

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE
INTRODUCCIÓN DE AGUA POR GRAVEDAD A LA COMUNIDAD
DE XEXOCOM SANTA MARÍA NEBAJ, DEPARTAMENTO DE EL
QUICHÉ.**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

CAROL MAGDALI THOMPSON LARIOS

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 1996



08
T(3728)
C.4

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POR GRAVEDAD A LA COMUNIDAD DE XEXOCOM SANTA MARÍA NEBAJ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

Tema que fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil.


Carol Magdali Thompson Larios

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
VOCAL PRIMERO:	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO:	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL TERCERO:	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO:	BR. FERNANDO WALDEMAR DE LEON CONTRERAS
VOCAL QUINTO:	BR. PEDRO IGNACIO ESCALANTE PASTOR
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
EXAMINADOR:	ING. JUAN MERCK COS
EXAMINADOR:	ING. OSCAR ARGUETA HERNANDEZ
EXAMINADOR:	ING. HUGO ROLANDO BOSQUE MORALES
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ



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

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF. EPS. G. 152.95
Guatemala, 17 de noviembre de 1,995.

Ingeniero:
Pedro Quiroa Méndez.
Coordinador
Unidad de Prácticas de Ingeniería y
Ejercicio Profesional Supervisado.
Presente.

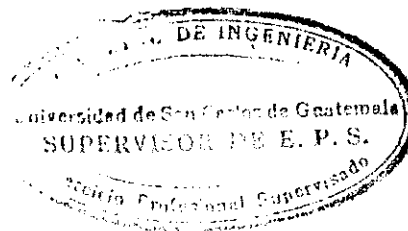
Señor Coordinador.

Por este medio le informo que he revisado el trabajo de tesis de la estudiante CAROL MAGDALI THOMPSON LARIOS, quien realizó su Ejercicio Profesional Supervisado con el Programa de Desarrollo para Desplazados, Refugiados y Repatriados de Centro América (PRODERE) de las Naciones Unidas, desarrollando el proyecto que lleva por título: DISEÑO, SUPERVISION Y EJECUCION DEL PROYECTO DE INTRODUCCION DE AGUA POR GRAVEDAD A LA COMUNIDAD DE XEXOCOM SANTA MARIA NEBAJ, DEPARTAMENTO DE QUICHE.

Considero que el trabajo realizado por la estudiante Thompson Larios, cumple con los requisitos del Reglamento de Tesis y del Reglamento de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, por lo que DOY MI APROBACION al mismo; solicitándole darle el trámite respectivo.

Atentamente.

Ing. Gabriel Arturo Pensamiento-Martínez.
Asesor-Supervisor de E.P.S.
Area de Ingeniería Civil.





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

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.158.95

Guatemala, 20 de noviembre de 1,995

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

Señor Director:

De la manera más atenta y por este medio, le estamos adjuntando el Informe Final, correspondiente al Trabajo de Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado **DISEÑO, SUPERVISION Y EJECUCION DEL PROYECTO DE INTRODUCCION DE AGUA POR GRAVEDAD A LA COMUNIDAD DE XIXOCOM SANTA MARIA NEBAJ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE.**

Este Trabajo fue desarrollado por la estudiante universitaria de la Carrera de Ingeniería Civil **CAROL MAGDALI THOMPSON LARIOS**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ingeniero Gabriel Arturo Pensamiento Martínez.

Habiéndose cumplido con los objetivos del trabajo, y existiendo la **APROBACION** del mismo por parte del Asesor, esta Coordinación también **APRUEBA** el contenido del mismo, y solicita el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

PQM/lgg.
c.c.: Archivo
Anexo: El Informe Final.

ING. PEDRO QUIROGA MENDEZ
COORDINADOR DE E.P.S.

1,995 AÑO DE LA REFORMA UNIVERSITARIA, CON TU PARTICIPACION LA REFORMA AVANZA

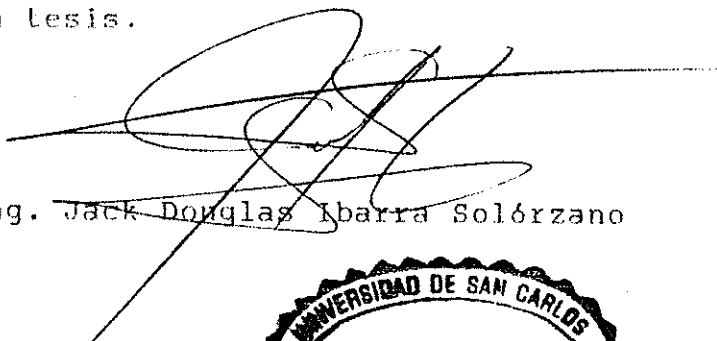


FACULTAD DE INGENIERIA

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

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Gabriel Arturo Pensamiento Martínez y del Coordinador de E.P.S. Ing. Pedro Quiroa Méndez, sobre el trabajo de tesis de la estudiante Carol Magdalí Thompson Larios, titulado DISEÑO, SUPERVISION Y EJECUCION DEL PROYECTO DE INTRODUCCION DE AGUA POR GRAVEDAD A LA COMUNIDAD DE XEXOCOM SANTA MARIA NEBAJ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, enero de 1,996.

JDIS/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

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

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis DISEÑO, SUPERVISION Y EJECUCION DEL PROYECTO DE INTRODUCCION DE AGUA POR GRAVEDAD A LA COMUNIDAD DE XEXOCOM SANTA MARIA NEBAJ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHE, de la estudiante Carol Magdali Thompson Larios, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Julio Ismael González Podszueck
DECANO



Guatemala, enero de 1, 996

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS PADRE ETERNO.

MIS PADRES.

**ELDEN THOMPSON
LUISA EMILIA LARIOS DE THOMPSON**

MIS HERMANOS.

DANY ELDEN, ESTON LEE, EDWIN LOYD.

MI FAMILIA EN GENERAL.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE ESTUDIO.

FACULTAD DE INGENIERIA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

AGRADECIMIENTO

A: DIOS.

Fuente de toda sabiduría, dador de la vida, guía de mis pasos.

A la comunidad de Xexocom, todas aquellas personas, instituciones que colaboraron para la culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	V
ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS	VII
INTRODUCCIÓN	VIII
JUSTIFICACIONES	X
Técnicas	
Financiera	
Económica	
OBJETIVOS	XI
General	
Específicos	
CAPÍTULO No. 1	
ANTECEDENTES	
1.1 BREVE HISTORIAL DEL TRIÁNGULO IXIL	1
1.2 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN O PROBLEMA A RESOLVER	2
CAPÍTULO No. 2	
ASPECTOS GENERALES DE LA COMUNIDAD	
2.1 DATOS GENERALES DE UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD	3
2.2 FUENTES ECONÓMICAS	4
2.2.1 Ingresos monetarios y Auto Consumo	
2.3 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS	4
2.4 NIVEL DE ESCOLARIDAD	5
2.5 SALUD	5

2.6	VIVIENDA	6
2.7	NIVEL DE ORGANIZACIÓN SOCIAL	6

CAPÍTULO No. 3

ADMINISTRACIÓN DE LA RED DE AGUA

3.1	CÁLCULO PARA LA DEMANDA DE AGUA	7
	3.1.1 Población actual	
	3.1.2 Período de diseño	
	3.1.3 Población de diseño	
	3.1.4 Método de incremento geométrico	8
3.2	DOTACIÓN	9
3.3	CÁLCULO DE LOS CONSUMOS	9
	3.3.1 Consumo medio diario (Q_M)	
	3.3.2 Consumo máximo diario (Q_C)	
	3.3.3 Consumo máximo horario (Q_H)	10
	3.3.4 Consumo por vivienda (Q_V)	

CAPÍTULO No. 4

DISEÑO DEL PROYECTO

4.1	CRITERIOS DE DISEÑO	11
4.2	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	12
4.3	SELECCIÓN DEL ORDEN DEL LEVANTAMIENTO	12
	4.3.1 Levantamiento topográfico de primer orden	
	4.3.2 Levantamiento topográfico de segundo orden	
	4.3.3 Levantamiento topográfico de tercer orden	13
4.4	CANTIDAD DE AGUA	13
4.5	CALIDAD DEL AGUA	14
	4.5.1 Generalidades	
	4.5.2 Patrones de potabilidad	
	4.5.3 Como tomar muestras	
	4.5.4 Transporte de muestras	15
4.6	ANÁLISIS DEL AGUA	15
	4.6.1 Análisis fisico-químico	
	4.6.2 Examen bacteriológico	

4.7	TRATAMIENTO DEL AGUA	16
4.7.1	Desinfección	
4.7.2	Método de desinfección más adecuado	
4.7.3	Factores que influyen en la desinfección	17
4.7.4	Condiciones del desinfectante ideal	
4.7.5	Compuestos utilizados en la cloración	
4.8	TRATAMIENTO DOMÉSTICO	18
4.9	CAPTACIÓN DEL MANANTIAL	19
4.9.1	Filtro de piedra	
4.9.2	Caja de captación	
4.9.3	Dispositivo de desagüe y rebalse	
4.9.4	Contracuneta	20
4.9.5	Resumen de requisitos y especificaciones de construcción	
4.10	LÍNEA DE CONDUCCIÓN	20
4.10.1	Bases de diseño	
4.10.2	Diámetro y clase de la tubería	21
4.10.3	Selección de la fórmula para diseño	
4.11	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	23
4.11.1	Depósito principal	
4.11.2	Caja de válvula de entrada	
4.11.3	Cajas de válvulas de salida	
4.11.4	Dispositivo de desagüe y rebalse	
4.11.5	Ventilación	24
4.11.6	Finalidades del tanque de distribución	
4.11.7	Especificaciones de construcción	25
4.12	RED DE DISTRIBUCIÓN	25
4.12.1	Instalación de tubería	
4.12.2	Caja de válvula de paso para regular el caudal	
4.12.3	Caja de válvula de compuerta	26
4.12.4	Bases de diseño para las líneas y ramales de distribución	

CAPÍTULO No. 5

EJECUCIÓN

5.1	ORGANIZACIÓN	27
5.1.1	Cronograma de actividades	28

5.2	RESPONSABILIDADES DEL COMITÉ	28
5.2.1	Grupos de trabajo	
5.2.2	Almacenaje de los materiales	29
5.2.3	Limpia y chapeo	
5.2.4	Zanjeo	
5.2.5	Colocación de la tubería	30
5.2.6	Juntas	
5.2.7	Relleno de las zanjas	

CAPÍTULO No. 6

PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

6.1	PRESUPUESTO	31
6.2	ENTE FINANCIERO	33

CAPÍTULO No. 7

ADMINISTRACIÓN

7.1	ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD	34
7.1.1	Administración del sistema de agua	
7.1.2	Operación del sistema	35
7.1.3	Mantenimiento del sistema	
7.2	CÓMO REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO	36
7.2.1	En la captación	
7.2.2	En el tanque de distribución	37
7.2.3	En la línea de conducción y distribución	
7.2.4	En los accesorios	38
7.3	MANTENIMIENTO DE HIPOCLORADOR	

CONCLUSIONES	XII
RECOMENDACIONES	XIII
BIBLIOGRAFÍA	XIV

GLOSARIO

- ACUEDUCTO: conducto artificial para agua, que tiene por objeto surtir una o varias poblaciones.
- ACUEDUCTO RURAL: sistema de agua potable que beneficia a una o más comunidades del área rural del país.
- AGUA POTABLE: agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
- ALDEA: pueblo pequeño de escaso vecindario que por lo general no tiene autoridad para gobernar y juzgar.
- ANALFABETA: persona que no sabe leer ni escribir o solo sabe leer y escribir su nombre.
- ÁREA RURAL: conjunto de poblaciones enmarcadas en la campaña nacional y que por lo general carecen de los servicios propios. De acuerdo a la ley (Acuerdo Gubernativo 7 de abril de 1,938) las aldeas, caseríos, parajes, fincas u otras poblaciones dispersas.
- BACTERIA: organismo microscópico sin clorofila, de que hay varias especies y algunas de ellas patógenas.
- CLIMA: conjunto de condiciones atmosféricas consideradas durante tiempos muy prolongados que distinguen a una región.
- CLORACIÓN: aplicación de cloro con fines de desinfección.
- CLORADOR: dispositivo para la aplicación de cloro.
- COLIFORME: grupo de bacterias no patógenas que habitan en el tracto digestivo humano.
- COMUNIDAD: conjunto de personas que tiene algo en común y viven unidas bajo ciertas reglas.
- COMUNIDAD RURAL: la que encuentra asentada en el área rural.
- CONEXIÓN PREDIAL: es el servicio que se presta a una vivienda, a base de un solo grifo, instalado fuera de la misma y dentro del predio o lote que ocupa.
- CONTAMINACIÓN: alteración de la calidad por elementos que haga el agua impropia para el consumo humano.

- **DESINFECCIÓN:** es la destrucción de los organismos transmisores de enfermedades patógenas existentes en el agua.
- **DESPLAZADO:** es la persona que debido a la violencia interna del país abandonó su lugar dentro o fuera del territorio nacional.
- **DUREZA:** característica del agua debido a la concentración de carbonos, sulfatos, nitratos y cloruros. Haciendo el agua incrustante y de difícil disolución de jabón.
- **ESTIAJE:** período en el cual el caudal de una fuente baja su nivel mínimo.
- **EXCAVAR:** es la operación de abrir zanjas, quitando la tierra.
- **LENGUA INDÍGENA:** es la lengua materna que habla la persona desde los dos años y más de edad.
- **MONITOREO:** es la operación para reconocer, investigar, amonestar y enseñar alguna disciplina.
- **MORTALIDAD:** número proporcional de defunciones en poblaciones en un tiempo determinado.
- **PATÓGENO:** productor o cuasante de las enfermedades.
- **PERDIDA DE CARGA:** es la diferencia entre la línea del gradiente hidráulico y el nivel estático, es la pérdida de carga debido a la fricción.
- **POTABILIZACIÓN:** son procesos aplicados a una agua cruda, con el objeto de hacerla apta para el consumo humano.
- **PURIFICACIÓN:** es el proceso mediante el cual se obtiene agua químicamente pura.
- **REPATRIADOS:** es toda persona guatemalteca que habiéndosele reconocido el estatus de refugiado, decide voluntariamente regresar a su país, para incorporarse a la vida productiva y establecer su residencia en Guatemala.
- **TARIFA:** cobro mensual que se hace por un servicio.
- **VIVIENDA:** es todo local (formado por un cuarto o conjunto de cuartos) estructuralmente separados e independientes, construidos para el alojamiento de uno más hogares.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

ABREVIATURAS

BID:	Banco Interamericano de Desarrollo.
CIREFCA:	Conferencia Internacional para los Refugiados centroamericanos.
COGUANOR:	Comisión Guatemalteca de Normas.
FIS:	Fondo de Inversión Social.
FONAPAZ:	Fondo Nacional para la Paz.
FUNCEDE:	Fundación Centroamericana de Desarrollo.
PRODERE:	Programa de Desarrollo para Desplazados Refugiados y repatriados.
UNEPAR:	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales.
UNICEF:	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

SÍMBOLOS

P.V.C:	Cloruro de Polivinilo.	mg.:	Miligramos.
H.G.:	Hierro galvanizado.	L.:	Litro.
B.M.:	Banco de Marca.	Km.:	Kilómetro.
m.c.a.:	Metros Columna de Agua.	°C:	Grados centígrados .
hab.:	habitante.	seg.:	segundo.
cm.:	Centímetro.	m.:	Metro.

INTRODUCCIÓN

Es difícil establecer generalidades cuando el tema a tocar es el agua. Aunque se puede afirmar que el agua es uno de los recursos más abundantes de la Tierra así mismo se tiene el conocimiento que la proporción disponible con seguridad para el consumo humano no llega al uno por ciento del total. El agua es un líquido, en su mayor parte, pero también puede ser un sólido o un vapor. No cabe ninguna duda que el agua es indispensable para la supervivencia humana, sin embargo las enfermedades de origen hídrico constituyen la amenaza más frecuente para la salud en el mundo en desarrollo y se estima que cada día cobran alrededor de 25,000 vidas humanas (1,991 Freshwater pollution).

Sin embargo, hay algo que puede afirmarse sin reservas: la existencia humana depende en gran parte del agua. Tanto la geósfera como la atmósfera y la biósfera están ligadas a ella. El agua interactúa con la energía solar para determinar el clima y transformar y transportar las sustancias físicas y químicas necesarias para toda forma de vida en la Tierra.

En los últimos años, los problemas del agua han sido objeto de preocupaciones y debates en el plano internacional. Del 26 al 31 de enero de 1,992 tuvo lugar en Dublín (Irlanda) la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, patrocinada por el sistema de las Naciones Unidas. Dicha Conferencia destacó la necesidad de métodos innovadores para evaluar, desarrollar y manejar los recursos de agua dulce y ofreció asesoramiento normativo.

Es bastante conocido que las actividades humanas generan escasez de agua de tres maneras: por utilización errónea de la misma, por la falta de equidad en el acceso a ella y el crecimiento de la población, lo que contribuye a su escasez, simplemente es porque el suministro de agua disponible debe repartirse entre un número cada vez mayor de personas. Cada país tiene una cantidad más o menos fija de recursos hídricos internos, que se definen como el caudal medio anual de los ríos y acuíferos generados por la precipitación. Con el tiempo, esta reserva interna renovable va dividiéndose entre un número cada vez mayor de personas, hasta que sobreviene la escasez de agua.

Cuando la cifra anual de los recursos internos renovables de agua es inferior a 1,000 metros cúbicos por persona, se considera que la disponibilidad de agua es una limitación importante al desarrollo socioeconómico y a la protección del medio ambiente.

Dada la importancia del agua dulce en el planeta, se presenta, este trabajo de tesis basado en el Diseño, Supervisión y Ejecución del Proyecto de Introducción de Agua por Gravedad a la Comunidad de Xexocom, Santa María Nebaj, Departamento de El Quiché; este proyecto tuvo su origen en la necesidad de la población de Xexocom de obtener un sistema que los abasteciera de agua potable.

Los pobladores de la comunidad organizados en un comité de desarrollo, se presentaron a el PRODERE, solicitando ayuda para el proyecto de agua por gravedad a sus comunidad.

Para cumplir con uno de los requisitos del programa los representantes de la comunidad presentaron el título de propiedad de la fuente y derechos para la colocación del tanque de distribución y colocación de las tubería, al ver el interés de la población se enviaron promotores por parte de PRODERE ya que ellos son los encargados de recopilar información, con el objeto de obtener y clasificar la información básica sobre la comunidad.

En la información de campo se obtuvieron los siguientes datos de la población: número de habitantes, ubicación y acceso a la comunidad, abastecimiento actual de agua, distancia y ubicación de la fuente a utilizar para el sistema, disposición de excretas, servicios de infraestructura existentes y otros recursos disponibles por la comunidad.

Con la información recolectada se realizó un estudio de prefactibilidad, el que tiene por objeto considerar la viabilidad técnica y económica del proyecto de abastecimiento de agua.

Después del estudio de prefactibilidad, se realizaron los cálculos de gabinete, se procedió a levantar la topografía, la que fue de segundo orden obteniéndose: la distancia a la fuente, diferencia de niveles de la fuente respecto a la comunidad, ubicación del norte, azimut y distancia a cada una de las viviendas.

Con este estudio se identificaron también aspectos sociales de la comunidad como: dificultad para expresarse de la comunidad, que limitan su participación en particular, en cuanto a la identificación de sus necesidades prioritarias, lo cual nos muestra la realidad para un mejor desarrollo del proyecto.

El proyecto se ha llevado a cabo en base a criterios de desarrollo del PRODERE, a las normas de diseño empleadas para el abastecimiento de agua por gravedad en zonas rurales y criterios que se determinan por parte de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, para que el proyecto llegue a obtener la finalidad que se persigue que es servir de agua a la comunidad de Xexocom. Para lograr determinar si el agua es potable, se llevaron muestra de agua de la fuente que servirá de abasto, al laboratorio del Centro de Investigaciones de Ingeniería, para efectuar el análisis físico - químico y el examen bacteriológico, para tener la seguridad de que la fuente desde el punto de vista sanitario es confiable.

Como criterio de diseño para el área rural se ha diseñado el sistema de abastecimiento de agua por gravedad a la comunidad de Xexocom, por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas. Los ramales principales provienen de un tanque de distribución, el cual previamente fue calculado.

JUSTIFICACIÓN

JUSTIFICACIONES TÉCNICAS:

Las zonas que motivaron a elegirse el suministro de agua por medio de una línea de conducción, desde la fuente hasta el tanque de distribución y de éste a la comunidad son las siguientes:

- La conducción del agua a través de tubería por medio de ramales de distribución tiene como ventaja seguridad, higiene y bajas posibilidades de contaminación.
- La instalación de agua domiciliar ofrece mayor ventaja para el suministro del consumo familiar.
- El diseño técnico contempla el uso máximo de materiales locales.

JUSTIFICACIÓN FINANCIERA

Al terminar el estudio preliminar del sistema de agua, se justificó el proyecto como económicamente viable, ya que los materiales previstos para la ejecución del proyecto no representan costos elevados, dado que una buena cantidad de los mismos se encuentran en la comunidad (piedrín, arena, piedra bola y madera).

Cabe mencionar que la mano de obra no calificada será aportada por la comunidad. Para la ejecución del proyecto se contempla como principal fuente de financiamiento el programa de Naciones Unidas PRODERE el cual ejecuta actualmente un programa de desarrollo dirigido a las poblaciones de refugiados, desplazados y repatriados en el área ixil. Dado que los habitantes de Xexocom son desplazados, cuentan con el apoyo del programa.

JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

La posibilidad de plantear este proyecto surgió a raíz de la petición del comité de desarrollo de la comunidad de Xexocom, cuya solicitud se canalizó a través del PRODERE. Su ejecución hace resaltar el beneficio a la comunidad de Xexocom, integrada por 30 familias que pertenecen al grupo étnico maya Quiché, quienes a la fecha no cuenta con el vital líquido que les permita abastecer sus requerimientos de agua sanitariamente segura.

Los habitantes de la comunidad deben recorrer diariamente un promedio de 1 Km. de distancia para abastecerse de agua, lo que se traduce en desgaste físico e inversión de tiempo, además del riesgo que representa consumir agua expuesta a la intemperie que puede ser fuente de enfermedades infectocontagiosas especialmente para la población infantil. Las razones expuestas anteriormente motivan la ejecución del proyecto de introducción de agua por gravedad como una alternativa de solución y desarrollo para la comunidad de Xexocom.

OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

Se debe de motivar la idea respecto de la importancia de realizar programas de capacitación al comité y a la comunidad, con el objeto de evitar las pérdidas del agua dándole una mejor administración al sistema y lograr una mayor eficiencia del servicio, manteniendo de esta manera la calidad y vida útil de los accesorios y estructuras que componen el sistema de abastecimiento de agua.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Que el servicio de agua sea eficiente en su administración, operación y mantenimiento para que los recursos existentes sean suficientes y obtener los beneficios que se persiguen.
- Que dentro del mismo servicio se pueda tener autofinanciamiento para lograr dar mantenimiento al sistema.
- Que el servicio de agua proporcione a la comunidad la calidad y cantidad de agua, de manera de cubrir las necesidades de la población.

CAPÍTULO No. 1

ANTECEDENTES

1.1 BREVE HISTORIAL DEL TRIÁNGULO IXIL

Los ixiles, uno de los grupos indígenas de origen maya más pequeños del país, viven en los municipios de Santa María Nebaj, San Juan Cotzal y San Gaspar Chajul, del departamento de el Quiché, zona lluviosa y montañosa. Las tres cabeceras municipales se encuentran a una altura mayor que la de la Ciudad de Guatemala (1,500 metros) formando un triángulo, cuyo vértice es Nebaj, este municipio tiene como puerta de entrada al municipio de Santa María Nebaj, por medio de la carretera de 87 Km. que lo comunica con Santa Cruz, la cabecera del departamento.

Los ixiles pertenecen al grupo de las tierras altas, y se caracterizaban porque eran más agricultores y ruralizados que los de las tierras bajas del Norte. Su diferencia lingüística se dió a finales del Período Clásico.

Los ixiles se lograron caracterizar por una buena base urbana, con mucha influencia maya nortea. Por lo se llegó a considerar como el grupo más urbanizado de la vertiente de los Cuchumatanes, en cuanto a la proporción de la población de las cabeceras municipales es más alta que la de los otros grupos.

Existen registros de los acontecimientos en el área ixil desde la llegada de los españoles a Guatemala. La llegada a la zona fue algo tardía, por la ubicación geográfica, se produjo en el año de 1,530. Al momento de la conquista, los ixiles estaban integrados al Imperio del Sexto Rey Quiché. Con la ayuda de los misioneros católicos, se inició la cristianización del pueblo ixil, lo que representó esclavitud y aniquilamiento de los principales médicos y sacerdotes, en este período continuó el despojo por fuerza o fraude de las tierras ixiles.

El infortunio llegó nuevamente a la región cuando se inició el conflicto armado en Guatemala, con el surgimiento de las guerrillas izquierdistas (1,960). La situación se agravó con la presencia, en la región en 1975 del Ejército Guerrillero de los Pobres.

La llegada de un Gobierno Democrático (DC) en 1,985, da inicio a una nueva etapa para el país y por ende a la región de los ixiles, la comunidad nacional e internacional principia a preocuparse por la reconstrucción del área ixil, caracterizada por un alto índice de desplazados internos.

La comunidad de Xexocom se encuentra ubicada en el triángulo ixil, sin embargo, ellos son de origen Quiché y su lengua lleva el mismo nombre, no se sabe cuando es que ellos llegaron al área.

El Quiché, surge como departamento en 1,972 y es uno de los tres departamentos más grandes del país.

1.1 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN O PROBLEMA A RESOLVER

Uno de los tantos problemas que afrontan los habitantes de la comunidad de Xexocom es el abastecimiento de agua, debido a la distancia que deben recorrer para poder obtener el vital líquido, sabiendo que ésta es superficial y que por lo tanto puede contener organismos patógenos. El abastecimiento lo hacen por medio de un nacimiento y un pequeño río que se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 500 metros, en una ladera pronunciada, que tiene serios problemas de contaminación, dado que allí mismo lavan su ropa.

Por lo tanto se encontró una alternativa de solución en un manantial que se encuentra ubicado a una distancia de 300 metros de la comunidad, el que se presentó en buenas condiciones, luego de haber realizado el estudio sobre la disponibilidad de agua en época de estiaje y su capacidad de abastecimiento, se determinó que reúne las condiciones para distribuir agua a todas las viviendas. Se realizó un análisis físico-químico y un examen bacteriológico determinándose con el examen físico-químico que el agua es dura, sin embargo, no afecta la utilización del líquido para el consumo humano, el análisis bacteriológico señala que el agua está contaminada.

CAPÍTULO No. 2

ASPECTOS GENERALES DE LA COMUNIDAD

2.1 DATOS GENERALES DE LA UBICACIÓN DE LA COMUNIDAD DE XEXOCOM

La aldea de Xexocom pertenece al municipio de Santa María Nebaj, departamento de El Quiché, en el Triángulo Ixil.

El departamento de El Quiché pertenece a al Región VII (Noroccidente), está ubicada en el ramal de la Sierra Madre que penetra desde México y forma la cordillera de los Cuchumatanes. Las diferencias fisiográficas están determinadas por las Tierras Altas Sedimentarias (las que ocupan mayor área), Tierras Altas Cristalinas y una porción pequeña de Tierras Altas Volcánicas; las que forman base de las condiciones naturales de esta porción territorial.

Los medios de transporte que circulan en el área conectan los tres municipios a tres destinos diferentes: la cabecera departamental de Quiché, vía Sacapulas; Cobán, Alta Verapaz, vía Uspantan, Chicamán, San Cristóbal y Santa Cruz Verapaz y Huehuetenango, vía Sacapulas, Aguacatan y Chiantla. Las tres rutas son balastadas y en época de invierno presentan algunas limitaciones, aunque son siempre transitables.

El acceso al área ixil vía la cabecera departamental de El Quiché vía Sacapulas es el tramo más corto, desde la Ciudad de Guatemala, es por la Carretera Internacional hacia "Los encuentros", en el municipios de Sololá. De allí se sigue la carretera hacia Chichicastenango, departamento de El Quiché, y se continúa hasta Santa Cruz, cabecera departamental. Se recorren 165 Km. de carretera asfaltada de doble vía.

A partir de ese punto, se recorren 87 Km. de carretera de terracería, transitable todò el año. Se atraviesan los municipios de San Pedro Jocopilas, Sacapulas y Cunén. El tramo se recorre aproximadamente en tres y media horas en vehículos de doble tracción.

Para llegar a la aldea de Xexocom existe un solo acceso, de Nebaj sale una carretera de terracería de 15 Km. hacia el oeste que atraviesan las aldeas de Cambalam, Acul, Tu uchuch y Xexucap. Este tramo se recorre aproximadamente en 40 minutos en vehículo de doble tracción.

De Xexucap se finaliza el recorrido por medio de una brecha de 4 Km. por la cual no puede transitar ningún tipo de vehículo, sin embargo, el ganado equino es apropiado para este tipo de camino. El tramo se recorre en aproximadamente 40 minutos caminando, su ubicación puede apreciarse en el anexo.

2.2 FUENTES ECONÓMICAS

En términos generales, puede decirse que la agricultura en la región es de autosubsistencia, con escasa tecnología y alto riesgo de degradación del medio ambiente, principalmente pérdida del suelo.

El principal cultivo agrícola es el maíz de genotipo criollo, le siguen el frijol, la papa y las habas.

Los habitantes de la comunidad también se dedican a la crianza de ovejas y elaboran tejidos. En temporadas de la zafra de la caña emigran hacia la Costa Sur del país (Escuintla y otros), para subemplearse en el corte de la caña.

Es de mencionar que ellos realizan trabajos en el corte del café en fincas aledañas y en el interior del país Otra fuente de ingresos es la explotación de la madera, en pequeña escala.

2.2.1 INGRESOS MONETARIOS Y AUTOCONSUMO:

No existen datos sobre este tema, por lo que las instituciones que han estudiado el área se apoyan en datos de carácter más general. Se presentan a continuación:

- Ingreso Promedio mensual total por persona ocupada	Q 165.00
- Ingreso medio mensual total/familia	Q 228.00
- Ingreso medio mensual total en agricultura	Q 180.00
- Ingreso medio mensual total en comercio	Q 147.00
- Ingreso medio mensual total en otras actividades	Q 193.00

Los datos son similares a los presentados a nivel regional y permiten interpretaciones similares. La población percibe menos de Q 200.00 por familia/mes. Este nivel de ingreso es mínimo y no se logran llenar los requerimientos básicos de subsistencia.

2.3 CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Las diversas altitudes y el relieve irregular han influido en la existencia de pequeñas y cercanas áreas con diferentes climas: cálido, templado, templado frío y frío. En el área ixil el clima es bastante variado, encontrándose las menores precipitaciones y temperaturas anuales en Nebaj con un promedio de 1,934 mm y 16.5 °C, la humedad relativa media anual del área es de 77% aproximadamente.

El área donde se encuentra ubicada la aldea de Xexocom es de clima templado frío, lo que ha contribuido a la generación de un medio apto para el cultivo de la papa y la crianza de ovejas. Gran parte del suelo de la comunidad es cultivable, teniendo otra parte de suelo rocoso. En el área de la aldea predominan los bosques de coníferas, los árboles que en su mayoría tienen estructura vertical bien definida.

2.4 NIVEL DE ESCOLARIDAD

La inversión pública ha sido bastante deficiente en la zona. La mayor inversión es reciente y se ha logrado gracias a la participación principal de PRODERE y FONAPAZ. Los principales indicadores para el área son:

- Tasa general de analfabetismo en mayores de 15 años	73.3%
- Tasa de analfabetismo masculino	58.9%
- Tasa de analfabetismo femenino	85.9%

Con forme a la indicación antes indicada, se puede notar que la proporción de mujeres analfabetas es muy superior a la de los hombres.

La comunidad de Xexocom tiene dos años y medio de haberse reasentado y siendo ellos de escasos recursos, no tienen la capacidad de construir una escuela con sus propios medios, por lo que han solicitado colaboración a varias instituciones nacionales e internacionales, sin embargo, no consiguen respuesta a sus peticiones. La escuela más cercana se encuentra en Xexuxucap, para llegar a la escuela los niños tienen que caminar 40 minutos y al llegar a ella se encuentran con la gran barrera que es el idioma, ya que ellos son quichés en medio de los ixiles.

Por lo expuesto anteriormente la comunidad de Xexocom tiene un grado de escolaridad y analfabetismo mayor al de los indicadores del área, a esto se debe añadir el hecho que entre ellos son pocos los que hablan castellano.

Los habitantes de la aldea son religiosos la mayoría de ellos son católicos, sin descartar que algunos de sus pobladores practican otras religiones.

La comunidad no cuenta con muchos servicios de infraestructura únicamente con un salón comunal, el proyecto de letrización, techos mínimos (los antes mencionados fueron brindados por PRODERE) y una iglesia pentecostés donada y construida por sus feligreses.

2.5 SALUD

El primer rasgo que se destaca en la zona es la concentración de los servicios de salud pública en las áreas urbanas y la escasez de recursos en general para la atención de las necesidades en el departamento.

Se ha encontrado el problema de personal de salud asignado al área y que labora en otras dependencias. lo que resta capacidad operativa al personal que sí está presente.

Nebaj está entre los cinco municipios críticos del departamento de El Quiché, por mortalidad general, por diarrea en menores de 1 año y mortalidad por infecciones respiratorias agudas en niños de 1 a 4 años.

Los habitantes de Xexocom, Xexuxcap, Tu uchuch, Acul y Cambalam y algunas otras comunidades aledañas al necesitar ayuda médica tienen que acudir al centro de Salud de Nebaj.

Otro aspecto importante en el tema de la salud es la dieta básica de la población, la cual se integra de la siguiente manera: 87% de tortillas y frijoles, 10% tortillas, carne y frijoles, 3% de tortilla y chile.

No hay consumo de proteínas, vitaminas, azúcares y grasa. A esta dieta básica área se debe en gran parte la deteriorada salud que presentan algunos de los pobladores de área.

La principal fuente de energía calorífica de la aldea es la leña; en el área la población prefiere los robles, encinos y por último los pinos, debido a los valores calóricos.

2.6 VIVIENDA

La situación de la vivienda en Guatemala a sido un tema polémico y el área rural no es la excepción, sin embargo, esta ha cambiado drásticamente desde la época de violencia. Antes de los disturbios ya mencionados, el área ixil se caracterizaba por estar compuesta de viviendas dispersas, donde las familias tenían acceso a los bosques, el agua y otros recursos naturales en sus propiedades.

Durante los problemas del conflicto armado interno se agudizó el problema de la vivienda en el municipio, ya que muchas de ellas fueron destruidas, se logro tener acceso a reportes de algunos investigadores, tales como la Casa de la Cultura de Nebaj que reporta que un 99% de las viviendas fueron arrasadas. Existen otros que reportan estimaciones menos drásticas, que se ubican en 40%, cifra que sigue siendo alta.

Las viviendas típicas del área se construyen con paredes de adobe (ladrillo de barro o arcilla mezclada con paja y otros materiales locales) y estructuras de madera. También se encuentran viviendas con paredes de madera. El techo puede ser de paja, teja o lámina de zinc. El piso de tierra. Las viviendas de la comunidad de Xexocom se caracterizan por ser de paredes de madera y techos de lámina de zinc y el piso de tierra.

2.7 NIVEL DE ORGANIZACIÓN SOCIAL LOCAL

La comunidad cuenta con un Comité de Desarrollo Local y su alcalde auxiliar. El Comité de Desarrollo, está integrado por un grupo de personas que se reúnen para analizar, decidir, planificar y ejecutar una obra física, tal es el caso de la ejecución del proyecto de introducción de agua por gravedad a la comunidad, encargándose también de los trámites administrativos, como la adquisición de los títulos de propiedad de la fuente, el sitio de colocación de las estructuras y los accesorios y el derecho de paso para la tubería. Un comité en general se integra con: un presidente, un vicepresidente, un tesorero y vocales. Estas son las autoridades con la que cuenta la comunidad de Xexocom.

CAPÍTULO No. 3

ADMINISTRACIÓN DE LA RED DE AGUA

3.1 CÁLCULOS PARA LA DEMANDA DE AGUA

3.1.1 POBLACIÓN ACTUAL

La población actual a beneficiar con el proyecto de introducción de agua por gravedad a la comunidad de Xexocom es de 148 habitantes.

3.1.2 PERÍODO DE DISEÑO

Se considera como tal el tiempo el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población. Para fijarlo se toma en cuenta:

- La vida útil de los materiales.
- Crecimiento de la población.
- Comportamiento de la obra en sus primeros años.
- Posibilidad de ampliación del acueducto.
- Capacidad de la fuente.
- Normas de diseño de la Institución.

Se recomienda:

- Para obras civiles 20 años.
- Para equipos mecánicos 5 a 10 años.

Para el diseño del proyecto de agua, se tomaron en cuenta todas las consideraciones anteriores, trabajándose con un período de diseño de 20 años; este dato fue utilizado para el cálculo de la población de diseño o población futura.

3.1.3 POBLACIÓN DE DISEÑO

Para este proyecto de deberá hacer el cálculo de población para el período de diseño correspondiente. Se recomienda utilizar cualquier método justificable para la estimación de crecimiento poblacional.

Se tomará información básica del Instituto Nacional de Estadística (INE), registros municipales y de sanidad, censos escolares, levantamiento de densidad habitacional realizados por instituciones gubernamentales, etc. En todo caso el diseñador verifica y evalúa la información.

El diseñador deberá tomar en cuenta el tamaño de la comunidad, de tal manera que el número final de habitantes, con respecto al cual el resultado del incremento vegetativo y migratorio dentro de la jurisdicción de la comunidad.

No contemplar por lo tanto, en estos aspectos, las ampliaciones que se producen a otros núcleos de población circunvecina, a menos que éste extremo este explícitamente contemplado. Por lo que se debe justificar, la población flotante y la debida a crecimiento industrial o de cualquier índole de lo normal, deberá tenerse en cuenta dentro del cálculo, así como considerar las tendencias locales de emigración al área urbana.

Para el cálculo de la población futura existen varios métodos y los más comunes son: el método del incremento aritmético o el método del incremento geométrico, con tasa de crecimiento nacional, municipal o calculándola por medio de fórmulas o el método de proyección gráfica a ojo y el método de saturación.

Para el cálculo de la población futura de este proyecto se utilizó el método geométrico, debido a la carencia de datos de la comunidad ya que ésta que apenas tiene 3 años de haberse reubicado.

No todas las viviendas de la aldea serán beneficiadas con el proyecto de agua debido a que algunos de los vecinos decidieron no tomar parte del proyecto porque cuentan con un nacimiento cercano a sus viviendas.

3.1.4 MÉTODO DE INCREMENTO GEOMÉTRICO

Para la aplicación de este método es necesario hacer uso de la siguiente fórmula:

$$P_F = P_A (1 + r)^n$$

donde:

P_F = Población futura

n = Período de diseño

P_A = Población actual

r = Tasa de incremento

La tasa de incremento utilizado es de 3% asignada por la institución para el departamento de El Quiché.

Aplicación de la fórmula:

$P_F = ?$

$n = 20$ años

$P_A = 148$ hab.

$r = 3\%$

$$P_F = 148 \times (1 + 0.03)^{20} = 267.304 \text{ hab.}$$

El resultado al utilizar la fórmula fue de 267.304 habitantes el cual se aproxima a 300 habitantes para el año 2,015, ya que la comunidad es reubicada se espera la llegada de otras familias.

3.2 DOTACIÓN

Es la cantidad de agua asignada a una persona en un día para que supla sus necesidades básicas. Se expresa en litros por habitante por día (L/hab/día).

Para asignar la dotación se deben considerar los siguientes factores: clima, nivel de vida, actividad, productividad, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, factibilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

Para fijar la dotación se consideran los estudios de la demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiese. A falta de éstos se tomarán en cuenta los siguientes valores:

- Servicio a base de llenacántaros exclusivamente: 40 - 60 L/hab/día.
- Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales: 60 - 90 L/hab/día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera del domicilio: 60- 120 L/hab/día.
- Servicio de pozo excavado, con bomba de mano: máximo 30 L/hab/día

3.3 CÁLCULO DE LOS CONSUMOS

3.3.1 CONSUMO MEDIO DIARIO (Q_M)

A falta de registros, el consumo medio diario será el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final de período de diseño.

$$Q_M = \frac{P_F \times \text{dotación}}{86,400 \text{ seg./día}}$$

$P_F = 300 \text{ hab.}$
 $\text{dot.} = 120 \text{ L/hab/día}$

$$Q_M = \frac{300 \text{ hab.} \times 120 \text{ L/hab/día}}{86,400 \text{ seg./día}} = 0.417 \text{ L/seg.}$$

3.3.2 CONSUMO MÁXIMO DIARIO (Q_C)

A falta de registros, el consumo máximo diario será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor que oscile entre 1.2 a 1.5; 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 1.2 para poblaciones mayores de 1,000 habitantes.

$$Q_C = 1.5 \times Q_M$$

$$Q = 1.5 \times 0.417 \text{ L/seg.} = 0.625 \text{ L/seg.}$$

3.3.3 CONSUMO MÁXIMO HORARIO (Q_H)

A falta de registros, el consumo horario se determina multiplicando el consumo diario por coeficiente 2.0 a 3.0; 2.5 para poblaciones menores de 1,000 habitantes y 2.2 para poblaciones mayores de 1,000 habitantes.

$$Q_H = 2.5 \times Q_M$$

$$Q_H = 2.5 \times 0.417 \text{ L/seg.} = 1.043 \text{ L/seg.}$$

3.3.4 CONSUMO POR VIVIENDA

El consumo por vivienda se determina al dividir el consumo máximo horario entre el número total de viviendas.

$$Q_v = \frac{Q_H}{\text{No. viviendas}}$$

No. viviendas = 30 viviendas

$Q_H = 1.043 \text{ L/seg.}$

$$Q_v = \frac{1.043 \text{ L/seg.}}{30 \text{ viviendas}} = 0.034 \text{ L/seg./vivienda}$$

CAPÍTULO No. 4

DISEÑO DEL PROYECTO

Para diseñar cualquier acueducto rural se tienen que involucrar el diseño hidráulico de sus diferentes componentes y el diseño estructural de las partes que así lo requieran.

En el presente capítulo se hará énfasis en el diseño funcional e hidráulico del sistema de agua, dado que para la clase y magnitud de estructuras requeridas en los acueductos rurales se podrán utilizar, en la mayoría de los casos, diseños típicos.

No obstante, en aquellos casos que así lo amerita, el diseño estructural deberá basarse en la aplicación de las prácticas reconocidas de ingeniería para el análisis y diseño de estructuras. Para las estructuras de concreto, se seguirán preferentemente, las recomendaciones para diseño por esfuerzo de trabajo.

4.1 CRITERIOS DE DISEÑO

- PRODERE se encarga de la construcción del sistema de agua por gravedad, de acuerdo con los planos presupuestos y especificaciones preparados.
- PRODERE hará el suministro de tubería, accesorios, válvulas, cal, cemento, hierro y mano de obra calificada.
- En cuanto al servicio de agua se han previsto instalaciones domiciliarias.
- Al finalizar los trabajos PRODERE se encarga de velar que la comunidad obtenga materiales sobrantes para reparaciones menores futuras.
- Al entregar el trabajo terminado a la COMUNIDAD se levantará acta, en la que quedará constancia de los trabajos realizados, costos y aportes de la comunidad, de PRODERE y de cualquier otra persona o entidad que hubiere colaborado.

PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD:

- La administración, operación y mantenimiento del sistema de agua, será delegado totalmente en la COMUNIDAD, bajo asesoría del PRODERE.
- La administración del sistema será responsabilidad de la COMUNIDAD, la cual deberá encargarse de realizar todas las operaciones administrativas propia del sistema, tales como: recaudación y manejo de fondos; propiciar la política del cuidado del acueducto, reforestación de la fuente y uso racional del agua; establecer el programa de compra de accesorios, repuestos y en general todas los labores de administración, operación y mantenimiento del acueducto.

- El mantenimiento del sistema de agua será realizado por personas que la COMUNIDAD designe para tal fin, quienes tendrán a su cargo efectuar las reparaciones menores que el sistema requiera.

4.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

En todo diseño de un acueducto es necesario previamente realizar un levantamiento topográfico, el cual será útil para la obtención de los planos topográficos y así obtener la localización tanto en planta, como elevación, de los puntos seleccionados en el terreno donde deberá ubicarse la tubería que conducirá el agua desde las fuentes a la comunidad.

El levantamiento topográfico será de las líneas que unan la fuente de abastecimiento de agua seleccionados con los núcleos poblados, es decir de la fuente de abastecimiento hacia la comunidad, además de la identificación propia de la línea, se localizan detalles importantes.

4.3 SELECCIÓN DEL ORDEN DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Dependiendo del tamaño del proyecto, habitantes a ser beneficiados, características del terreno, equipo a emplear y errores permisibles, los levantamientos topográficos pueden ser de primer orden, de segundo orden o tercer orden, dependiendo de la complejidad del proyecto, lo cual deberá ser determinado en el estudio de prefactibilidad.

4.3.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE PRIMER ORDEN

Se efectúa cuando el nivel entre fuente y comunidad no sobrepase los 30 metros o la diferencia de alturas total entre puntos obligados críticos sean menores de 5 m/Km.

FORMA DE REALIZARLO:

- **Levantamiento planimétrico:** se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión y cinta metálica de precisión.
- **Levantamiento altimétrico:** se realizará con nivel de precisión de tripode, referenciado a un B.M. convencional bien identificado y de preferencia a un B.M. geodésico.

4.3.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE SEGUNDO ORDEN

Se realiza en un proyecto donde existen diferencias de niveles entre fuente y comunidad que sobrepase los 10 metros, donde la distancia de la fuente a la comunidad sea mayor de 6 Km. y las viviendas a abastecer sean más de 100 al momento de hacerse el levantamiento.

FORMA DE REALIZARLO:

- **Levantamiento planimétrico:** se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión y cinta métrica metálica de precisión o taquimétrica.
- **Levantamiento altimétrico:** por nivelación trigonométrica con teodolito, con doble lectura adelante y atrás, referenciado a un B.M. convencional bien identificado y de preferencia a un B.M. geodésico.

4.3.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE TERCER ORDEN

Se efectúa cuando la distancia de la fuente a la comunidad sea hasta de 6 Km. y la diferencia de altura de la fuente a la comunidad (vivienda más alta) sea de 15 metros mínimos por kilómetro. Para un sistema por gravedad, las viviendas a ser abastecidas sean 100 como máximo.

FORMA DE REALIZARLO:

- **Levantamiento planimétrico:** referenciado al meridiano magnético, utilizando brújula y cinta métrica de cualquier clase.
- **Levantamiento altimétrico:** con nivel de mano o altímetro, referenciado a un B.M. convencional bien identificado.

El orden del levantamiento topográfico, utilizado para el proyecto ha sido de segundo orden, lográndose un error permisible de 3 cm por kilómetro, el cual es permitido, en este tipo de levantamiento.

La forma de realizar el levantamiento topográfico fue: el planimétrico y altimétrico, orientándose al meridiano magnético y fue efectuado con teodolito de precisión y cinta métrica.

4.3 CANTIDAD DE AGUA

La fuente fue aforada en una sola ocasión, en época de verano, ya que la población no tiene mucho tiempo de haberse reubicado, utilizando el método volumétrico, este tipo de aforo es muy adecuado para aforar corrientes pequeñas y manantiales.

El método volumétrico es bastante simple de realizar, consiste en recibir el agua en un recipiente de volumen conocido (lata de 5 galones, barril de 50 galones, tambo de 2 ½ galones, cubeta de 10 litros, etc.). El agua debe caer libremente, por unos minutos antes de poner el recipiente a recibir agua. Tomar el tiempo, que tarda el recipiente en llenarse, hacerlo con mucho cuidado para evitar lecturas erróneas, la forma de realizar el aforo volumétrico puede observarse en el anexo.

$$Q = \frac{\text{volumen del recipiente}}{\text{tiempo (seg.)}} = [\text{L/seg.}]$$

4.5 CALIDAD DEL AGUA

Todos los sistema de abastecimiento de agua, deben proporcionar agua apta para el consumo humano.

Es reconocido universalmente que el agua debe ser satisfactoriamente segura y agradable a los sentidos, entendiéndose por agua sanitariamente segura, aquella que no transmite enfermedades y está libre de concentraciones dañinas y de sustancias minerales, orgánicas y tóxicas.

Como agua agradable a los sentidos se conoce la que por su aspecto, color, olor y sabor no causas rechazo del consumidor.

Las concentraciones de sustancias así como su olor, color y sabor, las adquiere el agua en la naturaleza, en manipuleo o en corrimiento por su cauce y tratamiento.

4.5.1 GENERALIDADES

En las poblaciones rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos de potabilidad, especialmente sobre las sustancias nocivas y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento, a efecto de proporcionar agua sanitariamente segura.

4.5.2 PATRONES DE POTABILIDAD

Los límites de calidad son de carácter general y se proporcionan como una guía para la aceptación del agua como apta para el consumo humano.

Los límites sobre calidad a observar serán los contenidos en las normas COGUANOR.

4.5.3 COMO TOMAR MUESTRAS

Con el fin de conocer las condiciones de las características fisico-químicas y bacteriológicas de la fuente de agua propuesta para el abastecimiento de una población, se deben tomar muestras, como mínimo dos, una en época de verano y la otra en época de invierno.

Para realizar un análisis físico-químico es necesario tomar la muestra en un recipiente perfectamente limpio y adecuado, preferiblemente de plástico y nuevo, cuya capacidad mínima es de 4 litros, se coloca el recipientes en contra de la corriente del manantial o fuente propuesta para el abastecimiento, se deja llenar, luego se vacía el recipiente, hacer esto dos veces, la tercera vez que se llene el envase cerrarlo con tal cuidado que la muestra no se contamine.

La muestra para el examen bacteriológico se toma en envases adecuados, esterilizados, de boca ancha y tapón hermético, cuya capacidad mínima debe ser de 100 mililitros. Para tomar la muestra primero debe de quitarse el papel de estraza, aflojando la cinta sin tocar la boca del envase,

luego colocar el envase en contra de la corriente al tomar la muestra cerrar el envase con el cuidado de no tocar la boca del mismo.

Para que la muestra de resultados confiables estas deben ser tomadas de acuerdo con la técnica que se recomienda para cada caso, ver anexos.

4.5.4 TRANSPORTE DE MUESTRAS

El transporte de los envases con las muestras para el examen bacteriológico debe de hacerse dentro de un recipiente en condiciones de baja temperatura (con hielo). La muestra del análisis fisico-químico se puede transportar a temperatura ambiente (sin hielo), pero para una mejor conservación de la muestra si fuese posible transportarla refrigerada a baja temperatura se recomienda hacerlo. Ambas muestras deben ser entregadas en los laboratorios dentro de un término de 36 horas desde que la muestra fue tomada.

4.6 ANÁLISIS DEL AGUA

El análisis del agua se efectúa para identificar los contenidos y concentraciones de sustancias indicadoras de su calidad. Los instrumentos y reactivos según métodos científicos estandarizados, vienen a ampliar la relativamente escasez de percepción sensorial humana.

Los tipos de análisis y exámenes realizados para este proyecto fueron los siguientes:

- Análisis fisico-químico.
- Examen bacteriológico.

4.6.1 ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

Este análisis determina las condiciones físicas y químicas del agua, como temperatura, color, olor, sabor y dureza, el análisis fisico-químico se efectuó en el Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), el resultado indica que el agua es dura, parámetros que no tienen significación para la salud, de manera cumple con las condiciones requeridas para ser utilizada como agua apta para el consumo humano, ver hoja de resultado en el anexo.

4.6.2 EXAMEN BACTERIOLÓGICO

El principal peligro con el agua es la posibilidad de su contaminación con heces fecales de origen humano o animal. Estas heces puede contener bacterias patógenas capaces de producir enfermedades, como la fiebre tifoidea, cólera, u otras enfermedades diarreicas.

Para comprobar que el agua es apta para beber y para uso doméstico, se efectúa el examen, el cual identifica el número de organismos indicadores de contacto fecal en el agua.

Los organismos que se emplean con más frecuencia como indicadores de la contaminación fecal son: *la Escherichia coli y el grupo coliforme en general.*

Los resultados de los exámenes deben interpretarse comparándolos con concentraciones y características límite que no deben ser excedidos. En Guatemala se utiliza para ello, las normas COGUANOR NGO 29 001.

Los resultados obtenidos del examen bacteriológico para este proyecto (ver anexo), indican que el agua está contaminada, por lo que se recomienda darle algún tipo de desinfección.

4.7 TRATAMIENTO DEL AGUA

Todas aquellas aguas que no llenan los requisitos de potabilidad establecidos en las normas, se deben tratar mediante procesos adecuados para poder ser empleados como fuentes de abasto para poblaciones.

4.7.1 DESINFECCIÓN

Es para asegurar la calidad del agua en aquellos casos que se determine que existe contaminación bacteriológica, como lo es el caso de la fuente de agua de la comunidad de Xexocom, tal fuente debe someterse a un tratamiento de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados.

El punto de aplicación del compuesto clorado se debe seleccionar en forma tal que se garantice una mezcla efectiva con el agua y asegure un período de contacto de 20 minutos como mínimo, antes de que llegue el agua al consumidor. La desinfección debe ser tal que asegure un residual de 2 mg/L en el punto más lejano.

4.7.2 MÉTODO DE DESINFECCIÓN MÁS ADECUADO

Esta selección se efectúa en base a un estudio de toda la información obtenida y consiste en considerar inicialmente toda la gama de soluciones e ir introduciendo una serie de restricciones de carácter técnico, que limiten las soluciones a unas pocas, para determinar cual es la solución más satisfactoria.

En la selección de los procesos se debe tomar en cuenta el grado de desarrollo de la comunidad, los recursos obtenidos en la localidad y la calidad del agua cruda.

El tratamiento de la desinfección del agua produce un costo adicional en la operación del sistema, por lo que se debe buscar una solución que permita obtener el rendimiento esperado al menor costo posible; además debe contar con otras características necesarias, tales como: tener elementos fáciles de almacenar, de transportar y de utilizar; que tengan acción residual y que la concentración del mismo sea fácil y rápidamente detectable.

Lo anteriormente señalado permite indicar que uno de los mejores elementos que se puede utilizar para purificar el agua es el cloro, ya sea en estado gaseoso, en estado sólido o bien por medio de alguno de sus compuestos, de los cuales el más utilizado es el hipoclorito de calcio al 65% ó 70%.

En los abastecimientos de agua potable de las grandes ciudades y poblaciones importantes, se emplea el gas cloro mientras que para abastecimientos medianos o pequeños se utilizan los hipocloritos.

El manejo del gas cloro debe estar encomendado exclusivamente a personas entrenadas.

El hipoclorador es un aparato utilizado para la desinfección del agua por medio de hipocloritos en solución. Este aparato se caracteriza por el costo reducido, la exactitud, fácil construcción en cualquier lugar y la sencilla operación y mantenimiento, ver el diseño en el anexo.

4.7.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DESINFECCIÓN

- Naturaleza de los organismos a ser eliminados.
- Características del agua.
- Naturaleza del agente desinfectante.
- Condiciones de operación (difusión, tiempo de contacto, temperatura, etc.).

4.7.4 CONDICIONES DEL DESINFECTANTE IDEAL

- Tener capacidad para destruir totalmente, en genero y número, los organismos patógenos posibles existentes en el agua.
- Tener la capacidad de actuar en tiempo razonable y disponible, dentro de las condiciones de temperatura y demás características normales de las aguas.
- No conferir al agua características tóxicas, no criar ni agraviar las condiciones que son sensibles a los sentidos tales como: olor, sabor, color, etc.
- Ofrecer facilidad de obtención, bajo costo y simplicidad de operación.
- Ofrecer facilidad de control de la dosificación y de la determinación de su eficiencia.
- Poseer acción residual que se manifieste hasta los puntos de consumo.

4.7.5 COMPUESTOS UTILIZADOS EN LA CLORACIÓN

- **Cloro:** es un elemento químico, gaseoso que en las condiciones ambientales, es de olor fuerte y penetrante, de color amarillo-verdoso y más pesado que el aire.

Aplicación:

- Inyección directa
- En solución.

- **Hipoclorito:** bajo este nombre son englobados tres productos manufacturados a partir de la fijación del cloro por hidróxidos de sodio y calcio.

- Cal clorada
- Hipoclorito de calcio
- Hipoclorito de sodio

4.8 TRATAMIENTO DOMESTICO

En cada hogar se puede desinfectar el agua de varias maneras tales como:

- **Hervir el agua:** el agua que se utilice para beber o preparar bebidas debe hervirse hasta que haga ebullición durante unos 15-20 minutos, luego tapar el recipiente que la contenga para que no se vuelva a contaminar.
- **Utilizar cloro casero:** el cloro que se recomienda utilizar para desinfectar el agua es el cloro casero que viene en presentaciones de bolsitas o botellas, puede utilizarse cualquier marca comercial registrada, solo hay que ser cuidadoso con la cantidad que se usa.

Cantidades de cloro casero que se pueden utilizar para purificar el agua:

Galones de agua	Cantidad de cloro líquido
1 gal.	3 gotas
Para 5 gal. (1 garrafón)	15 gotas
Para 10 gal.	30 gotas
Para 15 gal.	40 gotas ó 1 tapita de gaseosa
Para 20 gal.	60 gotas
Para 25 a 30 gal.	90 gotas ó 2 tapitas de gaseosa
Para 50 gal. (1 tonel)	4 tapitas de agua gaseosa

- **Utilizando hipoclorito:** para desinfectar un garrafón con agua de 20 litros de capacidad con hipoclorito al 65% - 70% se hace lo siguiente:
 - Se agrega una cucharada rasante de hipoclorito de calcio en una botella de agua gaseosa o cerveza (vacía), posteriormente se llena de agua. Se agita durante unos 3 minutos y se deja reposar durante una hora.
 - Sin agitar la botella, llenar una cuchara con esta solución y se vacía en el garrafón de 20 litros en donde se desinfecta el agua.

- Se llena el garrafón con agua de consumo y podrá usarse después de media hora.

Después de cuatro días, la solución que no haya sido utilizada se tiene que desechar.

4.9 CAPTACIÓN DEL MANANTIAL

La captación es la obra que recolecta el agua proveniente de uno o varios manantiales (nacimientos), de brotes definidos o difusos, que salen de las montañas. La captación puede ser de dos tipos: captaciones de brotes definidos o captación de brotes difusos.

Esta obra es la más crítica, ya que de ella depende el éxito o fracaso del proyecto, para su diseño se debe tener información a detalle para lograr el objetivo final.

Componentes de la Captación:

- Filtro de piedra.
- Caja de captación.
- Dispositivo de desagüe.
- Contracuneta.

4.9.1 FILTRO DE PIEDRA

El filtro se construye de piedra bola, grava y arena. Los muros se construyeron de mampostería de piedra. La losa es de concreto reforzado, con tapadera para inspección, limpieza y respiraderos. Esta obra lleva una tubería de PVC de salida que va hacia la caja de captación y un rebalse tipo compuerta.

4.9.2 CAJA DE CAPTACIÓN

Esta estructura es la que recibe el agua proveniente del brote, por medio de un tubo de PVC y se construye para una capacidad de 1 m^3 . En casos de aforos menores de 0.25 L/seg , esta caja puede tener una capacidad de 0.5 m^3 .

Los muros se elaboran de cemento, con losa y tapadera de concreto reforzado.

4.9.3 DISPOSITIVO DE DESAGÜE Y REBALSE

Estos dispositivos se hacen con tubería y accesorios de PVC de 2 pulgadas, tanto el rebalse como el desagüe drenan por la misma tubería.

El desagüe es el drenaje para la limpieza de la caja de captación, se compone de un codo de PVC de 2", para evitar la entrada de animales (roedores e insectos), más un tubo de 2". El rebalse es el drenaje para los excedentes de agua y es un tubo de PVC de 2" que se adapte al codo del desagüe sin pegarse, este tubo es movable.

4.9.4 CONTRACUNETA

Esta se construye alrededor del brote de la captación, el cual es un canal que intercepta el agua de lluvia proveniente de las laderas aledañas, con el fin de evitar la contaminación del manantial.

4.9.5 RESUMEN DE REQUISITOS Y ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

La captación para este proyecto se construyó cumpliendo los requisitos siguientes:

- Se utilizó piedra bola y concreto de manera que no se altere la calidad del agua.
- Se captó la mayor cantidad de agua posible del acuífero.
- Se rellenaron los brotes.
- Debe tener rebalse para dar salida a excesos de agua en invierno.
- Se protege la entrada de animales, insectos y contaminación exterior.
- Tiene tapadera de visita para inspección y limpieza.
- Tiene una cuneta interceptora para evitar la entrada de agua superficial.
- Dar protección a la tubería de desagüe y rebalse.
- La proporción de la mezcla debe ser 1:2:3 cemento, arena, pedrín.
- La mampostería de piedra bola debe hacerse de la siguiente manera: piedra bola 67% y arena 33%.
- Se mantuvieron las condiciones naturales del lugar de captación y mantener limpio el mismo, libre de maleza, desechos y teniendo el sumo cuidado de no deforestar.

4.10 LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Es la tubería que en su mayoría es de PVC, diseñada para conducir el caudal de día máximo, que sale de la captación hacia el tanque de distribución.

En este proyecto se ha calculado la tubería necesaria para una línea de conducción de 184 metros, teniendo cuidado de que la tubería a utilizar resista perfectamente la presión estática.

4.10.1 BASES DE DISEÑO

Para el diseño correspondiente de la línea de conducción se adoptaron las bases siguientes:

- Abastecimiento	.....	Por medio de gravedad
- Beneficiarios	.....	30 familias
- Población actual	.....	148 habitantes
- Tasa de crecimiento	.....	3 %
- Período de diseño	.....	20 años
- Población futura	.....	300 habitantes

-	Dotación	.....	120 L/hab./día
-	Caudal medio	.....	0.417 L/seg.
-	Caudal de aforo	.....	20 L/seg.
-	Caudal de conducción	.....	0.625 L/seg.
-	Factor de día máximo	.....	1.5
-	Cálculo de tubería	.....	Fórmula Hazen-Williams

4.10.2 DIÁMETRO Y CLASE DE LA TUBERÍA

En todo proyecto a diseñar debe tomarse en cuenta el aspecto económico, éste es muy importante en el estudio de factibilidad, al mismo tiempo que lo económico debe tenerse presente la parte funcional; en este proyecto, se optó por utilizar tubería de cloruro de polivinilo (PVC), siendo éste un material de alta calidad, durabilidad y fácil de manipular e instalar, reduciendo así el costo y el transporte a la comunidad, toda la tubería se transportó en hombros.

Toda la tubería a utilizar, está diseñada en función de la presión de trabajo, a los esfuerzos a que estará sometida en el campo así como al tipo de terreno donde se colocó.

La tubería de PVC de 160 PSI, se colocó en los tramos donde la presión de trabajo es menor o igual a 100 mca. También se utilizó tubería de hierro galvanizado (HG), en la salida de la captación, ya que en ese punto el terreno es rocoso.

Para un sistema de abastecimiento de agua por gravedad, la única fuente de energía es la acción de la gravedad sobre el agua. Conforme el agua fluye a través de las tuberías, accesorios y obras civiles, la energía se va perdiendo por efecto de la fricción.

Por esta razón al diseñar las tuberías es necesario manejar las pérdidas por fricción para que los flujos circulen a través del sistema, conservando la energía en ciertos puntos y consumiéndolas en otros.

La pérdida de energía tiene relación con el diámetro del tubo, la longitud de la tubería, el caudal, la acción de la gravedad y el coeficiente de fricción del tubo.

4.10.3 SELECCIÓN DE LA FÓRMULA PARA EL DISEÑO

Los coeficientes de capacidad para la ecuación de Hazen y Williams o bien las rugosidades para la ecuación de Darcy y Weisbach se seleccionan en función del material de la tubería, el envejecimiento de éste y las condiciones físico-químicas del agua. Las fórmulas utilizadas son aquellas universalmente calificadas como hidráulicamente correctas, considerando sus limitaciones de uso y aplicándolas al diámetro interno de los conductos.

Para el diseño de este proyecto, se ha utilizado la fórmula de Hazen-Williams, para la obtención de la pérdida de carga en las tuberías, se conocen numerosas fórmulas para el diseño y cálculo de los conductos o tuberías, sin embargo, se utilizó la fórmula de Hazen Williams, debido a las grandes confirmaciones experimentales que ha tenido en diferentes países.

La fórmula de Hazen Williams, resultó de un estudio estadístico cuidadoso, en el cual fueron considerados los datos experimentales disponibles obtenidos por un gran número de investigadores y con datos de observaciones de los propios autores.

$$H_F = \frac{1,743.81147}{C^{1.85} \times D^{4.87}} \times L \times Q^{1.85}$$

Donde:

- H_F = Pérdida de carga [m]
- Q = Caudal [L/seg.]
- L = Longitud de tubería [m]
- D = Diámetro interno o nominal [pulgadas]
- C = Coeficiente de fricción depende del material de fabricación.

La fórmula de Hazen-Williams, es una de las más prácticas y requiere para su aplicación mucho cuidado en la adopción del coeficiente "C"; la selección negligente de este coeficiente o la fijación de un valor medio invariable reduce mucho la precisión que se pueda esperar de la fórmula.

Los valores de "c" que se utilicen dependen del material de la tubería, los cuales pueden ser:

- Para PVC $C = 150$
- Para HG $C = 100$

Ejemplo del uso de la fórmula de Hazen-Williams
Tramo de conducción de las estaciones

E - O 0 + 000	E - 5 0 + 184
Cotas del terreno	$C = 150$
Inicio del tramo = 200	Final del tramo 193.396
Longitud = 184 m	Caudal 0.625 L/seg.
Diámetro = 2"	Clase de tubería = PVC
$H_f = ?$	

$$H_f = \frac{1,743.8114}{2^{1.85} \times 150^{4.87}} \times 184 \text{ m} \times 0.625^{1.85} = 3.390 \text{ m}$$

4.11 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Todos los tanques de almacenamiento o distribución de concreto ciclópeo de concreto se deben cubrir con losa de concreto reforzada, provista de ventana de inspección, con tapa sanitaria para efectos de inspección y reparación. Dicha tapa debe ser de preferencia metálica, hermética y tener cierre de seguridad.

El acceso al tanque debe estar cerca de la entrada de la tubería para poder realizar aforos cuando sea necesario.

El tanque de distribución es un depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de máximo consumo, siendo su volumen igual al 25% a 30% del consumo máximo diario, el tanque de distribución de este proyecto se compone de las siguientes partes:

- Depósito principal.
- Caja de válvula de salida.
- Caja de válvula de entrada.
- Dispositivo de desagüe y rebalse.
- Ventilación.

4.11.1 DEPÓSITO PRINCIPAL

Esta estructura contiene el volumen de agua para las horas de mayor consumo. Los muros se construyen de mampostería de piedra. Pero la losa y tapadera son de concreto reforzado. Para el volumen requerido se tienen los detalles que se puede apreciar en el anexo. Este se construyó semienterrado en el punto de ubicación.

4.11.2 CAJA DE VÁLVULA DE ENTRADA

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control del caudal de entrada al depósito principal. Se hicieron de concreto los muros, la losa y la tapadera. La válvula de bronce, se adaptó para tubería y accesorios de PVC.

4.11.3 CAJAS DE VÁLVULAS DE SALIDA

Estas estructuras sirven para la protección de las válvulas de control del caudal de salida del depósito principal. Se hicieron de concreto los muros con un espesor de 15 cm.; la losa y la tapadera de concreto reforzado. La válvula de bronce se, adaptó para tubería y accesorio de PVC.

4.11.4 DISPOSITIVO DE DESAGÜE Y REBALSE

Se hizo similar al de la caja de captación, siendo la tubería y accesorios de PVC, con diámetros mínimos de 2" ó igual al diámetro de salida cuando sea mayor de 2".

4.11.5 VENTILACIÓN

Este se hizo con tubería y accesorios de PVC, se cubrió con un malla para evitar la entrada de insectos y animales al dispositivo principal.

4.11.6 FINALIDADES DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Los tanque de distribución en todos los sistemas de abastecimiento de agua potable, tienen las finalidades siguientes:

- Almacenar el agua en las horas de poco consumo, para distribuirlas en las horas de máximo consumo.
- Almacenar el agua en casos de reparaciones en la captación o línea de conducción, para no interrumpir el servicio.
- Regular las presiones en la red de distribución, porque también funciona como una caja rompe presión.
- Reservorio para aplicación de desinfectantes permitiendo el tiempo de contacto adecuado.

Basándose en estas finalidades, la localización del sistema de tanque utilizado en el proyecto de Xexocom, satisface las finalidades anteriormente indicadas.

Por no contar con un estudio de demanda de agua, en la comunidad de Xexocom, se construyó el tanque de distribución, con un volumen equivalente al 30% del caudal de conducción, tomándose en cuenta para la adopción de este porcentaje el clima y la cantidad de agua aportada por la fuente.

$$\text{Vol.} = 0.30 \times Q_c$$

$$\text{vol.} = \frac{0.30 \times 0.625 \text{ L/seg.} \times 86,400 \text{ seg./día}}{1,000 \text{ L/m}^3} = 16.2 \text{ m}^2$$

Debido a lo señalado anteriormente y al factor económico, fue necesario diseñar dicho proyecto con un tanque de distribución, que tiene un volumen de 15m^3 , que es suficiente para abastecer todas las viviendas de la comunidad, los detalles del tanque de distribución pueden apreciarse en el anexo.

Los materiales usados para la construcción, deben ser apropiados y duraderos. Los más recomendables son concreto, mampostería o metal. En lo posible se debe aprovechar al máximo los materiales y la mano de obra disponible en el área.

4.11.7 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Para la construcción del tanque de distribución, se atendieron las siguientes especificaciones:

- Los cimientos y muros se construyeron de mampostería de piedra bola, adheridos con mezcla de cemento y arena, con proporción de 1:2.
- Los muros de piedra se impermeabilizaron en sus caras interiores con una capa de sabieta de cemento y arena, a una proporción de 1:2, más cernido y alisado final de cemento arena de una proporción de 1:1.
- La losa de techo debe tener una pendiente de 1% hacia los lados, para poder evacuar el agua pluvial.
- El fondo del tanque debe estar siempre por encima del nivel freático y tener una pendiente de 1.5 % hacia el lado del desagüe para evacuar el agua cuando sea necesario lavar el tanque.

4.12 RED DE DISTRIBUCIÓN

Es el conjunto de tuberías diseñadas para conducir el caudal instantáneo o de hora máximo, éstas salen del tanque de distribución formando una red de ramales abiertos. La red de distribución se componen de:

- Instalación de tubería.
- Cajas de válvulas de paso para regular el caudal.
- Caja de válvula de compuerta.

4.12.1 INSTALACIÓN DE TUBERÍA

Estas en su mayoría son de PVC y están a una profundidad de 0.80 m. con excavación de zanjas de 0.50 m, de ancho y después de probada la tubería se tiene que rellenar con el material extraído. En casos de suelos duros se permiten profundidades de hasta 0.60 m, en suelos de piedra se revisten con mampostería de piedra. Para el caso donde el PVC no soporta altas presiones se utiliza HG así como en aquellos tramos que el diseño hidráulico lo indique.

4.12.2 CAJAS DE VÁLVULAS DE PASO PARA REGULAR EL CAUDAL

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de globo, que regula el caudal de entrada a un ramal, se hacen los muros de mampostería o concreto, con un espesor de 0.15 m. la tapadera es de concreto reforzado. La válvula de bronce, se adaptó para tubería y accesorios de PVC. Esta obra se coloca siempre que el diseño hidráulico lo indique.

4.12.3 CAJAS DE VÁLVULAS DE COMPUERTA

Esta estructura sirve para la protección de la válvula de control de caudales en un ramal. Se hacen de mampostería o concreto los muros con un espesor de 0.15 m, la tapadera de concreto reforzado, la válvula de bronce, se adaptó para tubería y accesorios de PVC. Esta obra se coloca siempre y cuando el diseño hidráulico lo indique.

4.12.4 BASES DE DISEÑO PARA LAS LÍNEAS Y RAMALES DE DISTRIBUCIÓN

-	Caudal de distribución	.....	variable según los ramales
-	Factor de hora máximo	.....	1.5
-	Caudal de distribución	.....	según demanda
-	Presión mínima	.....	10 mca

CAPÍTULO No. 5

EJECUCIÓN

Antes de la ejecución del proyecto es necesario realizar un informe de factibilidad, el cual es un resumen de lo actuado y realizado, el cual en general contiene los siguientes grandes rubros.

- Información general de la comunidad, acceso, topografía, clima, meses de lluvia, población, viviendas, organización de la comunidad, así como descripción de la forma en que actualmente se surten los vecinos de agua y disponen de aguas servidas.
- Debe hacerse un estudio de opciones para tomar la alternativa más favorable para ejecutar los estudios finales y la descripción del sistema que podría realizarse.
- Recomendación sobre su factibilidad técnica y socioeconómica.
- Costos estimados globales del diseño del sistema agua potable.
- Propiedad de la fuente y perspectiva de la posibilidad de uso.
- Limitaciones que pueden obstaculizar la ejecución del proyecto.
- Organización comunal para el proyecto de abastecimiento de agua.
- Recomendaciones de las acciones que precede efectuarse subsecuentemente.

5.1 ORGANIZACIÓN

La mayoría de los lugares poblados en el municipio de Nebaj, tienen un comité pro mejoramiento o comité de desarrollo, el cual tiene como función reunirse y plantear soluciones.

Para la ejecución del proyecto fue necesario que el comité se reuniera, luego se realizó una asamblea general, para comunicar el esquema de organización de la comunidad, determinando el grado de interés y participación de la población y para determinar los recursos que los vecinos estuvieran dispuestos a aportar.

Cuando se dió a conocer la opinión de los vecinos, se le hizo entrega al comité un cronograma de actividades o trabajo, previamente elaborado como una parte de los labores complementarios del diseño, el tiempo con que este fue elaborado en semanas. Indicando la conveniencia de ejecutar partes de la obra en semanas específicas, aprovechando las condiciones de la época de verano e invierno.

Uno de los requisitos para iniciar el proyecto fue que los vecinos entregarían al comité tablas de madera de 2 ½ varas y 3 párales de 3 varas, por vivienda, para la elaboración de las formaletas, que se utilizaron en cada obra y el compromiso de donar más madera si fuese necesario.

5.1.1

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

		TIEMPO EN SEMANAS								
ÍTEM	ACTIVIDADES	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Limpieza y chapeo	■								
2	Construcción de la captación		■	■	■					
3	Zanjo de la línea conducción					■				
4	Construcción del tanque dist.				■	■	■			
5	Zanjo red de distribución						■	■		
6	Construcción de cajas de vál.								■	
7	Colocación de tubería						■	■	■	
8	Relleno									■
9	Limpieza									■

Abreviaturas:

dist. = distribución

vál. = válvula

Las actividades fueron elaboradas en base a los diseños y se fueron ejecutando con respeto al cronograma antes presentado. Se sufrió un retraso debido a que los proveedores de Nebaj no tenían determinados materiales, siendo necesario hacer los pedidos a Santa Cruz del Quiché, para completar los requerimientos del proyecto.

Para hacer la solicitud de los materiales fue necesario llenar una requisición para materiales, suministros y servicios, conforme un reglamento del PRODERE.

5.2 RESPONSABILIDADES DEL COMITÉ

- El comité es el encargado de organizar a la comunidad.
- El comité se encarga de velar por el abastecimiento de los materiales solicitados.
- Conformar grupos de trabajo.
- Llevar el control de la bodega.
- Controlar las jornadas de trabajo.

5.2.1 GRUPOS DE TRABAJO

El comité cumpliendo con su responsabilidad conformaron los grupos de trabajo para la ejecución del proyecto, diariamente trabajaron como mínimo un grupo, de ser necesario para la construcción de la obra se utilizaría más de un grupo al día. Cada grupo se integró con siete hombres, haciendo un total de cinco grupos.

Al formarse los grupos no se integró a ninguna mujer, los hijos de las viudas mayores de 12 años trabajaron ejecutando labores acorde a su edad, o sea no llevar cargas demasiado pesadas, para evitar algún daño físico, las viudas que no tenían hijos mayores de 12 años colaboraron preparando los alimentos del albañil. Los grupos según su día de trabajo tendrán que acarrear

la tubería, hierro, cemento y accesorios desde el punto en que el camión de PRODERE deje los materiales (Xexuxcap), hasta la bodega de la comunidad, sin embargo, el transporte de los materiales es responsabilidad de toda la comunidad.

5.2.2 ALMACENAJE DE LOS MATERIALES

Los materiales se embodegaron en el Salón Comunal de la comunidad. Al hacer entrega de los materiales en Xexuxcap, el presidente del comité debe firmar los documentos donde se hace constar que el encargado de la bodega de PRODERE, en Nebaj hizo entrega de los materiales respectivos, solicitados previamente para la construcción del proyecto.

En el almacenaje se tuvo la precaución necesaria para evitar que los materiales sufran deterioro.

El cemento se llevo a la comunidad según la necesidad lo amerite, para evitar que la humedad lo endurezca; el hierro, la tubería y los accesorios se colocaron dentro del Salón Comunal.

El presidente del comité otorgó los materiales al albañil cuando éste los necesite, evitando de esta manera que cualquiera entre en bodega y haga mal uso de los mismos.

5.2.3 LIMPIA Y CHAPEO

La limpieza de la captación, el área donde se colocó el tanque de distribución y la tubería, consiste en eliminar la capa de terreno vegetal que es dañina para la obra, se removieron al mismo tiempo las piedras grandes que evitaban que el suelo esté a un nivel deseado según planos. El material extraído, se colocó en lugares donde no obstruya el funcionamiento de la construcción y el acceso de los trabajadores.

Resumiendo se puede decir que limpia y chapeo es la operación de remover cualquier clase de material inapropiado para la construcción de la obra, que esté dentro de los límites de construcción.

En el área del tanque de distribución fue necesario construir un pequeño terraplén, que es una estructura que se construye de materiales que se encuentran en el área, se hizo en capas sucesivas hasta que alcance la elevación deseada según planos, Se limpió una cantidad de 300 m², actividad que tuvo una duración de una semana, incluyendo la construcción del terraplén, se emplearon 2 grupos de trabajo, los cuales trabajaron simultáneamente.

5.2.4 ZANJEO

Las zanjas para la instalación de la tubería tiene una profundidad de 0.80 m y 0.40 de ancho. Las excavaciones se clasifican en tres tipos de acuerdo al tipo de suelo y son: duro, intermedio y suave.

Para los materiales duros se consideraran las rocas, siendo necesario utilizar barretas para la excavación. Dentro de los materiales suaves e intermedios sólo se requiere el empleo de piochas y palas para su excavación.

Para el zanjeo de la línea de conducción fue necesario utilizar dos semanas y media, ya que en esta área existe demasiada roca, sin embargo, la profundidad de la zanja es 0.60 m.

Para el zanjeo de la red de distribución fué necesario utilizar tres semanas debido a que el tramo es más largo, también contiene rocas en algunos tramos, las herramientas a utilizar son: palas, piochas y azadones.

5.2.5 COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA

La colocación de la tubería en el lecho de la zanja se principió en el área de la captación con la campana en dirección del tanque de distribución. Cuando se usen tubos de campana, se deben abrir unas pequeñas ranuras para permitir que descansa la campana y el cuerpo del tubo se asiente bien. Los tubos se deben colocar de tal manera que se asienten bien en el fondo de la zanja y se vean uniforme.

5.2.5 JUNTAS

Para las juntas de una tubería de PVC se deben de tomar en cuenta algunos aspectos importantes ya que de lo contrario la tubería mostrará fugas, se procede de la siguiente manera:

- Limpiar la campana y el extremo del otro tubo.
- Lijar alrededor de la campana por dentro y el extremo del otro tubo por fuera.
- Aplicar el solvente dentro de la campana y el extremo del otro tubo.
- Introducir el tubo dentro de la campana con presión.
- Limpiar el solvente que fluye del ensamble.
- Mantener la presión y dejar secar.

5.2.7 RELLENO DE LAS ZANJAS

Después que la tubería fue debidamente colocada, la zanja se rellenó con el material extraído, el cual debe estar exento de material inapropiado (capa vegetal) y no contener piedras demasiado grandes que afecten la tubería.

El relleno se colocó en capas sucesivas, las que se compactaron debidamente.

Después de rellenar todas las zanjas se procedió a limpiar el área, después se hizo un recuento del material sobrante, el que se llevo a bodega, parte del material sobrante se donó a la comunidad y el resto fue transportado a la bodega de PRODERE en Nebaj.

CAPÍTULO No. 6

6.1 PRESUPUESTO Y FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

COSTO TOTAL
 PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POR GRAVEDAD
 COMUNIDAD DE XEXOCOM, SANTA MARÍA NEBAJ
 DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ

**APORTE PRODERE NACIONES UNIDAS
 ÁREA IXIL**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PREC. UNIT.	TOTAL
1	Adap. macho PVC ½"	120	U	Q 0.90	Q 108.00
2	Adap. macho PVC 1"	4	U	Q 8.80	Q 35.20
3	Adap. macho PVC 2"	2	U	Q 6.42	Q 12.84
4	Alambre de amarre	35	Lib.	Q 2.50	Q 87.50
5	Vástago completo de ½"	30	U	Q 48.00	Q 1,440.00
6	Cal viva	10	Sacos	Q 13.00	Q 130.00
7	Candado de 60 mm.	5	Lib.	Q 21.35	Q 106.75
8	Cemento gris	195	Lib.	Q 33.00	Q 6,435.00
9	Clavos de 5"	9	Lib.	Q 3.50	Q 31.50
10	Clavos de 3"	18	U	Q 3.50	Q 63.00
11	Clavos de 2"	10	U	Q 3.50	Q 35.00
12	Codos de PVC de ½" x 90°	48	U	Q 1.00	Q 48.00
13	Codos de PVC de ¾" x 90°	3	U	Q 2.07	Q 6.21
14	Codos de PVC de 1" x 90°	1	U	Q 9.00	Q 9.00
15	Codos de PVC de 2" x 90°	3	U	Q 11.18	Q 35.54
16	Codos de PVC de 3" x 90°	12	U	Q 14.50	Q 174.00
17	Cubetas	10	U	Q 7.00	Q 70.00
18	Hierro de ¼"	1	qqq	Q 106.00	Q 106.00
19	Hierro de ⅜"	9	qqq	Q 120.00	Q 1,080.00
20	Hierro de ¾"	4	qqq	Q 112.00	Q 448.00
21	Llave de compuerta de 2"	1	U	Q 48.00	Q 48.00
22	Llave de compuerta de 1"	2	U	Q 44.00	Q 88.00
23	Llave de corona de ½"	30	U	Q 17.00	Q 510.00
24	Minio	1/4	Galón	Q 19.95	Q 19.95
25	Lija	7	Pliego	Q 2.00	Q 14.00
26	Reductor de ¾" x ½"	22	U	Q 1.75	Q 38.50
27	Reductor de 1" x ½"	5	U	Q 4.96	Q 24.80
28	Reductor de 1" x ¾"	11	U	Q 2.92	Q 32.12

TOTAL PARCIAL

Q 11,234.10

**RESUMEN DEL PRESUPUESTO
INTRODUCCIÓN DE AGUA POR GRAVEDAD
COMUNIDAD DE XEXOCOM, SANTA MARÍA NEBAJ
DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ**

Suma de costos parciales	Q 50,568.00
Imprevistos 15%	Q 3,291.45
Administración y Supervisión 7%	Q 1,696.41
Costos indirectos (20% del total de costos parciales)	Q 10,113.60

COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q 65,669.46
---------------------------------	--------------------

6.1 ENTE FINANCIERO

PRODERE es el ente financiero que apoyó el proyecto de Xexocom, el cual surge a consecuencia de los conflictos armados durante la década de los años 80, en el Salvador, Guatemala y Nicaragua, lugares donde dos millones de personas debieron abandonar sus hogares.

En agosto de 1,987, los presidentes centroamericanos reunidos en Guatemala elaboraron el Plan de PAZ, Esquipulas II. En él, los gobiernos que enfrentaban insurrecciones armadas acordaron entablar negociaciones políticas con sus respectivos grupos opositores; asistir material y jurídicamente a las poblaciones afectadas por la violencia y solicitar la cooperación internacional para enfrentar la difícil situación económica.

En mayo de 1,989, en la conferencia internacional para los refugiados centroamericanos (CIREFCA), el gobierno de Italia confirmó su apoyo al Programa de Desarrollo para Desplazados y Refugiados (PRODERE) concediéndole 115 millones de dólares.

El Programa de Desarrollo para Desplazados, Refugiados y Repatriados en centroamérica (PRODERE) es financiado por el gobierno de Italia y ejecutado por Naciones Unidas.

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO DE INTRODUCCIÓN DE AGUA POR GRAVEDAD A LA COMUNIDAD DE XEXOCOM, SANTA MARÍA NEBAJ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ.

El proyecto fue financiado de la siguiente manera:

APORTE DE PRODERE	Q 37,044.40
APORTE DE LA COMUNIDAD	Q 28,625.00

CAPÍTULO No. 7 ADMINISTRACIÓN

7.1 ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD DE LA COMUNIDAD DE XEXOCOM, SANTA MARÍA NEBAJ, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ

Para dar mantenimiento a un proyecto es necesario contar con recursos financieros y este es uno de los problemas más frecuentes por el cual no se da un mantenimiento apropiado a los sistemas de agua potable. En el área rural la mayoría de la población es de escasos recursos y esta situación precaria genera una incorrecta operación de los sistemas de agua. Por lo general existe una persona encargada exclusivamente del buen funcionamiento del sistema, a quien hay que pagarle, de manera que necesario cobrar una tarifa adecuada para obtener los recursos necesarios para solventar los pagos de los materiales y el personal.

Para cobrar tarifas el comité debe ser oficial, debe cumplir con el Reglamento para la Administración, Operación y Mantenimiento de los Sistemas Rurales de Agua Potable, establecido en el acuerdo gubernativo 293-82.

El comité oficial de agua potable, debe administrar el sistema de agua potable, mantener en funcionamiento el sistema, recaudar y manejar fondos, comprar repuestos y tubería y pagos de personal. A estas actividades llamaremos *administración, operación y mantenimiento de un sistema de agua potable*.

Para una mejor idea de lo tratado en este documento es necesario definir los conceptos básicos de algunos términos:

7.7.1 ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA

La administración del sistema de agua de la comunidad de Xexocom será realizado por el comité de la comunidad, el cual está integrado de la siguiente manera:

- **PRESIDENTE:** esta persona es la encargada de llamar a reuniones el que integran el comité a la población en general, dirige la reunión y organiza a su comunidad en todas las actividades.
- **SECRETARIO:** es la persona encargada de levantar actas o tomar nota en situaciones de importancia para su comunidad, es el encargado de responder la correspondencia y llevar el control de los jornales de trabajo cuando sea necesario.

- **TESORERO:** la persona que se encarga de cobrar a los usuarios la tarifa estipulada para el sistema de agua, extender los recibos de pago, él se encarga de pagar los trabajos del fontanero o cualquier otra persona que repare los daños del sistema de agua, lleva el control de ingresos y gastos, esta persona tiene el derecho de percibir el (10%) de lo recaudado.
- **VOCALES:** son las personas que sustituyen temporalmente a los miembros de su comité cuando éstos por algún motivo se encuentran ausentes y están en todo el derecho de ayudar en cualquier actividad aportando ideas.

7.1.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA

Es el conjunto de acciones externas que se ejecutan en las estructuras o equipos para conseguir el buen funcionamiento del sistema. El sistema de agua de Xexocom tiene las siguientes partes:

- Área de captación (caja de captación).
- Línea de conducción.
- Tanque de distribución.
- Línea de distribución.
- Red domiciliar.

Para la operación del sistema se requerirán los servicios de las personas a las cuales se les adiestró para los trabajos de fontanería, los que se encargarán de velar por el buen funcionamiento del sistema, estas personas recibirán un salario mensual o por jornales, dependiendo de la magnitud del trabajo que se requiera.

7.1.3 MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Mantenimiento de un sistema es el conjunto de acciones internas que se ejecutan en las estructuras o equipos, para prevenir daños o para reparación de los mismos, cuando éstos ya se hubiesen producido, a fin de conseguir el buen funcionamiento del sistema. El mantenimiento está a cargo del fontanero. El mantenimiento de un sistema puede estar dividido en; mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

Mantenimiento Preventivo: es el conjunto de acciones que se planifican y se ejecutan antes de que se produzcan los daños y son precisamente para evitarlos. Este debe hacerse periódicamente.

Mantenimiento Correctivo: consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las estructuras o equipos. Como los daños pueden ser de naturaleza variada y sobre todo como se producen en el momento menos esperado y sin que jamás se tenga noticia previa de ellos, este tipo de mantenimiento no puede programarse, la única política razonable es la de disponer siempre de todas las facilidades necesarias tanto de personal especializado, como de materiales y el equipos de reparación y transporte.

El mantenimiento preventivo y correctivo estará a cargo de fontanero, quien será el encargado de realizar todos los trabajos que el sistema demande. Todos los gastos necesarios en la reparación del sistema o incurridos en la prevención de daños serán sufragados con el dinero recaudado por medio del cobro de la tarifa mensual.

7.2 CÓMO REALIZAR EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

7.2.1 EN LA CAPTACIÓN

Cada año deberá de inspeccionar el área de la captación y los alrededores del nacimiento con el fin de:

- Inspeccionar que no existan en el área de la captación focos de contaminación; como lo pueden ser aguas negras, basura, desperdicios, animales y otros.
- Verificar que no exista deforestación; evitando los incendios cercanos al nacimiento y evitar la tala de árboles.

Mensualmente el fontanero deberá hacer lo siguiente:

- Limpiar la contracuneta de protección, de lo contrario se sedimentará de materiales arrastrados por la lluvia o el viento.
- Limpiar alrededor de la fuente.

Cada tres meses el fontanero a cargo del mantenimiento debe verificar:

- Que el cerco de protección se encuentre en buen estado.

EN EL SELLO SANITARIO:

- Cada mes se debe inspeccionar que no hallan filtraciones en el sello, evitando de esta manera que se infiltren agentes contaminantes.

EN LA CAJA DE CAPTACIÓN:

Cada seis meses se debe tener el cuidado de:

- Revisar en las estructuras, que no existan filtraciones, grietas o alguna rotura, que provoque un descenso del nivel del agua.
- Observar que no existan derrumbes sobre el sello o los muros que le proporcionen sobre carga y provoque grietas en ellos.
- Evitar que el agua se estanque y se produzcan erosiones en el terreno.

7.2.2 EN EL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Cada tres meses el fontanero debe realizar lo siguiente:

- Revisar que las estructuras y válvulas no tengan fugas.
- La limpieza del tanque de distribución es importante ya que en el se almacena el agua de consumo; se deben realizar los siguientes pasos para lavar el tanque de distribución:
 - Cerrar la válvula del hipoclorador.
 - Cerrar la válvula de entrada.
 - Cerrar válvulas de salida.
 - Quitar el rebalse para que desagüe el tanque.
 - Lavar el piso y las paredes del tanque con un cepillo de raíz o plástico.
 - Aplicar suficiente agua a pisos y paredes después de pasar el cepillo.
 - Colocar el rebalse.
 - Desinfectar el tanque.
 - Abrir la válvula de entrada.
 - Abrir la válvula del hipoclorador.
 - Abrir válvulas de salida.

7.2.3 EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

Mensualmente el fontanero de turno tiene que:

- Revisar recorriendo completamente las líneas para verificar:
 - Que no exista mucha vegetación, basura, piedras, etc. en el caminamiento.
 - Que no existan roturas que se noten por medio de las fugas.
- Verificar la correcta operación de:
 - Las cajas de válvulas, observando que no presenten grietas.
 - Las válvulas, que no tengan fuga.

CAJAS DE VÁLVULAS:

Trimestralmente se debe realizar lo siguiente:

- Revisar que las paredes de las cajas no estén fisuradas.
- Revisar que las tapaderas no se encuentren rotas.
- Revisar que los aldabones para los candados no estén corroídos.
- Revisar que los candados estén en su lugar y en buen estado.
- Revisar que no exista agua empozada en la caja de válvula.

7.2.4 EN LOS ACCESORIOS

VÁLVULA DE COMPUERTA:

Cada tres meses se deben hacer las siguientes inspecciones:

- Revisar si hay averías, tales como roturas, fugas o faltan piezas.
- Verificar su funcionamiento, cerrándola y abriéndola lentamente.

VÁLVULA DE CHORRO

Esta válvula debe funcionar sin goteo, ya por ello significa un desperdicio de agua.

7.3 MANTENIMIENTO DEL HIPOCLORADOR

Semanalmente se debe realizar lo siguiente:

- Se debe preparar la solución de hipoclorito de calcio de la siguiente manera:
 - Llenar una cubeta con agua.
 - Poner dentro de la cubeta la dosis de hipoclorito de calcio.
 - Mezclar el hipoclorito y el agua con una paleta de madera.
- Lavar el depósito del hipoclorador de la siguiente manera:
 - Cerrar la válvula de salida al tanque.
 - Abrir el drenaje del hipoclorador.
 - Lavar con suficiente agua el interior del hipoclorador con un cepillo de raíz o plástico.
 - Dejar correr el agua por el drenaje.
 - Cerrar la válvula de drenaje.

CONCLUSIONES

GENERALES:

- En vista de la pobreza y la falta de oportunidades, que enfrenta el área rural, en todos sus ámbitos, se hace necesario que las personas organizadas en un comité, proyecten sus inquietudes a los Consejos Municipales y solicitar ayuda a las diversas organizaciones nacionales e internacionales.
- Con la construcción de un sistema de agua por gravedad en una comunidad, se pretende llevar salud a sus habitantes mejorando el nivel de vida de la familia.
- Un sistema de agua por pequeño sea tendrá que ser autosostenible, las comunidades que sean beneficiadas con estos tipos de proyecto debe aprender a ser independientes en todo momento de las instituciones que la estén beneficiando.
- Los integrantes de los comités deben ser asesorados adecuadamente para que ellos puedan desempeñar en forma más eficiente sus cargos.

ESPECIFICAS:

- Para este trabajo de tesis fue necesario seguir un procedimiento lógico, de manera tal que el sistema sea funcional a pesar de muchas limitantes que se afrontan y dar un beneficio a la comunidad para mantener las presiones necesarias, se diseñó un tanque de distribución con un dispositivo de desagüe y rebalse juntos, de esta manera se evita la utilización de válvulas, que al dañarse, tengan un elevado costo y la comunidad no pueda adquirirla.
- Este trabajo de tesis permitió desarrollar un sistema de abastecimiento de agua potable, que se ajusta a las necesidades de la comunidad utilizando normas de diseño empleadas en abastecimientos de agua para zonas rurales.
- El sistema trabajará por medio de la fuerza de la gravedad, lo que permitirá que los costos de operación y mantenimiento sean bajos y así la comunidad pueda darle e mantenimiento adecuado a su sistema.

RECOMENDACIONES:

A LA INSTITUCIÓN:

- Cuando se construye un sistema de abastecimiento de agua potable en una comunidad, deben darse charlas educativas sobre la administración del sistema.
- Se recomienda a el PRODERE enviar con la mayor prontitud posible promotores para capacitar a la población, en lo referente a la desinfección del agua.
- Monitorear el proceso de DESINFECCIÓN por lo menos dos veces al año.

A LA COMUNIDAD:

- Con frecuencia hacer inspecciones a las obras y tuberías. Mantener limpio los alrededores de las cajas de válvulas, las losas del tanque de captación y la losa del tanque de almacenamiento, así como evitar las fuentes de contaminación.
- Dar un mantenimiento especial a la captación, limpiándola y evitando que crezca maleza o plantas a su alrededor y evitar la deforestación.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACUERDO GUBERNATIVO NUMERO 293 - 82. El presidente de la República; Palacio Nacional, Guatemala, 30 de septiembre de 1,982.
2. ¿COMO VENCER AL CÓLERA? Manual de Normas y Medidas Prácticas, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; Comité de Cooperación Interagencial, Guatemala, América Central, junio de 1,991.
3. DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ, Un breve diagnostico, Tomo 4, FUNCEDE, Guatemala diciembre de 1,993.
4. DIAGNOSTICO CON BASE DOCUMENTAL IXIL E IXCAN, DEPARTAMENTO DE EL QUICHÉ, Guatemala diciembre de 1,994.
5. EL ESTADO MUNDIAL DE LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, Colección FAO; Organización de las Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación, Roma 1,993.
6. ENCUESTA A LAS COMUNIDADES DE POBLACIÓN DESPLAZADA Y REPATRIADA, Triángulo ixil; Equipamiento Comunal, Servicio y Actividades Económicas, Comisión Nacional Para la Atención de Repatriados, Refugiados y Desplazados; Guatemala Centro América, abril, 1,993.
7. ENCUESTA SOCIODEMOGRÁFICA DE POBLACIÓN DESPLAZADA Y REPATRIADA, Triángulo Ixil volumen I; vivienda, Características Generales y Actividad Económica de la Población; Comisión Nacional para la atención de Repatriados, Refugiados y Desplazados. Guatemala, Centro América, abril de 1,993.
8. ENCUESTA SOCIODEMOGRÁFICA DE POBLACIÓN DESPLAZADA Y REPATRIADA, Triángulo Ixil, volumen II; Fecundidad, Mortalidad y Planificación Familiar, Comisión Nacional para la Atención de Repatriados, Refugiados y Desplazados. Guatemala, Centro América Mayo de 1,993.
9. ESPECIFICACIONES SOBRE OBRAS TÍPICAS PARA PROYECTOS DE AGUA POTABLE RURAL EN SISTEMAS POR GRAVEDAD, Asistencia Técnica de UNICEF a FIS, Guatemala.
10. IV ETAPA UNEPAR BID, Préstamo No. 719/SF-GU; Contenido Y Criterios para determinar Las Comunidades Elegibles, II Criterio de Selección de los proyectos, III Principales Parámetros y Criterios de Diseño. Guatemala octubre de 1,994.
11. GUÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PERFILES DE PROYECTO DE INFRAESTRUCTURA COMUNITARIA No. 21, FUNCEDE.
12. MANUAL ADMINISTRACIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO, CARE, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, UNEPAR.
13. MANUAL CENTROAMERICANO DE MANTENIMIENTO DE CARRETERAS ALCANTARILLAS Y FUENTES, SIECA, julio de 1,974.

14. NORMAS DE DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES, UNEPAR, Guatemala 1,991.
15. PLANOS DE OBRA DE ARTE TÍPICAS DISEÑO FIS, Anexo 8; Evaluación de Costos, Acueductos por Gravedad.
16. PRODERE INFO, Número Especial CIREFCA, Naciones Unidas.
17. PROGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE ÁREA RURAL; Desinfección de Agua en Acueductos Rurales, Manual del Hipoclorador tipo W, UNEPAR, Guatemala, Centro América.
18. TRIÁNGULO IXIL QUICHÉ, Un Breve diagnóstico, Tomo 2, FUNCEDE, Guatemala, diciembre de 1,993.

A N E X O S

TABLAS

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

PARTES DEL SISTEMA	ACCIÓN	FRECUENCIA
CAPTACIÓN	- Área de captación	Inspección General. Anual Verificar reforestación. Anual Inspeccionar si hay contaminación. Anual
	- Captación Manantial	Limpiar el área. Anual Limpiar contracuneta. Mensual Revisar el cerco de protección. Trimestral Revisar las estructuras. Semestral Verificar si hay derrumbes. Semestral Revisar si hay fugas. Semestral
	- Sello Sanitario	Revisar que no tenga infiltraciones. Trimestral
	- Válvula de Control	Verificar que no tenga fugas. Trimestral
	CAJA DE VÁLVULAS	Revisar las estructuras. Trimestral
		Revisar los aldabones y candados. Trimestral
	TANQUE DE DIST.	Limpiar alrededor del tanque. Trimestral
		Lavar el tanque de distribución. Trimestral
		Revisar las estructuras. Trimestral
		Revisar las válvulas. Trimestral
Revisar las cajas de válvulas. Trimestral		
Revisar los candados. Trimestral		
LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	Revisar la ventilación. Trimestral	
	Revisar el caminamiento de línea. Mensual	
	Verificar si existen fugas. Mensual	
CONEXIÓN DOMICILIAR	Verificar operación del sistema. Mensual	
	Verificar operación adecuada. Mensual	
	Revisar válvulas de paso. Mensual	
HIPOCLORADOR	Revisar las válvulas del chorro. Mensual	
	Verificar buena operación. Mensual	
	Revisar las estructuras. Trimestral	
	Revisar las válvulas. Trimestral	
	Dosificar hipoclorito. Semanal	

CALCULO HIDRAULICO

ESTACION SALIDA	ESTACION LLEGADA	COTAS		LONGITUD (m)	CAUDAL (Q)	DIAMETRO (pulg)	TUBERIA		PERDIDA (m)	VELOCIDAD (m/s)	PIEZOMETRICA	
		SALIDA	LLEGADA				CLASE	PSI			SALIDA	LLEGADA
LINEA DE CONDUCCION												
E-0	E-5	200.000	193.396	184	0.625	2	PVC	160	0.50	0.31	199.5	190.00
DISTRIBUCION RAMAL 1												
E-5	E-7	193.396	183.241	165	0.49	1	PVC	160	0.62	0.62	192.9	184.61
E-7	E-10	189.324	163.826	74	0.14	0.75	PVC	250	0.32	0.32	184.61	183.19
E-7	E-8	189.324	158.887	48	0.25	0.75	PVC	250	0.88	0.88	184.61	181.95
DISTRIBUCION RAMAL 2												
E-5	E-11	199.396	167.991	94	0.55	1	PVC	160	5.87	0.7	192.91	187.03
E-11	E-15	187.991	165.991	28	0.17	0.5	PVC	315	6.09	1.34	187.03	180.94
E-11	E-12	187.991	152.748	57	0.38	0.75	PVC	250	8.25	0.75	187.03	178.78
E-12	E-13	152.748	147.667	20	0.14	0.5	PVC	15	2.55	1.11	178.78	176.23
E-13	E-14	147.667	135.473	41	0.07	0.5	PVC	315	1.65	0.55	176.23	174.58
E-13	E-19	147.667	134.648	90	0.07	0.5	PVC	315	3.53	0.55	176.23	172.7
E-12	E-17	152.748	130.956	119	0.14	0.5	PVC	315	17.01	1.11	178.78	161.77



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

CT. No 6422 EXAMEN BACTERIOLOGICO INF No A-125262

INTERESADO: FACULTAD DE INGENIERIA (E.P.S. Carol Thompson) PROYECTO: Control Calidad del Agua

MUESTRA RECOLECTADA POR: Mynor Esquivel DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA-USAC.

MUESTRA RECOLECTADA EN: XEXOCOM, Nacimiento FECHA Y HORA DE RECOLECCION: 22-3-95; 7:36

MUNICIPIO: Nebaj FECHA Y HORA DE LLEGADA A LAB: 23-3-95

DEPARTAMENTO: Quiche CONDICIONES DE TRANSPORTE: En refrigeración

SABOR: _____ SUSTANCIAS EN SUSPENSION: Lig. Cantidad

ASPECTO: Clara CLORO RESIDUAL: _____

OLOR: Inodora

NUMERACION TOTAL DE GERMESES

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	90	40	14

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	120	70	20
RESULTADO:	NUMERO DE BACTERIAS POR cm ³		780

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI-AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	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 GERMESES COLIFORMES/100 cm ³		93	93

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 NO es potable. Según norma COGUANOR NGO 29001.

03 de mayo de 1995.

A.T.deA/C.G.E. [Signature]
Vo. Bo. Ingeniero César García
Director del CII.

[Signature]
JEFE DE LABORATORIO

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



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

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC.

MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA

O.T. No. <u>006422</u>	EXAMEN QUIMICO SANITARIO	INF No. <u>17276</u>
MUESTRA DE: <u>Agua</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCION: <u>22-3-95; 7:36</u>	
RECOLECTADA POR: <u>Mynor Esquivel</u>	FECHA DE INICIO DEL EXAMEN: <u>22-3-95</u>	
LUGAR: <u>XEXOCOM</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		
<u>Nebaj - Quiché</u>		

RESULTADOS

1. ASPECTO <u>Claro</u>	4. OLOR <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA _____ °C (EN EL MOMENTO DE RECOLECCION)
2. COLOR <u>1.0 Unidades</u>	5. SABOR _____	8. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA <u>300.0</u> μ mhos/cm
3. TURBIEDAD <u>0.65 UTN</u>	6. P.H. <u>7.6</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
I. NITROGENO ORGANICO	0.022	6. CLORO RESIDUAL	---	12. DUREZA	144.0
2. AMONIACO NH ₃	0.010	7. CLORUROS Cl ⁻	6.0	13. SOLIDOS TOTALES	173.0
3. NITRITOS NO ₂ ⁻	0.0	8. FLUORUROS F ⁻	0.24	14. SOLIDOS VOLATILES	78.0
4. NITRATOS NO ₃ ⁻	2.2	9. SULFATOS	3.0	15. SOLIDOS FIJOS	95.0
5. OXIGENO DISUELTO	---	10. HIERRO TOTAL Fe	0.05	16. SOLIDOS EN SUSPENSION	2.0
		11. MANGANESO Mn	---		

ALCALINIDAD (CLASIFICACION)

HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
0.0	0.0	150.0	150.0

OTRAS DETERMINACIONES: _____

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

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

Guatemala, 03 de mayo de 1995.
 A.T. de A/C.G.E.

Vo. Bo. Ingeniero Cesar García
 Director del CII.

[Signature]
 JEFE DEL LABORATORIO

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

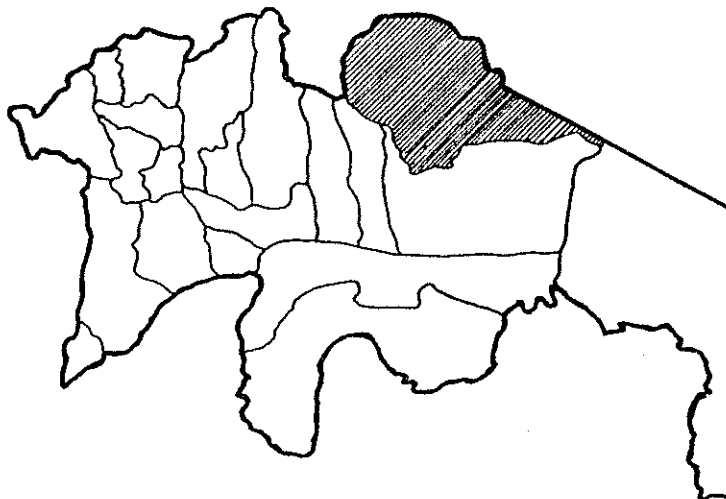
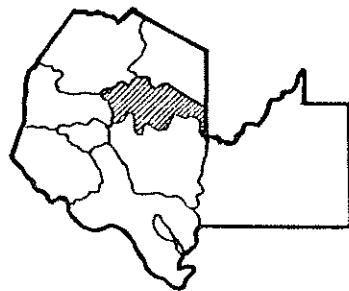


P R O G R A M A

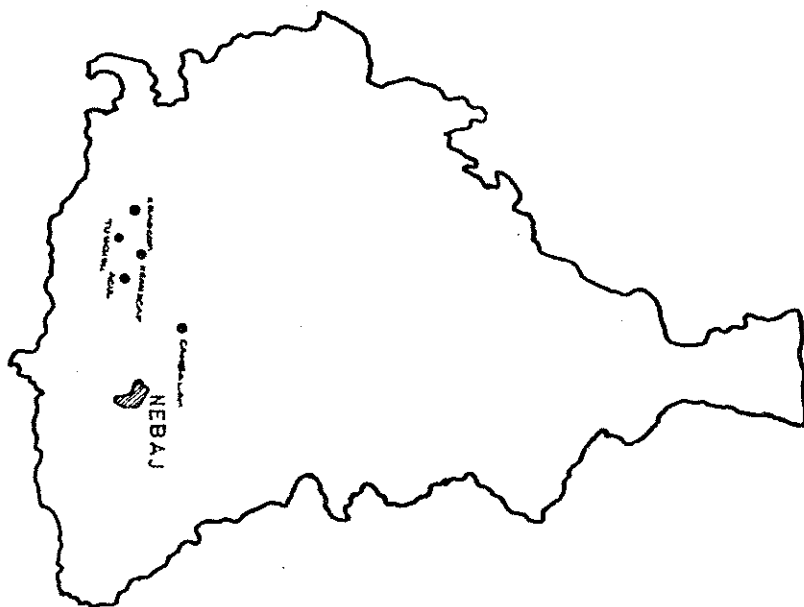
PROGRAMA PARA EL CÁLCULO HIDRÁULICO

```
10 PRINT TAB(10) "CALCULO HIDRAULICO"
20 INPUT "(1) TRAMO CON 1 TUBERIA (2) LONGITUD (3) POBLACION
FUTURA"; Z
30 IF Z=1 THEN 60
40 IF Z=2 THEN 150
50 IF Z=3 THEN 410
60 PRINT "TRAMO CON 1 TUBERIA"
70 CLEAR
80 INPUT "COTA DE SALIDA="; F, "CAUDAL="; Q, "LONGITUD="; L "
P, "%="; P, "C="; C
90 L1= 9P/100+1)*L: LH2 = (LH1/6): LH3=ROUND (LH2, -1): LH = LH3*6
100 INPUT "D="; D
110 K=17438111/(C^1.852*D^4.87): H=K*H*Q^1.852/1000: PRINT
"LONGITUD HORIZ.="; LH; "D="; D
120 V=1.973525*Q/D^2: PRINT "H="; ROUND (H, -3); "V="; ROUND (V, -3)
130 P1 = F - H: PRINT "COTA DE LLEGADA="; ROUND (P1, -3)
140 INPUT "OTRO DIAMETRO (S/N) "F$; IF F$="S" THEN 100 ELSE 20
150 PRINT "LONGITUD 2 TRAMOS"
160 CLEAR
170 INPUT "COTA DE SALIDA ="; A, "COTA DE LLEGADA="; B,
"LONGITUD="; L, "%="; P, "CAUDAL (Q)="; Q
180 M=L*(1+P/100): N=ROUND((M/6), -1): LH = N*6
190 HT = A - B: PRINT "ALTURA="; HT, "L.D.="; LH
200 INPUT "C="; C
210 K=HT*1000/(LH*Q^1.852): D=917438111/(C^1.852*K)^(1/4.87)
220 PRINT "DIAMETRO TEORICO ="; ROUND (D, -3); "PULG."
230 PRINT "ESCOJA DIAMETRO D1>D2": INPUT "D1="; D1, "D2="; D2
240 W1=17438111/(C^1.852*D1^4.87): E1=W1*LH/1000: J1=E1*Q^1.852
250 W2=17438111/(C^1.852*D2^4.87): E2=W2*LH/1000: J2=E2*Q^1.852
260 L2=(HT - J1)*LH/(J2 - J1): L1 = LH - L2
270 F2=L2/6: F1=L1/6
280 X2=ROUND (F2, -1): X1=ROUND(F1, -1)
290 A2=X2*6: A1=X1*6
300 PRINT "L="; ROUND (A1, -3), "L2="; ROUND (A2, -3)
310 R1=W1*A1/1000: H1=R1 Q^1.852
320 R2=W2*A2/1000: H2=R2 Q^1.852
330 PRINT "HF1="; ROUND (H1, -3), "HF2="; ROUND (H2, -3)
340 Z1=(Q/1000)/((P1*D1*0.0254)^2);
Z2=(Q/1000)/((P1*D2*0.0254)^2)/4)
350 PRINT "V="; Z1; "(M/S)", "V2="; Z2; "(M/S)"
360 P1=A - H1: P1 - H2
370 PRINT "PIEZOMETRICA 1="; ROUND (P1, -3) "PIEZOMETRICA 2=";
ROUND (P2, -3)
380 PRINT "HT = HF1+HF2": HT=ROUND(H1+H2, -3): PRINT"; HT; "=";
ROUND (H1, -5); "+"; ROUND (H2, -5)
390 INPUT "OTRO DIAMETRO (S/N)"; X: IF X=S THEN 220 ELSE 20
400 CLEAR
410 PRINT "POBLACION FUTURA"
420 INPUT "POB. ACT.="; P, "TASA CRECIMIENTO="; R, "PERIODO DISEÑO="; N
430 E=(P*(1+(R/100)^(N)))
440 PRINT "POBLACION FUTURA="; E
450 IF H$ = "S" THEN GOTO 420 ELSE 20
```

PLANOS



MAPA DE UBICACION



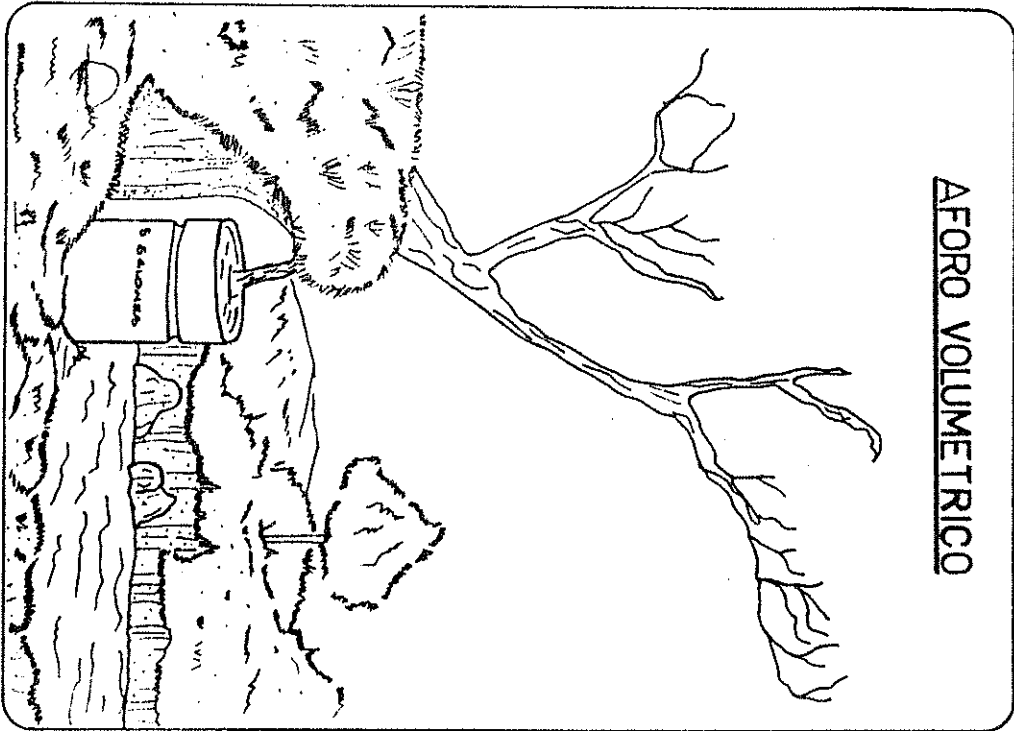
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

PROYECTO: ACUEDUCTO RURAL XEXOCOM
CONTENIDO: MAPA DE UBICACION

ESCALA INDICADA
FECHA: NOV. 95
ELABORANTE: C.M.T.L.

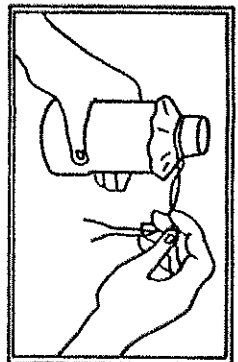
HOJA No 1 / 10

AFORO VOLUMETRICO



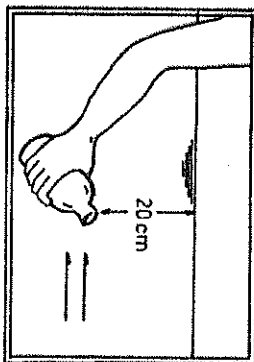
Abra el frasco esterilizado:

Desamarrar el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel de estraza y hale hacia adentro o destrúzque el tapón.



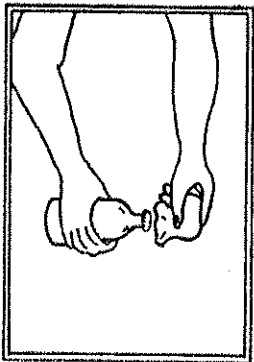
Llene el frasco:

Sostenga el frasco por la parte inferior y suméjalo hasta una profundidad de aproximadamente 20 cm con la boca ligeramente hacia arriba, si existe corriente la boca del frasco debe orientarse hacia la corriente.



Coloque el tapón al frasco:

Coloque el tapón en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel en su lugar mediante un cordón.

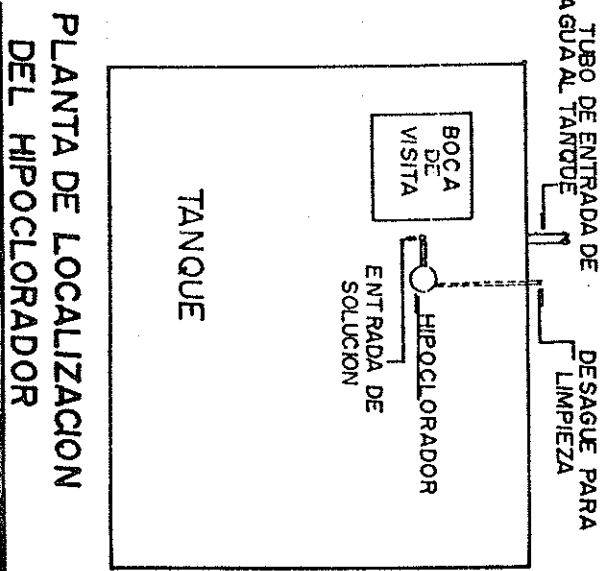
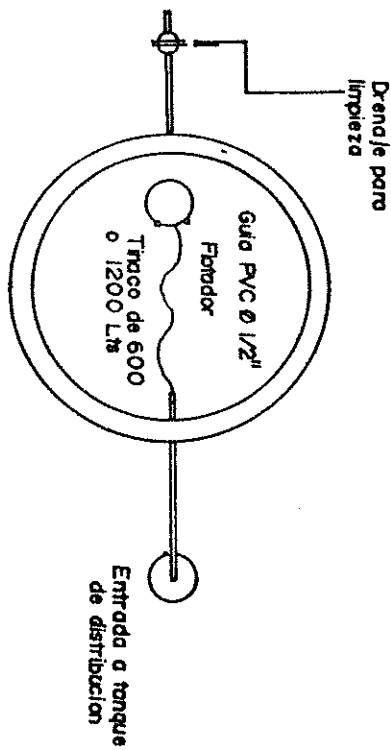


TOMA DE MUESTRAS TECNICA CLASICA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

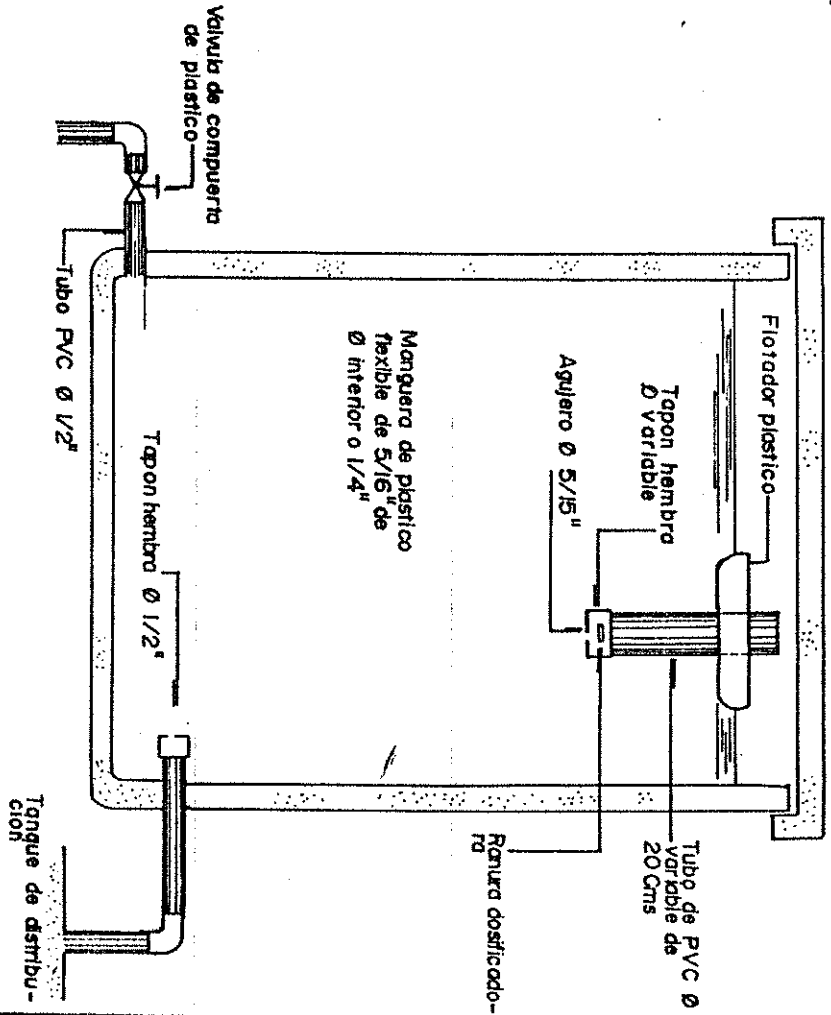
PROYECTO
ACUEDUCTO RURAL XEXOCOM
CONTENIDO
TOMA DE MUESTRAS

ESCALA INDICADA	HCUA No.
FECHA NOV. 95	2
DISEÑADORA C.M.T.L.	10



PLANTA DE LOCALIZACION DEL HIPOCLORADOR

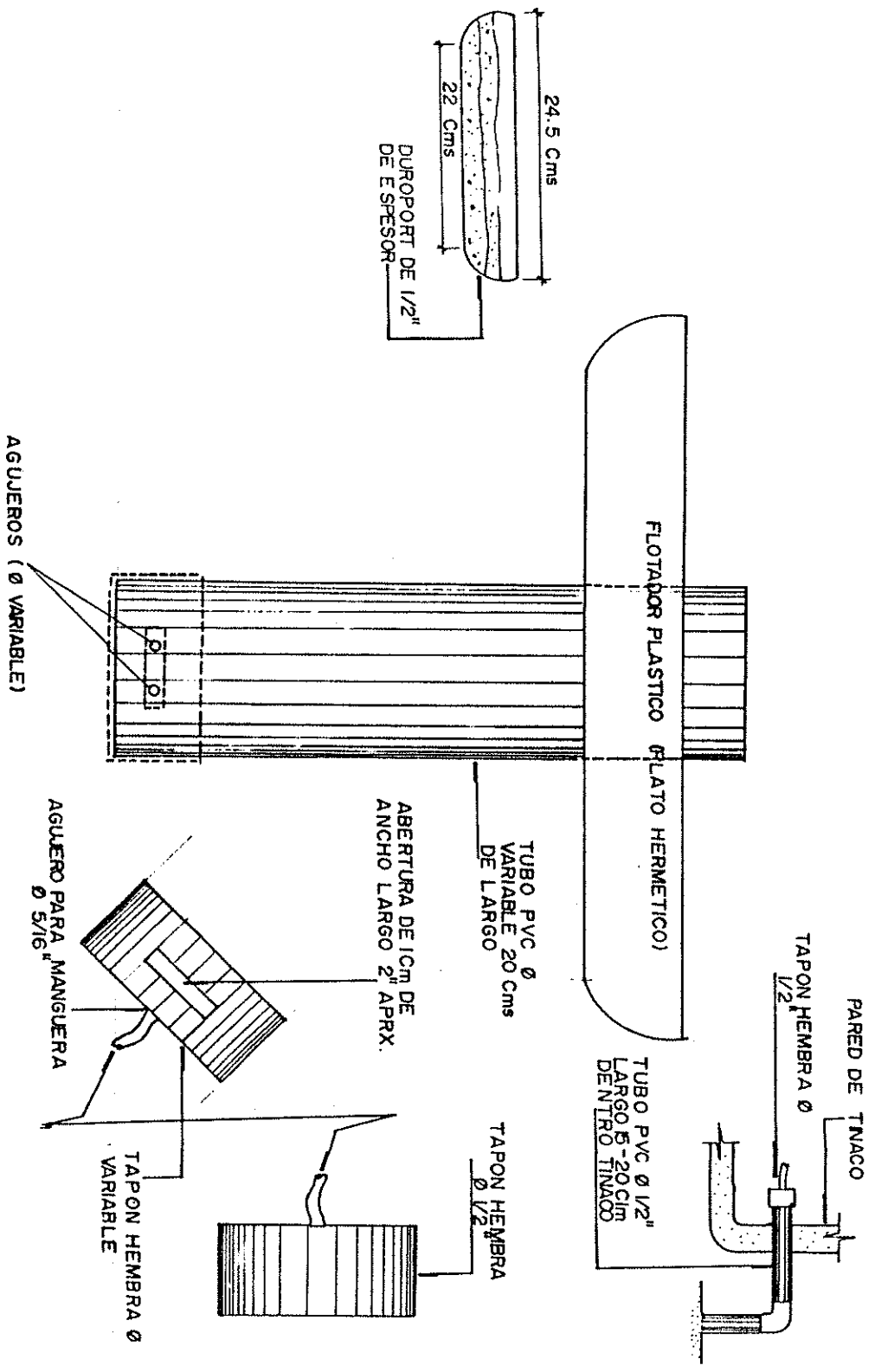
DOSIFICADOR PARA SOLUCION DE HIPOCLORITO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

PROYECTO: ACUEDUCTO RURAL XEXOCM
CONTENIDO: HIPOCLORADOR

ESCALA: INDICADA	HOJA No
FECHA: NOV. 95	3
DIBUJANTE: C.M.T.L.	10



DOSIFICADOR PARA SOLUCION DE HIPOCLORITO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

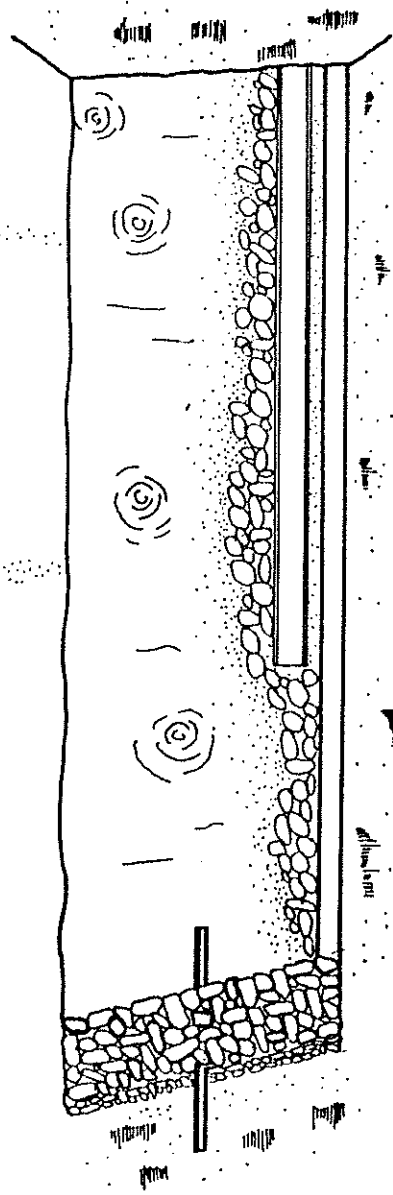
PROYECTO ACUEDUCTO RURAL XEXOCOM
 CONTENIDO DOSIFICADOR

ESCALA INDICADA	HOJA No
FECHA NOV. 95	4
DIBUJANTE C.M.T.L.	10

TANQUE DE CAPTACION

PLANTA

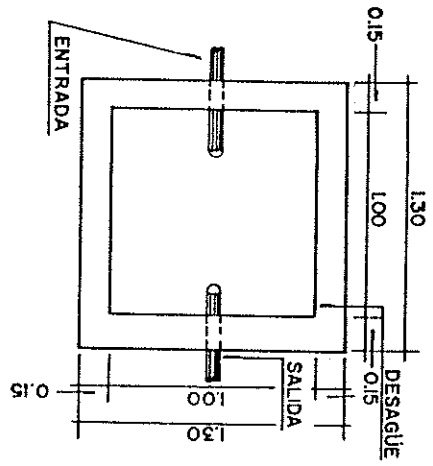
ESCALA 1:50



CAJA DE CAPTACION

PLANTA

ESCALA 1:25



OBSERVACION:

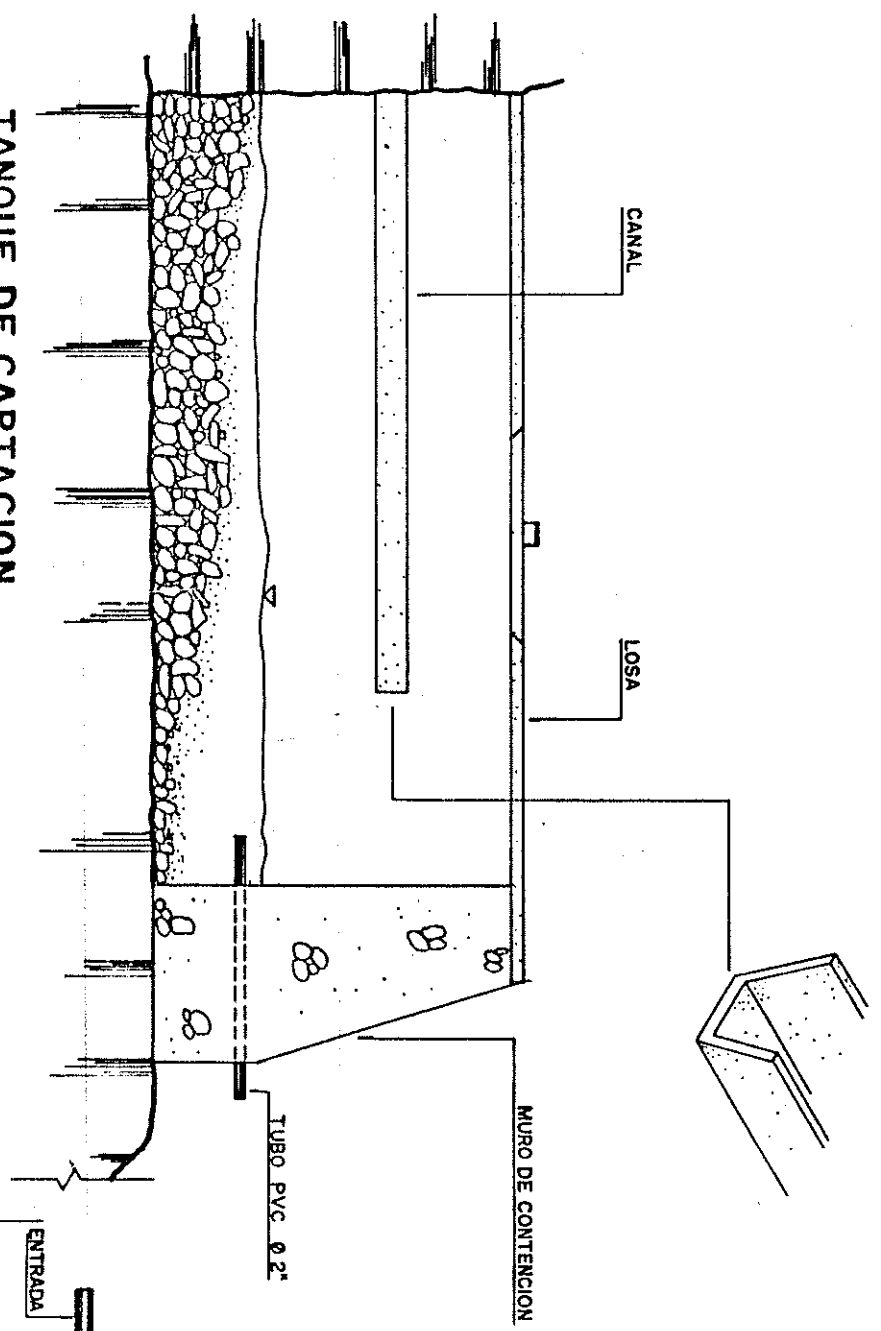
- La captación es de brotes difusos y mide: 8.90 x 2.70 metros.
- El tanque de captación es de 1ms
- La tubería de entrada, salida y desagüe es PVC de 2".

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

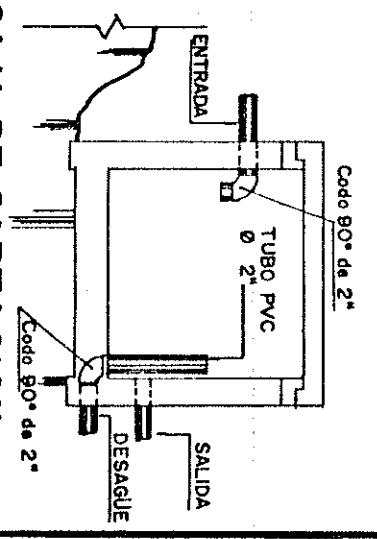
PROYECTO: ACUEDUCTO RURAL XEXOCOM
CONTENIDO: AREA DE CAPTACION

ESCALA INDICADA	HOJA No
FECHA NOV. 95	5
DISEÑADATE C.M.T.L.	10

TANQUE DE CAPTACION
PERFIL
ESCALA 1:50



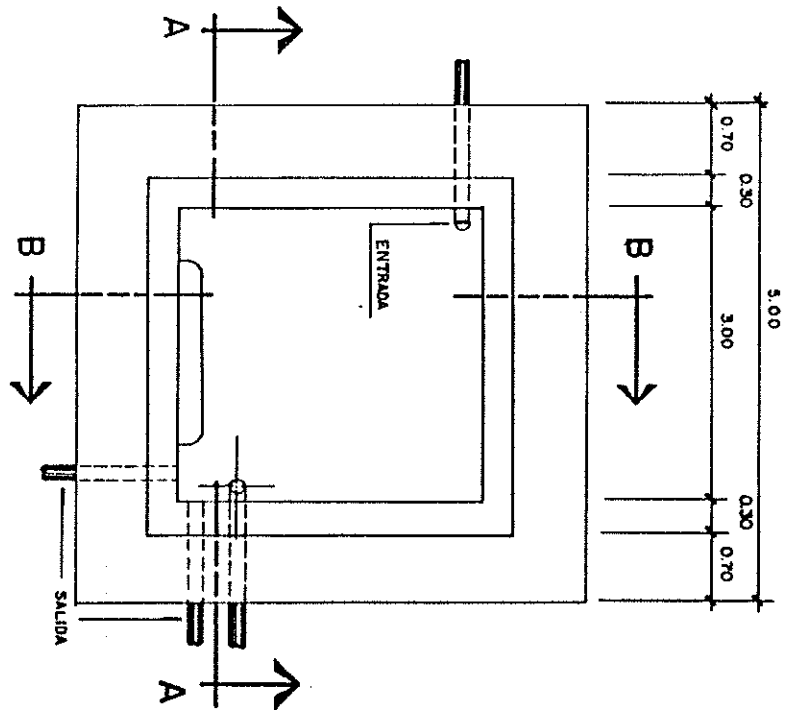
CAJA DE CAPTACION
PERFIL
ESCALA 1:25



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

PROYECTO: **ACUEDUCTO RURAL XEXOCOM**
CONTENIDO: **AREA DE CAPTACION**

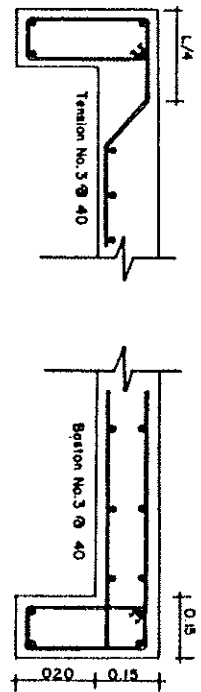
ESCALA INDICADA	HOJA No
FECHA NOV. 95	6
DIBUJANTE: C.M.T.L	10



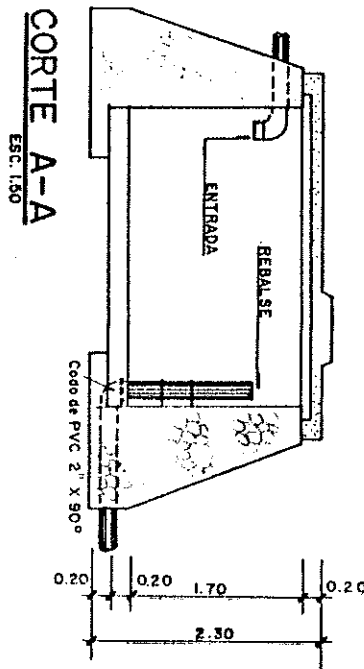
PLANTA

TANQUE DE DISTRIBUCION

ESC. 1:50

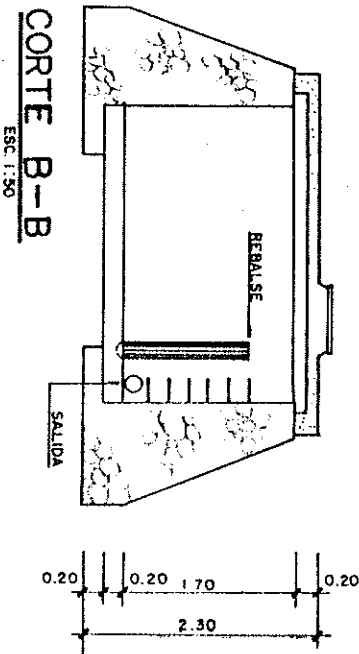


DETALLE DE LOSA
ESC. 1:125



CORTE A-A

ESC. 1:50



CORTE B-B

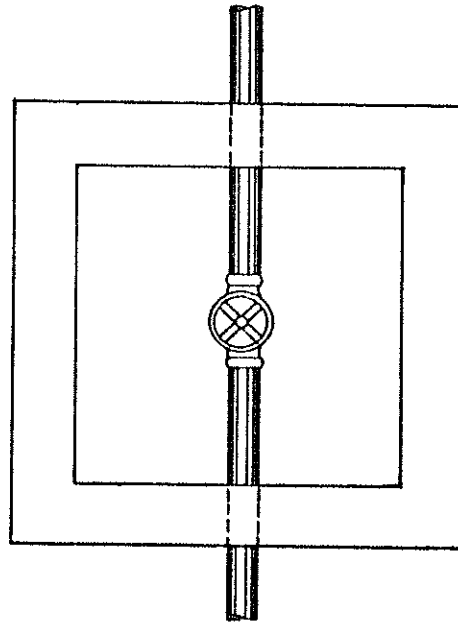
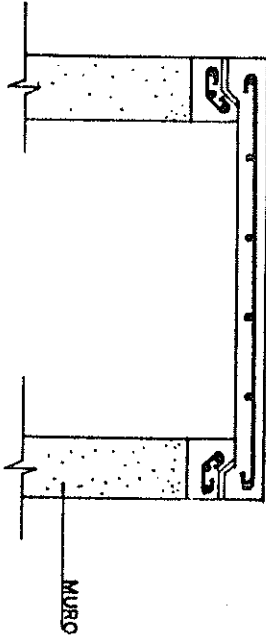
ESC. 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

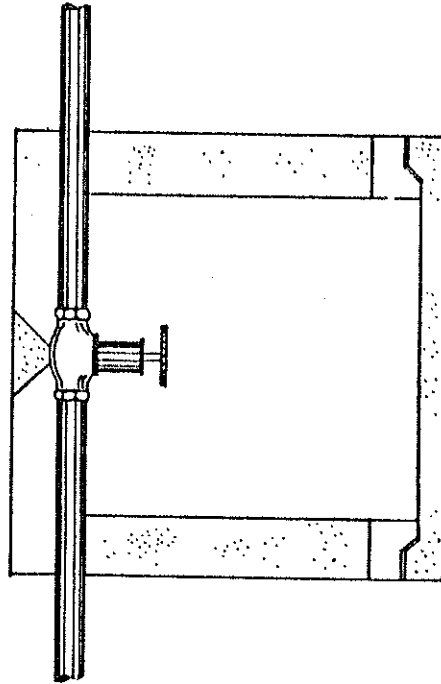
PROYECTO: **ACUEDUCTO RURAL XEXOCOM**
CONTEHIDO: **TANQUE DE DISTRIBUCION**

ESCALA INDICADA	H3JA No
FECHA NOV. 95	7
DIBUJANTE C.M.T.L.	10

DETALLE DE TAPADERA



CAJA PARA VALVULAS
PLANTA Y CORTE TRANSVERSAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS

PROYECTO: ACUEDUCTO RURAL XEXOCOM
CONTENIDO:

CAJA DE VALVULA

ESCALA
INDICADA









FECHA:
NOV. 95
DIBUJANTE:
C.M.T.L.

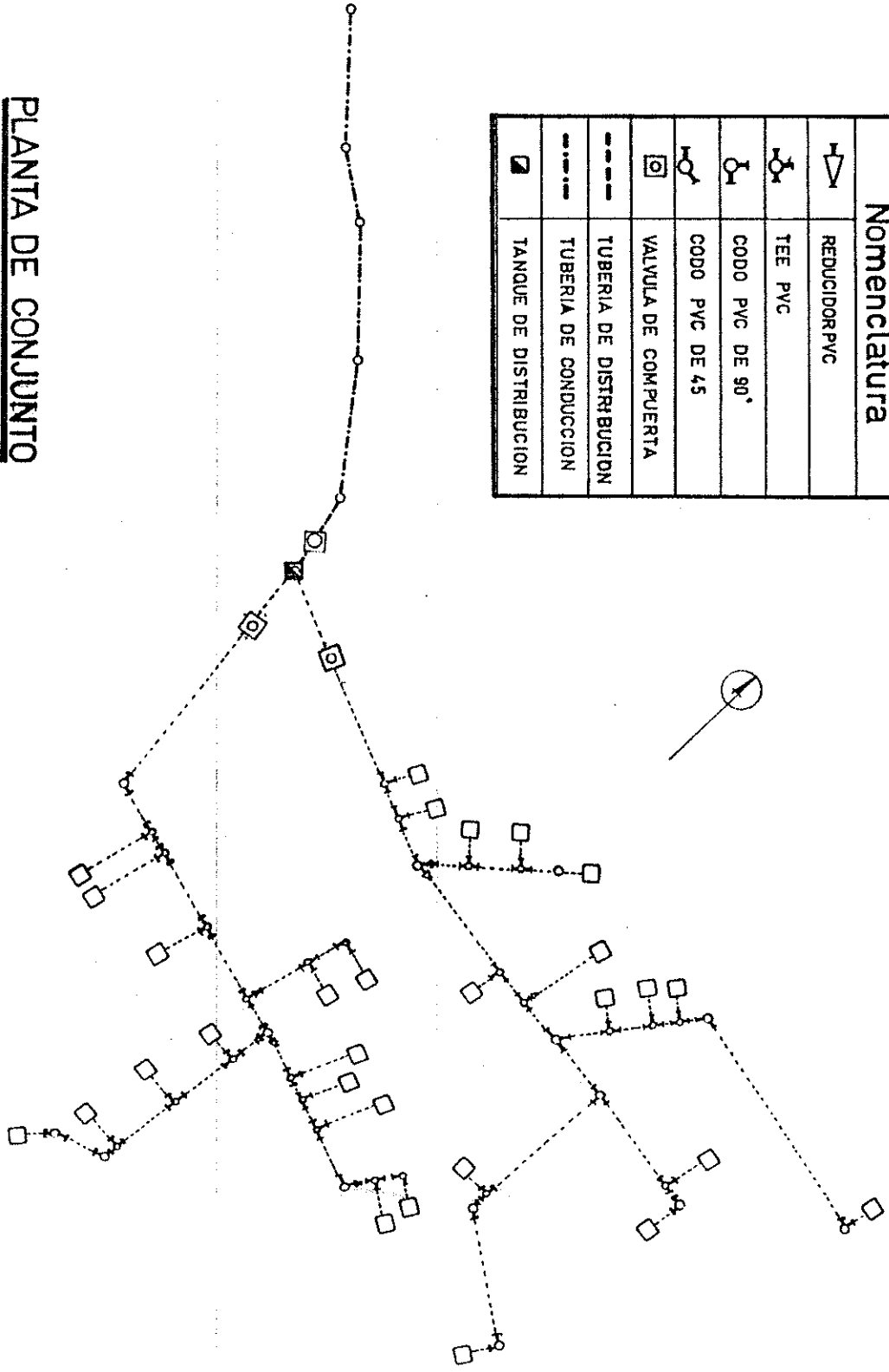
HOJA
No

8

10

PLANTA DE CONJUNTO

Nomenclatura	
	REDUCIDOR PVC
	TEE PVC
	CODO PVC DE 90°
	CODO PVC DE 45°
	VALVULA DE COMPUERTA
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	TUBERIA DE CONDUCCION
	TANQUE DE DISTRIBUCION



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA - UNIDAD DE EPS	PROYECTO: ACUEDUCTO RURAL XEXOCOM	ESCALA: INDICADA	HOJA No.
	CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO	FECHA: NOV. 95	9
		DIBUJANTE: C.M.T.L.	10