



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
POR BOMBEO PARA EL CASERÍO LA FE, CANTÓN PUJUIL II,  
MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

**Juan Pablo Guzmán Rosales**

**Asesorado por Ing. Ángel Roberto Sic García.**

**Guatemala, agosto de 2004**

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



**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
POR BOMBEO PARA EL CASERÍO LA FE, CANTÓN PUJUIL II,  
MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Presentado a la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería**

**Por**

**Juan Pablo Guzmán Rosales**

**Asesorado por: Ing. Ángel Roberto Sic García**

**Al conferírsele el título de**

**INGENIERO CIVIL**

**Guatemala, agosto de 2004**

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



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>Decano</b>	<b>Ing. Sydney Alexander Samuels Milson</b>
<b>Vocal I</b>	<b>Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos</b>
<b>Vocal II</b>	<b>Lic. Amahán Sánchez Álvarez</b>
<b>Vocal III</b>	<b>Ing. Julio David Galicia Celada</b>
<b>Vocal IV</b>	<b>Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz</b>
<b>Vocal V</b>	<b>Br. Elisa Yazminda Vides Leiva</b>
<b>Secretario</b>	<b>Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco</b>

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ  
EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>Decano</b>	<b>Ing. Sydney Alexander Samuels Milson</b>
<b>Examinador</b>	<b>Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz</b>
<b>Examinador</b>	<b>Ing. Ángel Roberto Sic García</b>
<b>Examinador</b>	<b>Ing. Carlos Salvador Gordillo</b>
<b>Secretario</b>	<b>Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco</b>

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

**Cumpliendo con lo establecido por la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
POR BOMBEO PARA EL CASERÍO LA FE, CANTÓN PUJUIL II,  
MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

**Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería  
Civil con fecha 2 de enero del 2004.**

Juan Pablo Guzmán Rosales

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por haberme dado la vida, la inteligencia y amor.

A mis padres, por el lindo hogar y por el apoyo incondicional que me han proporcionado a lo largo de mi vida; porque siempre creyeron en mí.

A Biby Rodas, por el amor y apoyo demostrado a lo largo de mi carrera.

A mis hermanos, tía y abuelitos; porque siempre estuvieron conmigo. En especial a Paco por su ayuda incondicional.

A mis amigos, un agradecimiento sincero.

A mi asesor Ing. Ángel Roberto Sic García por sus consejos y ayuda durante mi E.P.S.

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo de graduación a Dios, mis padres y mi novia, por su apoyo y paciencia para que pudiera concluir mis estudios de ingeniería civil.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IV
LISTA DE SÍMBOLOS	VI
GLOSARIO	VIII
OBJETIVOS	X
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	XII
1 INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA	1
1.1 Ubicación del departamento de Sololá	1
1.2 Antecedentes generales del municipio de Sololá	1
1.3 Distancias del departamento de Sololá hacia algunos municipios de la República de Guatemala	2
1.4 Monografía del lugar	3
1.4.1 Aspectos físicos	3
1.4.1.1 Ubicación y localización	3
1.4.1.2 Población actual	3
1.4.1.3 Tipología de las viviendas	4
1.4.1.4 Topografía y clima	5
1.4.1.5 Calidad del suelo	6
1.4.2 Aspectos de infraestructura	7
1.4.2.1 Vías de acceso	7
1.4.2.2 Servicios públicos	7

1.4.3.	Aspectos socioeconómicos	8
1.4.3.1	Origen de la comunidad	8
1.4.3.2	Actividad económica	9
1.4.3.3	Etnia, religión y costumbres	10
1.4.3.4	Alfabetismo	10
1.4.3.5	Organización comunitaria	11
1.4.3.6	Diagnóstico de necesidades comunales	11
2	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	13
2.1	Levantamiento topográfico	13
2.1.1	Criterios	13
2.2	Criterios y bases de diseño	13
2.2.1	Dotación, tipo de servicio y aforos	14
2.2.2	Tasa de crecimiento poblacional, población actual	15
2.2.3	Período de diseño, población futura	15
2.2.4	Factores de consumo y caudales	16
2.2.4.1	Caudal medio ( $Q_m$ )	16
2.2.4.2	Factor y caudal de día máximo	16
2.2.4.3	Factor y caudal de hora máximo	17
2.2.5	Velocidades y presiones	17
2.2.6	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías	18
2.2.7	Calidad de agua y tratamiento	19
2.2.7.1	Calidad	19
2.2.7.2	Tratamiento	19
	2.2.7.2.1 Tratamiento bacteriológico	19
2.3	Diseño hidráulico	22
2.3.1	Planteamiento general del sistema	22
2.3.2	Herramienta de cálculo	23
2.3.3	Captación y conducción	23
2.3.3.1	Captación	23
2.3.3.2	Conducciones	24



2.3.4	Potencia de la bomba	25
2.3.5	Diseño del tanque de succión	27
2.3.6	Diseño del tanque de distribución	28
2.3.6.1	Cálculo del vol de almacenamiento diario	28
2.3.7	Distribución	29
2.3.7.1	Caudal por vivienda	30
2.3.7.2	Caudal real instantáneo e instantáneo	30
2.3.7.3	Diámetro de la tubería	31
2.3.7.4	Longitud del tramo	31
2.3.7.5	Pérdidas	32
2.3.7.6	Presión estática	33
2.3.7.7	Cota piezométrica	34
2.3.7.8	Presión disponible	35
2.3.7.9	Cálculo de la velocidad	36
2.3.8	Estructuras	38
2.3.8.1	Captación	38
2.3.8.2	Válvulas de limpieza	39
2.3.8.3	Válvulas de globo	39
2.4	Propuesta de sostenibilidad del sistema	40
2.5	Análisis tarifario	41
2.6	Presupuesto	43
2.7	Cronograma de ejecución	56
2.8	Estudio de vulnerabilidad y riesgo	57
	CONCLUSIONES	59
	RECOMENDACIONES	60
	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXOS	62

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### Tablas

I	Población actual	04
II	Resumen de bases de diseño para el caserío	21
III	Elementos del sistema	23
IV	Diseño de tanque de succión	27
V	Pérdidas	33
VI	Datos topográficos	33
VII	Presión estática	34
VIII	Cota piezométrica	35
IX	Presión disponible	36
X	Cálculo de la velocidad	36
XI	Localización válvulas de limpieza	39
XII	Localización válvulas de globo	40
XIII	Análisis tarifario	42
XIV	Captación y muro perimetral	43
XV	Tubería y bomba	45
XVI	Tanque de succión	46
XVII	Tubería de distribución	48
XVIII	Conexión domiciliar	50
XIX	Tanque de distribución	51
XX	Cajas para válvulas	53
XXI	Resumen del presupuesto	55
XXII	Cronograma de ejecución	56
XXIII	Cálculo hidráulico ramal 1	63

XXIV	Cálculo hidráulico ramal 2	64
XXV	Cálculo hidráulico ramal 3	65
XXVI	Cálculo hidráulico ramal 4	66

## Figuras

1	Planta conjunto	73
2	Planta perfil ramal 1	74
3	Planta perfil ramal 2	75
4	Planta perfil ramal 3	76
5	Planta perfil ramal 4	77
6	Tanque de distribución	78
7	Tanque de succión	79
8	Captación	80

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>C</b>	Coeficiente de rugosidad
<b>C<sub>o</sub></b>	Cota inicial
<b>C<sub>f</sub></b>	Cota final
<b>Cm</b>	Centímetro
<b>D</b>	Diámetro
<b>Dh</b>	Diferencia de altura entre la fuente y el tanque
<b>Dot</b>	Dotación
<b>F</b>	Factor de almacenamiento
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima
<b>FDM</b>	Factor de día máximo
<b>H</b>	Presión estática
<b>h</b>	Hora
<b>Hab</b>	Habitante
<b>Hf</b>	Pérdida de carga
<b>i</b>	Tasa de crecimiento
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>K</b>	Constante para pérdidas menores
<b>km</b>	Kilómetro
<b>kw</b>	Kilowatt
<b>L</b>	Longitud
<b>L<sub>1</sub></b>	Longitud diámetro mayor
<b>L<sub>2</sub></b>	Longitud diámetro menor
<b>L<sub>T</sub></b>	Longitud total
<b>lt</b>	Litros

<b>m</b>	Metro
<b>mca</b>	Metros columna de agua
<b>mm</b>	Milímetros
<b>n</b>	Período de diseño (20 años)
<b>NV</b>	Número de viviendas
<b>P<sub>b</sub></b>	Potencia de la bomba
<b>P<sub>f</sub></b>	Población futura
<b>P<sub>a</sub></b>	Población actual
<b>PIEZ<sub>o</sub></b>	Cota piezométrica inicial
<b>PIEZ<sub>f</sub></b>	Cota piezométrica final
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo (material de tubo plástico)
<b>Q</b>	Caudal
<b>Q<sub>b</sub></b>	Caudal de bombeo
<b>Q<sub>m</sub></b>	Caudal medio
<b>Q<sub>i</sub></b>	Caudal instantáneo
<b>Q<sub>ri</sub></b>	Caudal real instantáneo
<b>QDM</b>	Caudal de día máximo
<b>QHM</b>	Caudal de hora máxima
<b>Q<sub>o</sub></b>	Caudal inicial
<b>seg</b>	Segundos
<b>t</b>	tiempo
<b>V</b>	Velocidad de diseño
<b>Vol</b>	Volumen

## GLOSARIO

<b>Azimut</b>	El azimut verdadero es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
<b>Aforo</b>	Acción de medir un caudal de una fuente.
<b>Captación</b>	Estructura que permite recoger y entubar las aguas de la fuente abastecedora.
<b>Carga estática</b>	Llamada también presión estática. Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto, no más allá de su descarga libre. Se mide en metros columna de agua (mca).
<b>Carga dinámica</b>	Es la presión ejercida por el agua circulante en un punto determinado del acueducto, es decir, la suma de las cargas de velocidad ( $V^2/2g$ ) y de presión.
<b>Caudal</b>	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo (Vol/t), que pasa en un punto determinado donde circule un líquido. En el sistema métrico decimal se mide en metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ).

<b>Cota de terreno</b>	En un plano topográfico, es el número que indica la altura de un punto, sobre el nivel del mar o sobre otro plano de referencia.
<b>Desinfección</b>	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.,
<b>Dotación</b>	Es el volumen de consumo de agua por persona por día.
<b>Manantial</b>	También llamado nacimiento en el área rural. Es el afloramiento de agua subterránea, en un área restringida.
<b>Pérdida de carga</b>	Es la disminución de la presión, dentro de la tubería, debido a la fricción.
<b>Perfil</b>	Delineación de la superficie de la tierra, según su latitud y altura, referidas a puntos de control.
<b>Topografía</b>	Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.

## **OBJETIVOS**

### **GENERAL**

- Diseñar y planificar un proyecto de suministro de agua potable por bombeo que beneficie al Caserío La Fe, con su respectiva proyección a 20 años; con el fin de favorecer a esta población para que no sufra problemas de agua potable durante dicho período de diseño. De esta forma mejorar las condiciones de vida de la población, tomando en cuenta criterios técnicos, económicos y sociales.

### **ESPECÍFICOS**

- Concientizar a la población de estas comunidades sobre el buen uso que se le debe dar al agua potable en una comunidad.
- Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable.
- Desarrollar pláticas y talleres relacionados con el mantenimiento que se le debe dar al sistema de agua potable.



## **RESUMEN**

El proyecto de abastecimiento de agua potable por bombeo se realizó en el caserío La Fe, municipio y departamento de Sololá. La investigación monográfica del lugar fue necesaria para conocer las condiciones existentes. El levantamiento topográfico fue realizado para conocer las características del terreno donde se trabajó.

Con la información necesaria se empezó a trabajar en el diseño del proyecto. Se realizó un censo para determinar el número de habitantes de la población, se propuso una dotación de agua para cada habitante basándose en las normas respectivas, luego se calculó la población futura, el caudal medio y los caudales que sirvieron para la distribución y conducción del agua. Para la conducción se diseñó la potencia de la bomba, el diámetro y clase de la tubería a utilizar; la distribución se diseñó con el método de redes abiertas, en este proceso se determinó el diámetro y clase de la tubería y la presión que debe tener el agua en cada punto del sistema. También se diseñaron dos tanques: el de succión y el de distribución, los cuales van a estar enterrados.

Para saber si el agua es apta para consumo humano se realizaron los exámenes de laboratorio correspondientes; con el resultado obtenido se sabe que químicamente el agua no está contaminada y que se debe desinfectar bacteriológicamente por medio de cloro.

El resultado final del estudio es presentado por medio de este informe que incluye la investigación monográfica, cálculo hidráulico completo, presupuesto, cronograma de ejecución y los planos del proyecto.

## **INTRODUCCIÓN**

En todo proceso de transformación encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de determinada región, juegan un papel importante las políticas de desarrollo; estas tienen por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos. Entre los proyectos que provocan dichos cambios en las comunidades, están aquellos destinados a abastecerlas de agua potable.

Por ser el agua un elemento vital en la vida del hombre, tanto para su desarrollo individual como colectivo, los sistemas de abastecimiento de agua potable son de gran importancia, debido a que la escasez o falta de ésta, provoca problemas de salud y de desarrollo industrial e, incluso, afecta la apariencia estética de la localidad. De aquí que cada comunidad debe tener un abastecimiento de agua potable en cantidad suficiente y de buena calidad.

En este proyecto de graduación se presenta el estudio de abastecimiento de agua potable por bombeo al Caserío La Fe, Cantón Pujujil II, del municipio y departamento de Sololá. El presente estudio es un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en la línea de conducción, hasta el tanque de distribución, y por gravedad en la distribución del sistema.

# **1 INVESTIGACIÓN MONOGRÁFICA**

## **1.1 Ubicación del departamento de Sololá**

El municipio de Sololá está ubicado al sureste de Totonicapán y al noreste de Quetzaltenango y Suchitepequez; al suroeste de Huehuetenango, Quiché y Chimaltenango. La ciudad de Sololá (cabecera), se encuentra aproximadamente a 140 Km, de la ciudad capital.

Sololá es un departamento de forma rectangular, más de la mitad del área desagua en el océano Pacífico por el río Samalá y otros.

## **1.2 Antecedentes generales del municipio de Sololá**

El municipio de Sololá es uno de los 19 que conforman el departamento, y es la cabecera departamental. Se encuentra sobre la vertiente continental, en el suroeste de Guatemala.

Sololá está comprendido por 106,100 hectáreas, el 0.97% del área de la república de Guatemala. Casi toda el área está a 2100 metros de altitud; la elevación mayor del municipio es poco más de 3300 metros sobre el nivel del mar. El punto más bajo del departamento de Sololá tiene una altitud de 750 metros sobre el nivel mar.

En el departamento de Sololá están representadas tres divisiones fisiográficas:

- La altiplanicie central.
- Montañas volcánicas.
- El declive del Pacífico.

Los conos volcánicos de San Pedro, Tolimán y Atitlán están rodeados de suelos de la altiplanicie central y del declive del Pacífico.

Sololá es una comunidad eminentemente agrícola. Casi toda la agricultura está centrada en la sección de la altiplanicie central. El área del departamento de Sololá es de 106,100 hectáreas, de las cuales sólo 39,906 (37.6%) se informan como terreno de fincas; 17,590 hectáreas, (16.6%) se informan como terrenos de cultivo y las restantes 48,604 (45.8%) del suelo, son casi todas baldías.

En el municipio de Sololá están algunas de las áreas más montañosas de Guatemala. Gran parte del terreno no es apropiado para cultivos, es de vocación forestal.

### **1.3 Distancias del departamento de Sololá hacia algunos municipios de la República de Guatemala**

Sololá	a	Guatemala	140 Km.
Sololá	a	Puerto Barrios	440 Km.
Sololá	a	Flores, Petén	560 Km.
Sololá	a	Chiquimula	310 Km.
Sololá	a	Esquipulas	362 Km.

## **1.4 Monografía del caserío La Fe, cantón Pujujil II, municipio y departamento de Sololá.**

### **1.4.1 Aspectos físicos**

#### **1.4.1.1 Ubicación y localización**

El Caserío La Fe se localiza al noreste de la ciudad de Sololá, a una altura aproximada de 2,113 metros sobre el nivel del mar.

El Caserío La Fe colinda al norte, con el caserío Sacbochol, del municipio de Chichicastenango; al sur con los caseríos El Mirador, El Triunfo y el Progreso del municipio de Sololá; al este con el Caserío El Encanto del municipio de Sololá y cantón Chuimanzana del municipio de Chichicastenango y al oeste con el caserío Sacbochol del municipio de Chichicastenango y la aldea Los Encuentros municipio de Sololá.

El caserío La Fe administrativamente pertenece al Cantón Pujujil II, del municipio y departamento de Sololá.

La comunidad dista aproximadamente 18 kilómetros de la cabecera municipal y de la capital 122 kilómetros.

#### **1.4.1.2 Población actual**

Según los datos del centro de salud del año 2000, la población total del Caserío La Fe asciende a 813 personas, de las cuales 406 son hombres y 407 son mujeres. En relación a la población por edad y sexo, se cuenta con el siguiente cuadro:

**Tabla I Población actual**

Edad	Masculino	Femenino	<b>Total</b>
0-4	66	65	131
5-14	117	125	242
15-24	100	84	184
25-49	90	92	182
50 o más	33	41	74
<b>Total</b>	<b>406</b>	<b>407</b>	<b>813</b>

Fuente: Centro de Salud de Sololá

De acuerdo a datos proporcionados por los dirigentes comunales, la población actual del caserío La Fe es de 1,181 habitantes.

La comunidad cuenta con 178 familias y 150 viviendas formales. El cien por ciento de la población es de ascendencia Maya Kaqchikel y son pocas las personas que hablan el castellano perfectamente.

Según los dirigentes comunales, con este proyecto sólo se va a beneficiar a 475 habitantes, equivalentes a 82 viviendas, con un promedio de 5.79 personas / familia y 5.79 personas / casa. El conglomerado de viviendas es disperso.

#### **1.4.1.3 Tipología de las viviendas**

Las viviendas están construidas con paredes de adobe (80%) y mampostería reforzada de block (20%); techo de lámina galvanizada (90%), y teja (10%). Los pisos son de cemento (10%), y tierra apisonada (90%).

#### **1.4.1.4 Topografía y clima**

El terreno en general es quebrado, con diferencias de altura entre 100 m y 130 m, entre las casas bajas y el tanque de distribución.

Por la ubicación geográfica de la comunidad, se considera que el clima es frío y se marcan dos estaciones al año, el invierno que normalmente comienza en mayo y culmina a mediados de octubre y el verano que inicia a mediados de octubre y culmina en abril. La población opina que antes se percibían menos los rayos del sol y el viento; pero en la actualidad se siente mucho más el calor y vientos muy fuertes; los mismos consideran que es resultado de la tala inmoderada de árboles y por la acumulación de humo en la capa de ozono. Además, mencionan que no han recibido capacitación alguna sobre el medio ambiente y/o recursos naturales, tampoco sus hijos lo reciben en la escuela.

Según los datos obtenidos del INSIVUMEH, el clima del municipio de Sololá, es frío. Sololá está considerado en la región de la meseta y altiplanos. Esta región está definida por las montañas con mucha variabilidad con elevaciones mayores a 1400 MSNM, generando diversidad de microclimas. Son regiones densamente pobladas por lo que la acción humana se convierte en factor de variación apreciable.

Las lluvias no son tan intensas, los registros más altos se obtienen de mayo a octubre; en los meses restantes éstas pueden ser deficitarias. En cuanto a la temperatura, en diversos puntos de esta región se registran los valores más bajos del país. Existen climas que varían de templados a semifríos con invierno benigno. (En el anexo 6 se presentan los boletines del INSIVUMEH).

#### **1.4.1.5 Calidad del suelo**

Como se mencionó, en el departamento de Sololá están representadas tres divisiones fisiográficas, la altiplanicie central, montañas volcánicas y el declive del pacífico. En el municipio de Sololá y el Caserío La Fe se encuentran los suelos de las montañas volcánicas y de la altiplanicie central.

La altiplanicie central consiste en una llanura fuertemente ondulada formada principalmente por ceniza volcánica pomácea. Está completamente seccionada y se caracteriza por sus barrancos escarpados. El depósito de ceniza volcánica tiene más de 100 metros de espesor sobre gran parte del área. Los suelos Patzité son los más extensos de la región. Los suelos de la altiplanicie central que más se representan en el municipio de Sololá son los suelos profundos sobre materiales volcánicos de color claro, en relieves de inclinados a escarpados y también, solo que en menor cantidad, los suelos profundos sobre materiales volcánicos de color claro en relieve suavemente inclinado.

Los suelos de las montañas volcánicas están incluidos los suelos Copalchí, Camanchá, con su fase inclinada, erosionada. Comúnmente se encuentran a elevaciones mayores de 2400 MSNM, pero en pocos lugares se ha clasificado elevaciones más bajas como los 1800 MSNM. No están extensamente cultivados, aunque muchas áreas se usan para la producción de trigo y maíz.



## **1.4.2 Aspectos de infraestructura**

### **1.4.2.1 Vías de acceso**

El caserío La Fe es uno de los caseríos que se encuentra a orillas de la carretera Interamericana, a la altura del kilómetro 122. Se ingresa a la comunidad por una carretera de terracería bastante accesible, que tiene una longitud de 2 kilómetros hasta el centro de la comunidad.

La comunidad dista 18 kilómetros de la cabecera municipal; de la capital, aproximadamente 122 kilómetros.

Desde la cabecera departamental a la comunidad hay un trayecto aproximado de 20 minutos en vehículo de doble tracción.

### **1.4.2.2 Servicios públicos**

La comunidad únicamente tiene una escuela ubicada en la comunidad y un centro de convergencia que se localiza cerca de la escuela.

En cuanto al lavado de ropa y baño personal, la mayoría de las personas acostumbra utilizar las quebradas de poco caudal, que aún se mantienen cerca de la comunidad.

En cuanto a las pocas aguas servidas o aguas grises, las evacúan por medio de pozos de absorción. La basura producida en las viviendas es vertida en terrenos de las mismas.

### **1.4.3 Aspectos socioeconómicos**

#### **1.4.3.1 Origen de la comunidad**

Las primeras familias que habitaron el caserío La Fe, en el año 1900, fueron los señores Dolores Julajuj, Lucas Bocel Chumil, Lorenzo Yaxón, Isidro Bocel, Pedro Ixcayá, Toribio Yaxón y Antonio Pecher. Antiguamente la comunidad se llamaba TZOBAJ PAJUJU, que quiere decir Caserío. En 1940 el caserío aún era montañoso; el gobierno de la república estaba a cargo del Coronel Jorge Ubico, época en la que se incrementó la tala de árboles debido al aumento de la población.

En 1976 aún pertenecía al caserío El Mirador; en ese año, con fecha 4 de febrero ocurrió el terremoto ocasionando grandes daños, alertando a la población, lo que motivó a que se organizara en un comité de reconstrucción.

La comunidad obtuvo la categoría de caserío central del Cantón en el año de 1977; los señores Francisco Cuc, Martín Xep, Pedro Xep, Juan Julajuj, Nicolás Yaxón, Agustín Xep, Santiago Yaxón, Pedro Yaxón Tuy, Lorenzo Yaxón Bocel y Domingo Cuc quedaron como fundadores. El nombre del caserío se dio en 1979, derivado de la fe y de las metas para alcanzar la categoría de caserío.

La escuela empezó a funcionar bajo un árbol, el 7 agosto de 1979; posteriormente fue construido un rancho para impartir las clases por un maestro llamado Juan Yaxón Yac de Santa Lucía Uatlán. Al lugar donde se ubicó la escuela se le denominó centro por la relación de las casas.

En noviembre de 1981 se suspendió el trabajo de la escuela por ser el año en que inició el conflicto armado, las actas fueron quemadas, en 1982 se organizaron las patrullas de auto defensa civil (PAC).

En 1984 y 1985, se construyeron 3 aulas y una dirección con el apoyo del supervisor Humberto Certz, porque la carretera Interamericana era muy peligrosa y se corría el riesgo de que perdieran la vida los niños.

En 1990 se inició la introducción de energía eléctrica, lograda hasta en 1994. En 1996 se logró la construcción de una cocina y una bodega, así como la circulación de la escuela. En 1998 se hizo una propuesta para la construcción de la carretera.

#### **1.4.3.2 Actividad económica**

Todas las familias de la comunidad se dedican a la agricultura.

Aunque las familias no pudieron precisar sus ingresos mensuales, se estima que giran alrededor de Q 400.00 a Q 700.00 por familia, montos similares a los gastos familiares.

La canasta básica familiar se suple con otros ingresos que las familias obtienen por la crianza de animales domésticos, gallinas, chompipes, etc.

La tierra que poseen y cultivan en la comunidad es de propiedad de las personas que la ocupan, pero ninguno la tiene inscrita en el Registro de la Propiedad, es decir, no poseen escrituras de Compra-Venta legalizada por un notario.

### **1.4.3.3 Etnia, religión y costumbres**

Todos sus pobladores son indígenas; en la comunidad la mayoría pertenece a un grupo religioso, entre los que se destacan la Renovación Carismática (10%), los católicos tradicionales (60%), la religión evangélica (25%) y alguno con religión Maya (5%). No existen conflictos entre las diferentes manifestaciones religiosas en la comunidad.

Antiguamente predominaba la religión Maya, acostumbraban ceremonias para pedir lluvia y bendición de semillas.

### **1.4.3.4 Alfabetismo**

Según la información obtenida de los habitantes de la comunidad, se afirma que la mayor parte de los padres de familia no sabe leer ni escribir; debido a la falta de recursos económicos no pudieron estudiar y tenían miedo, porque no sabían qué era educación.

La comunidad cuenta con un edificio escolar de 6 aulas en el que funciona la Escuela Oficial Rural Mixta La Fe, Pujujil II, que ofrece castellanización y primaria completa. Los niños asisten a la escuela movilizándose a pie no más de 2 kilómetros y para ello tardan aproximadamente 20 minutos. En el caso de los jóvenes, hay algunos que estudian el ciclo básico y se trasladan al Instituto Maya que se localiza en el Cantón El Tablón, que dista más o menos 15 kilómetros, pero la mayor parte de jóvenes no tiene la oportunidad por falta de recursos económicos.

Los padres de familia manifiestan que sus hijos asisten regularmente a la escuela con el propósito de aprender a leer y escribir, perder el miedo y tener mayores oportunidades de trabajo y superación.

Los padres afirman que cuando sus hijos no llegan a la escuela, es debido a la falta de recursos económicos o porque les dan trabajo para que ayuden a mantener a la familia.

La escuela cuenta con un edificio con paredes de mampostería reforzada de block y techo de lámina, piso de torta de cemento; dispone de 6 aulas, más la cocina y la dirección; cuenta con letrinas (en mal estado) y una cancha de básquetbol. En relación al mobiliario, cuenta con pizarrones, sillas, bancos de madera, escritorio, una mini-biblioteca, libros, lapiceros, mapas y carteles educativos.

#### **1.4.3.5 Organización comunitaria**

Existe un Comité comunal de desarrollo, que cuenta con su legalización y es el encargado de realizar las diversas gestiones ante la comunidad y fuera de ella. Han tenido experiencia en la gestión del mejoramiento de la carretera de acceso; han mantenido buena comunicación y coordinación con las autoridades municipales y organizaciones comunales cercanas. Dicho comité se conforma por cinco puestos, Presidente, Secretario, Tesorero y dos vocales. Sus miembros titulares se reúnen periódicamente.

#### **1.4.3.6 Diagnóstico de necesidades comunales**

Como respuesta a la precaria situación de agua y saneamiento en la comunidad y de acuerdo con los resultados de la encuesta realizada, la comunidad prioriza las siguientes necesidades comunales, en su orden: a) agua potable, b) letrinas.



## **2 DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

### **2.1 Levantamiento Topográfico**

#### **2.1.1 Criterios**

El estudio del proyecto se realizó con un teodolito digital, la precisión del teodolito es de 10 segundos.

Todas las viviendas fueron radiadas y niveladas, a efecto de tener, posteriormente, una mayor precisión en la cuantificación de tuberías.

### **2.2 Criterios y bases de diseño**

Aparte de apegarse a las normas manejadas por UNEPAR, este estudio se diseñó tomando en cuenta los siguientes criterios:

El diseño se separará en cuatro ramales principales, los cuales abastecerán a tres de los cuatro sectores del caserío La Fe, esto para lograr que llegue el vital líquido a las 82 viviendas con la presión necesaria y cuidando que el costo del proyecto no sea elevado.

El **Ramal 1** abastecerá a 27 viviendas, éste empieza en el tanque de distribución, es decir en la estación E-13 y termina en la estación E-48; este ramal beneficiará al Sector II del caserío La Fe.

El **Ramal 2** abastecerá a 8 viviendas, comienza en el tanque de distribución; es decir, en la estación E-13 y termina en la estación E-72; este ramal beneficiará parte del Sector I del caserío La Fe.

El **Ramal 3** abastecerá a 20 viviendas, empieza en la estación E-63 y finaliza en la estación E-132. El Sector IV del Caserío La Fe, será el beneficiado con este ramal.

El **Ramal 4** abastecerá a 27 viviendas, empieza en la estación E-67 y termina en la estación E-183, este ramal abarcará la mayor parte del Sector I del Caserío La Fe.

### **2.2.1 Dotación, tipo de servicio y aforos**

De acuerdo con las normas de UNEPAR e INFOM, dado que la comunidad tiene un clima frío, y que es área rural, se adopta una dotación (Dot) de 85 litros / habitante / día.

Existe una fuente de agua que se captará en su totalidad, por gravedad se llevará a un tanque de succión para conducirla por bombeo al tanque de distribución y luego por gravedad a las viviendas de la comunidad con agua suficiente para cubrir la demanda, la cual presenta las siguientes características:

- ✓ Caudal total (Q) = 0.95 l/s. Aforo: 01/03/2004.
- ✓ Distancia de la fuente al tanque de distribución = 775 m.
- ✓ Distancia del tanque a la casa más retirada = 2972 m.
- ✓ Total de distancias horizontales del proyecto = 6216 m.



El tipo de servicio que mayor impacto tiene en la salud y economía familiar en el área rural es el predial, un chorro en cada casa, y, de conformidad con la producción de la fuente y los cálculos es factible implementar este tipo de servicio en el caserío La Fe, Pujujil II.

### **2.2.2 Tasa de crecimiento poblacional, población actual**

Según los datos de población del Instituto Nacional de Estadística se reporta para el departamento de Sololá una tasa intercensal del 3.50 % de crecimiento, lo que se ha tomado en cuenta para estimar la población futura.

La población actual de la comunidad es de 475 habitantes, 85 familias, pero se necesitan 113 conexiones prediales, debido a que algunas familias necesitan más de una conexión.

### **2.2.3 Período de diseño, población futura**

En apego a las normas de la materia, el proyecto fue diseñado para un período de 20 años.

La población futura del área, que cubrirá el sistema de agua, se calcula según la fórmula de crecimiento geométrico siguiente:

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

donde:

- Pf** Población futura
- Pa** Población actual según censo realizado en el EPS
- i** Tasa de crecimiento
- n** Período de diseño (en años)

Al sustituir datos en la fórmula anterior, se tiene:

$$P_f = 475 * (1 + 0.035)^{20}$$

$$P_f = 945.15 = 945 \text{ habitantes.}$$

## 2.2.4 Factores de consumo y caudales.

### 2.2.4.1 Caudal medio (Qm)

Dado que el caudal requerido es permanente durante un día, se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_m = D * N / 86,400$$

donde:

**Qm** Caudal medio en l/s.

**Dot** Dotación = 85 L/H/D.

**N** Número de habitantes futuros.

Al sustituir datos en la fórmula anterior, se tiene:

$$Q_m = (85 \text{ L/H/D} * 945 \text{ h}) / 86400 = 0.93 \text{ l/s}$$

### 2.1.2.4.2 Factor y caudal de día máximo (QDM)

También llamado caudal de conducción, el caudal de día máximo es el mayor consumo en un día al año reportado en un sistema de distribución de agua. Dado que el presente trabajo se realiza en un proyecto nuevo, se tomarán como referencia las normas de UNEPAR – INFOM. Para su estimación, que indican que:

$$QDM = Q_m * FDM$$

Donde:

FMD Factor de día máximo, que según norma, se adopta 1.5, por ser una población menor de 1000 habitantes y por ser una población rural.

Se tiene:

$$QDM = 0.93 \text{ lt/s} * 1.5 = 1.40 \text{ lt/s.}$$

### **2.2.4.3 Factor y caudal de hora máximo (QHM)**

También llamado caudal de distribución, el caudal de hora máximo es el mayor consumo en una hora del día y se utiliza para diseñar la red de distribución. Se tomarán como referencia las normas de UNEPAR – INFOM, para su estimación:

$$QHM = Qm * FHM$$

Donde:

FHM Factor de hora máximo, según norma se adopta 2.5, por tratarse de una comunidad menor de 1,000 habitantes y por ser área rural.

Entonces se tiene:

$$QHM = 0.93 \text{ lt/s} * 2.5 = 2.33 \text{ lt/s.}$$

### **2.2.5 Velocidades y presiones**

De conformidad con las normas de UNEPAR, se adoptarán las velocidades de diseño: a) para conducciones mínima = 0.40 m/seg y máxima = 3.00 m/seg; b) para distribución, máxima = 2.00 m/seg. Las presiones en la conducción no deben exceder a la presión de trabajo de las tuberías; en la distribución, la presión de servicio debe estar en el rango de 5 a 60 metros columna de agua (mca), y la presión hidrostática máxima será de 80 mca.

### 2.2.6 Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

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

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

Donde:

- Hf** Es la pérdida de carga en metros.
- L** Es la longitud de diseño en metros.
- Q** Es el caudal en litros por segundo.
- C** Es el coeficiente de fricción interno (para PVC (C=150), y para HG (C=100)).
- D** Es el diámetro interno en pulgadas.

Al conocer la altura máxima disponible por perder, se asume como Hf, con lo cual es posible encontrar el diámetro teórico. Al despejarlo de la fórmula, queda la siguiente expresión:

$$D = \frac{(1743.811 * L * Q^{1.852})^{1/4.87}}{C^{1.852} * H_f}$$

Con el diámetro teórico, se selecciona el diámetro comercial superior y se calcula el Hf final.

## **2.2.7 Calidad de agua y tratamiento**

### **2.2.7.1 Calidad**

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presenta en el anexo No. 3, desde el punto de vista bacteriológico, el agua no es potable. Por ese motivo, se hace necesario implementar una desinfección a base de hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales del cloro. Con esto, se logrará una mayor seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación debidos a una inadecuada manipulación del agua.

Desde el punto de vista fisicoquímico, el agua es apta para consumo humano.

### **2.2.7.2 Tratamiento**

#### **2.2.7.2.1 Tratamiento bacteriológico**

El tratamiento bacteriológico se hará por medio de hipoclorador. La ubicación del hipoclorador se hará en la estación E-0, justo antes de la entrada del tanque de succión.

A continuación se hace el cálculo de la cantidad de hipoclorito de calcio.

Se necesita saber el aforo de que ingresa al tanque de succión para poder hacer el cálculo. El caudal es 0.95 lt/s.

Luego se debe calcular la solución del cloro al 0.1% (1 por millar) de la cantidad de agua que ingresa al tanque de succión en un día. La cantidad de agua que ingresa en un día al tanque es 82,080 litros; esta cantidad se divide entre 1000. Da como resultado 82.08 litros de cloro.

Se debe tomar en cuenta que la solución se prepara para 3 días, entonces la cantidad de solución sería:  $82.08 \times 3 = 246.24$  litros, que son aproximadamente 247 litros para 3 días.

El grado de pureza del hipoclorito de calcio es de 65%.

Se establece la dosis de cloro en mg/lit, es un valor que varía entre 0.80 a 1.20 mg/lit, se toma el promedio que es 1 mg/lit.

Para calcular la cantidad de cloro a utilizar en gramos, se usa la siguiente fórmula:

$$C = ( V \times D ) / ( G / 100 )$$

Donde:

- C** Cantidad de hipoclorito de calcio a utilizar en gramos.
- V** Volumen de solución para 3 días. ( 247 litros ).
- D** Dosis de cloro. ( 1 mg/lit ).
- G** Grados de pureza del hipoclorito de calcio. ( 65% ).

Al sustituir en la fórmula se tiene:

$$C = ( 247 \times 1.00 ) / ( 65 / 100 ) = 380 \text{ gramos de hipoclorito de calcio.}$$

Al hacer la conversión necesaria, resulta que se deben utilizar para 3 días 13.10 onzas, es decir, aproximadamente 15 onzas.

Se utilizará cada 3 días una cantidad de solución de 247 litros, donde se disolverán 15 onzas de hipoclorito de calcio al 65% de pureza.

A continuación, se presenta el resumen de las bases de diseño:

**Tabla II      Resumen de bases de diseño para el caserío**

No. de conexiones	82
Población actual	475 hab
Período de diseño	20 Años
Tasa de crecimiento	3.50%
Dotación	85 l / h / d
Población de diseño	945 hab
Caudal medio	0.93 l / s
Factor día máximo	1.5
Caudal de bombeo	4.20 l / s
Factor hora máximo	2.5
Caudal de distribución	2.33 l / s

## **2.3 Diseño hidráulico**

### **2.3.1 Planteamiento general del sistema**

El planteamiento general del sistema es construir una captación en donde se encuentra la fuente, conducir por gravedad el agua hacia un tanque de succión colocado lo más cercano a la captación y conducirla por bombeo hacia el tanque de distribución, ubicado en la parte más alta de la comunidad y luego, por gravedad, llevarla hacia todas las casas beneficiadas. Para esto se propone realizar la distribución por 2 ramales, uno de los cuales se subdividirá en dos más y finalmente que cada vivienda tenga su conexión predial.

El ramal 1 abastecerá al sector II, el cual cuenta con 165 habitantes, dicho ramal saldrá directamente del tanque de distribución.

El ramal 2 se subdividirá en el ramal 3 y ramal 4, para distribuir al sector I con 163 habitantes y el sector IV con 147 habitantes. El ramal 2 saldrá directamente del tanque de distribución. El ramal 3 sale de la estación E – 63, el ramal 4 sale de la estación E – 67. De la misma estación E – 67 sale un ramal para abastecer 6 viviendas. En el ramal 3 se encuentra la casa más alta de la comunidad, que tiene una diferencia de altura con respecto del tanque de distribución de 18 metros. El ramal 3 abastecerá al sector IV con 147 habitantes, mientras que el ramal 4 abastecerá al sector I que cuenta con 163.

Según lo descrito, el sistema estará integrado por los elementos siguientes:



**Tabla III Elementos del sistema**

<b>CASERÍO LA FE</b>		
<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	Unidad	Captación
775	Metros	Tubería de Conducción
4	Unidad	Válvulas de limpieza
1	Unidad	Tanque de distribución 50 m <sup>3</sup>
1	Unidad	Tanque de succión 95 m <sup>3</sup>
5491	Metros	Tubería de distribución
1	Unidad	Hipoclorador
113	Unidad	Conexiones prediales
5	Unidad	Válvula de globo

### **2.3.2 Herramienta de cálculo**

Para facilitar el cálculo y obtener un diseño hidráulico económico de la distribución se utilizó una hoja electrónica Excel, la cual describe el método de Hazem - Williams.

El método utilizado para la conducción se describe más adelante.

### **2.3.3 Captación y conducción.**

#### **2.3.3.1 Captación**

Se proyecta la construcción de una captación típica en la fuente (tipo brote definido), en la estación E-0.

Luego en la estación E-0, se prevé la construcción de un tanque de succión, para que luego de aquí sea bombeada el agua hacia el tanque de distribución.

### 2.3.3.2 Conducciones

Se trabajará hacia el tanque de distribución.

Debido a la topografía propia de este lugar, se deberá bombear el agua hacia el tanque de distribución, para diseñar esta conducción se utilizó el método siguiente:

El caudal que se utiliza para la conducción es el caudal máximo diario (QMD), en este proyecto es:  $QMD = 1.40 \text{ lt/s}$ .

Para la conducción por bombeo se necesita determinar el caudal por bombeo, con la siguiente fórmula:

$$Q_b = QMD \times 24 / N$$

Donde:

**Q<sub>b</sub>** Es el caudal de bombeo.

**QMD** Es el caudal máximo diario.

**N** Es el número de horas que funcionará la bomba en un día.

Se tomará  $N = 8$ .

Se utiliza  $N = 8$  para que la bomba no funcione muchas horas al día porque podría quemarse, además de gastar mucha electricidad.

Al sustituir los datos en la fórmula se tiene:

$$Q_b = 1.40 \text{ l/s} \times ( 24 / 8 ) = 4.20 \text{ lt/s.}$$

Después de hallar el caudal de bombeo, es necesario saber el diámetro de la tubería de conducción, para eso se usa la siguiente fórmula:

$$D = 1.8675 ( Q_b )^{1/2}, \text{ donde } D \text{ es el diámetro en pulgadas.}$$

Entonces se tiene que:

$$D = 1.8675 ( 4.20 )^{1/2} = 3.82 \text{ "}$$

El diámetro a utilizar, deberá ser de 4”.

Luego de tener el diámetro hay que obtener la velocidad de la siguiente manera:

$$V = ( 1.974 \times Q_b ) / D^2.$$

Entonces la velocidad es:

$$V = ( 1.974 \times 4.2 ) / (3.97)^2 = 0.53 \text{ m/s.}$$

Se utilizó  $D = 3.97$  porque es el diámetro interior.

#### **2.3.4 Potencia de la bomba**

El paso siguiente es calcular la carga dinámica total, así:

$$CDT = H_f + D_h + H + (V^2/2g) + K(V^2/2g).$$

Donde:

**H<sub>f</sub>** Es la pérdida por Hazen-Williams.

**D<sub>h</sub>** Es la diferencia de altura de la fuente y el tanque de distribución.

- H** Es la altura del tanque de succión.  
 **$(V^2/2g)$**  Es la pérdida por velocidad.  
 **$K(V^2/2g)$**  Pérdidas menores.  $K = 8.2$

Después de sustituir los datos en las fórmulas se tiene:

$$H_f = (1743.811 \times 775 \times (4.2)^{1.85}) / ((150)^{1.85} \times (3.97)^{4.87}) = 2.18 \text{ metros.}$$

$$D_h = 1116.54 - 1000 = 116.54 \text{ metros.}$$

$$H = 2.50 \text{ metros.}$$

$$(V^2/2g) = (0.53)^2 / 2(9.81) = 0.014 \text{ metros.}$$

$$K(V^2/2g) = (8.2)((0.53)^2 / 2(9.81)) = 0.11 \text{ metros.}$$

$$CDT = 2.18 + 116.54 + 2.50 + 0.014 + 0.11 = 121.34 \text{ metros.}$$

Ahora se puede calcular la potencia de la bomba, de la forma siguiente:

$$P_b = (CDT \times Q_b) / (76 \times e), \text{ donde } e = \text{eficiencia de la bomba, } 65\%.$$

Se tiene:

$$P_b = (121.34 \times 4.2) / (76 \times 0.65) = 10.32 \text{ HP.}$$

Entonces la potencia de la bomba es de 10 HP.

La potencia de la bomba fue verificada por la empresa Hidrosistemas S.A., esto se presenta en el anexo 4.

### 2.3.5 Diseño del tanque de succión

Tabla IV

Caudal de la Fuente		0.95	
Caudal de bombeo		4.2	
Horas	A Volumen de Fuente (m <sup>3</sup> )	B Volumen Demandado m <sup>3</sup>	A-B
1	3.42	0	0
2	3.42	0	0
3	3.42	0	0
4	3.42	0	0
5	3.42	0	0
6	3.42	15.12	-11.7
7	3.42	15.12	-11.7
8	3.42	15.12	-11.7
9	3.42	15.12	-11.7
10	3.42	0	0
11	3.42	0	0
12	3.42	0	0
13	3.42	0	0
14	3.42	15.12	-11.7
15	3.42	15.12	-11.7
16	3.42	15.12	-11.7
17	3.42	15.12	-11.7
18	3.42	0	0
19	3.42	0	0
20	3.42	0	0
21	3.42	0	0
22	3.42	0	0
23	3.42	0	0
24	3.42	0	0

La tabla representa la cantidad de agua que da la fuente y la cantidad de agua requerida para el bombeo, con base a estos datos se diseñará el tanque de succión necesario para este proyecto.

Como se puede observar se necesita bombear 15.12 m<sup>3</sup>/hora, la bomba funcionará 8 horas diarias, si se multiplica 15.12 m<sup>3</sup>/hora por 8 horas resulta 120.96m<sup>3</sup>, que se debieran almacenar.

Pero la fuente va a proporcionar permanentemente 3.42 m<sup>3</sup>/hora; es decir, que en realidad lo que se necesita almacenar es 11.70 m<sup>3</sup>/hora, para que cuando la bomba necesite funcionar siempre haya agua en el tanque. Si se multiplica 11.70 m<sup>3</sup>/hora por 8 horas que debe funcionar la bomba, da 93.6 m<sup>3</sup>; esto quiere decir que por lo menos esa cantidad de agua se debe almacenar, de esta cuenta que el tanque de succión deba ser de 95.00 m<sup>3</sup>.

### 2.3.6 Diseño del tanque de distribución

#### 2.3.6.1 Cálculo del volumen de almacenamiento diario

Para el almacenamiento se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Vol} = F \times Q_m$$

Donde:

**Vol** Es el Volumen en metros cúbicos.

**F** Es el factor de almacenamiento.

**Q<sub>m</sub>** Es el Caudal medio en metro cúbico por día (m<sup>3</sup>/día).

Según las normas, en sistemas por bombeo y poblaciones con menos de 1000 habitantes el volumen de almacenamiento de un tanque debe considerarse entre el 40 y 50 por ciento del caudal medio diario, sin considerar reservas para eventualidades. Considerando un 10 por ciento como reserva para cualquier eventualidad, se tiene que  $F = 0.60$ .

Sustituyendo:

$$Q_m \text{ diario} = 0.93 \text{ lt/s} \times 86,400 \text{ s/día} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ lt} = 80.352 \text{ m}^3/\text{día}.$$

$$\text{Vol} = 0.60 \times 80.352 \text{ m}^3/\text{día} = 48.2112 \text{ m}^3/\text{día} = 48.2 \text{ m}^3/\text{día}$$

El volumen adoptado en forma conservadora será de 50 metros cúbicos. El tanque estará ubicado en la estación E-13, la cual tiene una cota de 1116.54 metros, y un caminamiento de 775 metros lineales, el tanque se va a enterrar.

### **2.3.7 Distribución**

Para el diseño de la red de distribución, se utilizó el método de redes abiertas debido a que las casas están dispersas; se mostrará a continuación el cálculo de un tramo, luego se presentará el resumen hidráulico de la distribución completa. El tramo que se diseñará será de la estación E-13 (0+000), hasta la estación E-21 (0+607), este tramo es del Ramal 1.

El diseño se hará utilizando el caudal hora máximo (QMH), con su respectivo factor de hora máximo.

Para la evaluación de redes debe tomarse en cuenta lo siguiente:

- El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nudo.
- La presión dinámica estará entre 10 y 60 mca, excepto en puntos donde exista poco desnivel, se puede tener un mínimo de 5 mca.

Este QMH = 2.33 lt/s. El total de viviendas es 82.

Se calculará el primer tramo del ramal 1, que comprende de la estación E-13 hacia la estación E-21. El número de viviendas utilizado para el diseño de este tramo es 27, porque en todo el ramal 1 hay 27 viviendas y por ser el primer tramo se utilizan todas las casas, conforme se avance en el ramal se tendrán menos casas.

### 2.3.7.1 Caudal por vivienda

Primero encontramos el caudal por vivienda, que se calcula de la siguiente manera:

$$Q_v = Q_{MH} / N_V, \text{ donde } N_V = \text{número total de viviendas.}$$

Sustituyendo en la fórmula tenemos,

$$Q_v = 2.33 \text{ lt/s} / 82 = 0.0284 \text{ lt/s.}$$

### 2.3.7.2 Caudal real instantáneo y caudal instantáneo

Ahora que se tiene el caudal por vivienda, se debe encontrar el caudal real instantáneo ( $Q_{ri}$ ) y el caudal instantáneo ( $Q_i$ ), después de tener los dos caudales debe tomarse el caudal más grande para el diseño.

$$Q_{ri} = Q_v \times N, \qquad Q_i = 0.15 \times (N - 1)^{1/2}.$$

Donde:

**N** # de viviendas del tramo a diseñar.

Al sustituir en la fórmula:

$$Q_{ri} = 0.0284 \times 27 = 0.7668 \text{ lt/s} \qquad Q_i = 0.15 \times (26)^{1/2} = 0.7649 \text{ lt/s.}$$

Entonces se utiliza el  $Q_{ri}$  por ser mayor, para el diseño de este tramo.

Como ya se tiene el caudal, la longitud, la constante de la tubería y la pérdida, se procede a encontrar el diámetro de la tubería. Se debe determinar la pérdida de tal forma que se mantenga la cota piezométrica arriba de 5 mca, esto se hace para determinar el diámetro, luego de tener el diámetro se encuentra la pérdida real.



Q=0.7668 l/s, L=607metros. C=150. Hf=30metros.

### 2.3.7.3 Diámetro de la tubería

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

$$D = ( (1743.811 * 607 * 0.7668^{1.852}) / (150^{1.852} * 30) )^{1/4.87}$$

$$D = 1.15 \text{ pulgadas}$$

Al tener este resultado se sabe que en este tramo puede haber dos clases de diámetro de tubería, de 1 ¼" y de 1", entonces se debe hallar las pérdidas que generan ambos diámetros. Utilizando la misma ecuación y despejando se encuentra:

$$Hf(1 \frac{1}{4}" ) = 20.59 \text{ m.} \quad Hf(1" ) = 61.04 \text{ m.}$$

### 2.3.7.4 Longitud de cada tramo

Al haber encontrado estas pérdidas se procede a buscar las longitudes necesarias para cada diámetro de tubería. Las fórmulas a utilizar son las siguientes:

$$L_2 = (( H - H_1 ) / ( H_2 - H_1 )) \times L_T$$

$$L_1 = L_T - L_2$$

Donde:

**L<sub>2</sub>** Es la longitud con el diámetro menor.

**L<sub>1</sub>** Es la longitud con el diámetro mayor.

**L<sub>T</sub>** Es la longitud total del tramo a diseñar.

**H** Es la pérdida del tramo (Hf).

**H<sub>1</sub>** Es la pérdida que genera el diámetro mayor.

**H<sub>2</sub>** Es la pérdida que genera el diámetro menor.

Al sustituir en la fórmula se tiene:

$$L_2 = ((30 - 20.59) / (61.04 - 20.59)) \times 607 = 141.21 \text{ metros.}$$

$$L_1 = 607 - 141.21 = 465.79 \text{ metros.}$$

Al tener estas longitudes se dividen entre 6 para saber con exactitud cuántos tubos hay que utilizar:

$$L_2 = 141.21 / 6 = 23.53$$

$$L_1 = 465.79 / 6 = 77.63$$

Luego este dato se aproxima, entonces se tiene  $L_2 = 23.50$ ,  $L_1 = 77.75$ , se multiplica por 6 para tener la longitud de cada diámetro, este procedimiento se hace para el diseño de la red de distribución, para la cuantificación de material se hará con la topografía real del terreno.

#### **2.3.7.5 Pérdidas**

Después de tener ambas longitudes se debe encontrar la pérdida real que genera cada tramo de tubería; ésta se encuentra con la ecuación de Hazem-Williams.

$$H_f = (1743.811 \times L \times Q_d^{1.85}) / (C^{1.85} \times D^{4.87})$$

La pérdida generada con la tubería de 1 ¼" es:

$$H_{f1} = (1743.811 \times 466 \times (0.7668)^{1.85}) / ((150)^{1.85} \times (1.25)^{4.87})$$

$$H_{f1} = 15.81 \text{ metros.}$$

$$H_{f2} = 14.18 \text{ metros.}$$

Se utiliza para este tramo tubería clase 160 porque la diferencia de altura no excede los 90 mca.

A continuación, se colocan los datos que servirán para continuar el cálculo, tomando los datos de las bases de diseño y de los datos topográficos, por lo que en la siguiente tabla aparecerán los nuevos datos:

**Tabla V**

Tramo		L (m)	Clase	C	Q l/s	Ø "	Vel. m/s	Hf m	C Piezométrica		Cota Terreno		P. Disponible		P. Estática	
E	P.O.								Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
E-13	E-18.1	466	160	150	0.7668	1 1/4		15.81								
E-18.1	E-21	141	160	150	0.7668	1		14.18								

Datos topográficos a utilizar:

E-13 Cota = 1116.54

E-18.1 Cota = 1056.32

E-21 Cota = 1046.20

**Tabla VI**

Tramo		L (m)	Clase	C	Q l/s	Ø "	Vel. m/s	Hf m	C Piezométrica		Cota Terreno		P. Disponible		P. Estática	
E	P.O.								Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
E-13	E-18.1	466	160	150	0.7668	1 1/4		15.81			1116.54	1056.32				
E-18.1	E-21	141	160	150	0.7668	1		14.18			1056.32	1046.20				

### 2.3.7.6 Presión estática

Con esta información, se procede a determinar la presión estática, que es la diferencia de cota entre el nivel cero del agua y la altura en la cual terminara el diseño, y se demuestra en el siguiente procedimiento.

Al usar la fórmula:  $H = Co - Cf$

Donde:

**H** Presión estática

**Co** Cota inicial

**Cf** Cota final

Sustituyendo:

$$H = 1116.54 - 1056.32$$

$$H = 60.22$$

$$H = 1056.32 - 1046.20$$

$$H = 10.12$$

**Tabla VII**

Tramo		L	Clase	C	Q	Ø "	Vel.	Hf	C Piezométrica		Cota Terreno		P. Disponible		P. Estática	
E	P.O.	(m)			l/s		m/s	m	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
E-13	E-18.1	466	160	150	0.7668	1 1/4		15.81			1116.54	1056.32			0.00	60.22
E-18.1	E-21	141	160	150	0.7668	1		14.18			1056.32	1046.20			60.22	10.12

Para este caso, se cuenta con una presión estática de 0.00, debido a que el agua en el punto del tanque de distribución está a presión atmosférica, por lo que son iguales, y por lo tanto su diferencia es 0.00.

### 2.3.7.7 Cota piezométrica

A continuación se calculará la cota piezométrica final del tramo, que es la cota piezométrica inicial menos las pérdidas del tramo, la cota piezométrica inicial es la cota inicial de terreno, por lo tanto, se calcula de la siguiente manera:

$$PIEZ_f = PIEZ_o - H_f$$

Donde:

**PIEZ<sub>f</sub>** Cota piezométrica final del tramo.

**PIEZ<sub>o</sub>** Cota piezométrica inicial del tramo.

**H<sub>f</sub>** Es la pérdida por fricción o pérdidas de carga.

Sustituyendo:

$$\text{PIEZf} = 1116.54 - 15.81$$

$$\text{PIEZf} = 1100.73 - 14.18$$

$$\text{PIEZf} = 1100.73 \text{ mts}$$

$$\text{PIEZf} = 1086.56$$

**Tabla VIII**

Tramo		L	Clase	C	Q	Ø "	Vel.	Hf	C Piezometrica		Cota Terreno		P. Disponible		P. Estática	
E	P.O.	(m)			l/s		m/s	m	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
E-13	E-18.1	466	160	150	0.7668	1 1/4		15.81	1116.54	1100.73	1116.54	1056.32			0.00	60.22
E-18.1	E-21	141	160	150	0.7668	1		14.18	1100.73	1086.56	1056.32	1046.20			60.22	10.12

### 2.3.7.8 Presión disponible

La presión disponible al inicio de este tramo es cero, pero la presión disponible al final del tramo se calcula de la siguiente forma: cota piezométrica final menos la cota de terreno final del tramo, lo cual se hace numéricamente a continuación.

$$\text{PDf} = \text{PIEZf} - \text{Cf}$$

Donde:

**PDf** Es la presión disponible al final del tramo.

**PIEZf** Es la cota piezométrica al final del tramo.

**Cf** Es la cota de terreno al final del tramo diseñado.

Se sustituye:

$$\text{PDf} = 1100.73 - 1056.32$$

$$\text{PDf} = 1086.56 - 1046.20$$

$$\text{PDf} = 44.41 \text{ metros.}$$

$$\text{PDf} = 40.36 \text{ metros.}$$

**Tabla IX**

Tramo		L (m)	Clase	C	Q l/s	Ø "	Vel. m/s	Hf m	C Piezometrica		Cota Terreno		P. Disponible		P. Estática	
E	P.O.								Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
E-13	E-18.1	466	160	150	0.7668	1 1/4		15.81	1116.54	1100.73	1116.54	1056.32	0.00	44.41	0.00	60.22
E-18.1	E-21	141	160	150	0.7668	1		14.18	1100.73	1086.56	1056.32	1046.20	44.41	40.36	60.22	10.12

### 2.3.7.9 Cálculo de la velocidad

La última casilla libre del formato de diseño hidráulico corresponde a la velocidad, ésta se encuentra dividiendo el caudal de diseño entre el área de la tubería de este tramo, lo cual está dado por la siguiente fórmula:

$$V = Q / A = Q / (3.1415 \times (D/2)^2) = Q / ((3.1415/4) \times D^2)$$

Donde:

- V** Es la velocidad del agua en metros por segundo.
- Q** Es el caudal en metro cúbico por segundo (m<sup>3</sup>/s).
- D** Es el diámetro interno de la tubería en metros.

Al sustituir:

$$V = (0.0007668 \text{ m}^3/\text{s}) / ((3.1415 / 4) \times (0.032 \text{ m})^2)$$

$$V = 0.968 \text{ m / s.}$$

$$V = 0.97 \text{ m / s.}$$

$$V = (0.0007668 \text{ m}^3 / \text{s}) / ((3.1415 / 4) \times (0.0254 \text{ m})^2)$$

$$V = 1.51 \text{ m / s.}$$

**Tabla X**

Tramo		L (m)	Clase	C	Q l/s	Ø "	Vel. m/s	Hf m	C Piezometrica		Cota Terreno		P. Disponible		P. Estática	
E	P.O.								Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
E-13	E-18.1	466	160	150	0.7668	1 1/4	0.97	15.81	1116.54	1100.73	1116.54	1056.32	0.00	44.41	0.00	60.22
E-18.1	E-21	141	160	150	0.7668	1	1.51	14.18	1100.73	1086.56	1056.32	1046.20	44.41	40.36	60.22	10.12

Por las características topográficas, la distribución se hizo en cuatro ramales; se pudo comentar que en el Sector II existe únicamente un ramal, que es el Ramal 1 en donde se utilizan 78 tubos de 1 ¼" de 160 PSI, 106 tubos de 1" de 160 PSI y 218 tubos de ¾" de 250 PSI.

En el Sector I, se diseñaron dos ramales, el Ramal 2 y el Ramal 4, utilizando 81 tubos de 2 ½" de 160 PSI, 28 tubos de 2" de 160 PSI, 45 tubos de 1 ½" de 160 PSI, 13 tubos de 1 ¼" de 160 PSI, 315 tubos de 1" de 160 PSI y 229 tubos de ¾" de 250 PSI.

En el Sector IV, se diseñó un ramal, el Ramal 3, utilizando 168 tubos de 1 ½" de 160 PSI, 74 tubos de 1" de 160 PSI y 183 tubos de ¾" de 250 PSI.

A continuación se describe como se hace una conexión domiciliar:

En la línea central de la tubería se coloca una Tee del diámetro que corresponde a la tubería de la línea central, también deberá haber un reductor para tubería de ½", luego se colocará la tubería para la casa correspondiente hasta llegar a donde estará la caja de la conexión domiciliar.

Al estar en la caja lo primero que debe colocarse es una llave de paso, ésta se coloca para poder hacer una reparación y bloquear la entrada del agua, después se colocará el contador. Por último deberá colocarse una llave de retención horizontal (cheque) y de ahí ya se puede poner la cantidad de chorros que se desee.

## **2.3.8 Estructuras**

### **2.3.8.1 Captación**

La captación, que se construirá en el nacimiento, será una captación típica, la cual estará localizada en la estación E-0, que servirá para abastecer al caserío. Se debe construir observando los siguientes lineamientos:

- Se usará concreto ciclópeo, para no alterar la calidad del agua.
- Se colocarán capas de arena, piedrín y piedra bola que sirvan como filtros, para evitar que se capte mucha materia orgánica e inorgánica.
- Se colocará, debajo de estas capas, tuberías perforadas de PVC de 3" que transporte el agua hacia otra tubería lisa y de esta hacia el tanque de succión.
- Se protegerá esta captación con cerco perimetral de alambre espigado.
- Los muros de piedra en las laderas deberán impermeabilizarse en sus caras exteriores, con una mezcla de cemento y arena en proporción 1:2.
- La mampostería de piedra deberá hacerse de piedra en un 67% y mortero en un 33%
- Deberán conservarse las condiciones naturales del lugar de captación y mantener esta área limpia de malezas, desechos y no deforestarla.



### 2.3.8.2 Válvulas de limpieza

Son aquellas que se usan para extraer los sedimentos acumulados en los puntos bajos de las tuberías.

Es importante notar que en la red se colocarán puntos o ramales muertos, que quedarán previstos para futuras conexiones, ya que en estos el agua permanecerá estancada por largo tiempo.

Estas válvulas están compuestas por una tee a la que se conecta lateralmente un niple y una válvula de compuerta que se puede abrir para que, por medio del agua, se expulsen de la tubería los sólidos depositados.

La ubicación de las válvulas de limpieza es:

**Tabla XI**

<b>Localización de la válvulas de limpieza</b>	
<b>Válvula de limpieza</b>	<b>Localización</b>
1	E-18
1	E-30
1	E-45
1	E-48.1

### 2.3.8.3 Válvulas de globo

Las válvulas de globo se utilizan para bajar la presión, éstas se ubicarán en puntos donde la cota piezométrica y la cota del terreno tengan una diferencia mayor de 50 mca. Al utilizar una válvula de globo se bajará la presión para que cuando el agua llegue a la casa no llegue con mucha presión.

Las válvulas de globo se localizarán en los siguientes puntos:

**Tabla XII**

<b>Localización de las válvulas de globo</b>	
<b>Válvula de globo</b>	<b>Localización</b>
1	E-152.1
1	E-155.2
1	E-160.1
1	E-166.1
1	E-168.1
1	E-155

#### **2.4 Propuesta de sostenibilidad del sistema**

Para sostener y dar mantenimiento a un sistema de agua potable es necesario contar, básicamente, con recursos financieros, los cuales deben ser captados y administrados por un ente autorizado, como un comité de agua electo democráticamente e integrado por personas que gocen de la credibilidad y confianza de los habitantes de la comunidad.

En comunidades rurales como el caserío La Fe, del Cantón Pujujil II, la población es de escasos recursos y la tarifa que pueden pagar no es suficiente para amortizar la inversión para la construcción que implica un proyecto de agua potable como el presente; por eso el comité del agua deberá gestionar ayuda ante instituciones gubernamentales y no gubernamentales, para la realización del mismo, así como utilizar los recursos recaudados a través de la tarifa, para sufragar los gastos de mantenimiento del sistema.

El mantenimiento de un sistema de agua potable comprende una serie de acciones que se realizan con el objeto de prever daños o perjuicios en la red, obras hidráulicas o equipos, o para reparar los mismos, cuando estos ya se han producido; esto es con la intención de garantizar un buen servicio y el funcionamiento del sistema.

El mantenimiento preventivo consiste en la serie de acciones planificadas que se realizan periódicamente para prevenir daños en el sistema, mientras que el mantenimiento correctivo consiste en la pronta reparación de cualquier avería ocasionada a la red, obras hidráulicas o equipos; dicho mantenimiento no puede programarse y, para poder hacerlo eficiente, es necesario contar y disponer en cualquier momento del equipo y materiales en bodega, del personal especializado y del transporte de los mismos.

Para prestar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo en un sistema de agua potable es necesario contar con un fontanero dedicado a estas labores, que deberá ser pagado con los fondos obtenidos de la tarifa mensual, los cuales servirán también para costear los gastos de herramienta y materiales necesarios y transporte.

## **2.5 Análisis tarifario**

En el análisis tarifario se contemplarán los gastos de mantenimiento, de operación, el pago al fontanero, un tesorero y gasto del cloro.

En los gastos de mantenimiento existen varios rubros, como compra de herramienta para que trabaje el fontanero, compra de materiales, tubería, accesorios, para que cuando haya que hacer reparaciones tengan material en existencia. Los gastos de operación comprenden básicamente el gasto del cloro. Al fontanero y al tesorero se le pagará el salario mínimo.

Además, en el análisis se incluye el costo mensual para adquirir una nueva bomba, porque la vida útil de la bomba es de cinco años, en el análisis tarifario está el pago mensual para comprar la bomba en cinco años.

**Tabla XIII**

<b>ANÁLISIS TARIFARIO</b>				
Número de conexiones				113 conexiones
Longitud de conducción				775 metros
Población de diseño				945 habitantes
Costo de cloro mensual			Q	90.00
<b>Componente</b>	<b>Salario / día</b>	<b>Día / mes</b>	<b>Costo / mes</b>	
Fontanero	Q 35.00	10	Q 350.00	
Tesorero	Q 35.00	1	Q 35.00	
Gastos de Operación			Q 90.00	
Mantenimiento			Q 1,500.00	
Costo de la bomba			Q 650.00	
<b>Total</b>				<b>Q 2,535.00</b>
<b>Tarifa (113 conexiones)</b>				<b>Q 22.43</b>
<b>Tarifa</b>				<b>Q 25.00</b>

En este análisis no se incluye el gasto de electricidad que se pueda ocasionar con el uso de la bomba, entonces cuando la comunidad sepa cuánto se gasta en electricidad, deberá aumentar a cada vecino la cantidad que corresponda para el pago de la electricidad.

Además cada vecino deberá pagar exceso de consumo, por cada 1000 litros de consumo extra al mes deberá pagar Q 1.50, también le deberán cobrar el consumo extra por electricidad.

**PRESUPUESTO DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO  
DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO LA FE**

**LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

**Tabla XIV Captación y muro perimetral**

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Cemento	saco	210	Q 44.00	Q 9,240.00
Cal	bolsa	61	Q 28.00	Q 1,708.00
Arena de río	m3	13	Q 145.00	Q 1,885.00
Arena amarilla	m3	7	Q 110.00	Q 770.00
Arena blanca	m3	5	Q 110.00	Q 550.00
Piedrín	m3	12	Q 165.00	Q 1,980.00
Grava de 1/2"	m3	8	Q 165.00	Q 1,320.00
Grava de 3"	m3	4.5	Q 165.00	Q 742.50
Piedra bola	m3	27	Q 130.00	Q 3,510.00
Tabla de 1"x12"x8'	doc	5	Q 290.00	Q 1,450.00
Parales de 3"x3"x8'	doc	6	Q 220.00	Q 1,320.00
Clavo de 3"	lb	30	Q 6.00	Q 180.00
Alambre de amarre	lb	18	Q 6.00	Q 108.00
Acero de 1/2"	qq	0.5	Q 290.00	Q 145.00
Acero de 3/8"	qq	8	Q 290.00	Q 2,320.00
Acero de 1/4"	qq	2	Q 290.00	Q 580.00
Block 0.19x0.14x0.39	unidad	339	Q 3.00	Q 1,017.00
Block U	unidad	113	Q 3.00	Q 339.00
Tubo PVC 4"	unidad	1	Q 300.00	Q 300.00
Tubo PVC 3"	unidad	4	Q 190.00	Q 760.00
Tubo PVC 2"	unidad	3	Q 90.00	Q 270.00
Codo PVC 2", 90°	unidad	7	Q 25.00	Q 175.00
Tee PVC 2"	unidad	2	Q 20.00	Q 40.00
Válvula de compuerta	unidad	2	Q 500.00	Q 1,000.00
Pichacha	unidad	2	Q 475.00	Q 950.00
Candado	unidad	4	Q 100.00	Q 400.00
Tubo HG 2"	unidad	30	Q 335.00	Q 10,050.00
Malla metálica	ml	45	Q 25.00	Q 1,125.00
Adaptador macho	unidad	6	Q 12.00	Q 72.00

<b>Total materiales</b>	<b>Q 44,306.50</b>
-------------------------	--------------------

**MANO DE OBRA CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Fundición en piso	m3	0.8	Q 97.50	Q 78.00
Formaleta de muros	m2	20	Q 9.75	Q 195.00
Fundición concreto en muro	m3	1.5	Q 97.50	Q 146.25
Formaleta de losa	m2	10.5	Q 9.75	Q 102.38
Armado de losa	m2	10.5	Q 9.75	Q 102.38
Fundición de losa	m3	1	Q 97.50	Q 97.50
Desencofrado	m2	28	Q 9.75	Q 273.00
Construcción de caja	unidad	3	Q 260.00	Q 780.00
Construcción de tapadera	unidad	4	Q 48.75	Q 195.00
Instalación de accesorios	global	1	Q 260.00	Q 260.00

<b>Total mano de obra calificada</b>	<b>Q 2,229.50</b>
--------------------------------------	-------------------

**MANO DE OBRA NO CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Excavación	m3	62	Q 20.00	Q 1,240.00
Fundición de piso	m3	0.8	Q 52.50	Q 42.00
Formaleta de muros	m2	20	Q 5.25	Q 105.00
Fundición concreto en muro	m3	1.5	Q 52.50	Q 78.75
Formaleta de losa	m2	10.5	Q 5.25	Q 55.13
Armado de losa	m2	10.5	Q 5.25	Q 55.13
Fundición de losa	m3	1	Q 52.50	Q 52.50
Desencofrado	m2	28	Q 5.25	Q 147.00
Construcción de caja	unidad	3	Q 140.00	Q 420.00
Construcción de tapadera	unidad	4	Q 26.25	Q 105.00
Instalación de accesorios	global	1	Q 140.00	Q 140.00

<b>Total mano de obra no calificada</b>	<b>Q 2,440.50</b>
---	-------------------

**RESUMEN CAPTACIÓN Y MURO PERIMETRAL**

MATERIALES	Q 44,306.50
MANO DE OBRA CALIFICADA	Q 2,229.50
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q 2,440.50

<b>TOTAL CAPTACIÓN</b>	<b>Q 48,976.50</b>
------------------------	--------------------

**Tabla XV Tubería y bomba**

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Tubo H.G. De 4"	unidad	130	Q 800.00	Q 104,000.00
Bomba sumergible 10 HP	global	1	Q51,120.00	Q 51,120.00
Instalación eléctrica	global	1	Q30,192.00	Q 30,192.00

<b>Total materiales</b>	<b>Q 185,312.00</b>
-------------------------	---------------------

**MANO DE OBRA CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Replanteo y trazo	ml	775	Q 12.75	Q 9,881.25
Instalación de tubería	unidad	130	Q 212.50	Q 27,625.00
Instalación de bomba y accesorios	global	1	Q 3,000.00	Q 3,000.00
Instalación eléctrica	global	1	Q 4,000.00	Q 4,000.00

<b>Total mano de obra calificada</b>	<b>Q 44,506.25</b>
--------------------------------------	--------------------

**MANO DE OBRA NO CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Replanteo y trazo	ml	775	Q 2.25	Q 1,743.75
Excavación y relleno	m3	349	Q 40.00	Q 13,960.00
Instalación de tubería	unidad	130	Q 37.50	Q 4,875.00
Instalación eléctrica	global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00

<b>Total mano de obra no calificada</b>	<b>Q 22,578.75</b>
---	--------------------

**RESUMEN TUBERÍA Y BOMBA**

MATERIALES	Q 185,312.00
MANO DE OBRA CALIFICADA	Q 44,506.25
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q 22,578.75

<b>TOTAL TUBERÍA Y BOMBA</b>	<b>Q 252,397.00</b>
------------------------------	---------------------

**Tabla XVI Tanque de succión 90 m<sup>3</sup>**

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Codo PVC de 4", 90°	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00
Tubo PVC de 4", 160 PSI	unidad	3	Q 300.00	Q 900.00
Cal	bolsa	40	Q 28.00	Q 1,120.00
Cemento	saco	485	Q 44.00	Q 21,340.00
Arena de río	m3	25	Q 145.00	Q 3,625.00
Arena amarilla	m3	5	Q 110.00	Q 550.00
Arena blanca	m3	6	Q 110.00	Q 660.00
Piedrín	m3	25	Q 165.00	Q 4,125.00
Piedra bola	m3	64	Q 130.00	Q 8,320.00
Clavo de 3"	lb	75	Q 6.00	Q 450.00
Alambre de amarre	lb	80	Q 6.00	Q 480.00
Acero de 1/2"	qq	0.5	Q 290.00	Q 145.00
Acero de 3/8"	qq	21	Q 290.00	Q 6,090.00
Acero de 1/4"	qq	3	Q 290.00	Q 870.00
Flote	unidad	1	Q 400.00	Q 400.00
Candado de 60 mm	unidad	3	Q 100.00	Q 300.00
Tabla 1"x12"x9'	doc	10	Q 290.00	Q 2,900.00
Parales 3"x3"x9'	doc	21	Q 220.00	Q 4,620.00
Pichacha	unidad	1	Q 475.00	Q 475.00

<b>Total materiales</b>	<b>Q 57,470.00</b>
-------------------------	--------------------

**MANO DE OBRA CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Armado de corona	ml	26	Q 9.75	Q 253.50
Fundición de corona	m2	26	Q 97.50	Q 2,535.00
Fundición concreto ciclópeo en piso	m2	43	Q 97.50	Q 4,192.50
Formaleta de muros	m2	130	Q 9.75	Q 1,267.50
Fundición concreto ciclópeo en muros	m2	130	Q 97.50	Q 12,675.00
Formaleta de losa y tapadera	m2	45	Q 9.75	Q 438.75
Armado de losa y tapadera	m2	45	Q 48.75	Q 2,193.75
Fundición de losa y tapadera	m2	45	Q 97.50	Q 4,387.50
Desencofrado	m2	175	Q 6.50	Q 1,137.50
Repello	m2	96	Q 19.50	Q 1,872.00
Alisado	m2	96	Q 19.50	Q 1,872.00
Construcción de caja y tapadera	unidad	2	Q 308.75	Q 617.50
Instalación de accesorios	global	1	Q 308.75	Q 308.75

<b>Total mano de obra calificada</b>	<b>Q 40,826.25</b>
--------------------------------------	--------------------



**MANO DE OBRA NO CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Excavación	m3	283	Q 25.00	Q 7,075.00
Armado de corona	m2	26	Q 5.25	Q 136.50
Fundición de corona	m2	26	Q 52.50	Q 1,365.00
Fundición concreto ciclopeo en piso	m2	43	Q 52.50	Q 2,257.50
Formaleta de muros	m2	130	Q 5.25	Q 682.50
Fundición concreto ciclopeo en muros	m2	130	Q 52.50	Q 6,825.00
Formaleta de losa y tapadera	m2	45	Q 5.25	Q 236.25
Armado de losa y tapadera	m2	45	Q 26.25	Q 1,181.25
Fundición de losa y tapadera	m2	45	Q 52.50	Q 2,362.50
Desencofrado	m2	175	Q 3.50	Q 612.50
Repello	m2	96	Q 10.50	Q 1,008.00
Alisado	m2	96	Q 10.50	Q 1,008.00
Construcción de caja y tapadera	unidad	2	Q 166.25	Q 332.50
Instalación de accesorios	global	1	Q 140.00	Q 140.00
Acarreo de material	m3	310	Q 20.00	Q 6,200.00
Flete	viaje	300	Q 20.00	Q 6,000.00

<b>Total mano de obra no calificada</b>	<b>Q 37,422.50</b>
---	--------------------

**RESUMEN TANQUE DE SUCCIÓN**

MATERIALES	Q 57,470.00
MANO DE OBRA	Q 40,826.25
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q 37,422.50

<b>TOTAL TANQUE DE SUCCIÓN 90 M<sup>3</sup></b>	<b>Q 135,718.75</b>
---	---------------------

**LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN**

**Tabla XVII Tubería**

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Tubo PVC de 2 1/2", 160 PSI	unidad	81	Q 125.00	Q 10,125.00
Tubo PVC de 2", 160 PSI	unidad	28	Q 90.00	Q 2,520.00
Tubo PVC de 1 1/2", 160 PSI	unidad	213	Q 60.00	Q 12,780.00
Tubo PVC de 1 1/4", 160 PSI	unidad	90	Q 50.00	Q 4,500.00
Tubo PVC de 1", 160 PSI	unidad	494	Q 35.00	Q 17,290.00
Tubo PVC de 3/4", 250 PSI	unidad	670	Q 30.00	Q 20,100.00
Codo PVC de 2 1/2", 90°	unidad	4	Q 80.00	Q 320.00
Codo PVC de 1 1/2", 45°	unidad	4	Q 20.00	Q 80.00
Codo PVC de 1 1/2", 90°	unidad	6	Q 15.00	Q 90.00
Codo PVC de 1", 45°	unidad	4	Q 12.00	Q 48.00
Codo PVC de 3/4", 45°	unidad	5	Q 10.00	Q 50.00
Codo PVC de 3/4", 90°	unidad	1	Q 5.00	Q 5.00
Tee PVC de 2"	unidad	1	Q 20.00	Q 20.00
Tee PVC de 1 1/2"	unidad	11	Q 15.00	Q 165.00
Tee PVC de 1 1/4"	unidad	2	Q 14.00	Q 28.00
Tee PVC de 1"	unidad	22	Q 10.00	Q 220.00
Tee PVC de 3/4"	unidad	17	Q 5.00	Q 85.00
Cruz PVC de 1 1/2"	unidad	1	Q 55.00	Q 55.00
Cruz PVC de 1"	unidad	1	Q 45.00	Q 45.00
Cruz PVC de 3/4"	unidad	1	Q 35.00	Q 35.00
Yee PVC de 1 1/2"	unidad	1	Q 30.00	Q 30.00
Reducidor PVC 2 1/2" x 2"	unidad	2	Q 35.00	Q 70.00
Reducidor PVC 2" x 1 1/2"	unidad	2	Q 12.00	Q 24.00
Reducidor PVC 1 1/2"x1 1/4"	unidad	2	Q 10.00	Q 20.00
Reducidor PVC 1 1/4" x 1"	unidad	2	Q 10.00	Q 20.00
Reducidor PVC 1" x 3/4"	unidad	4	Q 5.00	Q 20.00
Reducidor PVC 3/4" x 1/2"	unidad	36	Q 4.00	Q 144.00
Reducidor PVC 1 1/2" x 3/4"	unidad	2	Q 10.00	Q 20.00
Reducidor PVC 1 1/2" x 1"	unidad	3	Q 10.00	Q 30.00
Reducidor PVC 1" x 1/2"	unidad	33	Q 5.00	Q 165.00
Reducidor PVC 1 1/2" x 1/2"	unidad	10	Q 10.00	Q 100.00
Reducidor PVC 1 1/4" x 1/2"	unidad	2	Q 10.00	Q 20.00

**Total materiales** **Q 69,224.00**

**MANO DE OBRA CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Replanteo y trazo	ml	11100	Q 12.75	Q 141,525.00
Instalación de tubería 2 1/2"	unidad	81	Q 80.00	Q 6,480.00
Instalación de tubería 2"	unidad	28	Q 50.00	Q 1,400.00
Instalación de tubería 1 1/2"	unidad	213	Q 40.00	Q 8,520.00
Instalación de tubería 1 1/4"	unidad	90	Q 30.00	Q 2,700.00
Instalación de tubería 1"	unidad	494	Q 25.00	Q 12,350.00
Instalación de tubería 3/4"	unidad	670	Q 20.00	Q 13,400.00

<b>Total mano de obra</b>	<b>Q 186,375.00</b>
---------------------------	---------------------

**MANO DE OBRA NO CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Replanteo y trazo	ml	11100	Q 2.25	Q 24,975.00
Excavación y relleno	m3	4995	Q 30.00	Q 149,850.00
Instalación de tubería 2 1/2"	unidad	81	Q 11.00	Q 891.00
Instalación de tubería 2"	unidad	28	Q 9.00	Q 252.00
Instalación de tubería 1 1/2"	unidad	213	Q 7.50	Q 1,597.50
Instalación de tubería 1 1/4"	unidad	90	Q 6.00	Q 540.00
Instalación de tubería 1"	unidad	494	Q 4.00	Q 1,976.00
Instalación de tubería 3/4"	unidad	670	Q 3.00	Q 2,010.00

<b>Total mano de obra no calificada</b>	<b>Q 182,091.50</b>
---	---------------------

**RESUMEN TUBERÍA DISTRIBUCIÓN**

MATERIALES	Q 69,224.00
MANO DE OBRA	Q 186,375.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q 182,091.50

<b>TOTAL TUBERÍA</b>	<b>Q 437,690.50</b>
----------------------	---------------------

**Tabla XVIII Cconexión domiciliar**

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Cemento	saco	65	Q 44.00	Q 2,860.00
Cal	bolsa	38	Q 28.00	Q 1,064.00
Arena amarilla	m3	8	Q 110.00	Q 880.00
Arena blanca	m3	5	Q 110.00	Q 550.00
Arena de río	m3	6	Q 145.00	Q 870.00
Piedrín	m3	6	Q 165.00	Q 990.00
Acero de 3/8"	qq	6	Q 290.00	Q 1,740.00
Alambre de amarre	lb	24	Q 6.00	Q 144.00
Tubo PVC 1/2", 315 PSI	unidad	274	Q 25.00	Q 6,850.00
Contador	unidad	113	Q 300.00	Q 33,900.00
Llave de paso 1/2"	unidad	113	Q 35.00	Q 3,955.00
Codo PVC 1/2", 90°	unidad	226	Q 2.00	Q 452.00
Cheque horizontal de 1/2"	unidad	113	Q 40.00	Q 4,520.00
Adaptador macho de 1/2"	unidad	226	Q 1.75	Q 395.50
Niple HG de 1/2" x 0.30 m	unidad	113	Q 15.00	Q 1,695.00
Niple HG de 1/2" x 0.10 m	unidad	113	Q 7.00	Q 791.00
Grifo	unidad	113	Q 30.00	Q 3,390.00

**Total materiales Q 65,046.50**

**MANO DE OBRA CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Elaboración anclaje	unidad	113	Q 15.00	Q 1,695.00
Colocación accesorios	unidad	113	Q 30.00	Q 3,390.00
Instalación de tubería 1/2"	ml	1644	Q 17.00	Q 27,948.00
Construcción de cajas	unidad	113	Q 255.00	Q 28,815.00

**Total mano de obra Q 61,848.00**

**MANO DE OBRA NO CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Colocación accesorios	unidad	113	Q 5.00	Q 565.00
Instalación de tubería 1/2"	ml	1644	Q 4.00	Q 6,576.00
Construcción de cajas	unidad	113	Q 45.00	Q 5,085.00

**Total mano de obra no calificada Q 12,226.00**

**RESUMEN CONEXIÓN DOMICILIAR**

MATERIALES	Q 65,046.50
MANO DE OBRA	Q 61,848.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q 12,226.00

**TOTAL CONEXIÓN DOMICILIAR Q 139,120.50**

**Tabla XIX Tanque de distribución 50 m<sup>3</sup>**

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Cemento	saco	294	Q 44.00	Q 12,936.00
Cal	bolsa	184	Q 28.00	Q 5,152.00
Arena amarilla	m3	26	Q 110.00	Q 2,860.00
Arena blanca	m3	14	Q 110.00	Q 1,540.00
Arena de río	m3	14	Q 145.00	Q 2,030.00
Piedrín	m3	14	Q 165.00	Q 2,310.00
Piedra bola 2" - 4"	m3	40	Q 130.00	Q 5,200.00
Acero de 1/2"	qq	0.5	Q 290.00	Q 145.00
Acero de 3/8"	qq	8	Q 290.00	Q 2,320.00
Acero de 1/4"	qq	1.5	Q 290.00	Q 435.00
Alambre de amarre	lb	40	Q 6.00	Q 240.00
Tubo PVC 4"	unidad	1	Q 300.00	Q 300.00
Tubo PVC 2"	unidad	3	Q 90.00	Q 270.00
Reducidor 4" x 2"	unidad	2	Q 90.00	Q 180.00
Válvula de compuerta de 4"	unidad	2	Q 500.00	Q 1,000.00
Codo 4", 90°	unidad	3	Q 100.00	Q 300.00
Codo 2", 90°	unidad	1	Q 25.00	Q 25.00
Sifón PVC de 2"	unidad	1	Q 50.00	Q 50.00
Candado 60 mm	unidad	1	Q 100.00	Q 100.00
Adaptador macho 2"	unidad	2	Q 12.00	Q 24.00
Pichacha 4"	unidad	1	Q 475.00	Q 475.00
Flote	unidad	1	Q 400.00	Q 400.00
<b>Total materiales</b>				<b>Q 38,292.00</b>

**MANO DE OBRA CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Armado de corona	ml	22	Q 9.75	Q 214.50
Fundición de corona	m2	2	Q 97.50	Q 195.00
Fundición concreto ciclopeo en piso	m2	25	Q 97.50	Q 2,437.50
Formaleta de muros	m2	43	Q 9.75	Q 419.25
Fundición concreto ciclopeo en muro	m2	43	Q 97.50	Q 4,192.50
Formaleta de losa y tapadera	m2	31	Q 9.75	Q 302.25
Armado de losa y tapadera	m2	33	Q 9.75	Q 321.75
Fundición de losa y tapadera	m2	33	Q 97.50	Q 3,217.50
Construcción de caja y tapadera	unidad	2	Q 308.75	Q 617.50
Desencofrado	m2	74	Q 6.50	Q 481.00
Repello	m2	43	Q 19.50	Q 838.50
Alisado	m2	43	Q 19.50	Q 838.50
Instalación de pichacha y accesorios	global	1	Q 260.00	Q 260.00
<b>Total mano de obra calificada</b>				<b>Q 14,335.75</b>

**MANO DE OBRA NO CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	TOTAL
Excavación	m3	173	Q 20.00	Q 3,460.00
Armado de corona	ml	22	Q 5.25	Q 115.50
Fundición de corona	m2	22	Q 52.50	Q 1,155.00
Fundición concreto ciclopeo en piso	m2	25	Q 52.50	Q 1,312.50
Formaleta de muros	m2	43	Q 5.25	Q 225.75
Fundición concreto ciclopeo en muro	m2	43	Q 52.50	Q 2,257.50
Formaleta de losa y tapadera	m2	31	Q 5.25	Q 162.75
Armado de losa y tapadera	m2	33	Q 5.25	Q 173.25
Fundición de losa y tapadera	m2	33	Q 52.50	Q 1,732.50
Construcción de caja y tapadera	unidad	2	Q 166.25	Q 332.50
Desencofrado	m2	74	Q 3.50	Q 259.00
Repello	m2	43	Q 10.50	Q 451.50
Alisado	m2	43	Q 10.50	Q 451.50
Instalación de pichacha y accesorios	global	1	Q 140.00	Q 140.00
Acarreo de material	m3	190	Q 20.00	Q 3,800.00
Flete	viaje	15	Q 300.00	Q 4,500.00

<b>Total mano de obra no calificada</b>	<b>Q 20,529.25</b>
---	--------------------

**RESUMEN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN**

MATERIALES	Q 38,292.00
MANO DE OBRA	Q 14,335.75
MANO DE OBRA NO CALIFICADA	Q 20,529.25

<b>TOTAL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 50 M3</b>	<b>Q 73,157.00</b>
---	--------------------

**Tabla XX Caja para válvulas**

**MATERIALES**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Piedra bola < 3"	m3	3	Q 130.00	Q 390.00
Cemento	saco	56	Q 44.00	Q 2,464.00
Arena de río	m3	5.5	Q 145.00	Q 797.50
Arena amarilla	m3	9	Q 110.00	Q 990.00
Arena blanca	m3	10	Q 110.00	Q 1,100.00
Acero 3/8"	qq	1.5	Q 290.00	Q 435.00
Piedrín	m3	5.5	Q 165.00	Q 907.50
Cal	bolsas	94	Q 28.00	Q 2,632.00
Acero de 1/4"	qq	1.5	Q 290.00	Q 435.00
Alambre de amarre	lb	12	Q 6.00	Q 72.00
Clavo 3"	lb	6	Q 6.00	Q 36.00
Válvula de limpieza	unidad	4	Q 500.00	Q 2,000.00
Válvula de globo	unidad	5	Q 500.00	Q 2,500.00
Tabla 1"x12"x8'	doc.	1	Q 290.00	Q 290.00
Paral 3"x3"x8'	doc.	2	Q 220.00	Q 440.00
Candado	unidad	9	Q 100.00	Q 900.00

<b>Total materiales</b>	<b>Q 16,389.00</b>
-------------------------	--------------------

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armado corona	ml	36	Q 6.50	Q 234.00
Fundición corona	m3	3.6	Q 97.50	Q 351.00
Armado tapadera	m2	7	Q 9.75	Q 68.25
Fundición tapadera	m3	1	Q 97.50	Q 97.50
Formaleta de muro	m2	14	Q 9.75	Q 136.50
Levantado de muro	m2	14	Q 97.50	Q 1,365.00
Desencofrado	m2	14	Q 2.60	Q 36.40
Repello	m2	14	Q 13.00	Q 182.00
Alisado	m2	14	Q 13.00	Q 182.00

<b>Total mano de obra calificada</b>	<b>Q 2,652.65</b>
--------------------------------------	-------------------

**MANO DE OBRA NO CALIFICADA**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Armado corona	ml	36	Q 3.50	Q 126.00
Fundición corona	m3	3.6	Q 52.50	Q 189.00
Armado tapadera	m2	7	Q 5.25	Q 36.75
Fundición tapadera	m3	1	Q 52.50	Q 52.50
Formaleta de muro	m2	14	Q 5.25	Q 73.50
Levantado de muro	m2	14	Q 52.50	Q 735.00
Desencofrado	m2	14	Q 1.40	Q 19.60
Repello	m2	14	Q 7.00	Q 98.00
Alisado	m2	14	Q 7.00	Q 98.00

<b>Total mano de obra no calificada</b>	<b>Q 1,428.35</b>
---	-------------------

**RESUMEN CAJA Y VALVULA DE PASO**

MATERIALES	Q 16,389.00
MANO DE OBRA	Q 2,652.65
MANO DE OBRA NO CALIFICA.DA	Q 1,428.35

<b>TOTAL CAJA DE VÁLVULA</b>	<b>Q 20,470.00</b>
------------------------------	--------------------



**Tabla XXI Resumen del presupuesto**

DESCRIPCIÓN		TOTAL	
<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>			
Captación y muro perimetral		Q	48,976.50
Tubería y bomba		Q	252,397.00
Tanque de succión 90 m3		Q	135,718.75
<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>			
Tubería		Q	437,690.50
Conexión domiciliar		Q	139,120.50
Tanque de distribución 50 m3		Q	73,157.00
Cajas para válvulas		Q	20,470.00
Total		Q	1,107,530.25
Gastos indirectos		Q	132,650.13
Imprevistos 5%		Q	55,376.51
<b>Total</b>		<b>Q</b>	<b>1,295,556.89</b>

## 2.7 Cronograma de ejecución

Tabla XXII

### Cronograma de Ejecución e Inversión

#### Proyecto: "Abastecimiento de agua potable para el Caserío La Fe"

REGLON DE TRABAJO	1er. Mes	2do. Mes	3er. Mes	4to. Mes	5to. Mes	INVERSION
Captación y muro perimetral						Q75,837.44
Tubería conducción y bomba						Q279,257.95
Tanque de succión						Q162,579.70
Tubería de distribución						Q464,551.45
Conexión domiciliar						Q165,981.45
Tanque de distribución						Q100,017.95
Cajas para válvulas						Q47,330.95
<b>TOTAL</b>						<b>Q1,295,556.89</b>

## **2.8 Estudio de vulnerabilidad y riesgo**

Según el estudio realizado y las condiciones topográficas expuestas, el nacimiento de agua se encuentra en una hondonada que está bordeada de suficiente arboleda, lo cual no permitirá que la tierra se entorpezca y pueda producirse deslaves u otra circunstancia peligrosa que contamine o destruya el nacimiento.

El acceso al nacimiento no presenta ningún peligro de desborde ni rompimiento de la tierra o paredones, puesto que para llegar a él existe un paso lo suficientemente seguro y sólido por el que puede transitarse adecuadamente. El nacimiento está protegido no sólo por las arboledas existentes sino también por la solidez de la tierra y las piedras que hacen que el agua permanezca pura y no se contamine.

Toda la comunidad posee letrinas con fosas sépticas lo cual contribuye a que se mantenga protegido el nacimiento.

La comunidad, a pesar de no contar con toda la cultura ambiental que se desea, ha cuidado, y lo sigue haciendo, el nacimiento porque consideran que es de vital importancia para el futuro de la misma, como puede inferirse de los datos presentados en este estudio.

La planta de captación del agua y el tanque de succión se proyectaron de tal manera que el paso del agua ayuda a que ésta permanezca y se conduzca con toda la efectividad y pureza posible; por eso mismo se considera que los riesgos son pocos. Quizá lo único que podría provocar riesgo potencial es que en tiempo de lluvia el nacimiento se acreciente y su volumen sea mayor a lo esperado, aunque se prevé que la planta de captación, por medio del rebalse diseñado, pueda contener tal posibilidad y no se produzca ningún percance.

La tubería sólo podría dañarse si, por accidente o desconocimiento, algún campesino la dañara; pero para ello se prevé la acción inmediata del fontanero encargado de ello. La colocación de la tubería se ha diseñado de tal manera que sería muy remoto que ocurriera algún daño irreversible en el sistema que este estudio presenta.

Por tales razones se ha previsto en el estudio que los daños o percances posibles sean atendidos y solucionados de inmediato y eficazmente, ya que la comunidad no sólo tiene el deseo y las intenciones de mejorar su vida comunitaria, social, familiar y económica sino que tienen conciencia de que el proyecto debe protegerse y estimarse. Por lo tanto, en base a todos los datos presentados, se nota que los riesgos y la vulnerabilidad del proyecto están contenidos de una manera contingente y socializada.

## CONCLUSIONES

1. El Caserío La Fe, pertenece al Cantón Pujujil II, del municipio y departamento de Sololá. El cual se benefició con un estudio de agua potable, al estar terminado este proyecto, mejorarán las condiciones de vida de los pobladores de esta comunidad.
2. La construcción del proyecto beneficiará a 475 habitantes actualmente, con agua potable en cantidad suficiente para los próximos 20 años, que es el período de diseño.
3. Este estudio es de mucha importancia para el Caserío La Fe, porque podrán contar con agua potable todo el día, con esto se reducirá el riesgo a contraer enfermedades por falta de higiene. Además este proyecto también les sirve para el desarrollo de la población.
4. La inmersión en la realidad socio-económica de las comunidades rurales pobres de Guatemala motiva al futuro profesional de la Ingeniería Civil, en la búsqueda de soluciones adecuadas en materia de infraestructura.

## RECOMENDACIONES

1. Al Gobierno de la República de Guatemala. Se debe invertir mucho más en Educación y Salud.
2. A la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos. Que todos los estudiantes de todas las carreras de la facultad, previo a graduarse, realicen obligatoriamente un EPS en comunidades del área rural, con el fin de llevar una solución a algún problema que aqueja a estas comunidades y adquirir experiencia en campo así como criterio propio.
3. A la municipalidad de Sololá. Debe gestionar la realización del proyecto de abastecimiento de agua potable del Caserío La Fe, Cantón Pujujil II, municipio y departamento de Sololá. Es conveniente implementar un programa de concientización a las personas, para que ya no se sigan cortando árboles en las áreas rurales del municipio, así como un código de sanciones a los que infrinjan la ley.
4. Al comité comunal de desarrollo. Es necesario concientizar a la comunidad en general y motivar su participación en proyectos de beneficio común, como éste, con su aporte económico o en mano de obra, a la medida de sus posibilidades.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo Netto, J. M. y Guillermo Acosta Álvarez. **Manual de Hidráulica**. 6a. ed. México: Editorial Harla, 1975.

García de León, Nery William. Método Práctico de Presupuestos en Construcción. Guatemala.

León Medrano, David Israel. Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Yichwitz Chonó, San Pedro Soloma, Huehuetenango. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.

Nilson, Arthur H. Diseño de Estructuras de Concreto. Duodécima edición. Colombia. Editorial McGraw Hill. 2001.

**Normas de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.** Guatemala. UNEPAR, 1991.

Simmons S. Charles, José Manuel Tárano T. José Humberto Pinto Z. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Editorial del Ministerio de Educación Pública "José de Pineda Ibarra". 10 de diciembre de 1959.

Tetzagüic Car, Carlos Encarnación. Diseño del sistema de agua potable para los caseríos El Rosario y La Granadilla, Conguaco, Jutiapa. Tesis Ing. Civ. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.

**Anexo No. 1**



**Tabla XXIII Cálculo hidráulico ramal 1**

Tramo Est	P.O.	Longitud Diseño	Material	C	Caudal l / s	Ø Nominal "	Ø Interior	Velocidad m/s	Hf m	C Piezométrica		C Terreno		P Disponible		P Estática		
										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
<b>RAMAL 1</b>																		
E-13	E-18.1	466	PVC 160	150	0.7668	1 1/4	1.532	0.97	15.81	1116.54	1100.73	1116.54	1056.32	0.00	44.41	0.00	60.22	
E-18.1	E-21	141	PVC 160	150	0.7668	1	1.532	1.51	14.18	1100.73	1086.56	1056.32	1046.20	44.41	40.36	60.22	10.12	
E-21	E-31	325	PVC 160	150	0.7668	1	1.532	1.51	32.68	1086.56	1053.88	1046.20	1028.55	40.36	25.33	10.12	17.65	
E-31	E-37.1	170	PVC 250	150	0.5408	1	1.161	1.07	8.96	1053.88	1044.92	1028.55	1003.80	25.33	41.12	17.65	24.75	
E-37.1	E-38	5	PVC 250	150	0.5408	3/4	0.926	1.90	1.07	1044.92	1043.85	1003.80	1003.55	41.12	40.30	24.75	0.25	
E-38	E-42	178	PVC 250	150	0.4743	3/4	0.926	1.66	29.87	1043.85	1013.97	1003.55	978.35	40.30	35.62	0.25	25.20	
E-42	E-44	72	PVC 250	150	0.2590	3/4	0.926	0.91	3.95	1013.97	1010.03	978.35	971.73	35.62	38.30	25.20	6.62	
E-44	E-48	182	PVC 250	150	0.2121	3/4	0.926	0.74	6.89	1010.03	1003.13	971.73	992.21	38.30	10.92	6.62	-20.48	
E-31	E-31.2	108	PVC 250	150	0.1500	3/4	0.926	0.53	2.15	1053.88	1051.72	1028.55	1029.55	25.33	22.17	17.65	-1.00	
E-34	E-34.2	80	PVC 250	150	0.1500	3/4	0.926	0.53	1.60	1045.59	1043.99	1014.37	1000.37	31.22	43.62	21.82	14.00	
E-39	E-39.2	123	PVC 250	150	0.1500	3/4	0.926	0.53	2.45	1035.46	1033.01	997.87	989.87	37.59	43.14	7.25	8.00	
E-40	E-40.2	135	PVC 250	150	0.1500	3/4	0.926	0.53	2.69	1029.07	1026.38	989.46	987.46	39.61	38.92	12.58	2.00	
E-42	E-42.2	298	PVC 250	150	0.1500	3/4	0.926	0.53	5.95	1013.97	1008.02	978.35	968.35	35.62	39.67	25.20	10.00	
E-48	E-48.2	125	PVC 250	150	0.1500	3/4	0.926	0.53	2.49	1003.13	1000.64	992.21	980.21	10.92	20.43	-20.48	12.00	

Tabla XXIV Cálculo hidráulico ramal 2

Tramo	Longitud	Material	Caudal	Ø Nominal	Ø Interior	Velocidad	Hf	C Piezométrica		C Terreno		P Disponible		P Estática				
								C	l / s	Ø	Nominal	Interior	m/s	m	Inicial	Final	Inicial	Final
Est	P.O.																	
<b>RAMAL 2</b>																		
E-13	E-59		219	PVC 160	150	1.5620	2 1/2	2.655	0.49	0.95	1116.54	1115.59	1116.54	1102.23	0.00	13.36	0.00	14.31
E-59	E-62.1		263	PVC 160	150	1.5620	2 1/2	2.655	0.49	1.14	1115.59	1114.45	1102.23	1105.79	13.36	8.66	14.31	-3.56
E-62.1	E-63		68	PVC 160	150	1.5620	2	2.193	0.77	0.87	1114.45	1113.58	1105.79	1104.35	8.66	9.23	-3.56	1.44
E-63	E-64.1		99	PVC 160	150	0.9940	2	2.193	0.49	0.55	1113.58	1113.03	1104.35	1093.99	9.23	19.04	1.44	10.36
E-64.1	E-67		136	PVC 160	150	0.9940	1 1/2	1.754	0.87	3.07	1113.03	1109.96	1093.99	1077.13	19.04	32.83	10.36	16.86
E-67	E-72		163	PVC 250	150	0.3354	3/4	0.926	1.18	14.41	1109.96	1095.55	1077.13	1070.32	32.83	25.23	16.86	6.81
E-68	E-68.1		85	PVC 250	150	0.1500	3/4	0.926	0.53	1.70	1108.81	1107.11	1074.47	1060.47	34.34	46.64	16.06	14.00

**Tabla XXV Cálculo hidráulico ramal 3**

Tramo	P.O.	Longitud	Material	C	Caudal	Ø Nominal	Ø Interior	Velocidad	Hf	C Piezométrica		C Terreno		P Disponible		P Estática		
										Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
<b>RAMAL 3</b>																		
E-63	E-96	480	PVC 160	150	0.6538	1 1/2	1.754	0.57	4.99	1113.59	1108.60	1104.35	1100.70	9.24	7.90	0.00	3.65	
E-96	E-107	333	PVC 160	150	0.6538	1 1/2	1.754	0.57	3.46	1108.60	1105.14	1100.70	1097.45	7.90	7.69	3.65	3.25	
E-107	E-117.1	195	PVC 160	150	0.6000	1 1/2	1.754	0.53	1.73	1105.14	1103.41	1097.45	1091.71	7.69	11.70	3.25	5.74	
E-117.1	E-118	35	PVC 160	150	0.6000	1	1.195	1.18	2.24	1103.41	1101.18	1091.71	1094.12	11.70	7.06	5.74	-2.41	
E-118	E-118.1	89	PVC 160	150	0.4500	1	1.195	0.89	3.34	1101.18	1097.84	1094.12	1086.25	7.06	11.59	-2.41	7.87	
E-118.1	E-122	242	PVC 250	150	0.4500	3/4	0.926	1.58	36.85	1097.84	1090.99	1086.25	1048.19	11.59	12.80	7.87	38.06	
E-122	E-132	218	PVC 250	150	0.3969	3/4	0.926	1.39	26.31	1090.99	1034.67	1048.19	1008.09	12.80	26.58	38.06	40.1	
E-100	E-100.2	180	PVC 160	150	0.2121	1	1.195	0.42	1.68	1107.14	1105.46	1096.84	1064.84	10.30	40.62	3.48	32.00	
E-105	E-105.1	136	PVC 160	150	0.2121	1	1.195	0.42	1.27	1105.76	1104.49	1098.54	1066.84	7.22	37.65	3.32	31.70	
E-122	E-122.3	232	PVC 250	150	0.2121	3/4	1.195	0.74	8.79	1060.99	1052.20	1048.19	1027.19	12.80	25.01	38.36	21.00	
E-127	E-127.1	231	PVC 250	150	0.2121	3/4	1.195	0.74	8.75	1052.18	1043.43	1029.63	1024.19	22.55	19.24	38.74	5.44	
E-131	E-131.2	71	PVC 250	150	0.2121	3/4	1.195	0.74	2.69	1039.50	1036.81	1007.25	1003.25	32.25	33.56	39.73	4.00	
E-132	E-132.2	99	PVC 250	150	0.2121	3/4	1.195	0.74	3.75	1034.67	1030.92	1008.09	1023.09	26.58	7.83	40.10	-15.00	

**Tabla XXVI Cálculo hidráulico ramal 4**

Tramo	Longitud	Material	C	Caudal l / s	Ø Nominal "	Ø Interior	Velocidad m/s	Hf m	C Piezométrica		C Terreno		P Disponible		P Estática		
									Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
<b>RAMAL 4</b>																	
E-67	E-152	130	PVC 160	150	0.7668	1 1/2	1.754	0.67	1.81	1109.96	1108.15	1077.13	1061.38	32.83	46.77	16.86	15.75
E-152	E-155.1	74	PVC 160	150	0.7348	1 1/4	1.532	0.93	2.32	1108.15	1105.83	1061.38	1052.02	46.77	53.81	15.75	9.36
E-155.1	E-160	137	PVC 160	150	0.7348	1	1.195	1.45	12.73	1105.83	1093.10	1052.02	1045.63	53.81	47.47	9.36	6.39
E-160	E-165	163	PVC 160	150	0.6185	1	1.195	1.22	11.01	1093.10	1082.09	1045.63	1057.27	47.47	24.82	6.39	-11.64
E-165	E-170	365	PVC 160	150	0.5408	1	1.195	1.07	19.24	1082.09	1062.85	1057.27	1042.30	24.82	20.55	-11.64	14.97
E-170	E-175.1	264	PVC 160	150	0.3969	1	1.195	0.78	7.85	1062.85	1055.00	1042.30	1039.29	20.55	15.71	14.97	3.01
E-175.1	E-176	16	PVC 250	150	0.3969	3/4	0.926	1.39	1.93	1055.00	1053.07	1039.29	1039.20	15.71	13.87	3.01	0.09
E-176	E-180	155	PVC 250	150	0.3674	3/4	0.926	1.29	16.22	1053.07	1036.85	1039.20	1026.51	13.87	10.34	0.09	12.69
E-180	E-183	110	PVC 250	150	0.1500	3/4	0.926	0.53	2.19	1036.85	1034.65	1026.51	1010.29	10.34	24.36	12.69	16.22
E-152	E-152.2	133	PVC 160	150	0.2121	1	1.195	0.42	1.24	1108.15	1106.91	1061.38	1038.38	46.77	68.53	15.75	23.00
E-155	E-155.3	74	PVC 160	150	0.2121	3/4	1.195	0.74	2.80	1106.27	1103.47	1054.23	1046.23	52.04	57.24	13.08	8.00
E-160	E-160.2	134	PVC 160	150	0.2121	1	1.195	0.42	1.25	1093.10	1091.85	1045.63	1020.63	47.47	71.22	6.39	25.00
E-165	E-165.1	140	PVC 160	150	0.2121	1	1.195	0.42	1.31	1082.09	1080.78	1057.27	1035.27	24.82	45.51	-11.64	22.00
E-166	E-166.2	249	PVC 160	150	0.2121	1	1.195	0.42	2.32	1081.04	1078.72	1057.94	1017.94	23.10	60.78	-10.18	40.00
E-168	E-168.3	302	PVC 160	150	0.2121	1	1.195	0.42	2.82	1066.54	1063.72	1041.43	984.43	25.11	79.29	9.43	57.00
E-169	E-169.1	150	PVC 250	150	0.2121	3/4	1.195	0.74	5.68	1066.01	1060.33	1040.12	1019.43	25.89	40.90	10.60	20.69
E-169	E-169.2	190	PVC 250	150	0.2121	3/4	1.195	0.74	7.20	1066.01	1058.81	1040.12	1014.43	25.89	44.38	10.60	25.69
E-177	E-177.1	153	PVC 250	150	0.2121	3/4	1.195	0.74	5.79	1048.67	1042.88	1038.26	1032.26	10.41	10.62	3.50	6.00

**Anexo No. 2**

Guatemala 20 de abril del 2004

BRES  
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA  
PTE

ATNº: Juan Pablo Guzmán

PRESUPUESTO: Suministro e instalación de un equipo de bombeo para 4.2 lts/seg contra 131 Mts de CDT.

**EQUIPO Y ACCESORIOS**

1 Bomba sumergible modelo 10S675 -10 de 10 impulsiones	9,120.00
1 Motor sumergible Frankén de 10 HP, 230V /1PH, 1540 RPM /60Hz	10,980.00
1 Panel de arranque con capacitores para 10 HP	5,420.00
1 Guardanivel de electrodos pero y arranque en tanque de succión	1,455.00
1 Interruptor de seguridad 2x70 amp. Con tablero	225.00
1 Switch timer	425.00
1 Pararrayos rural	390.00
1 Selector On-Off 15 amp	48.00
1 Válvula de cheque de 3" 1/2" H.O.	1,412.00
1 Válvula de compuerta 1" 3"	524.00
1 Funda de enfriamiento de motor de 6"	560.00
W Cable sumergible, empalmes vulcanizado y amarres	600.00
1 kit de accesorios de descarga estimados en tanque de succión	2,800.00
W Materiales eléctricos para instalación	450.00

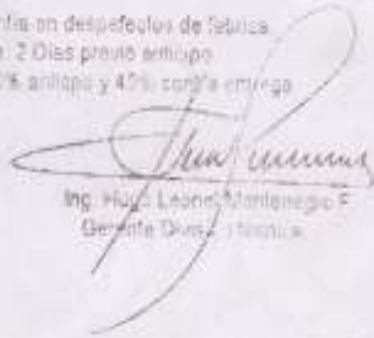
**MONTAJE E INSTALACIÓN**

W Servicio técnico de instalación, conexión eléctrica y arrancar	1,500.00
W Transporte	600.00
<b>TOTAL Q</b>	<b>36,778.00</b>

**NOTAS**

12 meses de garantía en desperfectos de fábrica.  
Tiempo de entrega: 2 Días previo anticipo.  
Forma de pago: 60% anticipo y 40% contra entrega.

Aclaramente:



Ing. Juan Pablo Guzmán  
Gerente Técnico

**HYDRO SISTEMAS, S.A.**

**Anexo No. 3**



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 17 790			INF. No. A - 188 196
INTERESADO	Facultad de Ingeniería Juan Pablo Guzmán G.	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
MUESTRA RECOLECTADA POR	Juan Pablo Guzmán Rosales	DEPENDENCIA:	Universidad de San Carlos
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Cinero La Pa	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2004-07-12, 09 h 10 min
FUENTE:	Nacimiento Superficial	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2004-07-12, 11 h 30 min
MUNICIPIO:	Solita	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con Refrigeración
DEPARTAMENTO:	Solita		
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	Su hay
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	-----
OLOR:	Indefino		

**INVESTIGACIÓN DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACIÓN DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00	-----	Inecesaria	Inecesaria
01,00	-----	Inecesaria	Inecesaria
00,10	-----	Inecesaria	Inecesaria
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GERMESES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		<2	<2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.J.A. - W.E.F. 19<sup>th</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 018. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

Guatemala, 27 de Julio de 2004  
 Va. Bn.   
 Ing. Francisco Javier Quiñones  
 DIRECTOR CI/USAC



  
 JEFE DE LABORATORIO  
 JENSON MUCH SANTOS  
 Ing. Químico Cál. No. 407  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria







LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA (EMPAGUA) DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA CIUDAD UNIVERSTARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
D.T. No. 17798		INE. No. 21483			
INTERESADO	Facultad de Ingeniería Juan Pablo Guzmán Rosales	PROYECTO	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR	Juan Pablo Guzmán Rosales	DEPENDENCIA	Universidad de San Carlos		
LUGAR DE RECOLECCIÓN	Casero La Fe	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN	2004-07-12, 09:45 am		
FUENTE	Nacimiento Superficial	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	2004-07-12, 11 h 30 min		
DEPARTAMENTO	Solá	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE	Sin refrigeración		
MUNICIPIO	Solá				
RESULTADOS					
1. ASPECTO	Claro	4. COLOR	Indice	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	No se reportó
2. COLOR	01.00 unidades	5. SABOR	-----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	73.00 $\mu\text{mhos/cm}$
3. TURBEDAD	00.50 UNT	6. pH	06.30 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00.10	6. CLORURO (Cl <sup>-</sup> )	05.00	11. SÓLIDOS TOTALES	61.00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00.00	7. FLUORURO (F <sup>-</sup> )	00.17	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	17.00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	10.98	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	03.00	13. SÓLIDOS FINOS	44.00
4. CLORO RESIDUAL	-----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00.02	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	02.00
5. MANGANESO (Mn)	-----	10. DUREZA TOTAL	28.00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	29.00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS Mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00.00	00.00	24.00	24.00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: POTENCIAL DE HIDRÓGENO Ácido + DUREZA del agua es Blanda. Según Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19 TH EDITION 1981, NORMA COGUANOR NGD 4001 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 2000 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS, GUATEMALA.

Guatemala, 27 de julio de 2004

Va.Bo.   
Ing. Francisco Javier Quiñones  
Director CIP USAC



  
DIRECTOR LABORATORIO  
ZENON MUCH SANTOS  
Ing. Químico Lic. No. 430  
M. Sc. en Ingeniería Química



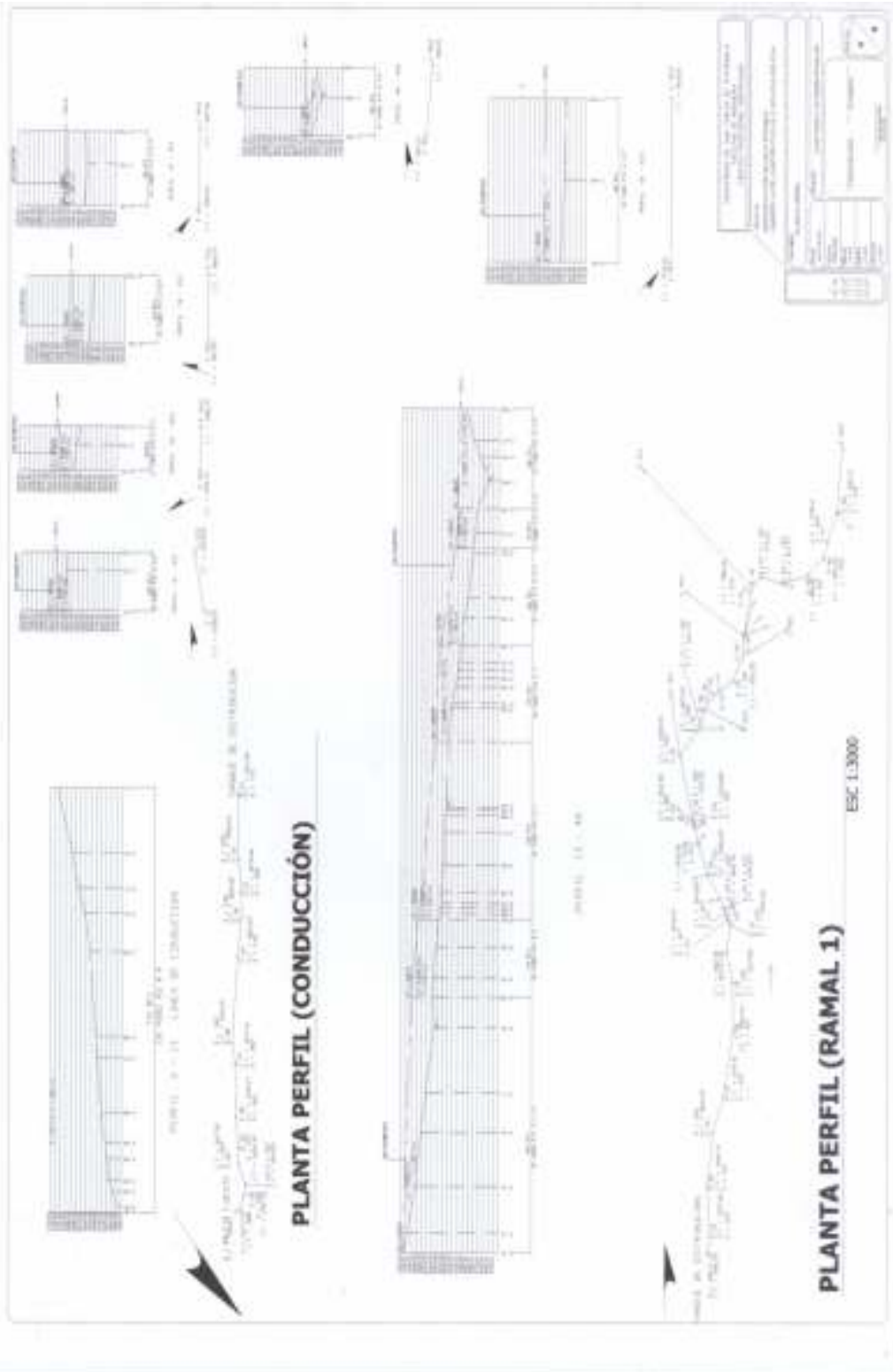
**Anexo No. 4**

NO. DE	CONTENIDO
01.01	ALCANTARILLADO
01.02	ALCANTARILLADO
01.03	ALCANTARILLADO
01.04	ALCANTARILLADO
01.05	ALCANTARILLADO
01.06	ALCANTARILLADO
01.07	ALCANTARILLADO
01.08	ALCANTARILLADO
01.09	ALCANTARILLADO
01.10	ALCANTARILLADO
01.11	ALCANTARILLADO
01.12	ALCANTARILLADO
01.13	ALCANTARILLADO
01.14	ALCANTARILLADO
01.15	ALCANTARILLADO
01.16	ALCANTARILLADO
01.17	ALCANTARILLADO
01.18	ALCANTARILLADO
01.19	ALCANTARILLADO
01.20	ALCANTARILLADO
01.21	ALCANTARILLADO
01.22	ALCANTARILLADO
01.23	ALCANTARILLADO
01.24	ALCANTARILLADO
01.25	ALCANTARILLADO
01.26	ALCANTARILLADO
01.27	ALCANTARILLADO
01.28	ALCANTARILLADO
01.29	ALCANTARILLADO
01.30	ALCANTARILLADO
01.31	ALCANTARILLADO
01.32	ALCANTARILLADO
01.33	ALCANTARILLADO
01.34	ALCANTARILLADO
01.35	ALCANTARILLADO
01.36	ALCANTARILLADO
01.37	ALCANTARILLADO
01.38	ALCANTARILLADO
01.39	ALCANTARILLADO
01.40	ALCANTARILLADO
01.41	ALCANTARILLADO
01.42	ALCANTARILLADO
01.43	ALCANTARILLADO
01.44	ALCANTARILLADO
01.45	ALCANTARILLADO
01.46	ALCANTARILLADO
01.47	ALCANTARILLADO
01.48	ALCANTARILLADO
01.49	ALCANTARILLADO
01.50	ALCANTARILLADO
01.51	ALCANTARILLADO
01.52	ALCANTARILLADO
01.53	ALCANTARILLADO
01.54	ALCANTARILLADO
01.55	ALCANTARILLADO
01.56	ALCANTARILLADO
01.57	ALCANTARILLADO
01.58	ALCANTARILLADO
01.59	ALCANTARILLADO
01.60	ALCANTARILLADO
01.61	ALCANTARILLADO
01.62	ALCANTARILLADO
01.63	ALCANTARILLADO
01.64	ALCANTARILLADO
01.65	ALCANTARILLADO
01.66	ALCANTARILLADO
01.67	ALCANTARILLADO
01.68	ALCANTARILLADO
01.69	ALCANTARILLADO
01.70	ALCANTARILLADO
01.71	ALCANTARILLADO
01.72	ALCANTARILLADO
01.73	ALCANTARILLADO
01.74	ALCANTARILLADO
01.75	ALCANTARILLADO
01.76	ALCANTARILLADO
01.77	ALCANTARILLADO
01.78	ALCANTARILLADO
01.79	ALCANTARILLADO
01.80	ALCANTARILLADO
01.81	ALCANTARILLADO
01.82	ALCANTARILLADO
01.83	ALCANTARILLADO
01.84	ALCANTARILLADO
01.85	ALCANTARILLADO
01.86	ALCANTARILLADO
01.87	ALCANTARILLADO
01.88	ALCANTARILLADO
01.89	ALCANTARILLADO
01.90	ALCANTARILLADO
01.91	ALCANTARILLADO
01.92	ALCANTARILLADO
01.93	ALCANTARILLADO
01.94	ALCANTARILLADO
01.95	ALCANTARILLADO
01.96	ALCANTARILLADO
01.97	ALCANTARILLADO
01.98	ALCANTARILLADO
01.99	ALCANTARILLADO
02.00	ALCANTARILLADO

INSTITUCIÓN: INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS DIVISIÓN: DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS LABORATORIO: LABORATORIO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	
TÍTULO: TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN AUTOR: AUTOR DE LA INVESTIGACIÓN FECHA: FECHA DE LA INVESTIGACIÓN	CLASIFICACIÓN: CLASIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN NÚMERO: NÚMERO DE LA INVESTIGACIÓN VOLUMEN: VOLUMEN DE LA INVESTIGACIÓN PÁGINA: PÁGINA DE LA INVESTIGACIÓN



PLANTA CONJUNTO  
 ESC. 1:2000





**PLANTA PERFIL (RAMAL 2)**

ESC 1:2000



**PERFILES DEL RAMAL 4**

Proyecto: [ ] Fecha: [ ] Escala: [ ]	
Autor: [ ] Revisor: [ ] Aprobado: [ ]	Cliente: [ ] Ubicación: [ ] Descripción: [ ]

