	37	m3	50.00	1,850.00
3	Hierro	593	var.	9.50	5,633.50
4	Madera	550	P.T.	2.40	1,320.00
5	Accesorios	18	unidad	36.00	648.00
				Total	15,607.50

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	160	sacos	27.00	4,320.00
2	Materiales	64.5	m3	50.00	3,225.00
3	Hierro	72	var.	9.50	684.00
4	Madera	350	P.T.	2.40	840.00
5	Accesorios	15	unidad	56.00	840.00
				Total	9,909.00

CAJA ROMPEPRESIÓN (7)

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	63	sacos	27.00	1,701.00
2	Materiales	26.5	m3	50.00	1,325.00
3	Hierro	88	var.	9.50	836.00
4	Madera	343	P.T.	2.40	823.20
5	Accesorios	84	unidad	29.00	2,436.00
				Total	7,121.20

VÁLVULA DE LIMPIEZA

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	2	sacos	27.00	54.00
2	Materiales	3	m3	50.00	150.00
3	Hierro	8	var.	9.50	76.00
4	Accesorios	6	unidad	28.00	168.00
				Total	448.00

VALVULA DE AIRE

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	2	sacos	27.00	54.00
2	Materiales	3.5	m3	50.00	175.00
3	Hierro	9	var.	9.50	85.50
4	Accesorios	6	unidad	13.00	78.00
				Total	392.50

SISTEMA DE CLORACIÓN

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Caseta	1	unidad	435.00	435.00
2	Depósito	2	unidad	326.25	652.50
3	Accesorios	4	unidad	101.50	406.00
4	Hipoclorito de calcio	1460	kg.	8.00	11,680.00
				Total	13,173.50

LÍNEA DE CONDUCCIÓN, RED DE DISTRIBUCIÓN.

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Tubo 1.1/4" HG	684	m.l.	26.15	17,886.60
2	Tubo 1.1/4" PVC. 160 PSI.	384	m.l.	6.80	2,611.20
3	Tubo 1" PVC. 160 PSI	156	m.l.	5.05	787.80
4	Tubo 3/4" PVC. 250 PSI	756	m.l.	2.60	1,965.50
5	Tubo 1/2" PVC. 315 PSI	3,804	m.l.	2.00	7,608.00
6	Accesorios 1.1/4" PVC	5	unidad	5.50	27.50
7	Accesorios 1" PVC	5	unidad	3.75	18.75
8	Accesorios 3/4" PVC	13	unidad	2.55	33.15
9	Accesorios 1/2" PVC	112	unidad	3.70	414.40
10	Acometida domiciliar	40	unidad	55.22	2,208.80
				Total	33,561.70

HERRAMIENTAS Q 4,856.50

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

PROYECTO A.

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Introducción de Agua Potable	Q 87,246.40
Mano de obra	Q 47,976.00
SUB-TOTAL	Q 135,222.40
Planificación 10%	Q 13,522.24
Administración 10%	Q 13,522.24
Supervisión 10%	Q 13,522.24
Imprevistos 7%	Q 9,465.57
TOTAL	Q 185,255.17

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:

CIENTO OCHENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO
QUETZALES CON DIESISIETE CENTAVOS.

PROYECTO B.

Mano de obra Calificada

En este proyecto se estimó el uso de 2 Albañiles, 4 ayudantes y 2 fontaneros de la siguiente manera:

75 jornales * 2 albañiles = 150 jornales
150 jornales * Q 43.37 = Q 6,505.50
75 jornales * 4 ayudantes = 300 jornales
300 jornales * Q 23.13 = Q 6,939.00
75 jornales * 2 fontaneros = 150 jornales
150 jornales * Q 22.17 = Q 3,325.50
Total mano de obra calificada = Q 16,770.00

Mano de obra no calificada

Para el presente proyecto se estimó que cada beneficiario aportará 60 jornales y el costo estimado de cada jornal es de Q 18.00, por lo que el monto total de la comunidad es de:

60 jornales * 75 jefes de familia = 4,500 jornales
4,500 jornales * Q 18.00 = Q 81,000.00

CAPTACIÓN (2)

No. Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1 Cemento	42	sacos	27.00	1,134.00
2 Materiales	13	m3	50.00	650.00
3 Hierro	38	var.	9.50	361.00
4 Madera	300	P.T.	2.40	720.00
5 Accesorios	24	unidad	62.00	1,488.00
			Total	4,353.00

CAJA REUNIDORA DE CAUDALES

No. Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1 Cemento	9	sacos	27.00	243.00
2 Materiales	4	m3	50.00	200.00
3 Hierro	10	var.	9.50	95.00
4 Madera	60	P.T.	2.40	144.00
5 Accesorios	8	unidad	80.00	640.00
			Total	1,322.00

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	170	sacos	27.00	4,590.00
2	Materiales	73	m3	50.00	3,650.00
3	Hierro	84	var.	9.50	798.00
4	Madera	525	P.T.	2.40	1,260.00
5	Accesorios	15	unidad	57.00	855.00
				Total	11,153.00

VÁLVULA DE LIMPIEZA (3)

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	6	sacos	27.00	162.00
2	Materiales	9	m3	50.00	450.00
3	Hierro	24	var.	9.50	228.00
4	Accesorios	18	unidad	18.00	324.00
				Total	1,164.00

VÁLVULA DE AIRE (3)

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Cemento	6	sacos	27.00	162.00
2	Materiales	10.5	m3	50.00	525.00
3	Hierro	27.00	var.	9.50	256.50
4	Accesorios	18.00	unidad	13.00	234.00
				Total	1,177.50

LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y RED DE DISTRIBUCIÓN

No.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.(Q)	Total(Q)
1	Tubo 2" HG.	996	m.l.	29.15	29,033.40
2	Tubo 1.1/5" PVC. 160 PSI.	480	m.l.	8.90	4,272.00
3	Tubo 1.1/4" PVC. 160 PSI	246	m.l.	6.80	1,672.80
4	Tubo 1" PVC. 160 PSI	426	m.l.	5.05	2,151.30
5	Tubo 3/4" PVC. 250 PSI.	1,278	m.l.	2.60	3,322.80
6	Tubo 1/2" PVC. 315 PSI.	3,648	m.l.	2.00	7,296.00
7	Accesorios 2" HG.	11	unidad	13.00	143.00
8	Accesorios 1.1/2" PVC.	10	unidad	6.45	64.50
9	Accesorios 1.1/4" PVC.	14	unidad	5.98	83.72
10	Accesorios 1" PVC.	22	unidad	3.47	76.34
11	Accesorios 3/4" PVC.	50	unidad	1.95	97.50
12	Acometida domiciliar	75	unidad	55.22	4,141.50
				Total	52,354.86

HERRAMIENTAS Q 4,856.50

**PROYECTO B.
RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

DESCRIPCIÓN	TOTAL
Introducción de Agua Potable	Q 76,380.86
Mano de obra	Q 97,770.00
SUB-TOTAL	Q174,150.86
Planificación 10%	Q 17,415.08
Administración 10%	Q 17,415.08
Supervisión 10%	Q 17,415.08
Imprevistos 7%	Q 12,190.56
TOTAL	Q 238,586.66

Asciende el presente presupuesto a la cantidad de:
**DOSCIENTOS TREINTA Y OCHO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS
QUETZALES CON SESENTISEIS CENTAVOS.**

CONCLUSIONES

Para que funcione, correctamente, una red de distribución cerrando un circuito, es necesario que el terreno posea un nivel bastante uniforme; en el caso de la aldea El Canáque, las diferencias de nivel varían demasiado; por lo tanto, sus presiones en las partes altas bajarían considerablemente de acuerdo al uso excesivo que se le dé al agua en la parte más baja. Es por ello que se hizo el diseño por ramales abiertos que es lo más efectivo en este caso.

Los proyectos por gravedad son una de las mejores alternativas para abastecer de agua potable a las comunidades, ya que ellas mismas le pueden dar la sostenibilidad requerida.

De acuerdo a los resultados de los exámenes bacteriológicos y químico sanitario, el agua no es potable, ya que la cantidad de hierro es alta, por lo que se decidió darle un tratamiento por medio de un filtro lento y un sistema por cloración, para así darle la apariencia y potabilidad que requiere el agua para consumo humano.

El Ejercicio Profesional Supervisado contribuye en la formación técnica y social del Ingeniero, puesto que le permite compenetrarse de la situación real que vive el país.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la municipalidad de San Marcos, capacitar y adiestrar al comité de vecinos de la aldea El Canáque, en la operación y mantenimiento del sistema de agua potable. Esto con el fin de garantizar un buen uso del sistema y no depender de la municipalidad.

Se recomienda a la municipalidad de San Marcos y a la comunidad de El Canáque realizar un segundo examen bacteriológico para comprobar si mejoró la calidad del agua al estar construido el filtro lento y el hipoclorador.

Se recomienda a la municipalidad de San Marcos un programa permanente de monitoreo de la calidad del agua.

Se recomienda continuar dando el apoyo necesario a la unidad del Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S. por parte de las autoridades de la Facultad de Ingeniería, pues a través del E.P.S., que es una forma de proyección social de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se logran beneficios para las comunidades rurales.

BIBLIOGRAFÍA

Borges Reinoso, José Francisco. Diseño y construcción de agua potable y letrización de la Aldea Ixmulej, del municipio de Cuilco, Huehuetenango. TESIS DE GRADUACIÓN DE INGENIERO CIVIL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Guatemala, 1988.

Orózco Escobar, Guillermo Daniel. Ing. Remoción del hierro y manganeso en sistemas de abasto de agua. TRABAJO DE GRADUACIÓN DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA SANITARIA, FACULTAD DE INGENIERÍA, ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Guatemala, 1979.

Vásquez de León, Willy Rolando. Diseño de introducción de agua y saneamiento básico para los caseríos de Guancache y Xeabaj, Sipacapa, San Marcos, y caserío San José Sigüila, Momostenango, Aldea San Luis Sibila, Santa Lucía la Reforma, Totonicapán. TESIS DE GRADUACIÓN DE INGENIERO CIVIL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Guatemala, 1994.

Schwartz Guzmán, Max Fernando. Diseño y estudio del sistema de agua potable en la Aldea Barranca de Gálvez, del municipio de San Marcos, Departamento de San Marcos. TESIS DE GRADUACIÓN DE INGENIERO CIVIL, FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Guatemala, 1995.

Manual de Diseño y Construcción. Filtración lenta en arena para abastecimiento público de agua en países en desarrollo. CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE. La Haya, Países bajos, 1978.

ANEXO I
INFORMES DE LA CALIDAD DEL AGUA



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

OT. No. 5956

EXAMEN BACTERIOLOGICO

INF No. A-122373

INTERESADO: WATER COMPANY - 113
MUESTRA RECOLECTADA POR: Roberto J. J. Cobos G.
MUESTRA RECOLECTADA EN: AGUA DE LA TUBERIA
MUNICIPIO: San Marcos
DEPARTAMENTO: San Marcos

PROYECTO: Control Calidad del Agua
DEPENDENCIA: USAC
FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 13-10-94 11:56
FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: 13-10-94; 14:10
CONDICIONES DE TRANSPORTE: con hielo

SABOR: -----
~~PAQUETIZACION~~
ASPECTO: Clara
OLOR: Lig. A Materia Orgánica

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Idg. Cantidad
CLORO RESIDUAL: -----

NUMERACION TOTAL DE GERMELES

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

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	170	100	60

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

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	90	48	19

RESULTADO: NUMERO DE BACTERIAS POR cm³ 1,610

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES CANTIDAD SEMBRADA	PRUEBA PRESUNTIVA FORMACION DE GAS - 35°C	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
		TOTAL 35°C	FECAL 44.5°C
10.0 cm ³	+ + +	+ + +	+ + +
1.0 cm ³	+ + -	+ +	+ +
0.1 cm ³	- - -		
0.01 cm ³			
0.001 cm ³			
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMELES COLIFORMES/100 cm ³		93	93

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

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001. Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

GUATEMALA 18 de octubre de 1,994.

[Signature]
JEFE LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA.



LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA

CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

O.T. No. 5956

EXAMEN QUIMICO SANITARIO

INF No. 17173

MUESTRA DE: Agua
 RECOLECTADA POR: Roberto Rudy Ochoa Garcia
 LUGAR: ALDEA CANAQUE
 FUENTE: POZA BLANCA
San Marcos - San Marcos

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 13-10-94; 4:46
 FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 13-10-94
 CONDICIONES DE TRANSPORTE: en refrigeración

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Clara</u>		4. OLOR <u>Lig. A Mat. Orgánica</u>		7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)	
2. COLOR <u>1.0 Unidades</u>		5. SABOR _____		8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>550.0</u> μ mhos/cm	
3. TURBIEDAD <u>0.45 UNT</u>		6. P.H. <u>5.3</u>			
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. NITROGENO ORGANICO	0.021	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	200.0
2. AMONIACO NH3	0.01	7. CLORUROS Cl ⁻	7.50	13. SOLIDOS TOTALES	369.0
3. NITRITOS NO2 ⁻	0.000	8. FLUORUROS F ⁻	0.27	14. SOLIDOS VOLATILES	179.0
4. NITRATOS NO3 ⁻	0.440	9. SULFATOS	250.00	15. SOLIDOS FIJOS	150.0
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	3.10	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	4.0
		11. MANGANESO Mn	-----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	18.0	18.0

OTRAS DETERMINACIONES: _____

SEGUIN "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 Y EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA. DR NGO

OBSERVACIONES: desde el punto de vista físico químico, el agua de la poza, Herrero Alto, ubicada en límites del municipio de San Marcos, departamento de San Marcos, Guatemala, muestra un pH de 5.3, temperatura de 20.0°C, conductividad eléctrica de 550.0 μ mhos/cm, turbiedad de 0.45 UNT, color de 1.0 unidades, aspecto claro, libre de olores y sabores.

F. de A/C.G.E.

SELLO

[Firma]
 JEFE DEL LABORATORIO

LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA - USAC



**LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA**

CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

O.T. No. 5056

EXAMEN QUIMICO SANITARIO

INF No. 17174

MUESTRA DE: Agua
 RECOLECTADA POR: Roberto Rudy Ceballos García
 LUGAR: ALTRA CANALES
 FUENTE: CARREZ No. 2
San Marcos - San Marcos

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 13-10-94; 5:30
 FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: 13-10-94
 CONDICIONES DE TRANSPORTE: en refrigeración

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Clara</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA <u>-----</u> °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>1.0 Unidades</u>	5. SABOR <u>----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>350.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>0.38 fmm</u>	6. P.H. <u>5.9</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. NITROGENO ORGANICO	0.022	6. CLORO RESIDUAL	-----	12. DUREZA	146.0
2. AMONIACO NH3	0.010	7. CLORUROS CL ⁻	7.00	13. SOLIDOS TOTALES	191.0
3. NITRITOS NO2 ⁻	0.000	8. FLUORUROS F ⁻	0.31	14. SOLIDOS VOLATILES	90.0
4. NITRATOS NO3 ⁻	0.440	9. SULFATOS	110.00	15. SOLIDOS FIJOS	101.0
5. OXIGENO DISUELTO	-----	10. HIERRO TOTAL Fe	0.03	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	4.0
		11. MANGANESO Mn	----		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	20.0	20.0

OTRAS DETERMINACIONES: _____

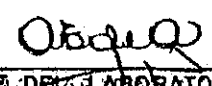
TECNICA "STANDARD METHODS" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.P.C.F. 16 TH EDITION 1985 NORMA COGUANOR NGO 4 010 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: desde el punto de vista Físico Químico Sanitario el agua ES Dura, pH Acido, las demás determinaciones en Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 18 de octubre de 1,994.

A.T. de A/C.G.E.

SELO


 DRA. JEFE DEL LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
 CENTRO DE INVESTIGACIONES - FACULTAD DE INGENIERIA



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

FACULTAD DE INGENIERIA-USAC

OT. No 5956

EXAMEN BACTERIOLOGICO

INF No. A-122374

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA - EPS

PROYECTO: Control Calidad del Agua

MUESTRA RECOLECTADA POR: Roberto Rudy Ochoa G.
ALTA CAYA 17

DEPENDENCIA: USAC

MUESTRA RECOLECTADA EN: CARRIZ No. 2

FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 13-10-94; 5:35

MUNICIPIO: San Marcos

FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: 13-10-94; 11:10

DEPARTAMENTO: San Marcos

CONDICIONES DE TRANSPORTE: con hielo

SABOR: -----

SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lis. Cantidad

POSIBILIDAD DE OXIDACION: -----

ASPECTO: Clara

CLORO RESIDUAL: -----

OLOR: Inodora

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

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

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	34	20	10

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

CANTIDAD SEMBRADA	1.0 cm ³	0.1 cm ³	0.01 cm ³
NUMERO DE COLONIAS DESARROLLADAS	23	14	6

RESULTADO:

NUMERO DE BACTERIAS POR cm³

330

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

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

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

CONCLUSION: Bacteriológicamente el agua ES potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.
+ Los datos para la identificación de la muestra, han sido tomados literalmente de la etiqueta.

T.deA/C.G.E

GUATEMALA 18 de octubre de 1,994.

[Signature]
JEFE DE LABORATORIO
JEFE LABORATORIO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES- FACULTAD

ANEXO II
RESUMEN DE DISEÑO RED DE DISTRIBUCIÓN

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Resumen de diseño red de Distribución, Proyecto A.

Proyecto: Canáque
Municipio: San Marcos
Departamento: San Marcos

Diseño: Sergio Cifuentes
Revisó: Ing. Juan Merck

Tramo De A	L mts	Diam pulg	PSI	Q l/seg	Hf mts	Cota inicial	Piezom. final	Cota inicial	Terreno final	Presión mca
E-11 E-16	330	½	315	0.050	6.99	1134.22	1127.22	1134.22	1083.40	43.82
E-16 E-20	120	½	160	0.025	0.70	1083.40	1082.69	1083.40	1037.92	44.77
E-16 E-24	384	1.1/4	160	0.450	5.46	1134.22	1128.75	1134.22	1115.83	12.92
E-24 E-26	144	¾	250	0.087	1.19	1128.75	1127.56	1115.83	1096.32	31.24
E-26 E-30	294	½	315	0.087	17.53	1096.32	1078.78	1096.32	1055.30	23.84
E-24 E-32	156	1	160	0.362	4.41	1128.75	1124.34	1115.83	1100.97	23.37
E-32 E-40	48	¾	250	0.187	1.62	1124.34	1122.72	1100.97	1077.43	45.29
E-32 E-33	48	¾	250	0.162	1.24	1124.34	1123.10	1100.97	1083.17	39.93
E-40 E-43	342	¾	250	0.175	10.20	1077.43	1067.22	1077.43	1023.26	43.96
E-43 E-45	252	½	315	0.075	11.30	1023.26	1011.95	1023.26	983.21	28.74
E-33 E-34	174	¾	250	0.162	4.52	1083.17	1078.64	1083.17	1059.83	18.81
E-34 E-36	156	½	315	0.100	11.91	1078.64	1066.73	1059.83	1027.25	39.48
E-36 E-37	234	½	315	0.087	13.95	1027.25	1013.29	1027.25	990.10	23.19
E-34 E-38	72	½	315	0.050	1.52	1078.64	1077.12	1059.83	1058.00	19.11
E-28 E-39	174	½	315	0.500	3.68	1058.00	1054.31	1058.00	989.20	65.11

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

Resumen de diseño red de Distribución, Proyecto B.

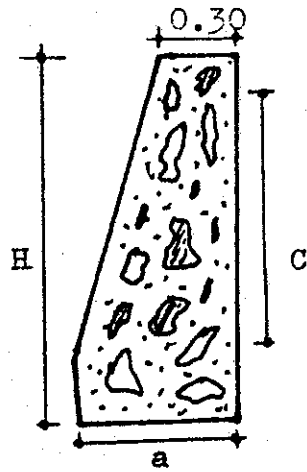
Proyecto: Canáque
Municipio: San Marcos
Departamento: San Marcos

Diseño: Sergio Cifuentes
Revisó: Ing. Juan Merck

Tramo	L	Diam	PSI	Q	Hf	Cota Piezom.		Cota Terreno		Presión
DE A	mts	pulg		l/seg	mts	inicial	final	inicial	final	mca.
E-25 E-28	480	1.1/2	160	0.940	10.98	971.28	960.29	971.28	926.11	34.18
E-28 E-31	246	1.1/4	160	0.877	12.04	926.11	914.06	926.11	885.02	29.04
E-31 E-32	144	1	160	0.802	17.71	885.02	867.30	885.02	851.48	15.82
E-32 E-36	252	1	160	0.715	25.04	867.30	842.26	851.48	820.30	21.96
E-32 E-33	54	1/2	315	0.062	1.72	867.30	865.58	851.48	841.48	24.10
E-33 E-34	252	1/2	315	0.500	5.33	841.48	836.14	841.48	762.84	73.30
E-36 E-37	30	1	160	0.640	2.42	820.30	817.87	820.30	814.68	3.19
E-37 E-39	270	3/4	250	0.350	29.05	817.87	788.82	814.68	748.40	40.42
E-39 E-41	180	3/4	250	0.275	12.39	748.40	736.00	748.40	697.08	38.92
E-41 E-42	228	3/4	250	0.250	13.16	653.07	639.91	697.08	648.49	8.58
E-42 E-43	60	1/2	315	0.087	3.57	683.91	680.34	648.49	633.82	46.52
E-42 E-44	198	1/2	315	0.100	15.11	683.91	668.80	648.49	625.03	43.77
E-37 E-46	108	3/4	250	0.287	8.07	817.87	809.80	814.68	765.11	44.69
E-46 E-47	96	3/4	250	0.287	7.17	765.10	757.93	765.11	750.59	7.34
E-47 E-50	54	3/4	250	0.162	1.40	757.93	756.53	750.59	746.83	9.70
E-50 E-52	198	1/2	315	0.087	11.81	756.53	744.72	746.83	700.00	44.72
E-47 E-51	396	3/4	250	0.075	2.46	757.93	755.47	750.59	750.50	4.97
E-47 E-49	294	1/4	315	0.087	17.53	757.93	740.40	750.59	680.10	60.30

ANEXO III
MURO DEL TANQUE Y DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES

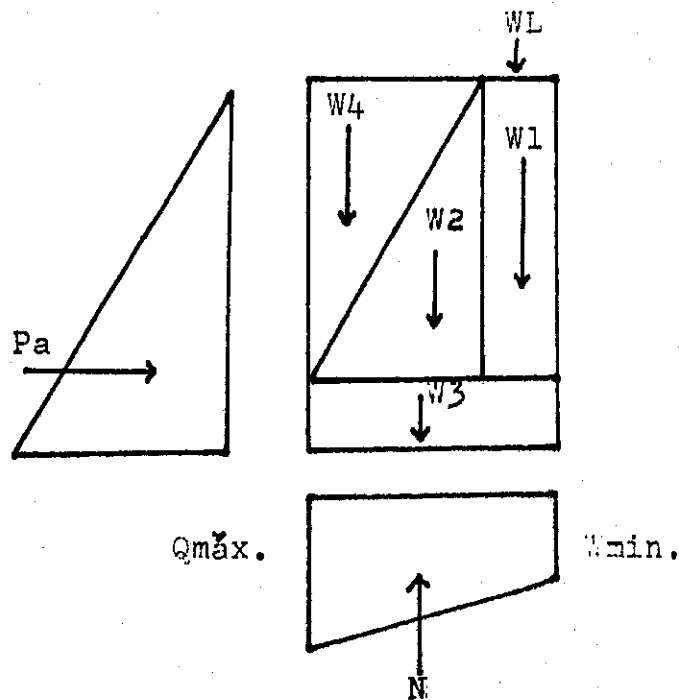
MURO DEL TANQUE



Dimensiones:

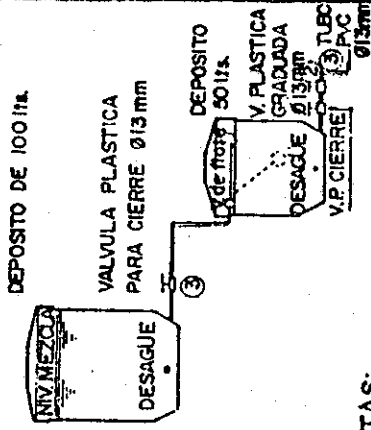
- H: 2.15 m.
- C: 1.60 m.
- a: 1.00 m.

DISTRIBUCIÓN DE PRESIONES



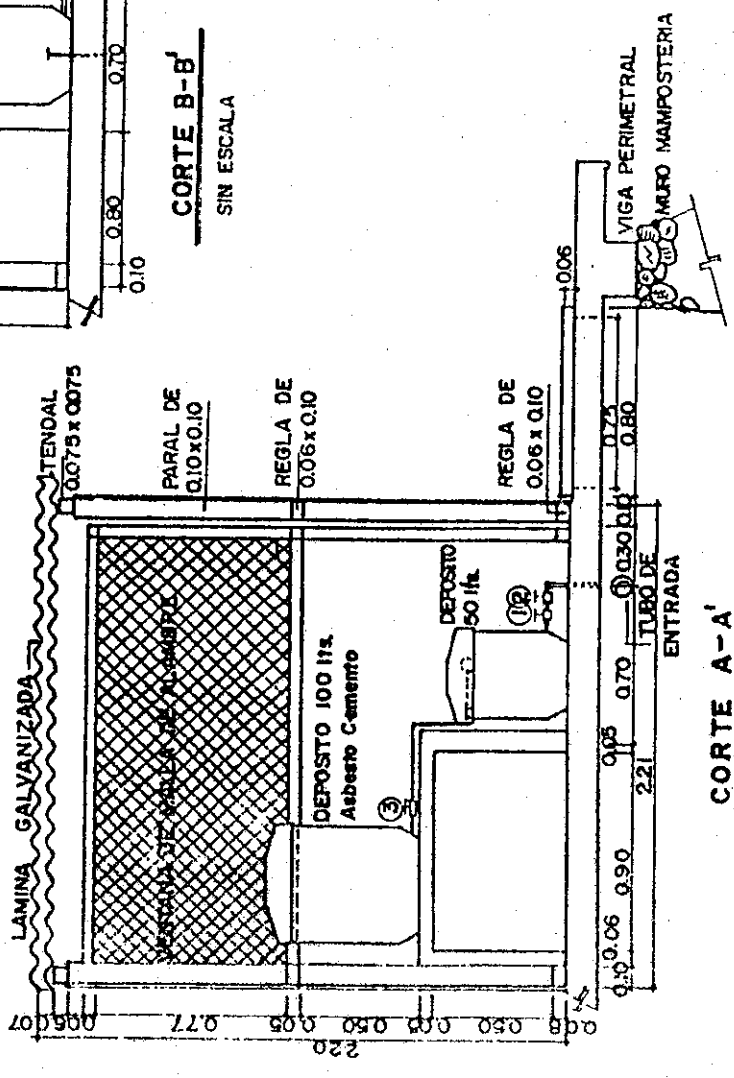
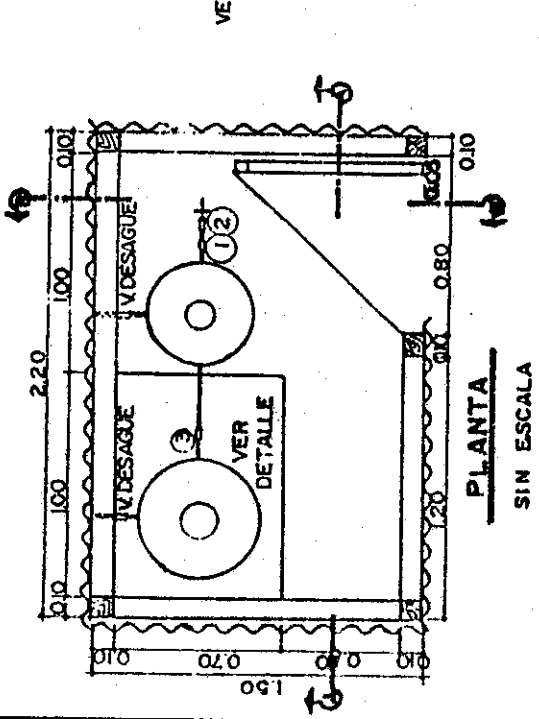
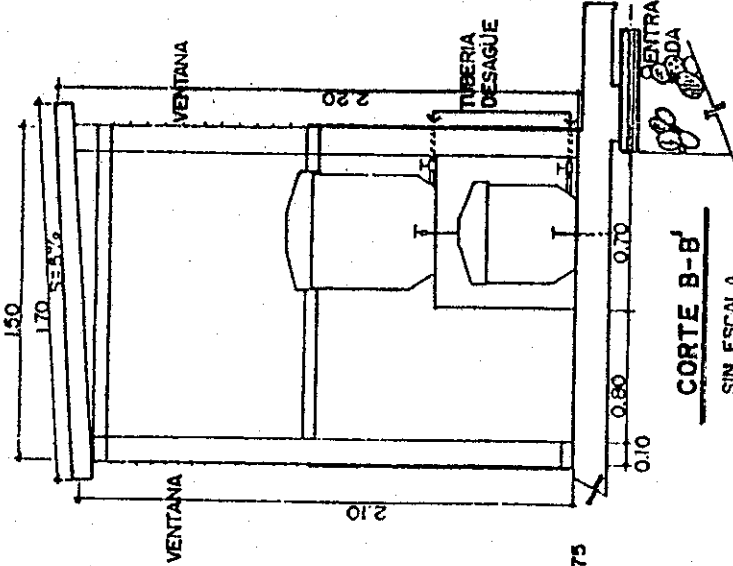
ANEXO IV
HIPOCLORADOR Y CASETA

DETALLE DE TANQUES DE DEPOSITO



NOTAS:

1. LA CASETA POORA SER DE LAMINA, MADERA O CUALQUIER MATERIAL LIVIANO QUE SE OBTENGA FACILMENTE EN EL LUGAR.
2. TODA LA TUBERIA, VALVULA Y ACCESORIOS, SERAN DE PVC.
3. LA VALVULA 1 SERVIRA PARA INICIAR O FINALIZAR LA OPERACION DEL HIPOCLORADOR, ABRIENDO O CERRANDO EL FLUJO DE LA MEZCLA DOSIFICADA HACIA EL TANQUE DE DISTRIBUCION.
4. LA VALVULA 2 SE GRADUARA PREVIAMENTE PARA VERTER EL FLUJO NECESITADO HACIA EL TANQUE NO DEBERA MOVERSE POR NINGUN MOTIVO.
5. LA VALVULA 3, SE CERRARA UNICAMENTE CUANDO SE NECESITE PREPARAR NUEVA MEZCLA EN EL DEPOSITO SUPERIOR.

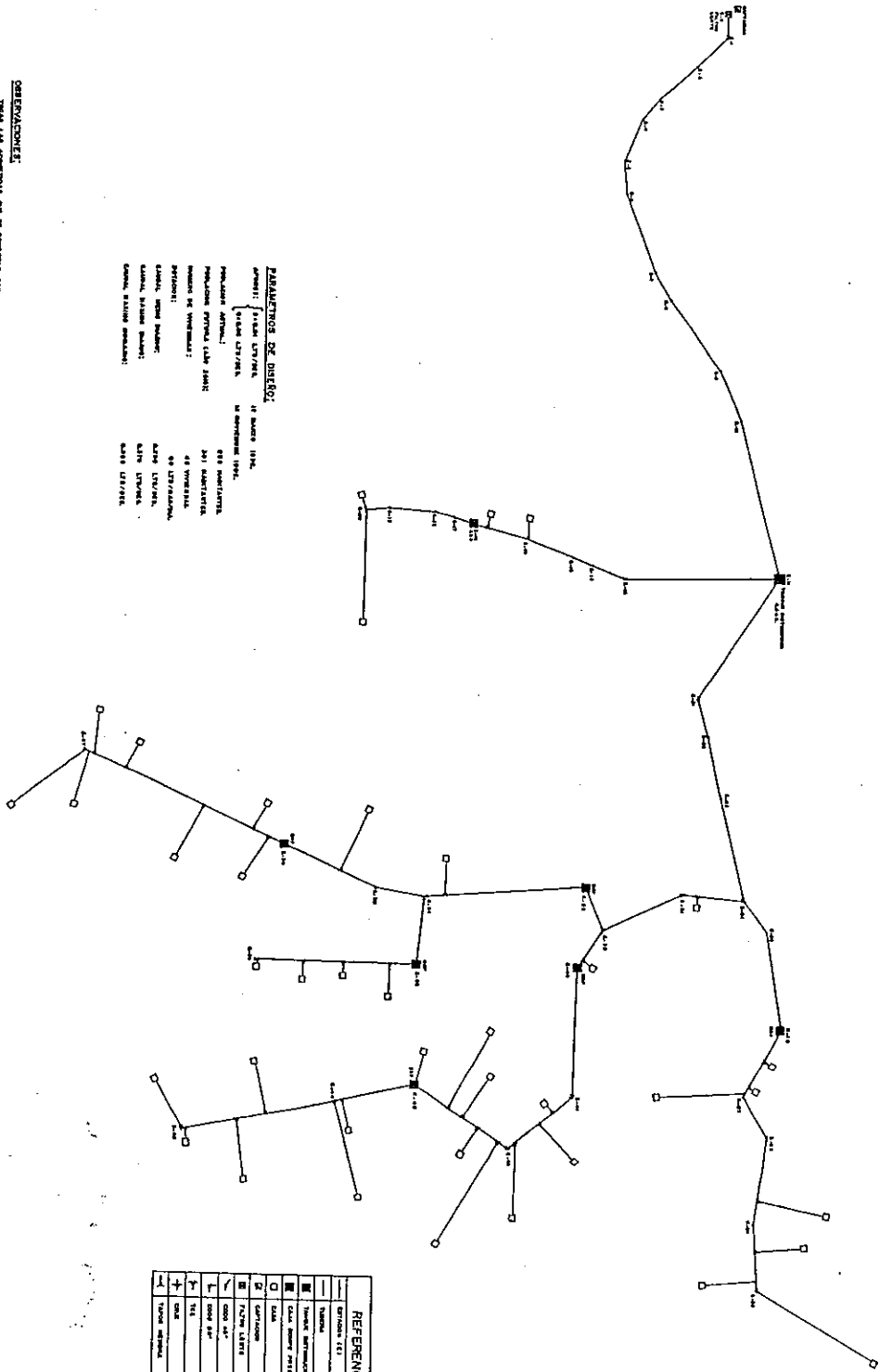


HIPOCLORADOR Y CASETA	FECHA
Diseño	NOV/95
Reviso	Caico
Ing. Merck	S.C.V.
Gonzales	

ANEXO V
PLANOS

CONSERVACIONES:
 TENER LAS ADVERTENCIAS DE LA SECCION DE
 EL DISEÑO, ESPECIALMENTE, RESPECTO A LAS
 MEDIDAS Y DIMENSIONES, PARA EL DISEÑO
 DE LAS OBRAS DE CONDUCCION, CADA UNA POR SU PARTE.

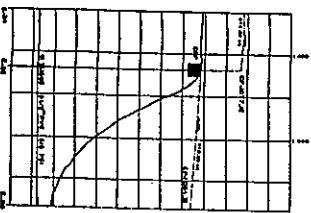
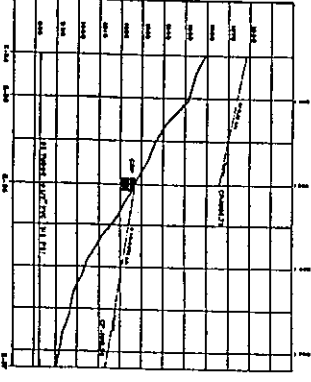
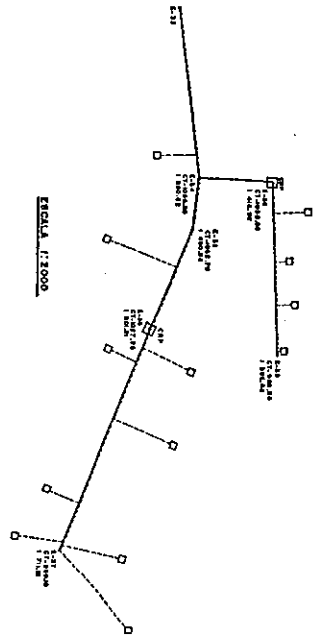
PARAMETROS DE DISEÑO:
 1. Caudal de diseño: 1.5 m³/seg.
 2. Velocidad de flujo: 0.5 m/seg.
 3. Pendiente: 0.001.
 4. Tipo de tubo: PVC.
 5. Tipo de junta: tipo 1.
 6. Tipo de manifiesto: tipo 1.
 7. Tipo de cámara: tipo 1.
 8. Tipo de cámara: tipo 1.
 9. Tipo de cámara: tipo 1.
 10. Tipo de cámara: tipo 1.



PLANO DE CONJUNTO SECTOR "A" ESCALA 1:1000

REFERENCIAS	
1	ESTACION 101
2	TUBERIA
3	MANIFIESTO
4	CAMA DE PROTECCION (C/P)
5	CAMA
6	CAMARON
7	7/200 LITROS
8	2000 LITROS
9	3000 LITROS
10	4000 LITROS
11	5000 LITROS
12	6000 LITROS
13	7000 LITROS
14	8000 LITROS
15	9000 LITROS
16	10000 LITROS

EDIFICIO PROFESIONAL, SERVICIOS FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
Nombre del Proyecto: CONJUNTO "A"	Nombre del Cliente: CONJUNTO "A"
Fecha de Emisión: 11/11	Escala: 1:1000



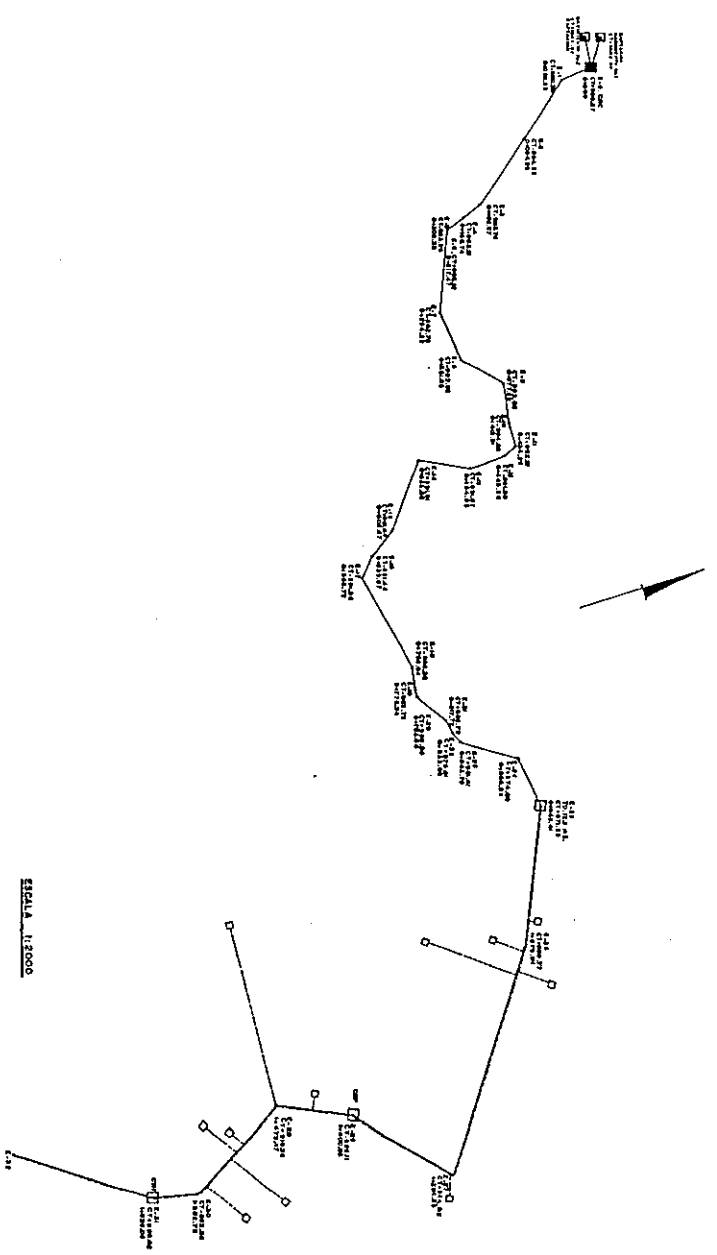
ESCALA V 1:1000
H 1:2500

REFERENCIAS	
1	ESTADISTICA
2	PLANOS
3	PLANOS DE DISEÑO
4	PLANOS DE OBRAS
5	PLANOS DE VERIFICACION

LABORIO PROVINCIAL SUPERVISADO
PROYECTO DE INGENIERIA
 INGENIERIA DE CARRETERAS DE TERCIERA CLASE

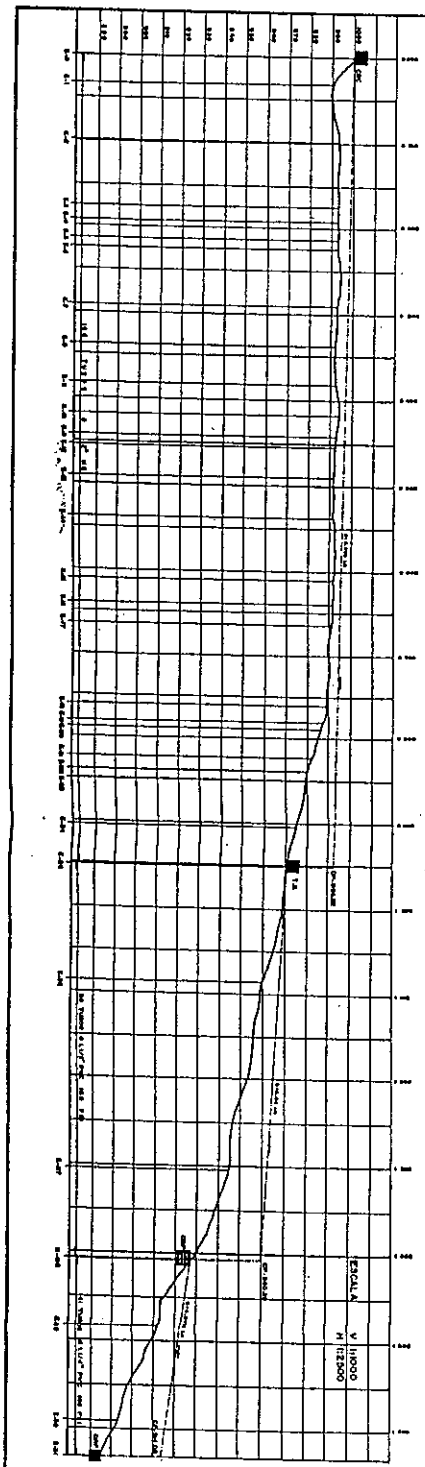
ACERUCADO RURAL
LINEA DE DISTRIBUCION - 4-

ESCALA: 1:1000 (V) / 1:2500 (H)
 FECHA: 11/11



ESCALA 1:25000

REFERENCIAS	
□	TERMINAL
○	CANTON
■	CASA SENCILLA O CASILLAS (CASA)
□	TIENDA O TIENDA (TIENDA)
○	CASA
□	LANDS INSTRUMENTAL
■	CASA SENCILLA O CASILLAS (CASA)
○	CASA TIENDA
□	CASA INSTRUMENTAL

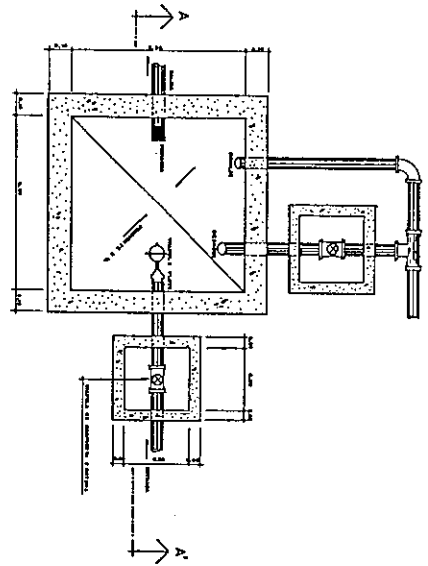


CELEBRACION PROFESIONAL SUPLENIDA
FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

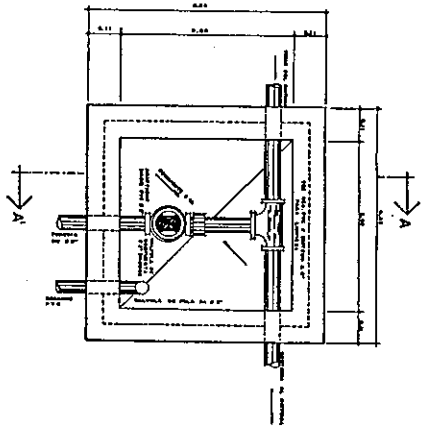
ACERDADO RURAL
AREA DE CONDUCCION Y
DISTRIBUCION
 -B-

ESCALA 1:25000
 No. 1000

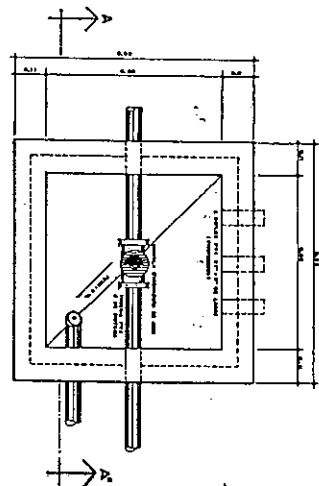
6 / 11



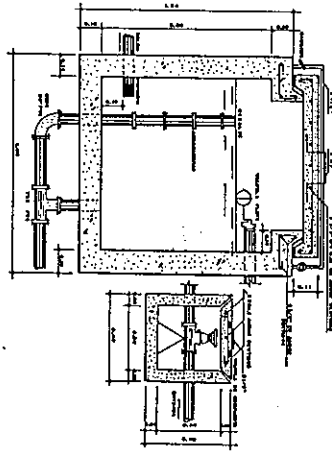
PLANTA CAJA ROMPE PRESION ESCALA 1:2



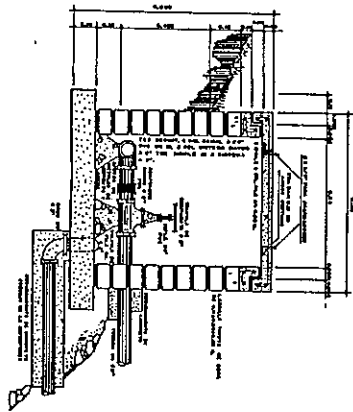
PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA ESCALA 1:2



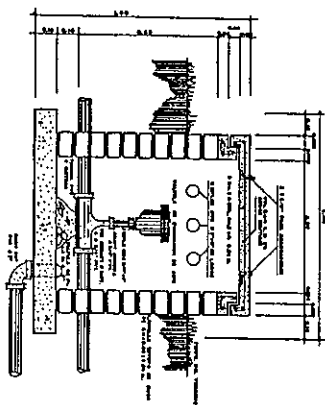
PLANTA VALVULA DE AIRE ESCALA 1:2



SECCION A-A' CAJA ROMPE PRESION ESCALA 1:2

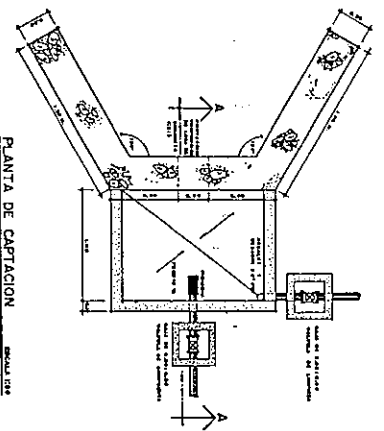


SECCION A-A' VALVULA DE LIMPIEZA ESCALA 1:2

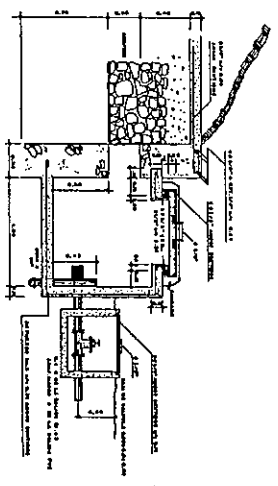


SECCION A-A' VALVULA DE AIRE ESCALA 1:2

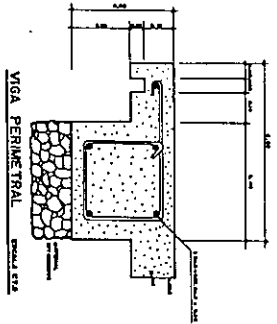
ESBOZO PROFESIONAL SUPERVISADO TALLADO DE INGENIERIA SUPERVISADO EN LAS CALLES DE CONTINENTAL	
Autor: Fecha: Escala: Hoja:	ACREDITADO RUMAL Detalle de Caja y Válvulas Escala: 1:2 Hoja: 10/11
Nombre: Domicilio: Teléfono: Firma:	Nombre: Domicilio: Teléfono: Firma:



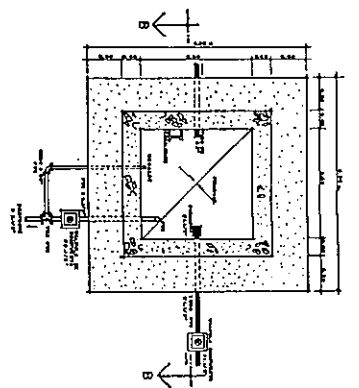
PLANTA DE CAPTACION ESCALA 1:20



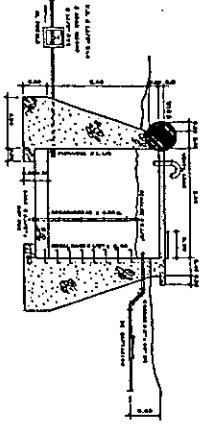
SECCION A-A CAPTACION ESCALA 1:20



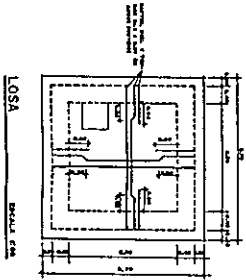
VIGA PERIMETRAL ESCALA 1:20



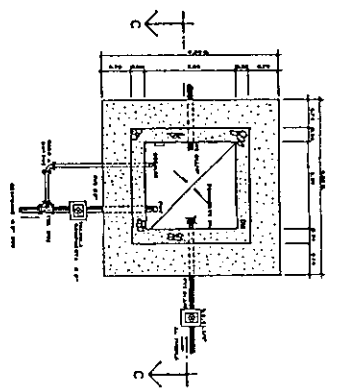
PLANTA TANQUE DISTRIBUCION 12.5 m³ ESCALA 1:20



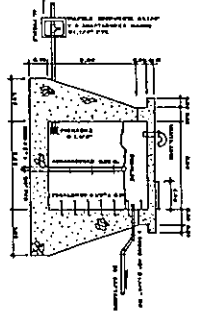
SECCION B-B DISTRIBUCION ESCALA 1:20



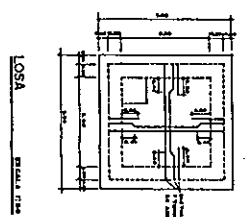
LOSA ESCALA 1:20



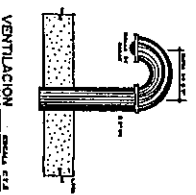
PLANTA TANQUE DISTRIBUCION 5.5 m³ ESCALA 1:20



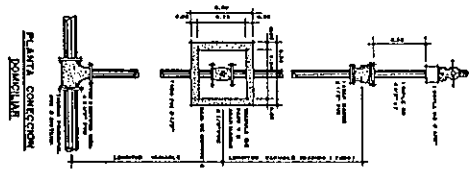
SECCION C-C DISTRIBUCION ESCALA 1:20



LOSA ESCALA 1:20



VENTILACION ESCALA 1:20



PLANTA CIMIENTO FONDECILAR

ESTUDIO PROFESIONAL SUPERVISADO FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL	
TITULO ACERVO DE INGENIERIA	AUTORES DETALLES CONSTRUCTIVOS
FECHA DE EMISIÓN 11/11/2011	FECHA DE RECEPCIÓN 11/11/2011