



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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA LAS OVEJAS Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN  
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA LAS ANONAS,  
MUNICIPIO DE EL JÍCARO, EL PROGRESO**

**Alan Paúl Vásquez**  
**Asesorado por Ing. Ángel Roberto Sic García**

**Guatemala, agosto de 2006**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA LAS OVEJAS Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN  
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA LAS ANONAS,  
MUNICIPIO DE EL JÍCARO, EL PROGRESO**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR**

**ALAN PAÚL VÁSQUEZ**

**ASESORADO POR ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCIA**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE**

**INGENIERO CIVIL**

**GUATEMALA, AGOSTO DE 2006**



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



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>VOCAL I</b>	Inga. Glenda Patricia García Soria
<b>VOCAL II</b>	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
<b>VOCAL III</b>	Ing. Julio David Galicia Celada
<b>VOCAL IV</b>	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
<b>VOCAL V</b>	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
<b>EXAMINADOR</b>	Ing. Ángel Roberto Sic García
<b>SECRETARIA</b>	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
ALDEA LAS OVEJAS Y DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN  
DE AGUA POTABLE EN LA ALDEA LAS ANONAS,  
MUNICIPIO DE EL JÍCARO, EL PROGRESO,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 17 de Abril de 2006.

**ALAN PAÚL VÁSQUEZ**

## **AGRADECIMIENTOS A:**

Quiero dejar constancia de mi agradecimiento a todas las personas y entidades que de una u otra forma hicieron que mi formación profesional fuera enriquecedora tanto emocional como intelectualmente.

Liceo Guatemala, por su educación moral y académica.

Facultad de Ingeniería.

Escuela de Ingeniería Civil.

A la municipalidad de El Júcaro, departamento de El Progreso, por haber confiado en mí y darme su apoyo a lo largo del desarrollo de mi Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S).

Ing. Alfredo Beber.

Ing. Ángel Roberto Sic García por su asesoría en el presente trabajo de graduación.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

DIOS	Por haberme dado el conocimiento necesario, la voluntad inquebrantable y la oportunidad para alcanzar el ideal anhelado.
MIS PADRES	Byron y Nora, que entregaron sus sueños para poder realizar los míos, por el aliento y el apoyo que me brindaron y por haberme enseñado que por largo que parezca el camino siempre se puede llegar.
MIS HERMANOS	Por el triunfo que comparto y que sea incentivo para realizar todas sus metas y así salir adelante.
MIS ABUELOS	Quienes me dieron sus sabías enseñanzas y a quienes le dedico este logro.
MIS AMIGOS Y AMIGAS	Por su amistad desinteresada y su apoyo incondicional.
MIS DEMÁS FAMILIARES	



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b> .....	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b> .....	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>IX</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XI</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>XV</b>
<b>1 ASPECTOS GENERALES</b>	
1.1 Características del lugar .....	2
1.1.1 Ubicación y localización .....	2
1.1.2 Vías de acceso .....	3
1.1.3 Servicios públicos existentes .....	4
1.1.4 Aspectos topográficos .....	5
1.1.5 Infraestructura habitacional .....	5
1.1.6 Autoridades .....	5
1.1.7 Clima .....	6
1.1.8 Aspectos de salud .....	7
1.1.9 Condiciones sanitarias .....	7
1.1.10 Aspectos socioeconómicos .....	8
1.1.11 Calidad de los suelos .....	8
1.2 Características de la población .....	9
1.2.1 Censo poblacional .....	9
1.2.2 Disponibilidad de mano de obra .....	10

## **2 DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO**

2.1 Descripción y tipo de sistema .....	11
2.2 Cálculos y parámetros de diseño .....	12
2.2.1 Levantamiento topográfico .....	12
2.2.2 Periodo de diseño .....	13
2.2.3 Dotación de agua potable .....	14
2.2.4 Población actual .....	14
2.2.5 Población futura .....	14
2.2.6 Factor de Harmond .....	15
2.2.7 Tipo de tubería .....	15
2.2.8 Observaciones generales del cálculo hidráulico .....	16
2.3 Cálculo de alcantarillado sanitario .....	25
2.4 Descarga .....	27
2.4.1 Selección del punto .....	27
2.5 Especificaciones técnicas .....	27
2.6 Presupuesto .....	27
2.7 Plan de mantenimiento propuesto .....	38
2.8 Cronograma de ejecución .....	39
2.9 Impacto ambiental .....	40
2.10 Evaluación socio-económica .....	42
2.10.1 Valor presente neto .....	42
2.10.2 Tasa interna de retorno .....	43

## **3 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

3.1 Descripción del sistema .....	47
3.2 Fuentes de abastecimiento .....	48
3.2.1 Aforo .....	48
3.2.2 Calidad del agua .....	49

3.3 Cálculos y parámetros de diseño .....	50
3.3.1 Levantamiento topográfico .....	50
3.3.2 Cálculo de población .....	50
3.3.2.1 Tasa de crecimiento poblacional .....	50
3.3.2.2 Población futura .....	51
3.3.3 Dotación .....	51
3.3.4 Periodo de diseño .....	52
3.3.5 Consumo de agua potable .....	53
3.3.5.1 Consumo medio diario .....	53
3.3.5.2 Consumo máximo diario .....	53
3.3.5.3 Consumo máximo horario .....	54
3.4 Diseño de la red de distribución .....	54
3.4.1 Diámetro equivalente y diámetro nominal .....	55
3.4.2 Tipo y clase de tubería .....	56
3.4.3 Caudal de vivienda .....	56
3.4.4 Caudal instantáneo .....	56
3.4.5 Pérdida de carga .....	57
3.4.6 Velocidad del fluido .....	57
3.4.7 Fórmulas .....	58
3.4.8 Obras de arte .....	63
3.4.8.1 Conexiones domiciliarias .....	63
3.5 Especificaciones técnicas .....	64
3.6 Desinfección .....	64
3.7 Programa de operación y mantenimiento .....	65
3.8 Propuesta de tarifa .....	66
3.9 Presupuesto .....	67
3.10 Cronograma de ejecución .....	76
3.11 Impacto ambiental .....	77
3.12 Evaluación socio-económica .....	79

3.12.1 Valor presente neto .....	79
3.12.2 Tasa interna de retorno .....	80
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>83</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>87</b>
<b>EPÉNDICES .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>125</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Localización del municipio de El Jícaro .....	2
2	Mapa topográfico del municipio de El Jícaro .....	3
3	Planta de conjunto, alcantarillado sanitario Las Ovejas .....	97
4	Planta densidad de población, alcantarillado sanitario .....	99
5	Planta curvas de nivel, alcantarillado sanitario.....	101
6	Perfiles de pozos, alcantarillado sanitario .....	103
7	Perfiles de pozos, alcantarillado sanitario .....	105
8	Perfiles de pozos, alcantarillado sanitario .....	107
9	Perfiles de pozos, alcantarillado sanitario .....	109
10	Perfiles de pozos, alcantarillado sanitario .....	111
11	Detalles constructivos, alcantarillado sanitario .....	113
12	Planta de conjunto, red de distribución de agua potable .....	117
13	Planta densidad de población, red de distribución .....	119
14	Planta curvas de nivel, red de distribución de agua .....	121
15	Plano de isopresiones, red distribución de agua potable .....	123
16	Detalles constructivos, red de distribución de agua .....	125
17	Análisis físico químico del manantial 1 .....	129
18	Análisis bacteriológico del manantial 1 .....	130
19	Análisis físico químico del pozo 1 .....	131
20	Análisis bacteriológico del pozo 1 .....	132

## TABLAS

I	Características generales de la población. Censo 2002 .....	9
II	Población absoluta distribuida por edades. Censo 2001 .....	9
III	Número de orden topográfico, según instrumento de medición ..	13
IV	Cálculo de alcantarillado sanitario .....	25
V	Renglones de trabajo para alcantarillado sanitario .....	28
VI	Desglose de costo unitario por renglón de trabajo .....	29
VII	Resumen, costo total del proyecto .....	37
VIII	Cronograma de ejecución del proyecto .....	39
IX	Impacto ambiental, etapa de ejecución .....	41
X	Costos de alcantarillado sanitario .....	42
XI	Aforo de manantial Piedra de Cal .....	48
XII	Dotación de agua potable .....	52
XIII	Diámetros interiores de tuberías .....	55
XIV	Cálculo de la red de distribución de agua potable .....	62
XV	Renglones de trabajo para la red de distribución .....	67
XVI	Desglose de costo unitario por renglón de trabajo .....	68
XVII	Resumen, costo total del proyecto .....	75
XVIII	Cronograma de ejecución del proyecto .....	76
XIX	Impacto ambiental, etapa de operación .....	78
XX	Costos de la red de distribución de agua potable .....	79
XXI	Alcantarillado sanitario, libreta topográfica, planimetría .....	90
XXII	Alcantarillado sanitario, libreta topográfica, altimetría .....	93
XXIII	Red de distribución de agua, libreta topográfica, planimetría .....	115
XXIV	Red de distribución de agua, libreta topográfica, altimetría .....	116

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>A</b>	Área
<b>B.M.</b>	Banco de Marca (marcas de nivelación)
<b>C</b>	Coeficiente de fricción
<b>D.H.</b>	Distancia horizontal (metros)
<b>FDM</b>	Factor de día máximo
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima
<b>Hf</b>	Pérdida de carga (metros)
<b>HG</b>	Hierro galvanizado
<b>i</b>	Tasa de interés anual
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>lts/día</b>	Litros por día
<b>lts/hab/día</b>	Litros por habitante por día (dotación)
<b>lts/seg</b>	Litros por segundo
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>m/s</b>	Metros por segundo (velocidad)
<b>m<sup>3</sup>/seg</b>	Metros cúbicos por segundo (caudal)
<b>m.c.a.</b>	Metros columna de agua
<b>m.</b>	Metros
<b>ml</b>	Metro lineal
<b>n</b>	Periodo de diseño (años)
<b>Pa</b>	Población actual (habitantes)
<b>Pf</b>	Población futura (habitantes)
<b>P.O.</b>	Punto observado
<b>psi</b>	Libras sobre pulgada cuadrada
<b>P.V.C</b>	Material de cloruro de polivinilo

<b>Qc</b>	Caudal de conducción
<b>Qd</b>	Caudal de diseño
<b>Qi</b>	Caudal instantáneo
<b>Qm</b>	Caudal medio diario
<b>Qmd</b>	Caudal máximo diario
<b>Qmh</b>	Caudal máximo horario
<b>Qv</b>	Caudal de vivienda
<b>r</b>	Tasa de crecimiento poblacional
<b>v</b>	Velocidad
<b>Vol.</b>	Volumen
<b><math>\phi</math></b>	Diámetro



## **GLOSARIO**

<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir un caudal de agua.
<b>Agua potable</b>	Agua, sanitaria, segura, adecuada para beber, cuya ingestión no ocasiona efectos nocivos a la salud, además de ser inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
<b>Agua servida</b>	Es el agua que se desecha después de haber sido utilizada por la actividad humana, ya sea de origen doméstico, comercial e industrial.
<b>Alcantarillado sanitario</b>	Sistema de tuberías que conduce únicamente aguas servidas, no conduce agua pluvial.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, sus dimensionales pueden ser en litros por segundo, metros cúbicos por segundo o galones por minuto.
<b>Cota invert</b>	Punto más bajo de la sección transversal interna de la tubería, medido desde la superficie del terreno.

<b>Cota piezométrica</b>	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la altura que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
<b>Cuenca</b>	Lugar donde afluyen todas las aguas a un mismo río, lago o mar.
<b>Curvas de nivel</b>	Líneas continuas que indican un mismo nivel de terreno.
<b>Mitigación</b>	Acción de aplazar o disminuir el rigor de un desastre u ocurrencia, que perjudique un bien.
<b>Obras de arte</b>	Con este nombre se incluyen aquellas obras indispensables para el buen funcionamiento, protección y durabilidad del sistema de agua potable, como por ejemplo: caja reunidora de caudales, caja rompe presión, válvulas de limpieza, válvulas de compuerta, etc.
<b>Pérdida de carga</b>	Disminución de la presión dinámica debida a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.

## **RESUMEN**

En este informe, correspondiente al trabajo de graduación, se presentan los aspectos más importantes, considerados durante el desarrollo del proyecto de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Las Ovejas y la red de distribución de agua potable en la aldea Las Anonas, ambas del municipio de El Jícaro, departamento de El Progreso. De acuerdo a la información y características del lugar, se determinaron los servicios básicos que el área en estudio requiere, desarrollándose el diseño para el servicio de mayor priorización entre la población.

Luego, se describen todas las condiciones y requerimientos de diseño, tomados como base para el proceso y determinación de: levantamiento topográfico, tipo de sistema a implementar, población a la cual tendrá que cumplir, cálculo y diseño.

También, se considera la vulnerabilidad que los sistemas puedan experimentar, debido a las múltiples amenazas naturales bajo las cuales pueda estar expuesto, manifestando con ello la necesidad de implementar medidas de prevención y mitigación.



## OBJETIVOS

- **GENERAL**

Diseñar la red de alcantarillado sanitario para la aldea Las Ovejas y hacer el diseño de la red de distribución de agua potable, para la aldea Las Anonas, ubicadas en el municipio de El Jícaro, departamento de El Progreso.

- **ESPECÍFICOS**

1. Realizar un estudio de los aspectos generales de las aldeas, teniendo así características tanto del lugar como de la población.
2. Elaborar todos los cálculos y parámetros de diseño que se necesitan en los alcantarillados sanitarios y en las redes de distribución de agua potable.
3. Realizar el levantamiento topográfico de primer orden como indican los términos de referencias para el diseño de dichos sistemas.
4. Elaborar el cálculo hidráulico para el diseño del alcantarillado sanitario y de la red de distribución de agua potable.
5. Elaborar especificaciones técnicas para cada proyecto.
6. Elaborar el presupuesto de ambos diseños con su cronograma de ejecución y proponer un plan de mantenimiento para dichos sistemas.
7. Elaborar un análisis de impacto ambiental, en ambos diseños.



## INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (E. P. S) brinda la oportunidad de poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera, aplicándolos en la solución de problemas reales. Como parte de proyecto de graduación, se colaboró con la municipalidad de El Jícaro, municipio de El Progreso, en la elaboración de dos diseños de preinversión, los cuales ayudarán a las comunidades, fortaleciendo su desarrollo.

El primer proyecto elaborado, consiste en el diseño de la red de alcantarillado sanitario de la aldea Las Ovejas, dicho sistema, servirá para un proyecto que colaborará a la reducción de enfermedades, también, contribuye al mejoramiento del entorno ambiental y, especialmente, a mejorar la salud de los habitantes de la comunidad, garantizando el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

Como parte del segundo proyecto, se elaboró el diseño de la red de distribución de agua potable en la aldea Las Anonas. El proyecto que se propuso diseñar consiste en la reposición y rehabilitación de toda la red de distribución de agua potable. Este diseño reducirá la frecuencia de fallas en el sistema actual, los requisitos y costos de mantenimiento del mismo, además, eliminará un posible riesgo a la salud para los usuarios de las líneas viejas y deterioradas. Adicionalmente, con una mejor presión de agua se aumentará la producción de la agricultura por tener mejores riegos y protección contra incendios.

Los diseños propuestos en su conjunto comprenden todas las etapas que conlleva, para el efecto se realizó un estudio topográfico de primer orden, la realización de planos, se diseñaron los respectivos sistemas aplicados a normas y principios hidráulicos, se tomaron muestras para exámenes de laboratorio, se hicieron presupuestos con su respectivo cronograma de ejecución, se realizó un estudio socio-económico para determinar la factibilidad del proyecto y, además, se tomaron en consideración las amenazas naturales que puedan representar un riesgo para los sistemas con lo cual se plantean medidas de prevención y mitigación para las diferentes etapas de los proyectos.

Los diseños a continuación desarrollados serán de gran ayuda a las aldeas de Las Ovejas y Las Anonas, ambas del municipio de El Jícaro, El Progreso, estos proyectos vendrán a beneficiar a más de 1,800 habitantes, fortaleciendo su desarrollo y mejorando la calidad de vida de las personas.



## **1. ASPECTOS GENERALES**

La aldea denominada El Júcaro, que pertenecía al municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, del departamento de Zacapa, fue reconocida como municipio, por decreto de la asamblea del 31 de agosto de 1908, con lo cual pasó a formar parte del departamento de El Progreso. En esa época el nuevo municipio se erigió con nueve aldeas las cuales eran: El Zapote, Las Ovejas, El Paso de los Jalapas, Lo de China, La Chacha, Los Bordos, El Espíritu Santo, El Tambor y Agua Caliente.

Actualmente cuenta con una división política de catorce aldeas, cuatro caseríos y cuatro fincas, con una población absoluta aproximada de 15,080 habitantes.

Históricamente la celebración de mayor importancia para el municipio corresponde a la fiesta patronal en honor a La Sagrada Familia, celebrada del 22 al 26 de diciembre; con el desarrollo de actividades religiosas, culturales y deportivas.

El Júcaro se encuentra en una región semiárida en el valle del Motagua, el cual es un importante patrimonio natural y cultural de Guatemala.

## 1.1. Características del lugar

### 1.1.1. Ubicación y localización

El municipio de El Júcaro se encuentra ubicado en la parte este del departamento de El Progreso, contando con una extensión territorial de 249 kilómetros cuadrados.

El municipio se ubica sobre la Sierra Madre y cuenta con cinco cerros, Malpais, Morral, Mulatal, Nansal y Ananopa.

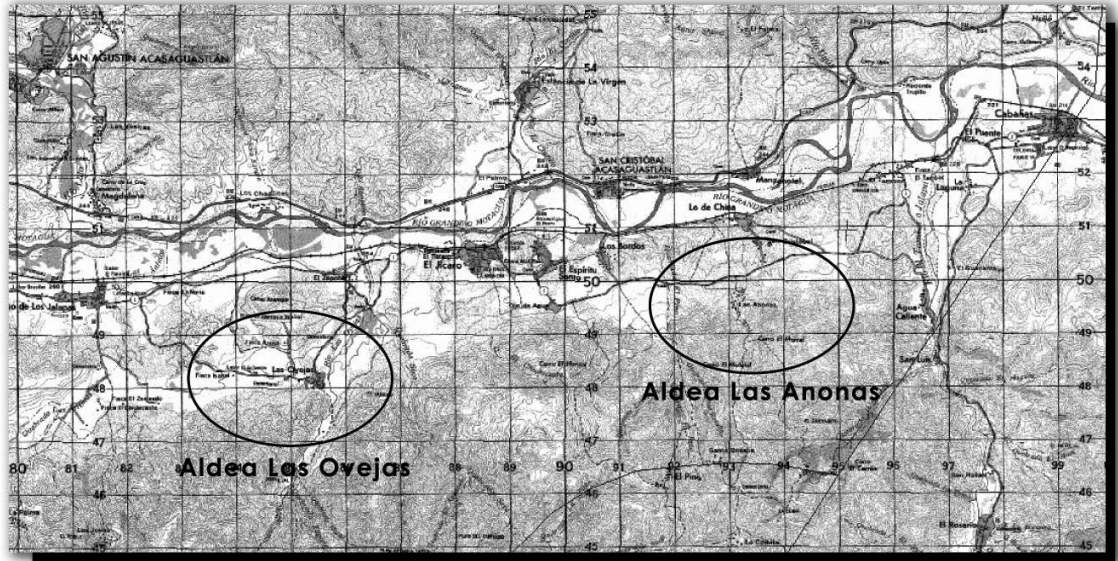
**Figura 1. Localización del municipio de El Júcaro**



Fuente: Alan Paúl Vásquez.

La aldea Las Ovejas se encuentra ubicada en la parte suroeste de la cabecera municipal, cuenta con una extensión territorial de 15 kilómetros cuadrados. La comunidad limita al norte con la aldea El Zapote, al sur con aldea Piedra Ancha, al este con la cabecera municipal y al oeste con la aldea El Paso de los Jalapas.

**Figura 2. Mapa topográfico del municipio de El Jícaro**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) Hoja cartográfica San Agustín Acasaguastlán, escala 1:50,000

La comunidad de Las Anonas se encuentra ubicada al sureste de la cabecera municipal. Tiene una extensión territorial de 7 kilómetros cuadrados aproximadamente, con altitud de 292 msnm. La comunidad colinda al norte con aldea Lo de China, al sur con el caserío El Pino, al este con aldea Agua Caliente y al oeste con la aldea Santa Rosalía.

### **1.1.2. Vías de acceso**

La aldea Las Ovejas cuenta con dos caminos de acceso, estos son de terracería y transitables todo el año. A estos caminos se puede acceder por el camino asfaltado que comunican la aldea El Rancho y el municipio de Cabañas. Además, tiene caminos de brecha y veredas que comunican con la aldea Piedra Ancha y el caserío Pila del Moscoso.

En la aldea Las Anonas se accede por dos caminos de terracería, transitables todo el año. A estos se puede acceder también por medio del camino asfaltado entre la aldea El Rancho y el municipio de Cabañas. Cuenta con un camino rural, que conduce al Caserío El Pino.

### **1.1.3. Servicios públicos existentes**

La comunidad de Las Ovejas cuenta con los servicios públicos de:

- Servicios de agua potable
- Energía eléctrica
- Escuelas de nivel pre-primario y nivel primario
- Salón comunal
- Centro de salud
- Cancha de fútbol
- Parque comunal
- Cementerio

La comunidad de Las Anonas cuenta con los servicios públicos de:

- Servicio de agua potable de llena cántaros
- Energía eléctrica
- Escuela de nivel pre-primario y nivel primario
- Cancha de fútbol
- Cancha polideportiva
- Campo de feria

#### **1.1.4. Aspectos topográficos**

La aldea de las Ovejas presenta en un 75% quebrada y en un 25% hondonadas, mientras que la aldea Las Anonas, presenta en un 80% una topografía quebrada.

#### **1.1.5. Infraestructura habitacional**

La comunidad de Las Ovejas, cuenta con aproximadamente 300 viviendas, teniendo un crecimiento urbano radial. Los sistemas constructivos de las viviendas se presentan de la siguiente manera, 60% de mampostería, 30% de bajareque y un 10% viviendas de madera rústica.

La aldea de las Anonas presenta un crecimiento urbano ortogonal, siendo una de las únicas aldeas con un diseño urbano planificado. Se cuantificaron un total de 89 viviendas, en su totalidad con sistemas constructivos de mampostería.

#### **1.1.6. Autoridades**

A la corporación municipal corresponde con exclusividad la deliberación y decisión del gobierno como también la administración del patrimonio e intereses del municipio. La corporación municipal se integra por alcalde, dos síndicos y dos concejales. La actual corporación municipal esta regida por el alcalde Br. Julio César Barrientos Ramírez, quién fue electo en forma popular para ejercer un período de 4 años.

Por otra parte las comunidades y aldeas están organizadas en comités, teniendo como función primordial velar por los intereses y conocer las necesidades básicas de su comunidad.

Tanto en la aldea Las Ovejas como en Las Anonas se puede nombrar los siguientes comités.

- Comité Desarrollo Comunal (COCODE): Su fin principal es buscar el mejoramiento de la comunidad o aldea a la que representan.
- Comité Pro-Mejoramiento: Encargados de buscar apoyo para mejorar las obras de infraestructura de los centros poblados.
- Comité de padres de familia: Buscan cubrir las necesidades de la población estudiantil en cuanto a infraestructura, mobiliario, equipo y mantenimiento del mismo.
- Comité de ferias patronales: Su formación es de carácter temporal, pues su función es la planificación y organización de la feria patronal.
- Comité religioso: Encargados de cubrir las necesidades que se dan en la organización a la cual representan.

#### **1.1.7. Clima**

Aldea Las Ovejas pertenece a una zona de vida clasificada como monte espinoso subtropical. Datos recolectados en el INSIVUMEH indican una precipitación pluvial de 580.2 mm anuales, con una temperatura media que oscila entre los 28 a 35 grados centígrados, con una humedad relativa del 68%.

Perteneciendo también a la clasificación de monte espinoso subtropical, la aldea Las Anonas tiene una precipitación pluvial de 550 a 565 mm anuales, con temperatura media anual de 26 a 35 grados centígrados y humedad relativa del 54%.

#### **1.1.8. Aspectos de salud**

Entre las principales enfermedades que afectan a las comunidades mencionadas se tienen: diarreas, dengue, gripe, resfriado común o catarro, amebiasis e infecciones cutáneas.

La comunidad de Las Ovejas cuenta con un centro de salud donde pueden asistir los vecinos para tratar sus enfermedades, mientras que la aldea Las Anonas acude al centro asistencial de salud, ubicado en la cabecera municipal.

#### **1.1.9. Condiciones sanitarias**

La aldea Las Ovejas cuenta con un servicio de agua potable, el cual no presenta irregularidades ni deficiencias, su fuente es un yacimiento ubicado en un terreno privado y la otra es por bombeo. Por otra parte, la aldea Las Anonas tiene un sistema de abastecimiento de agua potable por medio de llena cántaros; sin embargo, con el crecimiento poblacional este sistema se quedó obsoleto, necesitando así un nuevo diseño en su red de distribución.

Ambas aldeas carecen de sistema de alcantarillado sanitario, siendo estos proyectos la prioridad de las comunidades mencionadas.

### **1.1.10. Aspectos socioeconómicos**

Para percibir los ingresos económicos en la aldea Las Ovejas, los hombres basan sus trabajos en la agricultura y ganadería (ganado bovino), labor que la desempeñan en terrenos propios o en terrenos en arrendamiento. La principal actividad comercial es la venta de estos productos, los cuales a través de intermediarios son vendidos en la comunidad y luego trasladados a los mercados nacionales. Otro medio de ingreso para la comunidad es la venta de artículos de consumo diario, que lo hacen a través de tiendas, casetas, cantinas y molinos.

En la aldea Las Anonas los agricultores de la comunidad no tienen terrenos propios, ya que los terrenos actuales son otorgados por convenio o acuerdos con la municipalidad, estos se ubican en partes altas y bajas. Sus cultivos normalmente son cultivos sucesivos, teniendo como cultivo principal el maíz, frijol, manía, entre otros. Las actividades de la mujer son los oficios domésticos y la crianza de animales.

### **1.1.11. Calidad de los suelos**

Un estudio solicitado por la Municipalidad de El Jícaro, realizado en el año 2001, se determinó que el suelo de la aldea Las Ovejas presentan un 65% de suelo arcilloso y un 35% de suelo arenoso, mientras que en la aldea Las Anonas se presenta un suelo arcilloso con característica específica pedregosa.



## 1.2. Características de la población

### 1.2.1. Censo poblacional

La población en su mayoría está constituida por raza mestiza o ladina, y según el último censo realizado en el año 2002 por el Instituto Nacional de Estadística (INE), alcanzaba un total de 10,685 de los cuales 5,237 son habitantes hombres y 5,448 son mujeres.

**Tabla I. Características generales de la población. Censo 2002**

Municipio	Población total	Sexo		Grupos de edad (en años cumplidos)						Área	
		Hombres	Mujeres	De 0 a 6	De 7 a 14	De 15 a 17	De 18 a 59	De 60 a 64	De 65 y más	Urbana	Rural
El Jícaro	10,685	5,237	5,448	1,911	2,269	662	4,804	254	785	3,753	6,932

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, **Características de la población y de los locales de habitación censados**, pág. 68.

**Tabla II. Población absoluta distribuida por edades. Censo 2001**

Municipio	Población total	Sexo		Grupos de edad (en años cumplidos)			
		Hombres	Mujeres	De 0 a 4	De 5 a 19	De 20 a 44	De 45 y más
El Jícaro	13,607	6,831	6,776	2,400	4,309	4,946	1,952

Aldea	Población total	Sexo		Grupos de edad (en años cumplidos)			
		Hombres	Mujeres	De 0 a 4	De 5 a 19	De 20 a 44	De 45 y más
Las Ovejas	926	465	461	176	317	276	157
Las Anonas	339	155	184	47	115	107	70

Fuente: Marvin José Mejía Méndez, **Monografía 2001 del municipio de El Jícaro**, pág. 6.

Sin embargo, en la monografía del municipio de El Jícaro, elaborada en septiembre del 2001 por el Agro-ecólogo Marvin José Mejía Méndez, se determinó que el municipio de El Jícaro cuenta con una población absoluta de 13, 607 habitantes aproximados los cuales están distribuidos en 6,831 hombres y 6,776 mujeres.

Actualmente no se tiene un censo exacto, pero se calcula un aproximado de 2,000 habitantes en la aldea Las Ovejas y 550 habitantes en la aldea Las Anonas.

### **1.2.2. Disponibilidad de mano de obra**

La principal actividad económica que realizan las poblaciones son eminentemente agrícolas, por lo tanto no se cuenta con mano de obra calificada para realizar diferentes actividades o trabajos como: albañilería, carpintería, plomería, mecánica, herrería, etc. Dadas estas circunstancias, el apoyo que la comunidad puede proveer en la ejecución del proyecto de drenajes y agua potable, básicamente se limita a trabajos de mano de obra no calificada, como lo es la excavación y relleno de zanjas para la colocación de tubería, lo cual es un aporte muy significativo en la ejecución de los mismos.

## **2. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO**

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la aldea de Las Ovejas es de gran importancia ya que se dotará por primera vez a los habitantes de la aldea los servicios de alcantarillado y saneamiento, proporcionándoles una mejor calidad de vida.

La eliminación de las descargas de aguas negras no tratadas de fosas sépticas deficientes en la aldea resultará en un medio ambiente más sano para todos los habitantes de Las Ovejas y los asentamientos aledaños.

### **2.1. Descripción y tipo de sistema**

La elección del tipo de sistema dependerá de los estudios que se realicen y tomando otros factores que se presenten como económicos y funcionales. Los sistemas pueden ser.

- Alcantarillado sanitario
- Alcantarillado pluvial
- Alcantarillado separativo
- Alcantarillado combinado

En la aldea Las Ovejas se diseñará un alcantarillado sanitario, ya que es un área rural y de poca precipitación pluvial al año. Este solo conducirá aguas residuales.

## **2.2. Cálculos y parámetros de diseño**

El análisis y la investigación del flujo hidráulico, han establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas de PVC por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de Manning.

La relativamente pequeña concentración de sólidos usualmente encontrada en las aguas negras no es suficiente para hacer que su comportamiento sea diferente al del agua. Por esta razón se acepta que las aguas negras tengan las mismas características que el agua, siempre que se mantengan velocidades mínimas de auto limpieza. Al igual que el agua, las aguas negras buscarán el nivel bajo cuando son introducidas en una tubería con pendiente. El intento de las aguas negras de buscar su nivel induce un movimiento como flujo por gravedad.

### **2.2.1. Levantamiento topográfico**

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

El procedimiento a seguir en un levantamiento topográfico comprende dos etapas fundamentales:

1. El trabajo de campo o sea la recopilación de datos.
2. El trabajo de oficina que comprende el cálculo y el dibujo.

La topografía se puede dividir en dos grandes ramas que son:

1. La planimetría
2. La altimetría

Existen también tres formas de realizar la planimetría y altimetría, esta depende del tipo de instrumento que se utiliza, y se divide en tres tipos de orden.

**Tabla III. Número de orden topográfico, según instrumento de medición**

No. Orden	Planimetría	Altimetría
1er. Orden	Teodolito	Nivel de precisión
2do. Orden	Teodolito	Taquímetro
3er. Orden	Brujula o cinta	Nivel de mano

Fuete: Alan Paúl Vásquez

Para el diseño del alcantarillado sanitario se utilizó un levantamiento topográfico de primer orden, utilizando el método de conservación de azimut.

### **2.2.2. Período de diseño**

El período de diseño, es el tiempo en el cual el sistema tendrá la capacidad de satisfacer al 100% el funcionamiento a lo largo de un tiempo establecido. El diseño del alcantarillado sanitario se propone trabajar al 100% por treinta años, sin embargo la vida útil de este depende del mantenimiento, calidad de los materiales y la mano de obra con que se ejecutará el proyecto.

### **2.2.3. Dotación de agua potable**

Es la cantidad de agua que se le asigna a una persona para su consumo diario y se expresa en litros por habitantes por día (lts/hab/día).

La dotación necesaria en el suministro de agua potable para la población es de 200 litros por habitante al día, tomando en consideración que se refiere a una zona rural con clima cálido y con un tipo de distribución predial.

### **2.2.4. Población actual**

En la investigación de campo se contabilizaron un total de 200 viviendas, con una densidad por vivienda de 6 habitantes, teniendo entonces un total de 1,200 habitantes actuales.

### **2.2.5. Población futura**

Para estimar la población futura, se han tomado como base los censos efectuados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) correspondiente a los años de 1994 y 2002. La tasa de crecimiento poblacional de la aldea Las Ovejas es de 2.1%.

El cálculo de la población futura para el diseño del alcantarillado sanitario, con el correspondiente periodo de diseño, se realizó utilizando el método geométrico, cuya fórmula es:

$$Pf = Po \times (1 + r)^n$$

En donde:

Datos:

Po = Población actual

Po = 1200 habitantes

r = Tasa de crecimiento poblacional

r = 2.1%

n = Periodo de diseño

n = 30 años

Pf = Población futura

$$Pf = 1200 \times (1 + 0.021)^{30}$$

**Pf = 2,238 habitantes aproximados**

### 2.2.6. Factor de Harmond

También conocido como factor de flujo instantáneo se calculo de la siguiente manera:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}};$$

donde:

P = Población en miles

FH = Factor de Harmond

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{2238}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{2238}{1000}}}$$

**FH = Factor de Harmond = 3.5473**

### **2.2.7. Tipo de tubería**

Existen varios tipos de tubería empleada para sistemas de alcantarillado sanitario, entre los cuales se encuentran:

- Tubería Novafort
- Tubería ADS (Advanced Drainage System)
- Tubería de PVC Norma ASTM D 3034

En el diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Las Ovejas, se propone usar la tubería de PVC Norma ASTM D 3034. Se sugiere esta tubería, porque los productos de PVC son extremadamente ligeros, de manejo adecuado, relativamente flexibles y de fácil instalación. Estas características proporcionan un costo de instalación más bajo que otros sistemas.

### **2.2.8. Observaciones generales del cálculo hidráulico**

#### **Resumen**

- Periodo de diseño; 30 años
- Dotación de agua potable; 200 lts/hab/día ( dato de la Tabla XII)
- Densidad por vivienda; 6 hab/viv (dato obtenido en campo)
- Población actual; 1,200 habitantes
- Población futura; 2,238 habitantes
- Tasa de crecimiento poblacional; 2.1%
- Viviendas actuales; 200 viviendas
- Velocidad mínima del sistema; 0.6 m/s
- Velocidad máxima del sistema; 3 m/s



- Tipo de tubería; PVC Norma ASTM D 3034
- Diámetro de tubería menor; 6"
- Diámetro de tubería mayor; 8"
- Profundidad mínima de la cota invert; Tráfico normal 1.20 m.
- Total de pozos de visita; 65 pozos

### **Ejemplo de tramo:**

#### **PV-13 a PV-1**

#### **Cotas de terreno**

Cota de terreno inicial = 101.63 (levantamiento topográfico, nivelación)

Cota de terreno final = 100.00 (levantamiento topográfico, nivelación)

#### **Distancia entre pozos**

Distancia horizontal = 20.00 m.

#### **Pendiente del terreno**

La pendiente del terreno está dada por la siguiente fórmula:

$$P = \frac{CotaTerrenoInicial - CotaTerrenoFinal}{LongitudHorizontal} \times 100$$

$$P = \frac{101.63 - 100}{20} \times 100 = 8.11\%$$

### **Conexiones domiciliarias**

Conexiones actuales

Locales = 1 vivienda

Acumuladas = 0 viviendas

$$Total = ConexionesLocales + ConexionesAcumuladas$$

$$Total = 1 + 0 = 1$$

### **Población**

Población actual; 6 habitantes

$$Po = Densidad \times Viviendas$$

$$Po = \left(6 \frac{hab}{viv}\right)(1viv) = 6 \text{ habitantes}$$

Población futura; 11 habitantes

$$Pf = Po(1 + \frac{r}{100})^n$$

$$Pf = 6(1 + \frac{2.1}{100})^{30}$$

$$Pf = 11 \text{ habitantes}$$

### **Factor de Harmond**

Factor de Harmond actual; 4.4335

$$FHact = \frac{18 + \sqrt{Pact}}{4 + \sqrt{Pact}}$$

$$FHact = \frac{18 + \sqrt{\frac{6}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{6}{1000}}}$$

$$FHact = 4.4335$$

Factor de Harmond futura; 4.4098

$$FHf = \frac{18 + \sqrt{Pf}}{4 + \sqrt{Pf}}$$

$$FHf = \frac{18 + \sqrt{\frac{11}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{11}{1000}}}$$

$$FHf = 4.4098$$

### Factor de caudal medio

Factor de retorno (*F.R*); 0.80

Caudal domiciliar ( $Q_{dom}$ ); 4.14 lts/s

$$Q_{dom} = \frac{(No.Hab)(Dotación)(F.R)}{86400}$$

$$Q_{dom} = \frac{(2238)(200)(0.8)}{86400} = 4.14 \text{ lts/s}$$

Caudal de infiltración ( $Q_{inf}$ ); no se consideró caudal de infiltración, ya que se está utilizando tubería de PVC, la cual no tienen infiltraciones de agua.

Caudal comercial ( $Q_{com}$ ); 2.151 lts/s

Caudal industrial; no se consideró caudal industrial

Caudal de conexiones ilícitas ( $Q_{ilicidas}$ );

$$Q_{ilicidas} = 0.10 \times (\text{Caudal Domiciliar})$$

$$Q_{ilicidas} = 0.10 \times 4.14 = 0.414 \text{ lts/s}$$

Caudal medio ( $Q_m$ ); 1605.28 lts/s

$$Q_{medio} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf\ il} + Q_{ilicitas}$$
$$Q_{medio} = 4.14 + 2.151 + 0.414 = 6.705 \text{ lts/s}$$

Factor de caudal medio ( $Fqm$ ); 0.003

$$Fqm = \frac{Q_{medio}}{PoblaciónFutura}$$
$$Fqm = \frac{6.705}{2238} = 0.003$$

### **Caudal de diseño**

Caudal de diseño actual; 0.0798

$$Q_{dis} = (PoblaciónActual)(Fqm)(F.H)$$
$$Q_{diseño} = (6)(0.003)(4.43) = 0.0798$$

Caudal de diseño futuro; 0.14807

$$Q_{diseño} = (PoblaciónFutura)(Fqm)(F.H)$$
$$Q_{diseño} = (11)(0.003)(4.4098) = 0.14807$$

Con los caudales, actual y futuro, se revisa la velocidad y el tirante para que ambos cumplan con las especificaciones, lo anterior se describe a continuación.

### **Diámetro de tubería propuesto**

Diámetro de tubería; 6 pulg

### **Pendiente de tubería propuesto**

Pendiente de tubería igual al del terreno; 8.11%

### **Caudal a Sección Llena**

La ecuación de Manning está basada en que se considera el caudal sanitario un flujo constante y de canales abiertos.

El coeficiente de rugosidad es adimensional y empírico. Representa las características internas de la tubería y sirve para calcular las pérdidas por fricción de la tubería. Esta representado por la letra “n” y para tubería de PVC se considera un valor de 0.009.

Velocidad; 3.58 m/s

$$V = \frac{0.03429(\text{Diámetro Tubería})^{2/3} (\text{Pendiente Terreno})^{1/2}}{n}$$
$$V = \frac{0.03429(6 \text{ pulg})^{2/3} (8.11/100)^{1/2}}{0.009} = 3.58 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena; 65.35 t/s

Área de la tubería; 0.01824 m<sup>2</sup>

A= Área circular de la tubería

$$A = \frac{\pi}{4} \times \text{Diámetro}^2$$

$$A = 3.1416 \frac{\pi}{4} \times [(6)(0.0254)]^2 = 0.01824 \text{ m}^2$$

Fórmula de continuidad

$$Q = V \times A$$

$$Q = (3.58)(0.01824) = 0.0653 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = \left(0.0653 \text{ m}^3/\text{s}\right)(1000 \text{ lts}) = 65.30 \text{ lts}/\text{s}$$

### Relaciones hidráulicas

Relación de caudales actual ( $q/Q_{\text{actual}}$ ); 0.001336

$$q/Q_{\text{actual}} = \frac{Q_{\text{diseño. actual}}}{Q}$$

$$q/Q_{\text{actual}} = \frac{0.0798 \text{ lts}/\text{s}}{65.30 \text{ lts}/\text{s}} = 0.001222$$

Aproximando esta relación de caudales según la tabla de elementos hidráulicos, corresponde a 0.001336

Relación de velocidades ( $v/V_{\text{actual}}$ ); 0.174 según tabla de elementos hidráulicos

Relación de diámetros ( $d/D_{\text{actual}}$ ); 0.0275 según tabla de elementos hidráulicos

Relación de caudales futuro ( $q/Q_{\text{futuro}}$ ); 0.002584

$$q/Q_{\text{futuro}} = \frac{Q_{\text{diseño.futuro}}}{Q}$$
$$q/Q_{\text{actual}} = \frac{0.14807 \text{ lts/s}}{65.30 \text{ lts/s}} = 0.001222$$

Aproximando esta relación de caudales según la tabla de elementos hidráulicos, corresponde a 0.002584

Relación de velocidades ( $v/V_{\text{futuro}}$ ); 0.212 según tabla de elementos hidráulicos

Relación de diámetros ( $d/D_{\text{futuro}}$ ); 0.0375 según tabla de elementos hidráulicos

La relación de tirante  $d/D$  para ambos casos (actual y futuro) no chequea con límites establecidos, pero esto es debido a que son tramos iniciales.

$$0.10 \leq d/D \leq 0.80$$

### Velocidad de diseño

Velocidad de diseño actual; 0.6234 m/s

$$V = \left( \frac{v}{V_{\text{actual}}} \right) (V_{\text{sección.llena}})$$
$$V = (0.174) (3.58 \text{ m/s}) = 0.62 \text{ m/s}$$

Velocidad de diseño futuro; 0.75958 m/s

$$V = \left( \frac{v}{V_{\text{futuro}}} \right) (V_{\text{sección.llena}})$$

$$V = (0.212)(3.58 \text{ m/s}) = 0.759 \text{ m/s}$$

Ambas velocidades chequean las velocidades establecidas.

$$0.6 \text{ m/s} \leq v \leq 3 \text{ m/s}$$

### Cotas invert

Cota invert de salida; 100.43

$$CIS = C_{\text{terreno}} - H_{\text{mínima}}$$

$$CIS = 101.63 - 1.20 = 100.43$$

Cota invert de entrada; 98.80

$$CIE = CIS - \frac{\text{PendienteTubo} \times \text{Dis tan cia}}{100}$$

$$CIE = 100.43 - \frac{8.11 \times 20\text{m}}{100} = 98.80$$

### Alturas de pozo

Altura de inicio; 1.20 m.

$$A_o = \text{CotaTerreno} - CIS$$

$$A_o = 101.63 - 100.43 = 1.20\text{m}$$

Altura final; 1.20 m.

$$A_F = \text{CotaTerreno} - CIE$$

$$A_F = 100 - 98.80 = 1.20\text{m}$$



## 2.3. Cálculo de alcantarillado sanitario

**Tabla IV. Cálculo de alcantarillado sanitario**

De A.	Cota de Terreno		D.H.	S% terreno	Conexiones Actuales		Población	Factor Harmon F.H.		Fqm	Q Diseño		D'	S% Tubo	"Q" Sección Llana		Relación q/Q		"V" Vel. Diseño		Relación q/D		Cotas Invert		Altura de Pozo				
	Inicio	Final			Acum.	Total		Actual	Futura		Actual	Futura			Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio
Inicio																													
13	1	101.63	100	20.09	8.11	1	0	1	6	11	4.4535	4.4088	0.003	0.0798	0.14807	6	8.11	3.5829	65.3569	0.00138	0.00284	0.6234	0.7596	0.0275	0.0375	100.43	98.80	1.20	1.20
1	2	100	96.84	60.57	5.22	6	1	7	42	78	4.3294	4.2711	0.003	0.5455	1.00388	6	5.22	2.8734	52.4147	0.01056	0.01983	0.93861	1.12926	0.0725	0.0975	98.77	95.61	1.23	1.23
2	3	96.84	96.31	19.95	2.66	0	7	7	42	78	4.3294	4.2711	0.003	0.5455	1.00388	6	2.66	2.0507	37.4077	0.014794	0.02843	0.74031	0.90027	0.085	0.115	95.58	95.05	1.26	1.26
Inicio																													
4	3	97.63	96.31	45.3	2.91	4	0	4	24	45	4.3695	4.3242	0.003	0.3146	0.58077	6	2.91	2.1475	39.1727	0.008412	0.015738	0.65498	0.79027	0.065	0.0875	96.43	95.11	1.20	1.20
Continua																													
3	12	96.31	94.5	48.45	3.74	0	11	11	66	123	4.2877	4.2174	0.003	0.8491	1.5575	6	3.74	2.4315	44.3536	0.01963	0.036137	0.95556	1.15010	0.0975	0.13	95.02	93.21	1.29	1.29
12	11	94.5	92.82	53.99	3.11	4	15	15	90	168	4.2561	4.1749	0.003	1.1490	2.1026	6	3.11	2.2193	40.4821	0.02664	0.05282	0.98536	1.17177	0.1175	0.155	93.18	91.50	1.32	1.32
11	10	92.82	91.33	60	2.48	5	15	20	120	224	4.22105	4.12980	0.003	1.5195	2.7733	6	2.48	1.9925	36.1629	0.04220	0.07845	0.98133	1.16156	0.14	0.19	91.47	89.98	1.35	1.35
10	9	91.33	90.91	11.95	3.52	0	20	20	120	224	4.22105	4.12980	0.003	1.5195	2.7733	6	3.52	2.3588	43.0275	0.036137	0.06763	1.11572	1.33980	0.13	0.175	89.95	88.53	1.38	1.38
Inicio																													
4	5	97.63	95.48	59.91	3.59	5	0	5	30	56	4.35474	4.30457	0.003	0.39193	0.72268	6	3.59	2.3833	43.4743	0.00998	0.016721	0.74359	0.89374	0.0675	0.09	96.43	94.28	1.20	1.20
5	6	95.48	93.58	59.92	3.17	6	5	13	78	146	4.27157	4.19529	0.003	0.99955	1.83126	6	3.17	2.2401	40.8623	0.0265	0.049397	0.95429	1.13574	0.11	0.145	94.25	92.35	1.23	1.23
6	7	93.58	92.83	27.35	2.74	1	13	14	84	157	4.2553	4.18483	0.003	1.0744	1.95721	6	2.74	2.0835	38.0047	0.02664	0.05282	0.92505	1.10006	0.1175	0.155	92.32	91.57	1.26	1.26
7	8	92.83	91.35	40.04	3.70	4	14	18	108	201	4.23428	4.14688	0.003	1.37191	2.50533	6	3.70	2.4166	44.1162	0.01963	0.036137	0.98536	1.17028	0.1225	0.165	91.54	90.06	1.29	1.29
8	9	91.35	90.91	15.10	2.91	1	18	19	114	213	4.22756	4.13821	0.003	1.44683	2.64004	6	2.91	2.1477	39.1765	0.037625	0.07063	1.02874	1.23922	0.1325	0.18	90.03	89.59	1.32	1.32
Continua																													
9	47	90.91	90.94	23.91	-0.13	0	38	38	228	425	4.12675	4.00936	0.003	0.22270	0.51567	6	2	1.7791	32.4535	0.087564	0.17120	1.09416	1.32901	0.2	0.28	89.50	89.02	1.41	1.92
Inicio																													
43	44	91.38	90.82	40.48	1.38	7	0	7	42	78	4.32942	4.2711	0.003	0.5455	1.00388	6	1.50	1.5408	28.1055	0.01963	0.036137	0.86552	0.72878	0.0975	0.13	90.18	88.57	1.20	1.25
44	45	90.82	90.17	17.76	5.53	0	7	7	42	78	4.32942	4.2711	0.003	0.5455	1.00388	6	5.53	2.9976	53.9507	0.01056	0.01983	0.96714	1.14756	0.0725	0.095	89.54	88.89	1.28	1.28
45	46	90.17	91.24	76.97	-1.39	9	7	16	96	179	4.24438	4.16515	0.003	1.22353	2.23766	6	1	1.2580	22.9461	0.03966	0.07063	0.81017	0.1575	0.215	88.66	88.09	1.31	3.15	
46	47	91.24	90.94	17.15	1.75	1	16	17	102	190	4.24121	4.15585	0.003	1.29781	2.37221	6	0.70	1.0525	19.1987	0.07063	0.13832	0.60732	0.67194	0.18	0.24	88.06	87.94	3.18	3
Continua																													
47	48	90.94	88.02	46.35	6.04	2	55	57	342	638	4.05356	3.91744	0.003	1.15896	1.9759	6	3	2.179	39.7472	0.08191	0.16900	1.41852	1.69099	0.22	0.3	87.91	86.46	3.03	1.56
Inicio																													
50	49	88.1	87.99	17.17	0.64	1	0	1	6	11	4.4351	4.3692	0.003	0.0798	0.14807	6	8	3.5883	64.9069	0.01336	0.02584	0.61914	0.75435	0.0275	0.0375	86.90	85.53	1.20	2.46
49	48	87.99	86.02	102.30	-0.03	13	1	14	64	157	4.26353	4.16483	0.003	1.0744	1.95721	6	1	1.2580	22.9461	0.04629	0.08794	0.6504	0.77369	0.15	0.2	85.50	84.48	2.49	3.54
Continua																													
51	52	86.64	84.59	40.31	5.09	3	71	74	444	828	4.00021	3.85128	0.003	5.32829	9.56933	6	2.5	1.9891	36.2841	0.14769	0.27744	1.42421	1.70269	0.26	0.36	84.36	83.35	2.28	1.24
Inicio																													
42	41	102.43	101.9	27.90	1.90	8	0	8	48	90	4.31825	4.25640	0.003	0.62183	1.14334	6	1.90	1.7341	31.6317	0.01963	0.036137	0.89148	0.830625	0.0975	0.1325	101.23	100.70	1.20	1.20
41	40	101.90	101.4	12	4.17	0	8	8	48	90	4.31825	4.25640	0.003	0.62183	1.14334	6	4.17	2.5960	46.8673	0.013823	0.0256	0.91199	1.084365	0.0625	0.11	100.67	100.17	1.23	1.23
40	39	101.4	97.01	71.10	6.17	22	30	180	336	4.16437	4.05713	0.003	2.24876	4.08891	6	6.17	3.1249	57.0018	0.040616	0.074743	1.5312	1.834312	0.1375	0.185	100.14	95.75	1.26	1.26	
39	38	97.01	96.5	66.29	2.28	16	30	46	276	515	4.09368	3.96785	0.003	3.38957	5.12925	6	2.28	1.8996	34.6508	0.01963	0.036137	1.22334	1.445588	0.215	0.29	95.72	94.21	1.29	1.29
38	37	96.5	92.91	39.96	6.48	12	46	58	348	649	4.05017	3.91320	0.003	4.22837	6.62098	6	6.48	3.2024	58.4162	0.074743	0.13148	1.87983	2.216083	0.185	0.245	94.18	91.59	1.32	1.32
37	36	92.91	87.92	34.40	14.51	1	58	59	354	660	4.0468	3.90902	0.003	4.29771	7.74398	6	14.51	4.7921	87.4137	0.06310	0.091049	2.47752	2.980273	0.1525	0.205	91.56	86.57	1.35	1.35
36	35	87.92	86.22	47.96	3.54	0	59	59	354	660	4.0468	3.90902	0.003	4.29771	7.74398	6	3.54	2.367	43.1765	0.01662	0.03170	1.52433	1.80127	0.215	0.29	86.54	84.84	1.38	1.38
Inicio																													
21	35	89.13	88.59	28.77	1.81	3	0	3	18	34	4.38642	4.34689	0.003	0.23687	0.43785	6	1.81	1.6925	30.8735	0.00731	0.014794	0.50288	0.610987	0.0625	0.085	87.53	87.39	1.20	1.20
35	34	88.59	87.37	22.10	5.52	1	3	4	24	45	4.36950	4.32416	0.003	0.3146	0.58077	6	5.52	2.9557	53.9157	0.00588	0.011979	0.967208	1.055	0.075	87.36	86.14	1.23	1.23	
34	33	87.37	86.22	26	4.42	1	4	5	30	56	4.35474	4.30457	0.003	0.39193	0.72268	6	4.42	2.6449	48.2455	0.008412	0.015738	0.90688	0.973311	0.065	0.0875	86.11	84.96	1.26	1.26

# Continuación

Del A	Cota de Terreno		D.H.	S% Terreno	Conexiones Actuales		Población		Factor Hammond F.H.		Fqm	Q Diseño		D' Tubo	"O" Sección Llana		Relación q/Q		"V" Vel. Diseño		Relación d/D		Cotas Invert		Altura de Prozo				
	Inicio	Final			Local	Acum.	Total	Actual	Futura	Actual		Futura	Actual		Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Entrada	Salida	Inicio	Final
Continúa																													
33	32	86.22	82.92	60.00	5.50	1	64	65	390	728	4.02735	3.89485	0.003	4.712	8.47876	6	5.50	2.9504	53.518	0.07654	0.15620	1.81447	2.153757	0.2	0.27	84.81	81.51	1.41	1.41
32	31	83.17	26.97	-0.93	0	65	65	390	728	4.02735	3.89485	0.003	4.712	8.47876	6	1	1.2560	22.9481	0.26958	0.36191	0.99385	1.175004	0.31	0.43	81.48	81.21	1.44	1.96	
31	30	83.92	83.42	39.99	-0.63	3	65	68	408	761	4.01806	3.87333	0.003	4.9181	8.84378	6	0.5	0.8896	16.2267	0.26958	0.5068	0.78193	0.910025	0.38	0.53	81.18	80.98	1.99	2.44
Inicio																													
14	15	101.85	101.2	11.95	5.44	5	0	5	30	56	4.35474	4.30457	0.003	0.39193	0.72266	6	5.44	2.9342	53.5236	0.07731	0.14794	0.87146	1.059252	0.0625	0.085	100.65	100	1.20	1.20
15	16	101.2	97.42	22.87	16.53	3	5	8	48	90	4.31825	4.2564	0.003	0.62183	1.14334	6	16.53	5.1148	93.3001	0.00708	0.01304	1.47818	1.779951	0.06	0.08	99.97	96.19	1.23	1.23
16	17	97.42	94.17	16.60	19.58	0	8	8	48	90	4.31825	4.25640	0.003	0.62183	1.14334	6	19.58	5.5667	101.5435	0.00643	0.011379	1.56425	1.869282	0.0575	0.09	92.88	90.81	1.29	1.29
17	18	94.17	92.1	20.73	9.98	0	8	8	48	90	4.31825	4.25640	0.003	0.62183	1.14334	6	9.98	3.9743	72.4955	0.00908	0.016721	1.23987	1.490353	0.0975	0.09	92.88	90.81	1.29	1.29
18	19	92.1	91.57	20.32	2.61	1	8	9	54	101	4.30783	4.24271	0.003	0.69787	1.28212	6	2.61	2.0324	37.0737	0.01863	0.034754	1.02573	1.22148	0.0975	0.1275	90.78	90.25	1.32	1.32
19	20	91.57	90.97	26.35	2.28	0	9	9	54	101	4.30783	4.24271	0.003	0.69787	1.28212	6	2.28	1.8996	34.6508	0.02088	0.037625	0.76174	0.909904	0.1	0.1325	90.22	89.62	1.35	1.35
20	21	90.97	89.13	56.04	3.28	3	9	12	72	134	4.27997	4.20624	0.003	0.92447	1.69481	6	3.28	2.2784	41.5607	0.023118	0.042130	0.94326	1.127807	0.105	0.14	89.59	87.75	1.38	1.38
21	22	89.13	88.98	19.95	0.75	1	12	13	76	146	4.27157	4.19259	0.003	0.99955	1.83126	6	1.00	1.2580	22.9481	0.03747	0.030336	0.63028	0.751111	0.1425	0.195	87.72	87.52	1.41	1.46
22	23	88.98	88.7	38.65	0.72	5	13	18	108	201	4.23428	4.14688	0.003	1.37191	2.50633	6	0.72	1.0675	19.4721	0.07063	0.13148	0.41544	0.738694	0.18	0.245	87.49	87.21	1.49	1.49
23	24	88.7	88.64	13.74	0.44	2	18	20	120	224	4.22105	4.1298	0.003	1.51959	2.77335	6	0.70	1.0525	19.1997	0.03036	0.14793	0.63679	0.753624	0.195	0.26	87.18	87.09	1.52	1.55
Inicio																													
26	25	90.01	89.62	9.98	3.91	2	0	2	12	22	4.4067	4.37381	0.003	0.15864	0.29372	6	4.00	2.5161	45.8981	0.03822	0.06463	0.80134	0.707015	0.045	0.0575	88.81	88.41	1.20	1.21
25	24	89.62	88.64	23.10	4.24	1	2	3	16	34	4.38642	4.34669	0.003	0.23887	0.43785	6	4.24	2.5905	47.2529	0.05306	0.09885	1.11936	0.826944	0.0525	0.07	88.39	87.41	1.23	1.23
24	27	88.64	87.66	25.11	3.90	0	23	23	138	257	4.20257	4.10602	0.003	1.73987	3.17098	6	3.90	2.4844	45.3188	0.039064	0.070630	1.20246	1.43351	0.135	0.18	87.06	88.08	1.58	1.58
Inicio																													
9	127	90.91	87.66	60.02	5.41	1	0	1	6	11	4.43351	4.40982	0.003	0.0798	0.14807	6	7.80	3.5135	64.0904	0.01338	0.02284	0.81135	0.744882	0.0275	0.0375	89.71	85.03	1.20	2.63
Continúa																													
27	28	87.66	86.55	20.04	5.54	5	24	29	174	325	4.16948	4.06365	0.003	2.17647	3.95693	6	0.50	0.8896	16.2267	0.13726	0.24882	0.62447	0.793339	0.25	0.34	85.00	84.90	2.66	1.65
28	29	86.55	84.84	20.02	8.54	1	29	30	180	336	4.16437	4.05713	0.003	2.24876	4.09691	6	6.50	3.2074	58.5063	0.039064	0.070630	1.55237	1.850653	0.135	0.18	84.87	83.57	1.68	1.27
29	30	84.84	83.42	35.25	4.03	2	30	32	192	358	4.15445	4.04450	0.003	2.39296	4.34569	6	5.68	2.9982	54.6915	0.045397	0.083036	1.52011	1.813936	0.145	0.195	83.54	81.54	1.30	1.88
Continúa																													
30	53	83.42	83.75	57.12	-0.58	1	100	101	606	1130	3.92981	3.76504	0.003	7.1444	12.7683	6	0.50	0.8896	16.2267	0.44931	0.78913	0.86555	0.985638	0.47	0.67	80.95	80.66	2.47	3.09
53	52	83.75	84.59	70.18	-1.20	7	101	108	648	1209	3.91364	3.7454	0.003	7.60812	13.582	6	0.2	0.6816	22.1020	0.35246	0.62297	0.62226	0.721084	0.41	0.97	80.63	80.49	3.12	4.10
Continúa																													
52	54	84.59	83.84	19.92	3.76	0	182	182	1092	2037	3.77503	3.57958	0.003	12.387	21.875	8	0.25	0.762	24.7107	0.57190	0.89734	0.76886	0.862584	0.51	0.74	80.46	80.41	4.13	3.43
54	55	83.84	81.08	97.97	2.82	4	182	186	1116	2082	3.76876	3.57219	0.003	12.617	22.309	8	0.55	1.1302	36.652	0.35246	0.62297	1.0319	1.195782	0.41	0.57	80.38	79.84	3.46	1.24
55	56	81.08	78.56	100.30	2.51	4	186	190	1140	2127	3.76259	3.56491	0.003	12.668	22.7429	8	2.50	2.4097	78.1422	0.71722	0.29197	1.80001	2.091581	0.28	0.37	79.81	77.30	1.27	1.26
56	57	78.56	76.06	37.17	1.35	3	190	193	1158	2160	3.75802	3.55954	0.003	13.055	23.0672	8	1.30	1.7376	56.3492	0.23516	0.41681	1.41964	1.659434	0.33	0.45	77.27	76.79	1.29	1.27
57	58	76.06	76.97	71.2	1.53	2	193	195	1170	2183	3.755	3.55599	0.003	13.18	23.083	8	1.50	1.8665	60.5287	0.2218	0.39863	1.50087	1.76012	0.32	0.44	76.76	75.69	1.30	1.28
58	59	76.97	75.27	79.96	2.13	2	195	197	1182	2205	3.75201	3.55247	0.003	13.304	23.4985	8	2.00	2.1553	69.8925	0.1998	0.36963	1.67748	1.944046	0.3	0.4	75.86	74.06	1.31	1.21
59	60	75.27	74.11	55.08	2.11	0	197	197	1182	2205	3.752	3.55247	0.003	13.304	23.4985	8	2.1	2.2095	71.6185	0.1968	0.33693	1.71978	1.992054	0.3	0.4	74.03	72.88	1.24	1.23
60	61	74.11	74.44	16.53	-2.00	0	197	197	1182	2205	3.752	3.55247	0.003	13.304	23.4985	8	1	1.2024	49.4215	0.27744	0.46303	1.80454	1.510284	0.36	0.49	72.85	72.68	1.26	1.76
61	62	74.44	74.8	21.36	-1.69	2	197	199	1194	2227	3.74903	3.54897	0.003	13.029	23.7137	8	0.32	0.8621	27.957	0.48303	0.83376	0.85435	0.969006	0.49	0.71	72.65	72.58	1.79	2.22
62	63	74.8	75.27	70.68	-0.66	0	199	199	1194	2227	3.749	3.54897	0.003	13.429	23.7137	8	0.3	0.8347	27.0693	0.5	0.86394	0.83473	0.943244	0.5	0.73	72.55	72.54	2.25	2.93
63	64	75.27	76.76	77.80	-1.92	0	199	199	1194	2227	3.74903	3.54897	0.003	13.429	23.7137	8	0.3	0.8347	27.0693	0.5	0.86394	0.83473	0.943244	0.5	0.73	72.31	72.08	2.96	4.68
64	65	76.76	75.22	62.14	2.48	0	199	199	1194	2227	3.749	3.54897	0.003	13.429	23.7137	8	0.3	0.8347	27.0693	0.5	0.86394	0.83473	0.943244	0.5	0.73	72.05	71.86	4.71	3.36

## **2.4. Descarga**

### **2.4.1. Selección de punto**

Para seleccionar el punto de descarga de aguas residuales se tomó en cuenta el río conocido como El Riachuelo, que tiene su yacimiento en el departamento de Jalapa. A sus alrededores se encuentra un terreno donde se pretende construir una planta de tratamiento de aguas residuales. Es una ubicación exacta ya que se encuentra alejada de la población y así crear un impacto ambiental favorable. La población más cercana aguas abajo es la aldea El Zapote.

## **2.5. Especificaciones técnicas**

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomó como base las normas ASTM 3034 y las especificaciones técnicas que establece la Dirección General de Obras Públicas.

## **2.6. Presupuesto**

Para el presupuesto se tomaron los siguientes renglones de trabajo, los cuales están tomados en base a cálculos realizados y cuantificaciones de acuerdo a planos.

**Tabla V. Renglones de trabajo para alcantarillado sanitario**

<b>REGLÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>100</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>
101	Limpia, Chapeo y Desmonte
102	Trazo
<b>200</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>
201	Excavación
202	Relleno compactado
<b>300</b>	<b>RED PRINCIPAL DE DRENAJE</b>
301	Tubería para colector $\phi$ de 6"
302	Tubería para colector $\phi$ de 8"
<b>400</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>
401	Pozos con caídas menores de 0.70 m.
402	Pozos con caídas mayores de 0.70 m.
<b>500</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>
501	Candela domiciliar
<b>600</b>	<b>LEVANTADO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS</b>
601	Levantado de concreto
602	Reposición de concreto
603	Levantado de adoquín
604	Reposición de adoquín

A continuación se describe cada renglón de trabajo con su respectivo costo de material y mano de obra. Además, se indica la cantidad de volumen y unidad con la que se cuantificará.

**Tabla VI. Desglose de costo unitario por renglón de trabajo**

REGLÓN: 100	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Limpia, chapeo y desmonte			LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 101	250	ml	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Limpia, chapeo y desmonte	250	ml	Q 50.00	Q 12,500.00
				Q -
				Q -
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 12,500.00

COSTO DIRECTO	Q 12,500.00
COSTO UNITARIO	Q 50.00

REGLÓN: 100	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Trazo			LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 102	2704	ml	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Cal	7	Bolsa	Q 18.00	Q 126.00
				Q -
TOTAL MATERIALES				Q 126.00

MANO DE OBRA				
Trazo preliminar con equipo topográfico	2.7	km	Q 800.00	Q 2,160.00
Trazo y estaqueado	2704	ml	Q 4.00	Q 10,816.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 12,976.00

COSTO DIRECTO	Q 13,114.40
COSTO UNITARIO	Q 4.85

Continuación

REGLÓN: 200	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Movimiento de tierra	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 201	4824	m <sup>3</sup>	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Excavación con retroexcavadora	4824	m <sup>3</sup>	Q 12.00	Q 57,888.00
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 57,888.00

COSTO DIRECTO	Q 57,888.00
COSTO UNITARIO	Q 12.00

REGLÓN: 200	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Relleno compactado	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 202	2950	m <sup>3</sup>	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Relleno compactado	2950	m <sup>3</sup>	Q 12.00	Q 35,400.00
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 35,400.00

COSTO DIRECTO	Q 35,400.00
COSTO UNITARIO	Q 12.00

Continuación

REGLÓN: 300	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Tubería para colector 6"			LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 301	1926	ml	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Tubería PVC φ 6" NORMA ASTM D 3034-00	321	Tubos	Q 583.68	Q 187,361.28
Empaque para tubería de 6"	321	Unidad	Q 57.23	Q 18,370.83
Pegamento P.V.C	8	Galón 25	Q 334.34	Q 2,674.72
Pegamento P.V.C	1	gramos	Q 5.63	Q 5.63
				Q -
TOTAL MATERIALES				Q 208,412.46

MANO DE OBRA				
Colocación de tubería de PVC 6"	1926	ml	Q 6.65	Q 12,807.90
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 12,807.90

COSTO DIRECTO	Q 221,220.36
COSTO UNITARIO	Q 114.86

REGLÓN: 300	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Tubería para colector 8"			LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 302	778	ml	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Tubería PVC φ 8" NORMA ASTM D 3034-00	130	Tubos	Q 894.59	Q 116,296.70
Empaque para tubería de 8"	130	Unidad	Q 48.99	Q 6,368.70
Pegamento P.V.C	6	1 Galón	Q 334.34	Q 2,006.04
Pegamento P.V.C	1	25 gr.	Q 3.06	Q 3.06
				Q -
TOTAL MATERIALES				Q 124,674.50

MANO DE OBRA				
Colocación de tubería de PVC 6"	778	ml	Q 7.86	Q 6,115.08
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,115.08

COSTO DIRECTO	Q 130,789.58
COSTO UNITARIO	Q 168.11

Continuación

REGLÓN: 400	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Pozos de Visita	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Júcaro	
CLAVE: 401	60	U	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Cemento	412	Sacos	Q 41.00	Q 16,892.00
Arena de Río	50.5	m <sup>3</sup>	Q 60.00	Q 3,030.00
Arena Amarilla	9	m <sup>3</sup>	Q 60.00	Q 540.00
Piedrín	18.5	m <sup>3</sup>	Q 125.00	Q 2,312.50
Cal	24	qq	Q 18.00	Q 432.00
Hierro No. 2	6	qq	Q 190.00	Q 1,140.00
Hierro No. 3	27	qq	Q 200.00	Q 5,400.00
Hierro No. 4	30	qq	Q 175.00	Q 5,250.00
Hierro No. 6	2	qq	Q 246.50	Q 493.00
Amarre	600	lb	Q 4.50	Q 2,700.00
Ladrillo Tayuyo de 8.5x11x23 cm	30780	Unidad	Q 2.10	Q 64,638.00
TOTAL MATERIALES				Q 102,827.50

MANO DE OBRA				
Levantado de ladrillo de punta rústico	333	m <sup>2</sup>	Q 27.50	Q 9,157.50
Fundiciones de concreto	26	m <sup>3</sup>	Q 70.00	Q 1,820.00
Repello	333	m <sup>2</sup>	Q 7.50	Q 2,497.50
Hacer armadura No. 2	216	mL	Q 0.25	Q 54.00
Hacer armadura No. 3	2159	mL	Q 0.30	Q 647.70
Hacer armadura No. 4	1350	mL	Q 0.40	Q 540.00
Hacer armadura No. 6	40	mL	Q 0.60	Q 24.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 14,740.70

COSTO DIRECTO	Q 117,568.20
COSTO UNITARIO	Q 1,959.47



Continuación

REGLÓN: 400	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Pozos de Visita caídas 0.70	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 402	5	U	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Cemento	52	Sacos	Q 41.00	Q 2,132.00
Arena de Río	8	m³	Q 60.00	Q 480.00
Arena Amarilla	2	m³	Q 60.00	Q 120.00
Piedrín	1.5	m³	Q 125.00	Q 187.50
Cal	4	qq	Q 18.00	Q 72.00
Hierro No. 2	1	qq	Q 190.00	Q 190.00
Hierro No. 3	3	qq	Q 200.00	Q 600.00
Hierro No. 4	4	qq	Q 175.00	Q 700.00
Hierro No. 6	0.5	qq	Q 246.50	Q 123.25
Amarre	80	lb	Q 4.50	Q 360.00
Ladrillo Tayuyo de 8.5x11x23 cm	5312	Unidad	Q 2.10	Q 11,155.20
Tee	5	Unidad	Q 295.06	Q 1,475.30
Codo de 90°	5	Unidad	Q 226.71	Q 1,133.55
Empaque	10	Unidad	Q 57.23	Q 572.30
TOTAL MATERIALES				Q 16,119.95

MANO DE OBRA				
Levantado de ladrillo de punta rústico	57.42	m²	Q 27.50	Q 1,579.05
Fundiciones de concreto	2.16	m³	Q 70.00	Q 151.20
Repello	57.42	m²	Q 7.50	Q 430.65
Hacer armadura No. 2	180	mL	Q 0.25	Q 45.00
Hacer armadura No. 3	240	mL	Q 0.30	Q 72.00
Hacer armadura No. 4	180	mL	Q 0.40	Q 72.00
Hacer armadura No. 6	10	mL	Q 0.60	Q 6.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,355.90

COSTO DIRECTO	Q 18,475.85
COSTO UNITARIO	Q 3,695.17

Continuación

REGLÓN: 500	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Conexiones domiciliarias	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 501	200	U	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		COSTO DIRECTO	
-------------	----------	--------	----------------	--	---------------	--

MATERIALES						
Tubería de concreto φ 12"	200	Unidad	Q	25.00	Q	5,000.00
Tapadera de candela domiciliar	200	Unidad	Q	15.00	Q	3,000.00
Brocal de candela domiciliar	371	mL	Q	7.00	Q	2,597.00
Base de candela domiciliar	200	Unidad	Q	15.00	Q	3,000.00
Tubería φ 4" PVC	200	Unidad	Q	261.69	Q	52,338.00
Cabo reductor 4" x 3"	200	Unidad	Q	26.74	Q	5,348.00
Codo 90° de 4"	200	Unidad	Q	108.21	Q	21,642.00
Silleta "T" reductora 6" x 4"	183	Unidad	Q	132.58	Q	24,262.14
Silleta "T" reductora 8" x 4"	17	Unidad	Q	230.57	Q	3,919.69
Pegamento para PVC	3	Galón	Q	334.39	Q	1,003.17
TOTAL MATERIALES						Q 122,110.00

MANO DE OBRA						
Elaboración de tapaderas para candela	200	Unidad	Q	30.00	Q	6,000.00
Elaboración de bases candela	200	Unidad	Q	25.00	Q	5,000.00
Brocal de candela domiciliar	200	Unidad	Q	30.00	Q	6,000.00
Instalación de tubería a colector principal	200	Unidad	Q	80.00	Q	16,000.00
						Q -
TOTAL MANO DE OBRA						Q 33,000.00

COSTO DIRECTO	Q	155,110.00
COSTO UNITARIO	Q	775.55

Continuación

REGLÓN: 600	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Levantado de concreto	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícara	
CLAVE: 601	592.4	ml	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Levantado de concreto	592.4	ml	Q 8.00	Q 4,739.20
Acarrear ripio	33.1	m³	Q 6.50	Q 215.15
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,954.35

COSTO DIRECTO	Q 4,954.35
COSTO UNITARIO	Q 8.36

REGLÓN: 600	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Reposición de concreto	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícara	
CLAVE: 602	592.4	ml	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Cemento	279	Sacos	Q 41.00	Q 11,439.00
Arena de Río	16	m³	Q 60.00	Q 960.00
Piedrín	23.5	m³	Q 125.00	Q 2,937.50
				Q -
TOTAL MATERIALES				Q 15,336.50

MANO DE OBRA				
Fundición de concreto	33.1	m³	Q 70.00	Q 2,317.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,317.00

COSTO DIRECTO	Q 17,653.50
COSTO UNITARIO	Q 29.80

Continuación

REGLÓN: 600	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Levantado de adoquín	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 603	1268	ml	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Levantado de adoquín	1268	ml	Q 8.00	Q 10,144.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 10,144.00

COSTO DIRECTO	Q 10,144.00
COSTO UNITARIO	Q 8.00

REGLÓN: 600	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Alcantarillado Sanitario	
CONCEPTO: Colocación de adoquín	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Ovejas, El Jícaro	
CLAVE: 604	1268	ml	FECHA:	Feb-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Levantado de adoquín	1268	ml	Q 8.00	Q 10,144.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 10,144.00

COSTO DIRECTO	Q 10,144.00
COSTO UNITARIO	Q 8.00

**Tabla VII. Resumen, costo total de proyecto**

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	MONTO
<b>100</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
101	Limpia, Chapeo y Desmonte	250	mL	Q50.00	Q12,500.00	
102	Trazo	2704	mL	Q4.85	Q13,114.40	Q25,614.40
<b>200</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
201	Excavación	4824	m³	Q12.00	Q57,888.00	
202	Relleno compactado	2950	m³	Q12.00	Q35,400.00	Q93,288.00
<b>300</b>	<b>RED PRINCIPAL DE DRENAJE</b>					
301	Tubería para colector $\phi$ de 6"	1926	mL	Q114.86	Q221,220.36	
302	Tubería para colector $\phi$ de 8"	778	mL	Q168.11	Q130,789.58	Q352,009.94
<b>400</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>					
401	Pozos con caídas menores de 0.70 m.	60	Unidad	Q1,959.47	Q117,568.20	
402	Pozos con caídas mayores de 0.70 m.	5	Unidad	Q3,695.17	Q18,475.85	Q136,044.05
<b>500</b>	<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>					
501	Candela domiciliar	200	Unidad	Q775.55	Q155,110.00	Q155,110.00
<b>600</b>	<b>LEVANTADO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS</b>					
601	Levantado de concreto	592.4	mL	Q8.36	Q4,952.46	
602	Reposición de concreto	592.4	mL	Q29.80	Q17,653.52	
603	Levantado de adoquín	1268	mL	Q8.00	Q10,144.00	
604	Reposición de adoquín	1268	mL	Q8.00	Q10,144.00	Q42,893.98

<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q804,960.37</b>
--------------------	--------------------

TOTAL COSTO DIRECTO	Q804,960.37
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD (10%)	Q80,496.04
IMPREVISTOS (1%)	Q8,854.56
IMPUESTO SOBRE LA RENTA (5%)	Q44,715.55
FIANZAS (3.5%)	Q32,865.93
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (12%)	Q116,627.09

<b>TOTAL PRECIO DEL PROYECTO</b>	<b>Q1,088,519.54</b>
----------------------------------	----------------------

## **2.7. Plan de mantenimiento propuesto**

Para un buen funcionamiento del sistema propuesto, es necesario que todos los componentes e instalaciones que lo conforman tengan una adecuada operación.

Todas las líneas de alcantarillado que hayan sido terminadas serán iluminadas entre las cámaras de inspección (pozos de visita) o a intervalos cortos para comprobar su correcta alineación, depresiones en la línea, obstrucciones que hayan quedado dentro de la tubería y también para descubrir cualquier infiltración. Se recomienda inspeccionarlas en períodos no mayores a seis meses.

## 2.8. Cronograma de ejecución

Tabla VIII. Cronograma de ejecución del proyecto

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN  
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA LAS OVEJAS  
MUNICIPIO DE EL JICARO, EL PROGRESO

RENGLONES DE TRABAJO	Semanas	1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes	5to. mes
TRABAJOS PRELIMINARES	2					
MOVIMIENTO DE TIERRA	13					
RED PRINCIPAL DE DRENAJE	10					
POZOS DE VISITA	10					
CONEXIONES DOMICILIARES	10					
LEVANTADO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS	10					
LIMPIEZA GENERAL	3					

## **2.9. Impacto ambiental**

Tomando como referencia los mandatos legales y el marco estratégico nacional para la gestión ambiental, se debe tomar como objetos los siguientes puntos:

1. Incorporar criterios ambientales dentro de la planificación de las operaciones de financiamiento.
2. Asegurar que en todas las fases del ciclo de proyecto las medidas ambientales sean consideradas y cumplidas.
3. Priorizar los proyectos que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población.
4. Aplicar sus propios procedimientos ambientales, para asegurar que los proyectos eviten: comprometer la seguridad y salud pública; causar deterioro ambiental severo o irreversible; desplazar poblaciones, afectar grupos vulnerables sin implementar las debidas medidas de mitigación; modificar o deteriorar significativamente áreas protegidas o lugares que por disposiciones legales sean de consideraciones especiales.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Estas se desarrollaran en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto, a continuación se presentan para la etapa de ejecución.



**Tabla IX. Impacto ambiental, etapa de ejecución**

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN		
ACTIVIDADES	IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Instalación de campamento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alteración del paisaje y deterioro de los recursos naturales.</li> <li>- Transmisión de enfermedades (trabajadores foráneos pueden ser los portadores). O bien por inadecuada disposición de desechos líquidos y sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trasladar el material sobrante en el menor tiempo posible al botadero seleccionado.</li> <li>- Asegurar que las personas del campamento no se extralimiten en el deterioro de la flora y fauna del área próxima al campamento.</li> <li>- Asegurar que se tendrá una sanitaria disposición de los residuos líquidos y sólidos así como de las excretas generados por las personas que hacen uso del campamento.</li> <li>- Cada trabajador foráneo deberá tener su tarjeta de sanidad de reciente obtención, donde conste que no es portador de enfermedades transmisibles.</li> </ul>
Limpieza y desmonte	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la erosión, como consecuencia de la eliminación de la vegetación.</li> <li>- Tala de árboles.</li> <li>- Destrucción de cultivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectuar la actividad de limpieza y desmonte solo en las áreas que sean estrictamente necesarias.</li> </ul>
Ingreso de maquinaria, equipos y materiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de ruido.</li> <li>- Generación de desechos.</li> <li>- Obstaculización del tránsito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalar y mantener silenciadores en buen estado en la maquinaria y equipo.</li> <li>- Trabajar en horas donde se cause las menores molestias.</li> <li>- No ingresar la maquinaria en grupo.</li> </ul>
Desvío de corrientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de la erosión (causes nuevos).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conducir las corrientes a cauces naturales.</li> </ul>
Zanjeo (línea principal y pozos de visita)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de la erosión.</li> <li>- Obstaculización del tránsito.</li> <li>- Malestar de los habitantes cercanos a los frentes de trabajo.</li> <li>- Destrucción de cultivos.</li> <li>- Accidentes de los trabajadores y/o pobladores del lugar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No haga excavaciones muy profundas, salvo que sea imprescindible.</li> <li>- Proteja las paredes de la zanja para evitar derrumbes.</li> <li>- Rellene las zanjas en el menor tiempo posible, compactando a manera de dejar el terreno en condiciones comparables a las originales.</li> <li>- Haga una señalización adecuada para que la población tome precauciones.</li> <li>- Llegar a un pleno entendimiento con los propietarios en caso de destrucción de cultivos.</li> </ul>
Instalación de tuberías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la sedimentación en lugares no adecuados, debido al material sobrante que es fácil de ser arrastrado por el agua de escorrentilla.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar todos los residuos en un lugar adecuado.</li> </ul>

## 2.10. Evaluación socio-económica

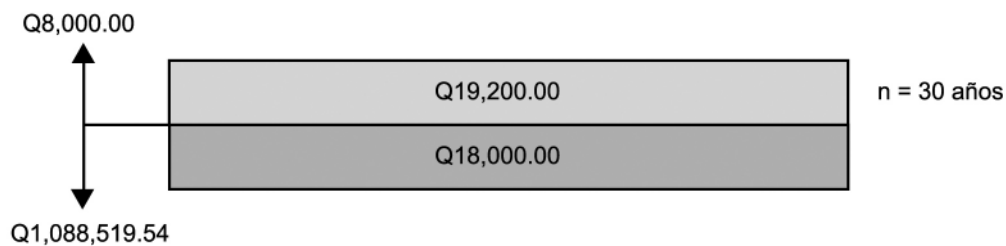
### 2.10.1. Valor presente neto

La municipalidad de El Jícaro pretende invertir Q1,088,519.54 en la ejecución del proyecto de alcantarillado sanitario para la aldea Las Ovejas. El costo mensual de mantenimiento será de Q1, 500.00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q40.00 por vivienda, también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q8.00. Suponiendo una tasa del 26% al final de los 30 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

**Tabla X. Costos del alcantarillado sanitario**

	Operación	Resultado
Costo inicial		Q1,088,519.54
Ingreso inicial	$(40.00 \text{ Q/viv}) \times (200 \text{ viv})$	Q8,000.00
Costos anuales	$(Q1,500 \text{ Q/Mes}) \times (12 \text{ mes})$	Q18,000.00
Ingresos anuales	$(Q8.00 \text{ Q/viv mes}) \times (200 \text{ viv})(12 \text{ mes})$	Q19,200.00
Vida útil, en años		30 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 26%.



Si se utiliza el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos se tiene:

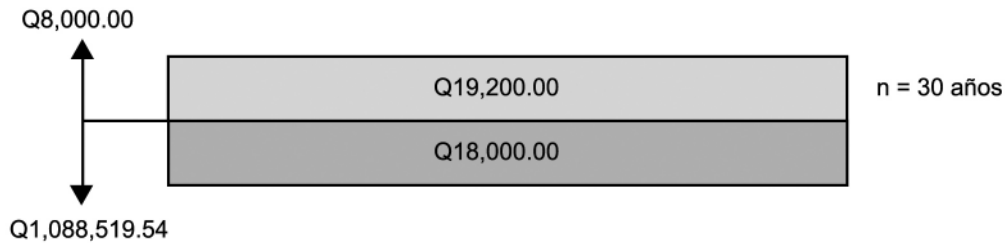
$$VPN = -1,088,519.54 + 8,000.00 - 18,000.00(1 + 0.26)^{30} + 19,200(1 + 0.26)^{30}$$
$$VPN = 150,592.56$$

Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que este es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o a la misma naturaleza que circunda el proyecto, es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

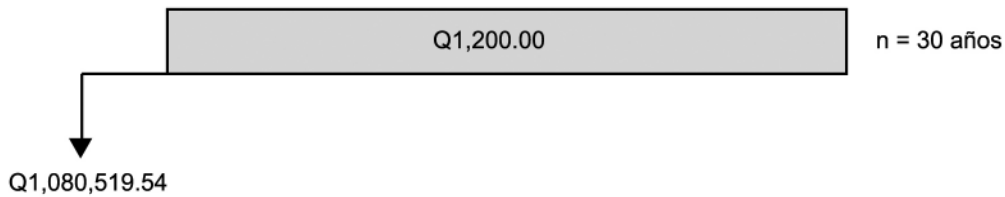
### **2.10.2. Tasa interna de retorno**

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Las Ovejas, con un costo inicial aproximado de Q1,088,519.54. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q18,000.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q19,200.00 por la cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, este será de Q8,000 por el total de 200 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 30 años, que es la vida útil del sistema.

1. Se realiza la gráfica del problema



2. Puesto que los Q19,200.00 y los Q18,000.00 se encuentran enfrentados en el mismo periodo de tiempo, como también Q8,000.00 y los Q1,088,519.54 la gráfica podría simplificar a:



3. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a). Se utiliza una tasa de interés  $i = 30\%$

$$VPN = -1080519.54 + 1200(1 + 0.30)^{30} = 2063475.232$$

b). Se utiliza una tasa de interés de  $i = 25\%$

$$VPN = -1080519.54 + 1200(1 + 0.25)^{30} = -111167.2597$$

4. Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\left[ \begin{array}{l} 30\% \rightarrow 2063475.232 \\ i \rightarrow 0 \\ 25\% \rightarrow -111167.2597 \end{array} \right]$$

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{30 - i}{30 - 25} = \frac{2063475.232}{(2063475.232) - (-111167.2597)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés aproximadamente es;  $i = 25.45\%$ , representaría la tasa efectiva mensual de retorno.



### **3. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

El sistema existente de abastecimiento de agua potable varía en antigüedad y condición y tiene diversas deficiencias, tales como, líneas de distribución deterioradas y de tamaño insuficiente, servicio interrumpido, líneas incompletas, baja presión de agua. Por lo que se realizó un nuevo diseño para la red de distribución de agua potable.

Con la realización de este proyecto se incrementará la capacidad de distribución y almacenamiento del sistema de agua, con lo cual se estará en condiciones de brindar servicio ininterrumpido de agua las 24 horas y con la capacidad suficiente en las horas de más alta demanda. La construcción de una nueva red de distribución contribuye a una mayor eficiencia en el uso de este recurso natural.

#### **3.1. Descripción del sistema**

La red de distribución consiste en tuberías que conduce el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias, usándose para esto tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) con una serie de accesorios y válvulas.

Esta red de distribución se formará por ramales abiertos con lo cual se cubre en su totalidad a la comunidad.

### 3.2. Fuentes de abastecimiento

La aldea Las Anonas no dispone de gran cantidad de recursos hídricos, que permitan el abastecimiento de agua potable para su comunidad, únicamente cuenta con un manantial denominado Piedra de Cal, el cual no reúne los requisitos mínimos para su aprovechamiento.

Sin embargo, en el año de 1,993 se donó un terreno de 400 metros cuadrados para la perforación de un pozo de 400 pies de profundidad. El cual estuvo en uso hasta el año de 1995, por falta de mantenimiento y robo de los transformadores que subministraban energía, se dejó inhabilitado dicho pozo. Actualmente es la principal fuente de abastecimiento de la población, con la cual es necesaria su habilitación.

#### 3.2.1. Aforo

El aforo del manantial denominado Piedra de Cal, se realizó con un envase de 20 litros, teniendo los siguientes tiempos:

**Tabla XI. Aforo manantial Piedra de Cal**

Muestra	Volumen	Tiempo	Caudal
1	18.95 lts	39 seg.	0.49 lts/seg.
2	18.95 lts	40 seg.	0.47 lts/seg.
3	18.95 lts	40.5 seg.	0.47 lts/seg.
4	18.95 lts	40 seg.	0.47 lts/seg.

Caudal promedio	0.48 lts/seg.
-----------------	---------------



Con respecto al pozo, se tendrá que hacer una limpieza y hacer una prueba de bombeo con una duración estimada de 24 horas para lograr el caudal máximo horario necesario para la población.

### **3.2.2. Calidad del agua**

Para el control de calidad del agua se realizaron análisis físico químico sanitario y examen bacteriológico, para ambos exámenes se tomaron muestras del manantial de la aldea y del agua subterránea de un pozo de la cabecera municipal, teniendo las siguientes observaciones:

Análisis físico químico sanitario

Fuente: Manantial de la aldea

Desde el punto de vista de la calidad física, el agua cumple con la norma. Desde el punto de vista de la calidad química indicadores químicos de contaminación amoníaco sobrepasa el límite mínimo de contaminación, sin embargo, se puede realizar una desinfección con una simple aireación.

Fuente: Pozo cabecera municipal

Desde el punto de vista de la calidad física, el agua cumple con la norma. Desde el punto de vista de la calidad química indicadores químicos de contaminación amoníaco sobrepasa el límite mínimo de contaminación, sin embargo, se puede realizar una desinfección con una simple aireación.

## Examen bacteriológico

Fuente: Manantial de la aldea

Desde el punto de vista del examen bacteriológico, se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección (cloración).

Fuente: Cabecera municipal

Desde el punto de vista del examen bacteriológico, se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección (cloración).

### **3.3. Cálculos y parámetros de diseño**

#### **3.3.1. Levantamiento topográfico**

Para el diseño de la red de distribución de agua potable se utilizó un levantamiento topográfico de primer orden (teodolito y nivel de precisión), utilizando el método de conservación de azimut.

#### **3.3.2. Cálculo de población**

##### **3.3.2.1. Tasa de crecimiento poblacional**

Para estimar la población futura, se han tomado como base los censos efectuados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) correspondiente a los años de 1994 y 2002. La tasa de crecimiento poblacional de la aldea Las Anonas es de 2.6%. La población actual realizada en investigación de campo corresponde a 534 habitantes.

### 3.3.2.2. Población futura

El cálculo de la población futura para el diseño de la red de distribución de agua potable, con el correspondiente periodo de diseño, se realizó utilizando el método geométrico, cuya fórmula es:

$$Pf = Po \times (1 + r)^n$$

En donde:

Datos:

Po = Población actual

Po = 534 habitantes

r = Tasa de crecimiento poblacional

r = 2.6%

n = Período de diseño

n = 21 años

Pf = Población futura

$$Pf = 534 \times (1 + 0.026)^{21}$$

**Pf = 915 habitantes aproximados**

### 3.3.3. Dotación

La dotación, es la cantidad de agua que se le asigna a una persona para su consumo diario y se expresa en litros por habitantes por día.

Según la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), la dotación mínima para el diseño de proyectos de agua potable es la siguiente:

**Tabla XII. Dotación de agua potable**

Tipo de zona	Clima	Dotación (lts/hab/día)	Tipo de conexión
Rural		40 - 60	Llena cántaros
	Frío	60 - 90	Predial
	Cálido	90 - 120	Predial
Urbana	Frío	120 - 150	Domiciliar
	Cálido	150 - 200	Domiciliar
Metropolitana		200 - 300	Domiciliar

La dotación necesaria en el suministro de agua potable para la población será de 120 litros por habitantes al día, tomando en consideración que se refiere a una zona con clima cálido, y con un tipo de distribución predial.

#### **3.3.4. Período de diseño**

Se entiende por período de diseño, el lapso de tiempo que el sistema estará en funcionamiento por debajo de su capacidad real, prestando un buen servicio durante el período adoptado. Dos aspectos importantes que intervienen en el periodo de diseño son:

- Estado físico y durabilidad de las instalaciones.
- Capacidad de prestar buen servicio bajo las condiciones previstas.

En este proyecto el período de diseño se estimó para 21 años, considerando el primer año para la ejecución del proyecto y los siguientes 20 años para prestar el servicio a la comunidad.

### 3.3.5. Consumo de agua potable

Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, deben tomarse en cuenta los requerimientos de agua por parte de la población, lo cual es importante para poder satisfacer las demandas en el consumo de agua.

#### 3.3.5.1. Consumo medio diario ( $Q_m$ )

Es la cantidad de agua que requiere una población en un día (24 horas), obtenido como promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Caudal medio ( $Q_m$ )

$$Q_m = \frac{(PoblaciónFutura)(Dotación)}{86,400}$$
$$Q_m = \frac{(915)(120)}{86,400} = 1.271 \text{ lts/seg.}$$

#### 3.3.5.2. Consumo máximo diario (QMD)

Es el máximo consumo de agua durante 24 horas observando en el período de un año. Este caudal se utiliza para diseñar la línea de conducción, utilizando un factor de día máximo que en el área rural es de 1.2 – 1.8. Este factor se utiliza porque existen variaciones o desviaciones de consumo durante un día y otro.

En el proyecto se tomará un factor de consumo máximo diario de 1.8 por ser una zona cálida.

Caudal máximo diario (QMD)

$$QMD = Q_m \times FMD$$
$$QMD = \left(1.271 \text{ lts/seg.} \right) (1.8) = 2.288 \text{ lts/seg.}$$

### 3.3.5.3. Consumo máximo horario (QMH)

Es el máximo consumo de agua durante una hora, observando en un período de un año. Este caudal es utilizado para diseñar la red de distribución, con un factor de hora máxima entre 1.8 – 2.5 para el área rural. Este factor se debe a que el consumo de agua presentará variaciones de hora, mostrando consumos máximos y mínimos en distintas horas.

Como factor para este proyecto se tomará 1.9, el cual servirá para el diseño de la red de distribución de agua potable.

Caudal máximo horario (QMH)

$$QMH = Q_m \times FMH$$
$$QMH = \left(1.271 \text{ lts/seg.} \right) (1.9) = 2.415 \text{ lts/seg.}$$

## 3.4. Diseño de la red de distribución

La red de distribución estará constituida por tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) de diferentes diámetros, que van desde 1 ½ a 1 pulgadas en la línea principal y de ¾ de pulgada para los ramales secundarios.

### 3.4.1. Diámetro equivalente y diámetro nominal

El diámetro nominal, representa el área de la sección de evacuación teórica del fluido, mientras que el diámetro equivalente representa el área real. Para fines de diseño es importante utilizar el diámetro equivalente, por lo cual se presentan a continuación para diferentes diámetros de tubería.

**Tabla XIII. Diámetros interiores de tuberías**

DIÁMETRO EN PULGADAS	DIÁMETRO INT. EN PULGADAS	PSI
1/2	0.716	315
3/4	0.926	250
1	1.161	250
1 1/4	1.464	250
1 1/2	1.676	250
2	2.095	250
2 1/2	2.537	250
3	3.088	250
4	3.97	250
5	4.909	250
6	5.845	250
8	7.609	250
10	9.486	250
12	11.25	250
1	1.195	160
1 1/4	1.532	160
1 1/2	1.754	160
2	2.193	160
2 1/2	2.655	160
3	3.23	160
4	4.154	160
5	5.135	160
6	6.115	160
8	7.961	160
10	9.924	160
12	11.77	160
15	14.124	160
3	3.284	125
4	4.224	125
5	5.221	125
6	6.217	125
8	8.095	125
10	10.088	125
12	11.966	125
15	14.358	125
18	17.551	125
4	4.28	100
5	5.291	100
6	6.301	100
8	8.205	100
10	10.226	100
12	12.128	100
15	14.554	100
18	17.789	100

### 3.4.2. Tipo y clase de tubería

Se utilizará tubería para agua potable y riego, siendo estas de grado uno de material de PVC, cumpliendo con la norma ASTM D-2241 con campana y junta cementada de 20 pies de largo.

### 3.4.3. Caudal de vivienda ( $Q_v$ )

Caudal utilizado en el diseño de una red de distribución. Se determina por medio del caudal máximo horario dividido entre el número total de viviendas de una población.

$$Q_v = \frac{\text{Caudal Máximo Horario } Q_{MH}}{\text{Número de Viviendas}}$$
$$Q_v = \frac{2.415 \text{ lts/seg.}}{89 \text{ viviendas}} = 0.027 \text{ lts/seg.}$$

### 3.4.4. Caudal instantáneo ( $Q_i$ )

Caudal que se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal está dado por la ecuación:

$$Q_i = K \times \sqrt{n-1}$$

Donde  $n$  es el número de viviendas en el ramal y  $K$  es una constante que puede ser 0.15 para sistema predial y 0.25 para redes para llena cántaros.



### 3.4.5. Pérdida de carga

Es la energía perdida por un paso unitario de agua a causa de la resistencia superficial dentro del conducto, energía mecánica que es convertida en energía térmica irre recuperable. Las pérdidas de carga se obtienen a través de la fórmula de Hazen – Williams.

$$H_f = \frac{1743.811141 \times Q^{1.852} \times L}{D^{4.87} \times C^{1.852}}$$

donde:

$H_f$  = Pérdida de carga (m.)

$L$  = Longitud de tubería (m.)

$Q$  = Caudal (lts/seg.)

$D$  = Diámetro de tubería (plg.)

$C$  = Coeficiente de fricción

### 3.4.6. Velocidad del fluido

La velocidad del flujo debe estar comprendida entre los límites de 0.6 m/s y 3 m/s, y se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Q = V \times A$$

donde:

$Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

$V$  = Velocidad (m/s)

$A$  = Área (m<sup>2</sup>)

### **3.4.7. Fórmulas**

El diseño hidráulico se realizó por medio de una hoja electrónica, haciendo una tabla con los siguientes datos: tramo, cotas de terreno, distancia horizontal, número de viviendas, caudal instantáneo, caudal de vivienda por tramo, caudal de diseño, constante de fricción, diámetro nominal, diámetro equivalente, pérdida de carga, velocidad, cotas piezométricas, presiones y tipo de tubería.

Para comprender las series de fórmulas que se explicaron anteriormente se pondrá como ejemplo el tramo realizado de la estación uno a la estación once.

#### **Ejemplo de tramo:**

##### **E-1 a E-11**

##### **Cotas de terreno**

Cota de terreno inicial = 100.31 m. (levantamiento topográfico, nivelación)

Cota de terreno final = 61.72 m. (levantamiento topográfico, nivelación)

##### **Distancia entre nudos**

Distancia horizontal = 388.09 m.

##### **Número de viviendas**

Contabilizadas las viviendas = 9 viviendas

### Caudal instantáneo ( $Q_i$ )

$$Q_i = K \times \sqrt{n-1}$$
$$Q_i = 0.15 \times \sqrt{9-1} = 0.424 \text{ lts/seg.}$$

### Caudal de vivienda por tramo

$$Q = Q_{viv} \times \text{No.Viviendas}$$
$$Q = \left( 0.027 \text{ lts/seg} \right) (9 \text{ viviendas}) = 0.243 \text{ lts/seg}$$

### Caudal de diseño ( $Q_{\text{diseño}}$ )

Está dado por tres tipos de caudales, de los cuales se toma el mayor

- Caudal instantáneo
- Caudal de vivienda por tramo
- Caudal de diseño, menos el caudal por vivienda de tramos anteriores

En este caso el caudal de diseño corresponde al caudal máximo horario, por ser mayor

$$0.243 \text{ lts/seg} \leq 0.424 \text{ lts/seg} \leq 2.4158 \text{ lts/seg}$$

### Coeficiente de fricción (C)

El valor de este coeficiente para tubería de PVC, corresponde a 150.

### Diámetro nominal

En este tramo se propuso un diámetro nominal de 1 ½ pulgadas.

### Diámetro equivalente

El diámetro equivalente para una tubería de 1 ½ pulgadas de 160 psi, corresponde a 1.754 pulgadas.

### Pérdida de carga (Hf)

$$H_f = \frac{1743.811141 \times Q^{1.852} \times L}{D^{4.87} \times C^{1.852}}$$
$$H_f = \frac{(1743.811141) \left( 2.4158 \frac{lbs}{seg} \right)^{1.852} (388.09 \text{mts.})}{(1.754^{4.87}) (150^{1.852})} = 20.96 \text{ m.}$$

### Velocidad (V)

Área

$$A = \pi \times (\text{radio}^2)$$
$$A = 3.14159 \times \left[ \left( 0.0254 \text{mts} \times \frac{1.754 \text{plg}}{2} \right)^2 \right] = 1.55889366 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

Velocidad

$$V = \frac{Q}{A}$$
$$V = \frac{2.4158 \frac{lbs}{seg} \left( \frac{1 \text{m}^3}{1000 \text{lbs}} \right)}{1.55889366 \times 10^{-3} \text{ m}^2} = 1.5497 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se chequea que la velocidad este en el rango de 0.6 y 3 m/s

### **Cota piezométrica**

Cota piezométrica inicial; 100.31 m.

Se toma como cota piezométrica inicial la cota de terreno inicial, ya que no existe ninguna presión en ese punto.

Cota piezométrica final

$$Cota\ piezométrica\ final = Cota\ piezométrica\ inicial - Pérdida\ de\ carga\ (H_f)$$

$$Cota\ piezométrica\ final = 100.31 - 20.96 = 79.35\ m.$$

### **Presión en metros columna de agua**

Presión inicial

Se toma como cota piezométrica inicial la cota de terreno inicial, ya que no existe ninguna presión en ese punto.

Presión final

$$Presión\ final = Cota\ piezométrica\ final - Cota\ de\ terreno\ final$$

$$Presión\ final = 79.35 - 61.72 = 17.63\ mca$$

Se chequea que la presión se encuentre en el rango de las 10 y 40 metros columna de agua.



### **3.4.8. Obras de arte**

#### **3.4.8.1. Conexiones domiciliarias**

Esta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad, suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliario o bien un servicio tipo comunitario (llenacantaros o chorros públicos). Hoy día, se construyen con tubería y accesorios de PVC, y dependiendo de las condiciones del funcionamiento del sistema, pueden incluir o no aparatos de medición del caudal servido (contadores de agua). Básicamente, consiste en una derivación de la tubería de la red a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de  $\frac{1}{2}$  o  $\frac{3}{4}$ " de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal, para la instalación interna del servicio en el domicilio y termina en un grifo en los servicios públicos.

Actualmente, estarán constituidas para un total de 89 viviendas. Las conexiones domiciliarias estarán compuesta por los siguientes accesorios:

- Tee reductora PVC
- Niple (tubo) PVC longitud variable.
- Adaptador macho de PVC
- Llave de paso de bronce
- Tubo PVC longitud variable
- Codo PVC 90° con rosca
- Niple HG 1.50
- Codo HG 90°
- Niple HG 0.15
- Reducidor campana HG
- Tubería PVC  $\phi$  2" o 3"
- Adaptador hembra PVC
- Válvula de chorro

### **3.5. Especificaciones técnicas**

Para el diseño de la red de distribución de agua potable se tomó como base las especificaciones técnicas que establece la Dirección General de Obras Públicas. Así como, se utilizaron planos de obras típicas para acueductos.

### **3.6. Desinfección**

La desinfección del agua significa la eliminación de las bacterias patógenas y la inactivación de los virus patógenos. En la práctica, la cloración ha probado ser un método confiable de desinfección en los tratamientos de agua potable y exitosamente evitar la reaparición de bacterias en las tuberías.

En todo lugar en que la cloración ha sido usada para la desinfección, ya no han vuelto a ocurrir las severas epidemias debidas al agua que se consume.

Para la desinfección del agua potable, los siguientes desinfectantes pueden ser usados: cloro gaseoso, hipocloritos de sodio y calcio, dióxido de cloro y ozono. El cloro gaseoso, el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio y el dióxido de cloro son especialmente convenientes como desinfectantes del agua potable.

- Cloro gaseoso: hoy en día, todos los cloradores operan generalmente bajo el principio de vacío total y solamente son usados para la cloración directa. En el tratamiento de agua, cloración indirecta significa que una solución de cloro es producida en sitio utilizando cloro gaseoso y agua. Esta solución sirve como desinfectante.



- Hipoclorito de calcio: es un compuesto sólido de cloro, disponible en el comercio en forma de tabletas o de gránulos. Para preparar una solución medidora, se usan sólo gránulos del 65 al 75 por ciento de cloro efectivo, dependiendo del producto.

Por muchas décadas, el cloro ha probado ser un agente extremadamente confiable para una desinfección segura. Ya que el cloro no ha podido ser reemplazado por un desinfectante más conveniente, al mismo tiempo que se garantiza una segura desinfección, por lo cual será bueno utilizarlo en esta red de distribución de agua potable.

### **3.7. Programa de operación y mantenimiento**

Para la operación del sistema se deberá limpiar y desinfectar la tubería instalada previo a su funcionamiento, haciendo correr agua a una velocidad mínima de 0.75 m. /seg. y luego llenar la tubería, utilizando una concentración mínima de 1 mg. / litro de cloro residual libre, buscando que exista un cloro residual de 0.5 mg. / litro después de las 24 horas. Se deberá efectuar una prueba de presión de la tubería instalada, de preferencia entre cada tramo limitado por válvulas, a efecto de comprobar el hermetismo del tramo y el cierre de las válvulas del tramo correspondiente, como mínimo deberá elevarse la presión igual a un 50% más de la presión a la que trabajará normalmente la tubería, pero preferentemente deberá ser cercana a la presión nominal resistente de la fabricación de la tubería, indicada en la misma para comprobar su comportamiento, previo a cerrar la zanja de su instalación.

Esto se consigue cerrando perfectamente las válvulas y conectando en un punto del tramo a probar un equipo de bomba manual, para subir la presión al valor correspondiente y mantenerla durante 30 minutos, verificando que la pérdida de presión en ese tiempo no sea mayor de un 5% de la inicial.

Es recomendable colocar un poco de material selecto sobre la tubería a probar, pero sin que cubra las uniones de tubería y accesorios para comprobar si existen fugas o no.

Al cerrar la zanja, se deberá comprobar que se coloque capas de material selecto compactado hasta donde sea posible, a los lados y sobre la tubería instalada, buscando no afectar la misma; posterior a esta fase, sí se deberá compactar en debida forma las demás capas hasta rellenar completamente la zanja.

Un buen mantenimiento de red implica una correcta reducción de las fugas en la misma: su detención rápida y eficaz, su correcta reparación e incluso su prevención antes de que ocurra. Esto se logra teniendo materiales disponibles, que sean de calidad, para que el fontanero de la comunidad pueda disponer de ellos para hacer dichas reparaciones y mantener un sistema en condiciones óptimas.

### **3.8. Propuesta de tarifa**

Para poder utilizar el servicio de agua potable, será necesario proponer una tarifa, la cual tendrá que ser autorizada por la comunidad y aprobada por la municipalidad.

Se realizó una propuesta en base a la tarifa establecida en las aldeas aledañas con una red de conducción por bombeo y red de distribución para conexiones prediales. Esta tarifa corresponde a Q30.00 mensuales con un servicio de 2 horas al día. Además un costo único de Q300.00 por la instalación del servicio.

### 3.9. Presupuesto

Para el presupuesto se tomaron los siguientes renglones de trabajo, los cuales están tomados en base a cálculos realizados y cuantificaciones en base a planos.

**Tabla XV. Renglones de trabajo para la red de distribución de agua potable.**

REGLÓN	DESCRIPCIÓN
<b>100</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>
101	Trazo
<b>200</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>
201	Excavación
202	Relleno compactado
<b>300</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>
301	Tubería $\phi$ de 1 1/2" de PVC. 160 PSI
302	Tubería $\phi$ de 1" de PVC. 160 PSI
303	Tubería $\phi$ de 3/4" de PVC. 250 PSI
<b>400</b>	<b>VALVULAS DE COMPUERTA</b>
401	Válvula de compuerta de 1 1/2" Br
402	Válvula de compuerta de 1" Br
403	Válvula de compuerta de 3/4" Br
<b>500</b>	<b>CONEXIONES PEDIALES</b>
501	Conexiones prediales de 1/2"
<b>600</b>	<b>LEVANTADO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS</b>
601	Levantado de adoquín
602	Reposición de adoquín
<b>700</b>	<b>DESINFECCIÓN</b>
701	Hipoclorador de pastilla

**Tabla XVI. Desglose de costo unitario por renglón de trabajo**

REGLÓN: 100	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Trazo			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 101	1330	ml	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Cal	5	Bolsa	Q 18.00	Q 90.00
Pita para trazo	1	Unidad	Q 3.10	Q 3.10
TOTAL MATERIALES				Q 93.10

MANO DE OBRA				
Trazo preliminar con equipo topográfico	1.33	km	Q 800.00	Q 1,064.00
Trazo y estaqueado	1330	ml	Q 4.00	Q 5,320.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 6,384.00

COSTO DIRECTO	Q 6,477.10
COSTO UNITARIO	Q 4.87

REGLÓN: 200	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Excavación			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 201	638.4	m <sup>3</sup>	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Excavación a mano o retroexcavadora	638.4	m <sup>3</sup>	Q 12.00	Q 7,660.80
				Q -
				Q -
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 7,660.80

COSTO DIRECTO	Q 7,660.80
COSTO UNITARIO	Q 12.00

Continuación

REGLÓN: 200	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Relleno compactado	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícara	
CLAVE: 202	598.5	m <sup>3</sup>	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Relleno compactado	598.5	m <sup>3</sup>	Q 12.00	Q 7,182.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 7,182.00

COSTO DIRECTO	Q 7,182.00
COSTO UNITARIO	Q 12.00

REGLÓN: 300	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Tubería de 1 1/2" de PVC.	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícara	
CLAVE: 301	560	ml	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Tubería de 1 1/2" de PVC. 160 PSI	94	Tubos	Q 82.43	Q 7,748.42
Codo liso 90° de 1/2"	2	Unidad	Q 9.26	Q 18.52
Codo liso 45° de 1 1/2"	2	Unidad	Q 13.21	Q 26.42
Tee de 1 1/2"	4	Unidad	Q 12.18	Q 48.72
Reducción lisa 1 1/2" x 3/4"	4	Unidad	Q 6.31	Q 25.24
Reducción lisa 1 1/2" x 1"	1	Unidad	Q 6.31	Q 6.31
Pegamento PVC	1	Galón	Q 335.97	Q 335.97
TOTAL MATERIALES				Q 8,209.60

MANO DE OBRA				
Colocación de tubería de 1 1/2" de PVC	560	ml	Q 3.50	Q 1,960.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,960.00

COSTO DIRECTO	Q 10,169.60
COSTO UNITARIO	Q 18.16

## Continuación

REGLÓN: 300	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Tubería de 1" de PVC.			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 302	124	ml	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Tubería de 1" de PVC. 160 PSI	21	Tubos	Q 46.51	Q 976.71
Tee de 1"	2	Unidad	Q 6.31	Q 12.62
Reducción lisa 1" x 3/4"	2	Unidad	Q 3.65	Q 7.30
Tapón hembra con rosca de 1"	1	Unidad	Q 12.66	Q 12.66
Adaptador macho de 1"	1	Unidad	Q 4.94	Q 4.94
Pegamento de PVC	1	1/8 de galón	Q 45.97	Q 45.97
TOTAL MATERIALES				Q 1,060.20

MANO DE OBRA				
Colocación de tubería de PVC 1"	124	ml	Q 3.50	Q 434.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 434.00

COSTO DIRECTO	Q 1,494.20
COSTO UNITARIO	Q 12.05

REGLÓN: 300	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Tubería de 3/4" de PVC.			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 303	646	ml	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Tubería de 3/4" de PVC. 250 PSI	108	Tubos	Q 37.85	Q 4,087.80
Tapón hembra con rosca de 3/4"	6	Unidad	Q 8.34	Q 50.04
Adaptador macho de 3/4"	6	Unidad	Q 2.40	Q 14.40
Pegamento de PVC	1	1/4 de galón	Q 91.98	Q 91.98
				Q -
TOTAL MATERIALES				Q 4,244.22

MANO DE OBRA				
Colocación de tubería de PVC 3/4"	646	ml	Q 3.50	Q 2,261.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,261.00

COSTO DIRECTO	Q 6,505.22
COSTO UNITARIO	Q 10.07

## Continuación

REGLÓN: 400	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Válvula de compuerta de 1 1/2"	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 401	2	Unidad	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Válvula de compuerta de 1 1/2" Br	2	Unidad	Q 161.79	Q 323.58
Concreto proporción 1:2:2	0.17	m³	Q 519.00	Q 88.23
Hierro No. 3	0.5	qq	Q 200.00	Q 100.00
Alambre de amarre	0.5	lb	Q 4.50	Q 2.25
				Q -
TOTAL MATERIALES				Q 514.06

MANO DE OBRA				
Elaboración de cajas	2	Unidad	Q 65.00	Q 130.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 130.00

COSTO DIRECTO	Q	644.06
COSTO UNITARIO	Q	322.03

REGLÓN: 400	UNIDAD DE COSTO		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Válvula de compuerta de 1"	EXPRESADO EN:		LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 402	1	Unidad	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Válvula de compuerta de 1" Br	1	Unidad	Q 87.03	Q 87.03
Concreto proporción 1:2:2	0.085	m³	Q 519.00	Q 44.12
Hierro No. 3	0.25	qq	Q 200.00	Q 50.00
Alambre de amarre	0.25	lb	Q 4.50	Q 1.13
				Q -
TOTAL MATERIALES				Q 182.27

MANO DE OBRA				
Elaboración de cajas	1	Unidad	Q 65.00	Q 65.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 65.00

COSTO DIRECTO	Q	247.27
COSTO UNITARIO	Q	247.27

Continuación

REGLÓN: 400	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Válvula de compuerta de 3/4"			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 403	6	Unidad	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Válvula de compuerta de 3/4" Br	6	Unidad	Q 64.10	Q 384.60
Concreto proporción 1:2:2	0.51	m <sup>3</sup>	Q 519.00	Q 264.69
Hierro No. 3	1.5	qq	Q 200.00	Q 300.00
Alambre de amarre	1.5	lb	Q 4.50	Q 6.75
TOTAL MATERIALES				Q 956.04

MANO DE OBRA				
Elaboración de cajas	6	Unidad	Q 65.00	Q 390.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 390.00

COSTO DIRECTO	Q	1,346.04
COSTO UNITARIO	Q	224.34



Continuación

REGLÓN: 500	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Conexiones prediales de 1/2"			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 501	100	Unidad	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MATERIALES				
Tubería PVC de $\phi$ 1/2", 315 PSI	300	Tubos	Q 29.82	Q 8,946.00
Tee reductora PVC $\phi$ tubería principal x 1/2"	100	Unidad	Q 22.00	Q 2,200.00
Adaptador macho PVC $\phi$ 1/2"	100	Unidad	Q 1.28	Q 128.00
Llave de paso de bronce de 1/2"	100	Unidad	Q 40.25	Q 4,025.00
Codo PVC de 90° $\phi$ de 1/2" con rosca	100	Unidad	Q 2.84	Q 284.00
Niple HG 1.50 $\phi$ de 1/2"	100	Unidad	Q 15.00	Q 1,500.00
Codo HG de 90° $\phi$ de 1/2"	100	Unidad	Q 4.50	Q 450.00
Niple HG .15 $\phi$ de 1/2"	100	Unidad	Q 3.00	Q 300.00
Adaptador hembra con rosca $\phi$ 1/2"	100	Unidad	Q 2.50	Q 250.00
Válvula de chorro	100	Unidad	Q 17.30	Q 1,730.00
TOTAL MATERIALES				Q 19,813.00

MANO DE OBRA				
Instalación de conexiones prediales	100	Unidad	Q 150.00	Q 15,000.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 15,000.00

COSTO DIRECTO	Q 34,813.00
COSTO UNITARIO	Q 348.13

## Continuación

REGLÓN: 600	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Levantado de adoquín			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 601	610.6	ml	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Levantado de adoquín	610.6	ml	Q 8.00	Q 4,884.80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,884.80

COSTO DIRECTO	Q 4,884.80
COSTO UNITARIO	Q 8.00

REGLÓN: 600	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Reposición de adoquín			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 602	610.6	ml	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Reposición de adoquín	610.6	ml	Q 8.00	Q 4,884.80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 4,884.80

COSTO DIRECTO	Q 4,884.80
COSTO UNITARIO	Q 8.00

REGLÓN: 700	UNIDAD DE COSTO EXPRESADO EN:		PROYECTO: Red de Distribución	
CONCEPTO: Hipoclorador de pastilla			LUGAR: Aldea Las Anonas, El Jícaro	
CLAVE: 701	1	Unidad	FECHA:	Mar-06

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DIRECTO
-------------	----------	--------	----------------	---------------

MANO DE OBRA				
Hipoclorador de pastilla	1	Unidad	Q 1,200.00	Q 1,200.00
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,200.00

COSTO DIRECTO	Q 1,200.00
COSTO UNITARIO	Q 1,200.00

**Tabla XVII. Resumen, costo total de proyecto**

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	MONTO
<b>100</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
102	Trazo	1330	ml	Q4.87	Q6,477.10	Q6,477.10
<b>200</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA</b>					
201	Excavación	638.4	m³	Q12.00	Q7,660.80	
202	Relleno compactado	598.5	m³	Q12.00	Q7,182.00	Q14,842.80
<b>300</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE</b>					
301	Tubería de ø de 1 1/2" de PVC. 160 PSI	560	ml	Q18.16	Q10,169.60	
302	Tubería de ø de 1" de PVC. 160 PSI	124	ml	Q12.05	Q1,494.20	
303	Tubería de ø de 3/4" de PVC. 250 PSI	646	ml	Q10.07	Q6,505.22	Q18,169.02
<b>400</b>	<b>VALVULAS DE COMPUERTA</b>					
401	Válvula de compuerta de 1 1/2" Br	2	Unidad	Q322.03	Q644.06	
402	Válvula de compuerta de 1" Br	1	Unidad	Q247.27	Q247.27	
403	Válvula de compuerta de 3/4" Br	6	Unidad	Q224.34	Q1,346.04	Q2,237.37
<b>500</b>	<b>CONEXIONES PREDIALES</b>					
501	Conexiones prediales de 1/2"	100	Unidad	Q348.13	Q34,813.00	Q34,813.00
<b>600</b>	<b>LEVANTADO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS</b>					
601	Levantado de adoquín	610.6	ml	Q8.00	Q4,884.80	
602	Reposición de adoquín	610.6	ml	Q8.00	Q4,884.80	Q9,769.60
<b>700</b>	<b>DESINFECCIÓN</b>					
701	Hipoclorador de pastilla	1	Unidad	Q1,200.00	Q1,200.00	Q1,200.00

<b>COSTO TOTAL</b>	<b>Q87,508.89</b>
--------------------	-------------------

TOTAL COSTO DIRECTO	Q87,508.89
COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDAD (10%)	Q8,750.89
IMPREVISTOS (1%)	Q962.60
IMPUESTO SOBRE LA RENTA (5%)	Q4,861.12
FIANZAS (3.5%)	Q3,572.92
IMPUESTO AL VALOR AGREGADO (12%)	Q12,678.77

<b>TOTAL PRECIO DEL PROYECTO</b>	<b>Q118,335.19</b>
----------------------------------	--------------------

### 3.10. Cronograma de ejecución

Tabla XVIII. Cronograma de ejecución del proyecto

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN  
RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, ALDEA LAS ANONAS  
MUNICIPIO DE EL JICARO, EL PROGRESO

RENGLONES DE TRABAJO	Semanas	1er. mes	2do. mes	3er. mes	4to. mes
TRABAJOS PRELIMINARES	2				
MOVIMIENTO DE TIERRA	9				
RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE	6				
VALVULAS DE COMPUERTA	5				
CONEXIONES PREDIALES	5				
LEVANTADO Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS	10				
DESINFECCIÓN	2				

### **3.11. Impacto ambiental**

Para la elaboración de un diagnóstico ambiental, primero se debe familiarizarse con el tema del medio ambiente, el cual es un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

Los problemas de degradación ambiental, que incluyen la alteración de los sistemas ambientales, la amenaza a la vida salvaje, la destrucción de los recursos naturales, son frecuentemente resumidos bajo el término de crisis ambiental, debido a que los cambios que el ambiente está sufriendo son lo suficientemente justificados para llegar al nivel de una crisis o amenaza natural.

Todo plan de manejo ambiental como mínimo debe contener: a) medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. b) consideraciones ambientales en el proyecto de Ingeniería de la alternativa seleccionada, c) manual de operación y mantenimiento y d) plan de seguimiento o monitoreo ambiental.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Estas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto, a continuación se presentan para la etapa de operación.

**Tabla XIX. Impacto ambiental, etapa de operación**

ETAPA DE OPERACIÓN		
ACTIVIDADES	IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
Avance de la frontera agrícola, explotación maderera, presión de la comunidad en el área de la fuente por demanda de leña o bien expansión de las áreas de pastoreo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disminución del área boscosa de la minicuenca.</li> <li>- Disminución de capacidad de la fuente por efecto de la deforestación.</li> <li>- Contaminación del suelo y de cuerpos de agua por plaguicidas, herbicidas y residuos de abonos; como consecuencia del avance de la frontera agrícola o ganadera en el área de la cuenca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestar el área de la minicuenca y vigilar las actividades efectuadas en la cuenca, principalmente aguas arriba de la captación.</li> <li>- Circular el área de la captación, para evitar el ingreso de animales y que sirva de disuasor para las personas.</li> <li>- Motivar y capacitar a la población en el manejo y conservación de las fuentes de agua.</li> <li>- Incentivar la organización de las comunidades para que vigilen que el manejo integral de la cuenca y la conservación del recurso hídrico sea adecuado.</li> </ul>
Comprobación de caudales; presiones; funcionamiento de tubería, obras y accesorios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Malestar de los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurar que los caudales y presiones de diseño son los que recibe la población.</li> </ul>
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Malestar de los usuarios.</li> <li>- Amenaza a la salud por déficit en calidad del producto.</li> <li>- Incremento en los gastos de salud.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potabilizar el agua a manera de que sea apta para el consumo humano.</li> <li>- Establecimiento de un programa de vigilancia de la calidad del agua.</li> </ul>
Continuidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Amenaza a la salud por déficit en cantidad de interrupciones del servicio.</li> <li>- Malestar de los usuarios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Garantizar que habrá suficiente cantidad y que el servicio será continuo.</li> <li>- Establecer un programa de prestación del servicio a fin de garantizar la continuidad. Cuando es inevitable la interrupción del servicio o bien se presta por determinadas horas o días es imprescindible el establecimiento de un programa de gestión social que se encargue de mantener a la población bien informada y hacerle entender que por el momento no existe otra solución.</li> </ul>
Reparación y mantenimiento de tuberías, accesorios, obras y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Malestar de los usuarios por la interrupción del servicio.</li> <li>- Incremento en los gastos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación continua a los operarios del sistema.</li> <li>- Pago de tarifa.</li> </ul>

### 3.12. Evaluación socio-económica

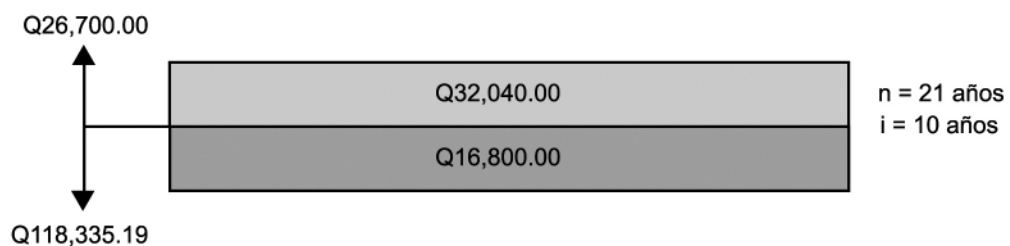
#### 3.12.1. Valor presente neto

La municipalidad de El Jícaro pretende invertir Q118,335.19 en la ejecución del proyecto de la red de distribución de agua potable para la aldea Las Anonas. Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q1,400.00. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q300.00 por vivienda, también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q30.00. Suponiendo una tasa del 10% al final de los 21 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

**Tabla XX. Costos de la red de distribución de agua potable**

	Operación	Resultado
Costo inicial		Q118,335.19
Ingreso inicial	$(300.00 \text{ Q/viv}) \times (89 \text{ viv})$	Q26,700.00
Costos anuales	$(Q1,400 \text{ Q/Mes}) \times (12 \text{ mes})$	Q16,800.00
Ingresos anuales	$(Q30.00 \text{ Q/viv mes}) \times (89 \text{ viv})(12 \text{ mes})$	Q32,040.00
Vida útil, en años		21 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 10%.



Si se utiliza el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos se tiene:

$$VPN = -118,335.19 + 26,700 - 16,800(1 + 0.10)^{21} + 32,040(1 + 0.10)^{21}$$
$$VPN = 21,144.62$$

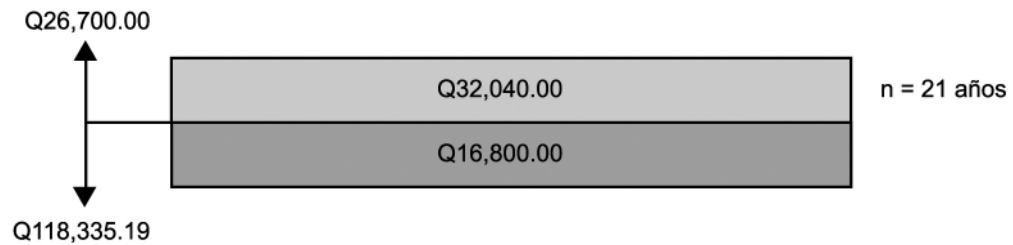
Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que este es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o a la misma naturaleza que circunda el proyecto, es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

### **3.12.2. Tasa interna de retorno**

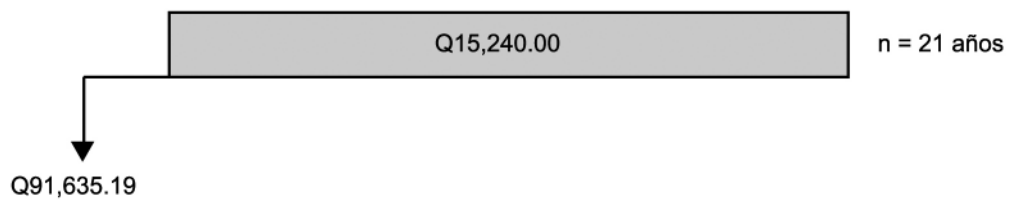
La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de la red de distribución de agua potable para la aldea Las Ovejas, con un costo inicial aproximado de Q118,335.19. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q16,800.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q32, 040.00 por la cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar, este será de Q26,700 por el total de 89 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 21 años, que es la vida útil del sistema.



1. Se realiza la gráfica del problema



2. Puesto que los Q32,040.00 y los Q16,800.00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q26,700.00 y los Q118,335.19 la gráfica podría simplificar a:



3. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a). Se utiliza una tasa de interés  $i = 10\%$

$$VPN = -91,635.19 + 15,240.00(1 + 0.10)^{21} = 21,144.62$$

b). Se utiliza una tasa de interés de  $i = 8\%$

$$VPN = -91,635.19 + 15,240.00(1 + 0.08)^{21} = -14,919.56$$

4. Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\left[ \begin{array}{l} 10\% \rightarrow 21,144.62 \\ i \rightarrow 0 \\ 8\% \rightarrow -14,919.56 \end{array} \right]$$

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{10 - i}{10 - 8} = \frac{21,144.62}{(21,144.62) - (-14,919.56)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés  $i = 8.917814878\%$ , representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

## CONCLUSIONES

1. Es evidente que un sistema de alcantarillado sanitario en la aldea de Las Ovejas es de gran importancia, ya que, se dotará por primera vez a los habitantes de la aldea los servicios de alcantarillado y saneamiento, proporcionándoles una mejor calidad de vida.
2. El éxito del proyecto, dependerá del cumplimiento de las especificaciones e información de los planos, sumando una buena supervisión técnica, efectuada por profesionales con experiencia en la rama.
3. En el proyecto del sistema sanitario para la comunidad, no se presentó el diseño de un sistema de tratamiento de agua residual, debido a que sería mejor ser presentado por una estudiante de post-grado.
4. El diseño de la red de distribución de agua potable en la aldea Las Anonas, es de gran importancia, puesto que, se incrementará la capacidad de distribución y almacenamiento del sistema de agua, con lo cual estará en condiciones de brindar servicio con la capacidad suficiente en las horas de más alta demanda. La construcción de una nueva red de distribución contribuye a una mayor eficiencia en el uso de este recurso natural, contribuyendo a más de 500 habitantes de la comunidad.

5. La forma de proveer a la población de la cantidad y calidad adecuada de agua para el consumo humano es posible a través de la observación y cumplimiento de las normas para diseño de sistemas de agua potable.
  
6. Será de gran importancia realizar el aforo del pozo, se tendrá que hacer una limpieza y hacer una prueba de bombeo, para lograr el caudal máximo horario necesario para el diseño. Este aforo debe ser de 2 lts/s como mínimo.
  
7. El autofinanciamiento de los sistemas, tanto para el alcantarillado sanitario como para la red de distribución de agua potable, será por medio de cobro de tarifas, esto permitirá la implementación de programas preventivos de operación y mantenimiento, los cuales garanticen un servicio continuo, sin suspensiones temporales de los mismos.
  
8. Las consideraciones de medidas de prevención y mitigación durante las etapas de planificación, ejecución y operación, serán necesarias para lograr un impacto ambiental positivo, minimizando así, pérdidas económicas y el deterioro de los sistemas.

## RECOMENDACIONES

1. Previo a iniciar la ejecución de los proyectos, es necesario realizar un trazo preliminar, teniendo en cuenta todos aquellos cambios realizados en el lugar que no se registran en el diseño, como por ejemplo, nuevos pavimentos existentes, nuevos linderos. También, se debe realizar un chequeo de todos los derechos de paso para evitar incidentes en la etapa de ejecución.
2. Se deberá implementar un programa de capacitación, dirigido a miembros del comité, jornaleros y personal a fin al proyecto; con respecto al uso, manejo y mantenimiento de los diferentes elementos del sistema, con el fin de garantizar su buen funcionamiento y maximizar el tiempo de vida útil.
3. Tomar en cuenta las medidas de prevención y mitigación durante el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto, para minimizar la vulnerabilidad del sistema y garantizar su funcionalidad por medio de una rápida respuesta ante los desastres naturales.
4. Concretizar a la población de la importancia del uso razonable y moderado de los recursos disponibles, así como, también, de todos los elementos de los sistemas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Arrivillaga Ochaeta, Manuel Alfredo. Procesamiento de datos y elaboración de curvas de nivel mediante el programa Civil / Survey de Softdesk. Tesis ingeniero civil. Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería, 2000. 76 págs.
2. Chávez Ramírez, Rubén Armando. Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la comunidad del Espíritu Santo, Municipio de El Jícaro, El Progreso. Trabajo de graduación de ingeniero civil. Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería, 2004. 88 págs.
3. Instituto Nacional de Estadística INE, Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación 2002. **Características de la población y de los locales de habitación censados**. Guatemala: Fondo de población de las Naciones Unidas UNFPA, Julio 2003. 275 págs.
4. Herrera Quezada, Ana Beatriz. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, Aldea Sanguayabá Municipio de Palencia, Guatemala. Trabajo de graduación de ingeniero civil. Guatemala: USAC, Facultad de Ingeniería, 2005. 102 págs.
5. Torres Nieto, Álvaro y Eduardo Villate Bonilla. **Topografía**. 2ª. ed. (Libro 2, Tomo 8) Colombia: Norma, 1968. 297 págs.
6. Vides Tobar, Armando. **Análisis y control de costos de ingeniería**. Guatemala: Piedra Santa, 1978. 1036 págs.





## **APÉNDICES**

**Tabla XXI. Alcantarillado sanitario aldea Las Ovejas. Libreta topográfica, planimetría**

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	HILOS			ANGULO VERTICAL
				SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR	
1	2	85.9444	20.1743	0.322	0.22	0.1185	82.4444
	3	85.9444	39.8448	0.51	0.31	0.11	84.9444
	4	85.9444	60.5721	0.919	0.625	0.312	86.2778
4	5	80.1	19.9455	0.325	0.225	0.125	85.7667
5	6	86.2333	19.7938	0.36	0.262	0.162	88.5667
	7	86.2333	45.3000	0.605	0.379	0.152	90.0667
7	8	318.2556	19.9111	0.372	0.272	0.172	84.5889
	9	318.2556	39.4491	1.02	0.825	0.625	87.0889
	10	318.2556	59.9052	0.749	0.45	0.149	86.7778
10	11	326.1111	20.0683	1.12	1.019	0.919	86.7778
	12	326.1111	40.3362	0.649	0.445	0.245	86.7778
	13	326.1111	59.9238	0.651	0.351	0.051	87.1111
13	14	322.5333	27.3450	0.651	0.515	0.377	86.3667
14	15	308.4222	20.0360	0.418	0.318	0.217	85.4222
	16	308.4222	40.0422	0.949	0.749	0.548	86.9222
16	17	250.95	15.0971	1.991	1.915	1.84	91.1278
17	18	192.2556	11.9467	0.16	0.1	0.04	84.5889
18	19	161.25	20.0906	0.274	0.173	0.073	88.25
	20	161.25	40.0000	0.575	0.375	0.175	89.9167
20	21	161.25	19.9939	0.364	0.264	0.164	88.5833
21	22	138.8111	19.6897	0.346	0.246	0.149	88.1444
	23	138.8111	40.0000	0.43	0.23	0.03	89.9944
23	24	138.8556	13.9851	0.172	0.102	0.032	87.3556
24	25	129.9756	20.2924	1.203	1.105	1	91.5722
	5	129.9756	49.2814	0.66	0.412	0.167	91.5722
1	26	294.3889	20.0954	0.302	0.201	0.101	91.2222
26	27	305.5889	20.1740	0.285	0.183	0.083	87.0889
27	28	322.0556	11.9486	0.195	0.133	0.074	80.8889
28	30	30.5556	22.8729	0.322	0.202	0.088	77.7222
30	31	62.6111	16.5979	0.205	0.118	0.033	74.6111
31	32	32.6333	20.7322	0.265	0.16	0.055	80.8
32	33	297.9	20.3195	0.219	0.118	0.015	84.9
33	35	291.2667	26.3536	0.522	0.391	0.258	86.6
35	36	271.9222	13.4630	1.011	0.945	0.876	85.7556
	37	271.9222	32.9097	0.345	0.18	0.015	85.7556
	38	271.9222	56.0357	0.819	0.539	0.258	87.2556
38	39	26.6222	19.9543	0.271	0.171	0.071	86.1222
	40	23.4056	39.9996	1.732	1.532	1.332	89.7389
40	41	20.2278	18.5998	0.291	0.201	0.105	89.7389
41	42	54.1889	13.7409	0.216	0.149	0.078	84.6889
42	43	150.4	23.0997	0.351	0.235	0.12	89.7333
	44	20.0944	25.1141	0.413	0.235	0.161	85.2611
43	45	104.8389	9.9848	0.46	0.408	0.36	86.8389

Continuación

17	47	302.8611	19.9346	0.658	0.558	0.458	85.3611
	48	302.8611	39.9041	0.845	0.645	0.445	86.0278
48	44	299.7278	20.1201	0.936	0.836	0.734	84.8944
	49	299.7278	40.1606	0.618	0.415	0.215	85.2278
49	50	283.2389	20.0238	0.552	0.451	0.35	82.4056
50	51	266.8389	20.0079	0.331	0.23	0.13	84.5056
	52	266.8389	30.2490	0.581	0.379	0.278	86.6722
52	53	266.8389	5.0000				
53	54	255.65	19.8590	0.47	0.368	0.271	86.3167
	55	255.65	39.9860	0.745	0.545	0.345	88.4833
55	56	246.5	26.9743	0.575	0.44	0.305	87.5
56	57	157.1444	19.8944	0.369	0.27	0.17	88.6444
	58	157.1444	41.1959	0.712	0.505	0.3	90.8111
	59	157.1444	60.0438	0.962	0.662	0.361	92.4778
59	60	130.2833	25.9997	0.43	0.299	0.17	90.2833
60	61	107.1722	22.0991	0.434	0.323	0.213	90.5056
61	62	83.3208	19.9887	0.47	0.37	0.27	88.0722

59	63	230.4222	19.9965	0.79	0.69	0.59	88.9222
	64	230.4222	39.9980	0.606	0.406	0.206	89.4222
64	65	219.1222	7.9649	0.169	0.129	0.089	84.6222
65	66	135.8278	19.8375	0.41	0.31	0.21	97.3278
66	67	139.6167	14.5624	0.955	0.883	0.809	94.1167
67	68	153.6056	19.9904	0.571	0.471	0.371	91.7722
	69	153.6056	39.9587	0.796	0.596	0.396	92.6056
69	70	162.9111	19.9952	0.333	0.233	0.133	88.7444
	71	162.9111	66.2944	0.955	0.573	0.292	90.7444
	72	162.9111	87.2735	1.155	0.712	0.282	91.4111
	73	162.9111	105.2415	1.625	1.0985	0.572	91.9111
	74	162.9111	137.3946	1.545	0.858	0.17	92.2444
74	75	206.3944	12.0000				
75	76	223.3333	27.8970	0.568	0.429	0.289	89.1667

14	79	56.7611	20.7733	0.453	0.3498	0.245	87.0944
79	80	30.5222	8.5138	0.303	0.258	0.217	81.8556
80	81	2.3833	15.7331	0.45	0.371	0.292	84.7167
81	82	40.2444	24.6604	0.46	0.335	0.212	83.9056
82	83	355.7	40.4800	0.875	0.675	0.47	88.2
83	84	316.8389	11.7601	0.28	0.221	0.161	81.1722
84	85	226.4444	19.8000	1.063	0.965	0.865	89.9444
	86	226.4444	40.0000	0.532	0.332	0.132	89.9444
	87	226.4444	57.0000	0.941	0.658	0.371	89.9444
87	88	226.4444	19.9746	0.535	0.435	0.335	87.1111
88	89	251.9444	17.1458	0.423	0.336	0.251	85.4444
89	17	181.8239	23.9088				
	90	349.05	19.9921	0.531	0.431	0.33	84.05
	91	349.05	48.3541	0.806	0.561	0.321	85.55
91	92	58.1889	19.9997	1.622	1.522	1.422	89.6889
	93	58.1889	39.9994	1.599	1.399	1.199	89.6889
	94	58.1889	60.5991	1.538	1.235	0.932	89.6889
	95	58.1889	102.2985	1.185	0.671	0.162	89.6889
95	96	115.3889	17.1747	0.352	0.267	0.18	86.8889

Continuación

91	97	336.6667	20.1349	0.318	0.218	0.115	82.6667
97	98	322.7722	40.3146	0.985	0.781	0.581	86.2722
98	99	250.9556	20.1955	0.895	0.793	0.693	88.7889
	100	250.9556	45.5898	0.55	0.321	0.094	88.7889
	101	250.9556	70.1843	1.042	0.692	0.34	88.7889
101	53	196.2142	57.1204				

98	102	344.6778	19.9244	0.53	0.428	0.33	85.0111
102	103	336.3333	19.9931	1.3885	1.2885	1.1885	88.5
	104	336.3333	39.7864	1.468	1.27	1.07	88.5
	105	336.3333	59.9794	1.632	1.332	1.032	88.5
	106	336.3333	79.9726	1.91	1.52	1.11	88.5
	107	336.3333	97.9664	2.04	1.551	1.06	88.5
	108	336.3333	116.0602				
	109	336.3333	138.0527	2.034	1.348	0.653	88.5
	110	336.3333	158.7456	2.059	1.265	0.471	88.5
	111	336.3333	177.8391	2.291	1.4	0.512	88.5
111	112	341.6833	20.4327	0.37	0.267	0.165	85.35
112	113	353.2333	37.1709	0.619	0.433	0.247	87.7333
113	114	17.0778	20.0000	1.8405	1.7405	1.6405	90
	115	17.0778	51.5000	2.325	2.067	1.81	90
	116	17.0778	71.2000	2.685	2.329	1.973	90
116	117	12.3944	19.9904	1.153	1.053	0.953	88.2278
	118	12.3944	39.9809	1.162	0.962	0.762	88.2278
	119	12.3944	59.9713	1.14	0.84	0.54	88.2278
	120	12.3944	79.9617	0.94	0.54	0.14	88.2278
120	121	12.4667	55.0803	1.311	1.035	0.76	88.4667

121	122	48.5333	17.6000	1.199	1.099	1.023	90.0333
122	122.1	166.1667	13.5903	1.549	1.48	1.413	92.1667
	123	60.7556	13.4724	0.57	0.51	0.435	86.3333

123	124	93.0056	19.9946	0.831	0.731	0.631	88.6722
124	125	83.4056	19.5947	0.777	0.677	0.581	88.6722
125	126	59.7889	20.1871	0.92	0.818	0.718	87.9556
126	127	105.4556	13.8912	0.923	0.852	0.784	87.9556
127	128	77.1111	30.6976	1.52	1.368	1.213	89.2778
128	129	107.0222	10.1971	0.9	0.85	0.798	91.3556
129	130	68.0667	8.8999	1.159	1.083	1.07	89.7333
130	131	100.9	30.9853	0.725	0.57	0.415	88.2333
131	132	81.0389	12.4914	0.734	0.672	0.609	87.8722
132	133	51.2556	21.3000	1.291	1.185	1.078	90.0889
133	134	62.7722	21.9029	1.455	1.345	1.235	84.6056
134	135	69.1667	7.5561	0.496	0.458	0.419	78.8333
135	136	154.2722	14.5934	0.821	0.749	0.675	88.2722

136	136.1	32.1667	16.9000	1.705	1.622	1.536	90
	136.2	150.3333	31.1000	1.032	0.876	0.721	90
	136.3	174	33.1000	0.871	0.709	0.54	90

**Tabla XXII. Alcantarillado sanitario aldea Las Ovejas. Libreta topográfica, altimetría**

EST	(+)	Al	(-)	TP	COTA
1	0.15	<b>100.15</b>			<b>100</b>
2			1.625		<b>98.525</b>
3			2.605		<b>97.545</b>
4	0.951	<b>97.796</b>		3.305	<b>96.845</b>
5			1.485		<b>96.311</b>
6			0.591		<b>97.205</b>
7	0.11	<b>97.736</b>		0.17	<b>97.626</b>
8			0.89		<b>96.846</b>
9			1.609		<b>96.127</b>
10	0.221	<b>95.697</b>		2.26	<b>95.476</b>
11			0.998		<b>94.699</b>
12			1.535		<b>94.162</b>
13			2.12		<b>93.577</b>
14	0.743	<b>93.57</b>		2.87	<b>92.827</b>
15			1.489		<b>92.081</b>
16	0.991	<b>92.342</b>		2.219	<b>91.351</b>
17			1.432		<b>90.91</b>
18			1.01		<b>91.332</b>
19			0.462		<b>91.88</b>
20	2.11	<b>94.333</b>		0.119	<b>92.223</b>
21			1.512		<b>92.821</b>
22			1.052		<b>93.281</b>
23	2.875	<b>96.963</b>		0.245	<b>94.088</b>
24			2.462		<b>94.501</b>
25			1.618		<b>95.345</b>
1	2.807	<b>102.807</b>			<b>100</b>
26			1.175		<b>101.632</b>
27	0.315	<b>102.162</b>		0.96	<b>101.847</b>
28	0.081	<b>101.285</b>		0.958	<b>101.204</b>
30	0.158	<b>97.576</b>		3.867	<b>97.418</b>
31	0.414	<b>94.58</b>		3.41	<b>94.166</b>
32	0.594	<b>92.696</b>		2.478	<b>92.102</b>
33			1.13		<b>91.566</b>
35			1.725		<b>90.971</b>
36			2.248		<b>90.448</b>
37			2.96		<b>89.736</b>
38	1.365	<b>90.493</b>		3.568	<b>89.128</b>
39			1.51		<b>88.983</b>
40			1.709		<b>88.784</b>
41	1.463	<b>90.167</b>		1.789	<b>88.704</b>
42			1.527		<b>88.64</b>
43	1.999	<b>91.622</b>		0.544	<b>89.623</b>
45			1.612		<b>90.01</b>

Continuación

17	0.238	<b>91.148</b>			<b>90.91</b>
47			0.988		<b>90.16</b>
48			2.242		<b>88.906</b>
44	0.88	<b>88.543</b>		3.485	<b>87.663</b>
49	0.134	<b>86.686</b>		1.991	<b>86.552</b>
50			1.846		<b>84.84</b>
51			2.535		<b>84.151</b>
52			3.151		<b>83.535</b>
53			3.265		<b>83.421</b>
54	1.558	<b>84.684</b>		3.56	<b>83.126</b>
55			1.51		<b>83.174</b>
56	3.316	<b>86.235</b>		1.765	<b>82.919</b>
57			2.66		<b>86.235</b>
58			1.886		<b>86.235</b>
59	2.632	<b>88.847</b>		0.02	<b>86.215</b>
60			1.475		<b>87.372</b>
61	1.805	<b>90.392</b>		0.26	<b>88.587</b>
62			1.521		<b>88.871</b>
63			1.185		<b>89.207</b>

59	2.04	<b>88.255</b>			<b>86.215</b>
63			1.078		<b>87.177</b>
64	1.505	<b>88.965</b>		0.795	<b>87.46</b>
65	3.435	<b>91.358</b>		1.042	<b>87.923</b>
66	4.155	<b>95.445</b>		0.068	<b>91.29</b>
67			2.535		<b>92.91</b>
68	3.205	<b>97.637</b>		1.013	<b>94.432</b>
69			2.136		<b>95.501</b>
70			1.442		<b>96.195</b>
71	4.778	<b>101.785</b>		0.63	<b>97.007</b>
72			3.505		<b>98.28</b>
73			2.487		<b>99.298</b>
74	2.415	<b>103.811</b>		0.389	<b>101.396</b>
75			1.9105		<b>101.9005</b>
76			1.3805		<b>102.4305</b>

14	1.367	<b>94.194</b>			<b>92.827</b>
79	1.26	<b>94.099</b>		1.355	<b>92.839</b>
80			1.322		<b>92.777</b>
81	0.266	<b>93.213</b>		1.152	<b>92.947</b>
82	0.8	<b>92.179</b>		1.834	<b>91.379</b>
83			1.357		<b>90.822</b>
84	1.741	<b>91.906</b>		2.014	<b>90.165</b>
85			1.362		<b>90.544</b>
86			0.758		<b>91.148</b>
87			0.61		<b>91.296</b>

Continuación

87	1.129	<b>92.425</b>			<b>91.296</b>
88			1.185		<b>91.24</b>
89			1.487		<b>90.938</b>
90	0	<b>89.815</b>		2.61	<b>89.815</b>
91	0.902	<b>88.9269</b>		1.7901	<b>88.0249</b>
92			1.299		<b>87.6279</b>
93			1.286		<b>87.6409</b>
94			1.241		<b>87.6859</b>
95	1.217	<b>89.2039</b>		0.94	<b>87.9869</b>
96			1.099		<b>88.1049</b>

91	1.193	<b>89.2179</b>			<b>88.0249</b>
97	0.532	<b>87.1699</b>		2.58	<b>86.6379</b>
98	1.407	<b>86.0009</b>		2.576	<b>84.5939</b>
99			1.262		<b>84.7389</b>
100			1.34		<b>84.6609</b>
101			2.25		<b>83.7509</b>

98	0.274	<b>84.8679</b>			<b>84.5939</b>
102			1.028		<b>83.8399</b>
103			1.468		<b>83.3999</b>
104			1.965		<b>82.9029</b>
105			2.561		<b>82.3069</b>
106			3.23		<b>81.6379</b>
107	0.941	<b>82.0189</b>		3.79	<b>81.0779</b>
108			1.458		<b>80.5609</b>
109			1.79		<b>80.2289</b>
110			2.2385		<b>79.7804</b>
111	0.639	<b>79.7509</b>		2.907	<b>79.1119</b>
112			1.1898		<b>78.5611</b>
113	0.83	<b>78.8919</b>		1.689	<b>78.0619</b>
114			1.334		<b>77.5579</b>
115			1.6598		<b>77.2321</b>
116	1.098	<b>78.0699</b>		1.92	<b>76.9719</b>
117			1.393		<b>76.6769</b>
118			1.96		<b>76.1099</b>
119			2.459		<b>75.6109</b>
120	0.976	<b>76.2499</b>		2.796	<b>75.2739</b>
121			2.14		<b>74.1099</b>

Continuación

121	1.68	<b>75.7899</b>			<b>74.1099</b>
123			0.986		<b>74.8039</b>
122.1			1.354		<b>74.4359</b>

123	1.59	<b>76.3939</b>			<b>74.8039</b>
125			1.045		<b>75.3489</b>

125	1.275	<b>76.6239</b>			<b>75.3489</b>
127	0.976	<b>76.2459</b>		1.354	<b>75.2699</b>
129	1.697	<b>77.3359</b>		0.607	<b>75.6389</b>
131	1.6085	<b>78.3704</b>		0.574	<b>76.7619</b>
133	0	<b>77.2194</b>		1.151	<b>77.2194</b>
135				1.995	<b>75.2244</b>



Figura 3. Planta de conjunto, alcantarillado sanitario

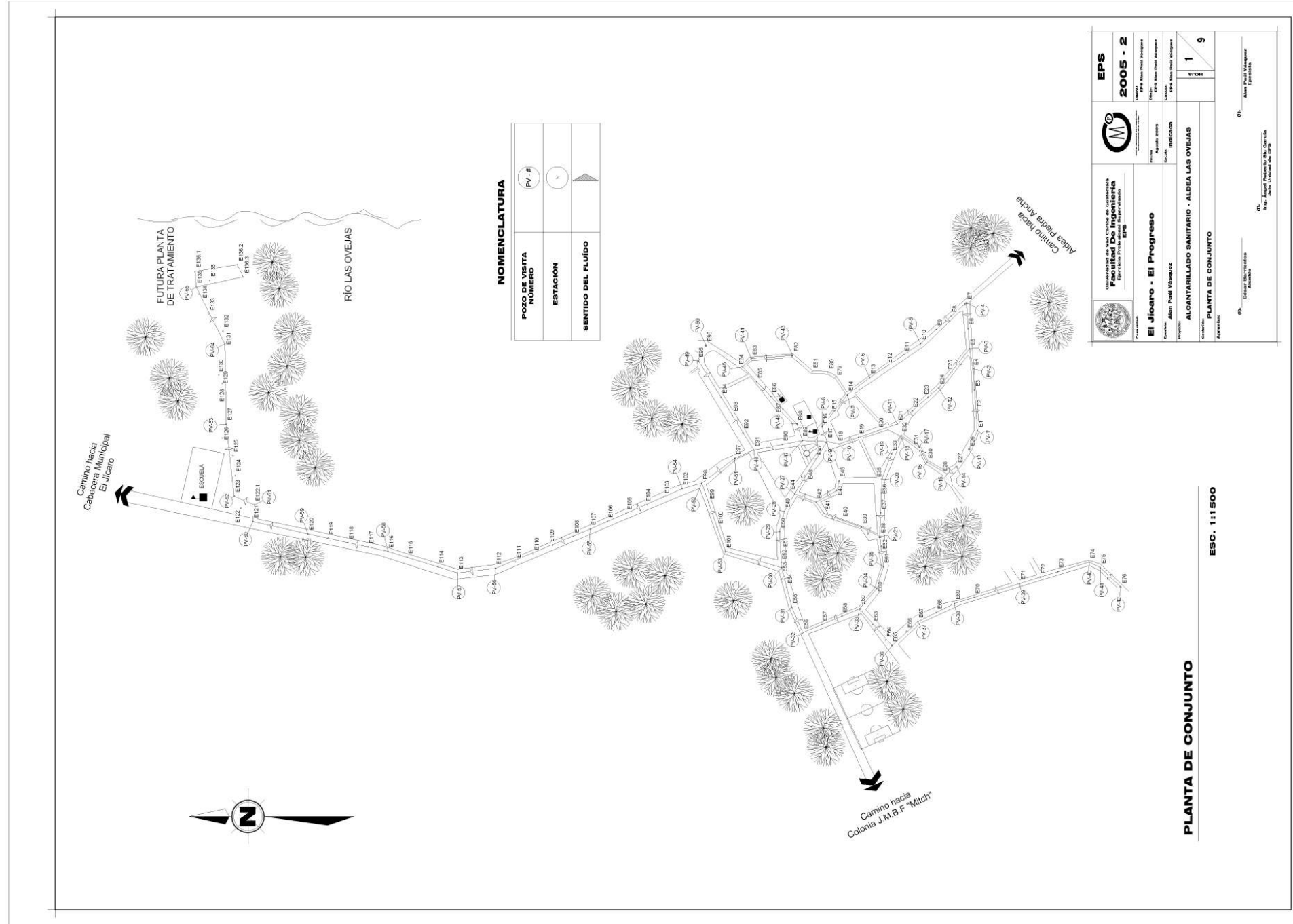








Figura 5. Planta curvas de nivel, alcantarillado sanitario

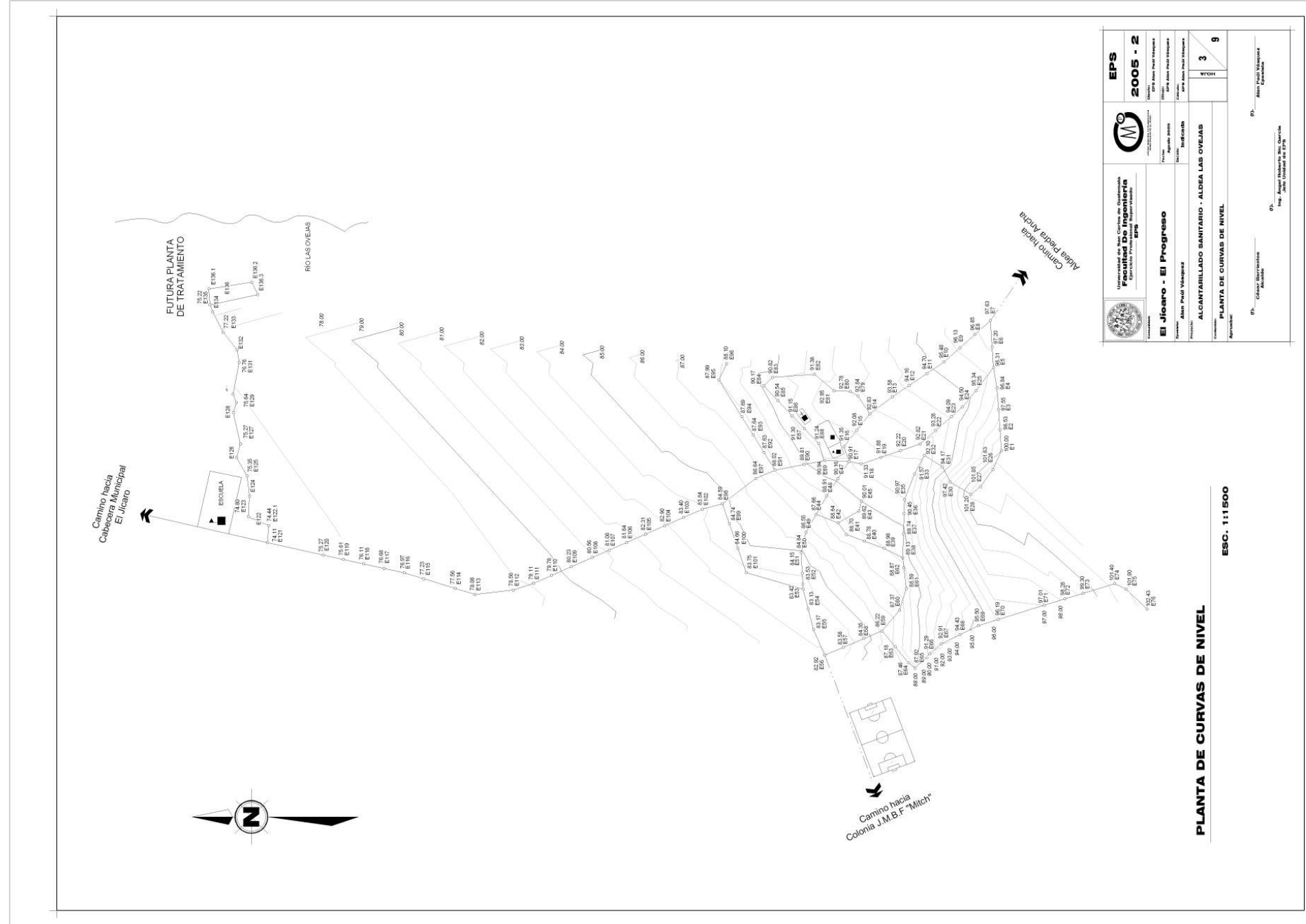










Figura 7. Perfiles de pozos de visita, alcantarillado sanitario

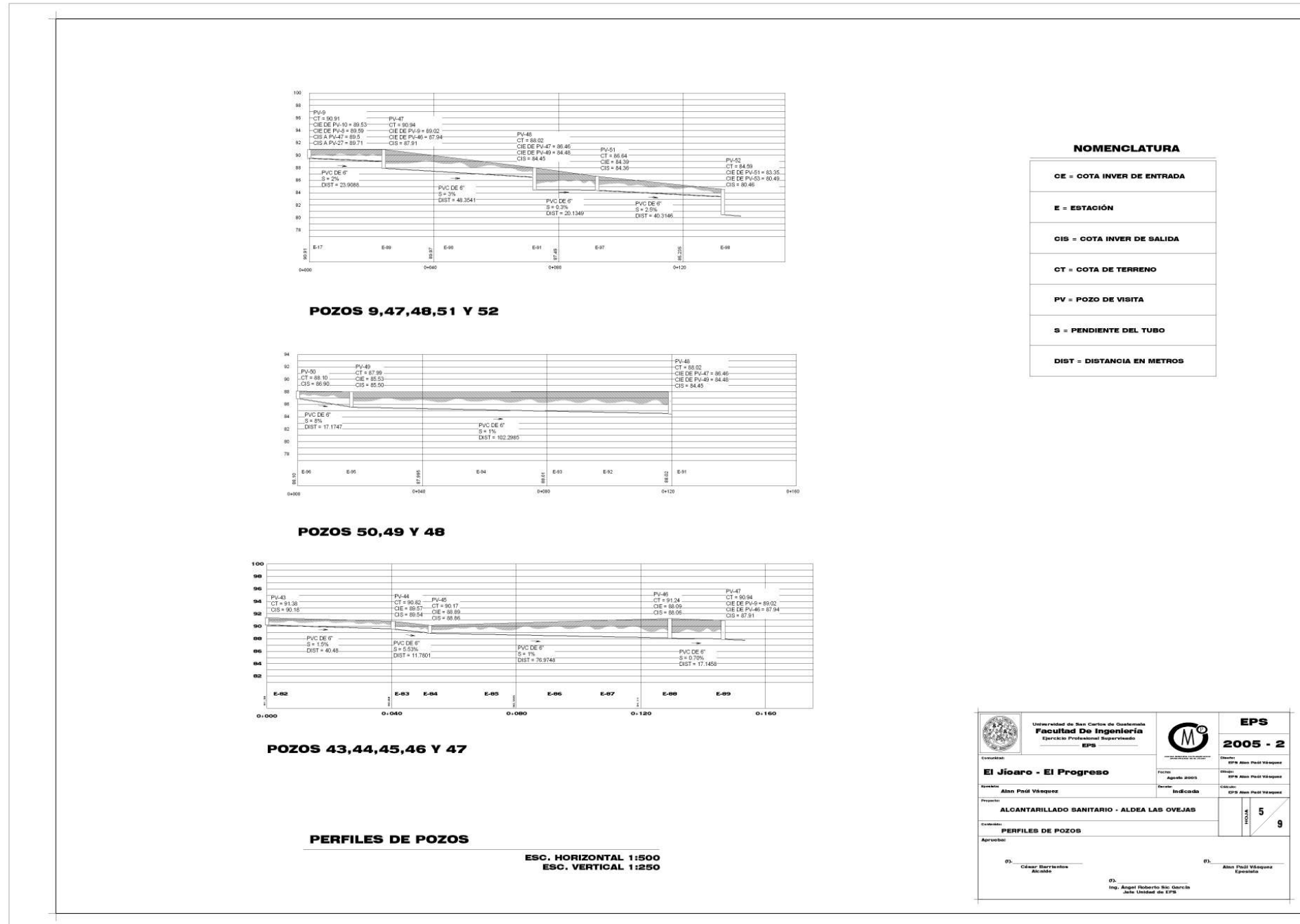




Figura 8. Perfiles de pozos de visita, alcantarillado sanitario

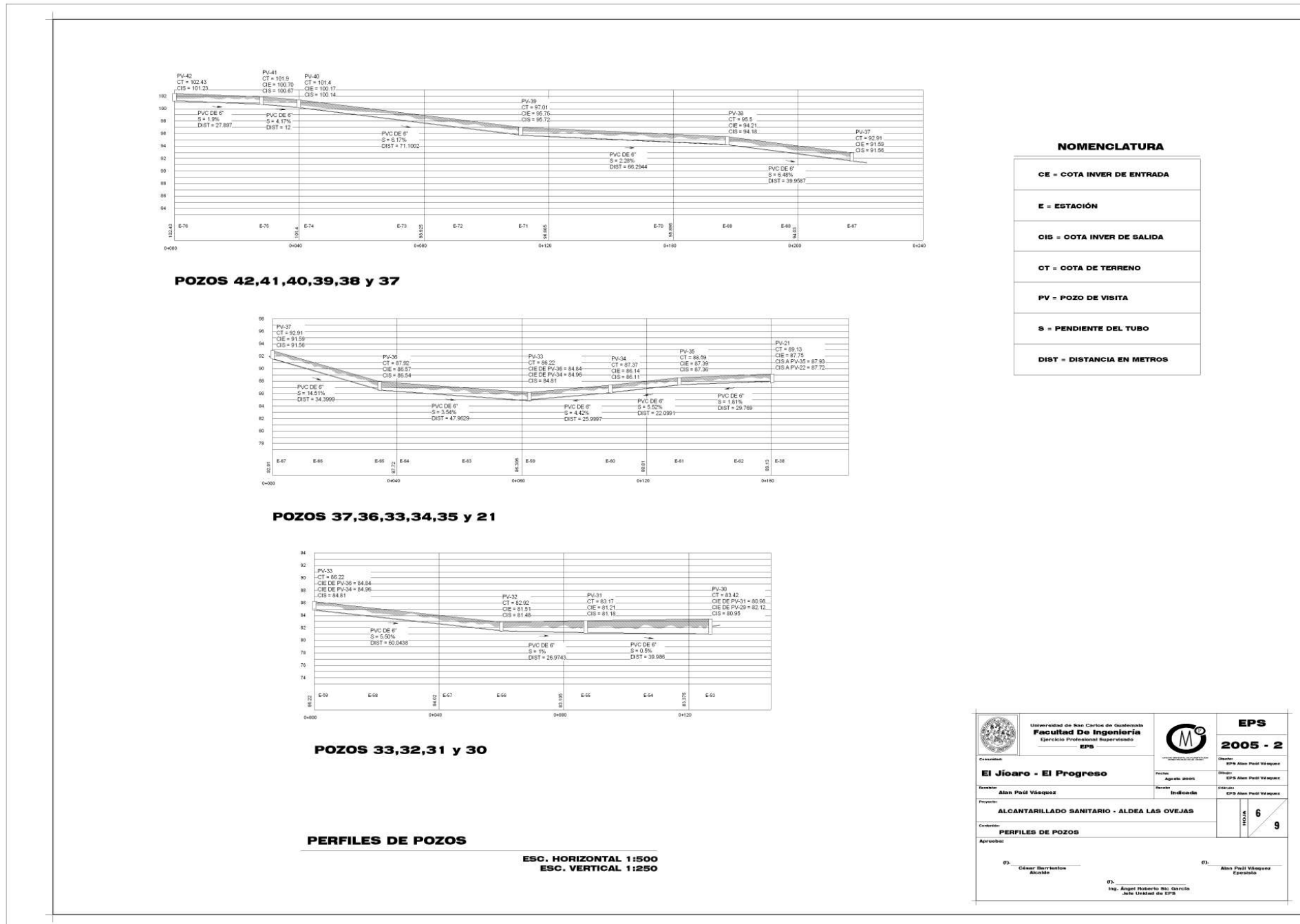
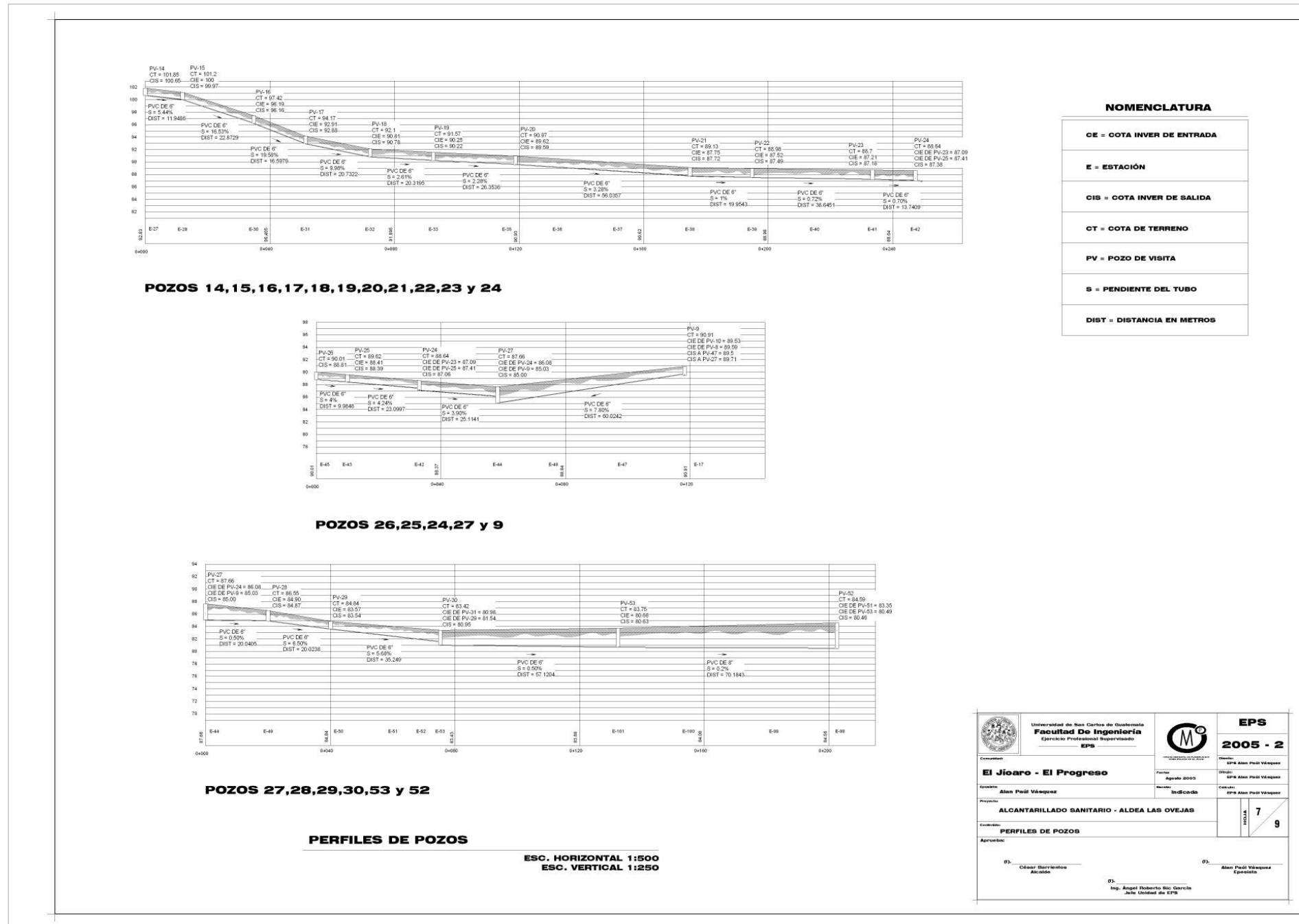




Figura 9. Perfiles de pozos de visita, alcantarillado sanitario



<p>Universidad de San Carlos de Guatemala <b>Facultad De Ingeniería</b> Ejercicio Profesional Supervisado EPS</p>	<p><b>EPS</b> <b>2005 - 2</b></p>
<p>Proyecto: <b>El Jíoaro - El Progreso</b></p>	<p>Fecha: Agosto 2005</p>
<p>Elaborado: Alan Paul Viquez</p>	<p>Revisado: Indecada</p>
<p>Objetivo: <b>ALCANTARILLADO SANITARIO - ALDEA LAS OVEJAS</b></p>	<p>Carácter: EPS Alan Paul Viquez</p>
<p>Contenido: <b>PERFILES DE POZOS</b></p>	<p>Hoja: 7 / 9</p>
<p>Aprobado:</p> <p>01. César Borrero Alcarde</p> <p>02. Ing. Ángel Roberto Sic García, Jefe Unidad de EPS</p> <p>03. Alan Paul Viquez (Firmado)</p>	



Figura 10. Perfiles de pozos de visita, alcantarillado sanitario

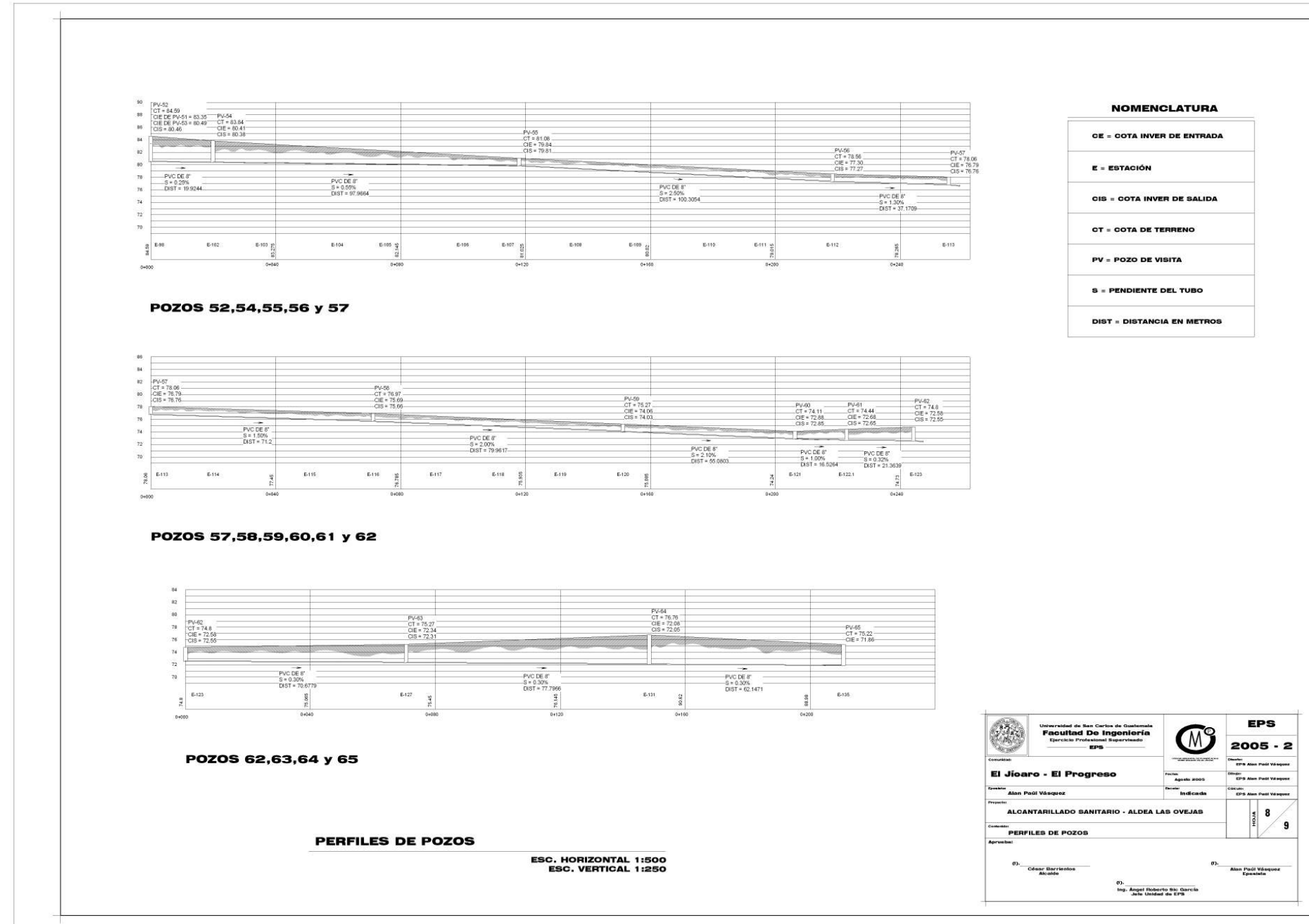
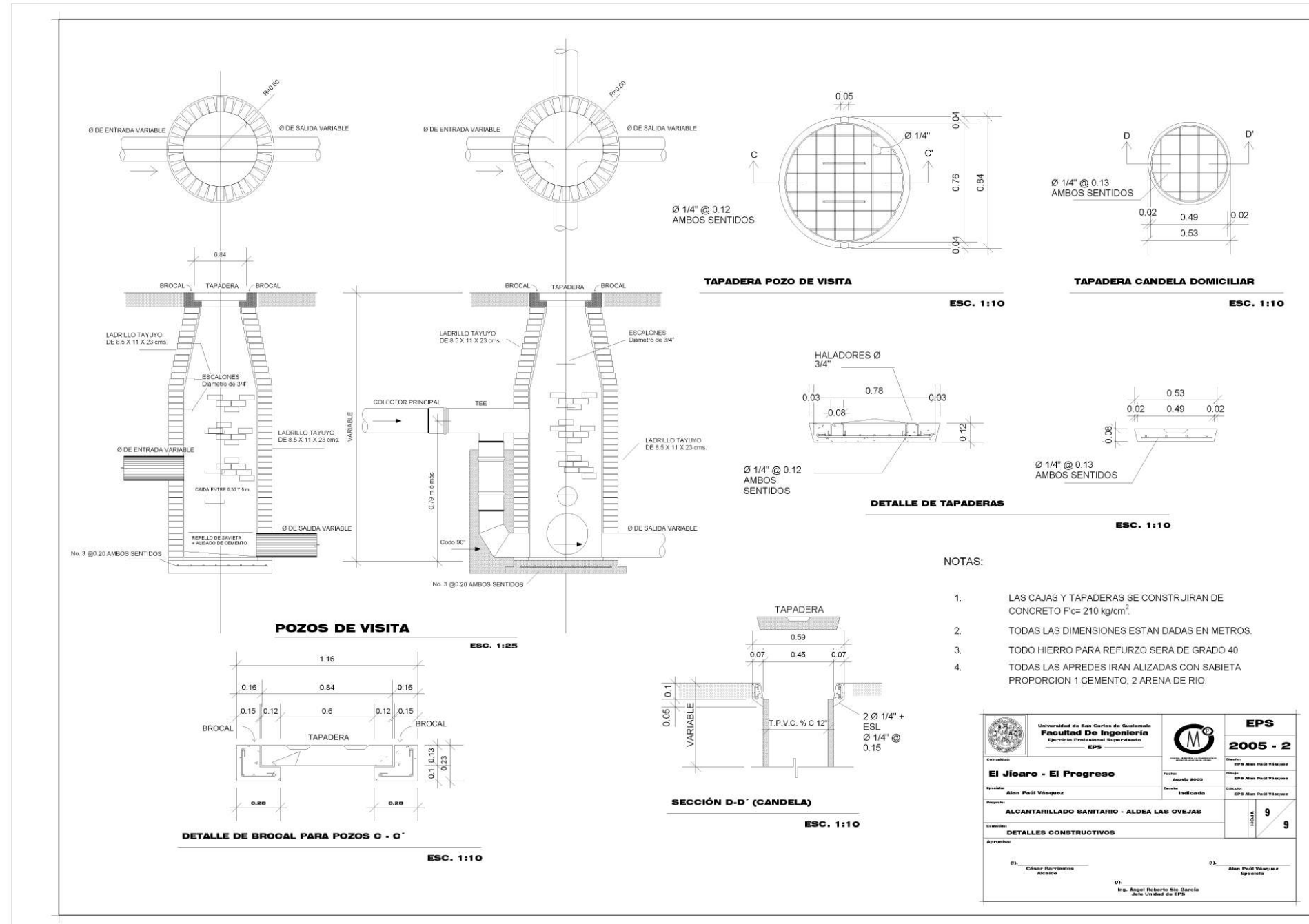






Figura 11. Detalles constructivos, alcantarillado sanitario





**Tabla XXIII. Red de distribución de agua potable, aldea Las Anonas.  
Libreta topográfica, planimetría**

EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA	HILOS			ANGULO VERTICAL
				SUPERIOR	MEDIO	INFERIOR	
1	2	251.711	9.9800	0.215	0.165	0.115	86.3778
2	3	283.3778	19.7381	0.581	0.479	0.38	79.0444
3	4	6.6278	38.1544	1.15	0.9575	0.765	82.2944
4	5	335.6722	25.5509	0.778	0.65	0.52	82.0056
5	6	6.3167	34.5156	0.5	0.325	0.152	82.65
6	7	329.0611	70.9016	1.03	0.67	0.315	82.5611
7	8	344.2	36.7151	1.39	1.207	1.02	82.8667
8	9	319.7722	51.7487	0.963	0.701	0.441	82.4388
9	10	297.2389	84.2907	1.14	0.712	0.29	82.5722
10	12	209.4333	84.6954	1.045	0.62	0.198	90.6
	11	209.4333	16.4962	0.38	0.298	0.215	88.7667
11	13	298.9944	60.2218	0.76	0.455	0.155	84.4944
13	14	202.5056	91.8753	1.17	0.71	0.251	88.6722
	15	298.4889	59.7399	0.9	0.6	0.3	84.6556
15	16	204.8222	106.3978	1.42	0.89	0.355	87.4889
	17	298.6944	52.7630	0.633	0.383	0.102	83.5278
17	18	210.4944	97.9328	1.64	1.2	0.66	87.8778
	19	211.0444	140.4037	1.96	1.25	0.555	87.8778
	20	300.0889	55.6038	0.821	0.542	0.262	84.0889
20	21	214.01667	104.9371	1.36	0.83	0.31	88.0167
	22	213.2333	185.8751	2.74	1.81	0.88	87.9
22	23	301.45	16.3479	0.306	0.222	0.14	79.95
23	24	221.8667	52.1220	0.632	0.37	0.11	86.8667
	25	296.0667	49.8852	0.732	0.48	0.23	83.5667

**Tabla XXIV. Red de distribución de agua potable, aldea Las Anonas.  
Libreta topográfica, planimetría**

EST	(+)	AI	(-)	TP	COTA
BM-1	2.08	102.08			100
BM-2			2.112		99.968
E-1			1.771		100.309
E-2			1.37		100.71
E-3	0.054	98.283		3.851	98.229
BM-3	0.234	95.069		3.448	94.835
E-4			1.56		93.509
E-5	0.138	90.807		4.4	90.669
E-6	0.152	87.419		3.54	87.267
BM-4	0.512	84.459		3.472	83.947
BM-5	0.288	81.417		3.33	81.129
E-7	0.078	79.215		2.28	79.137
E-8	0.264	74.979		4.5	74.715
BM-6	0.445	72.331		3.093	71.886
E-9	0.01	68.741		3.6	68.731
BM-7	0.075	64.851		3.965	64.776
E-10	1.44	62.611		3.68	61.171
E-11			0.888		61.723
E-12			0.15		62.461
BM-8	0.272	59.323		3.56	59.051
E-13	0.997	57.895		2.425	56.898
E-14			2.265		55.63
BM-9	0.058	53.988		3.965	53.93
E-15			1.368		52.62
E-16			4.2075		49.7805
BM-10	0.041	50.106		3.923	50.065
E-17	1.328	48.873		2.561	47.545
BM-11	0.697	45.639		3.931	44.942
E-18			1.708		43.931
E-19			2.99		42.649
BM-12	0.02	41.728		3.931	41.708
E-22	0.345	40.663		1.41	40.318
E-21			4.45		36.213
E-17	0.195	47.74			47.545
BM-13	0.228	45.323		2.645	45.095
E-20			1.194		44.129
E-23	0.801	42.729		3.395	41.928
E-24			2.708		40.021
E-23	0.068	41.996			41.928
E-25			3.944		38.052

Figura 12. Planta de conjunto, red de distribución de agua potable

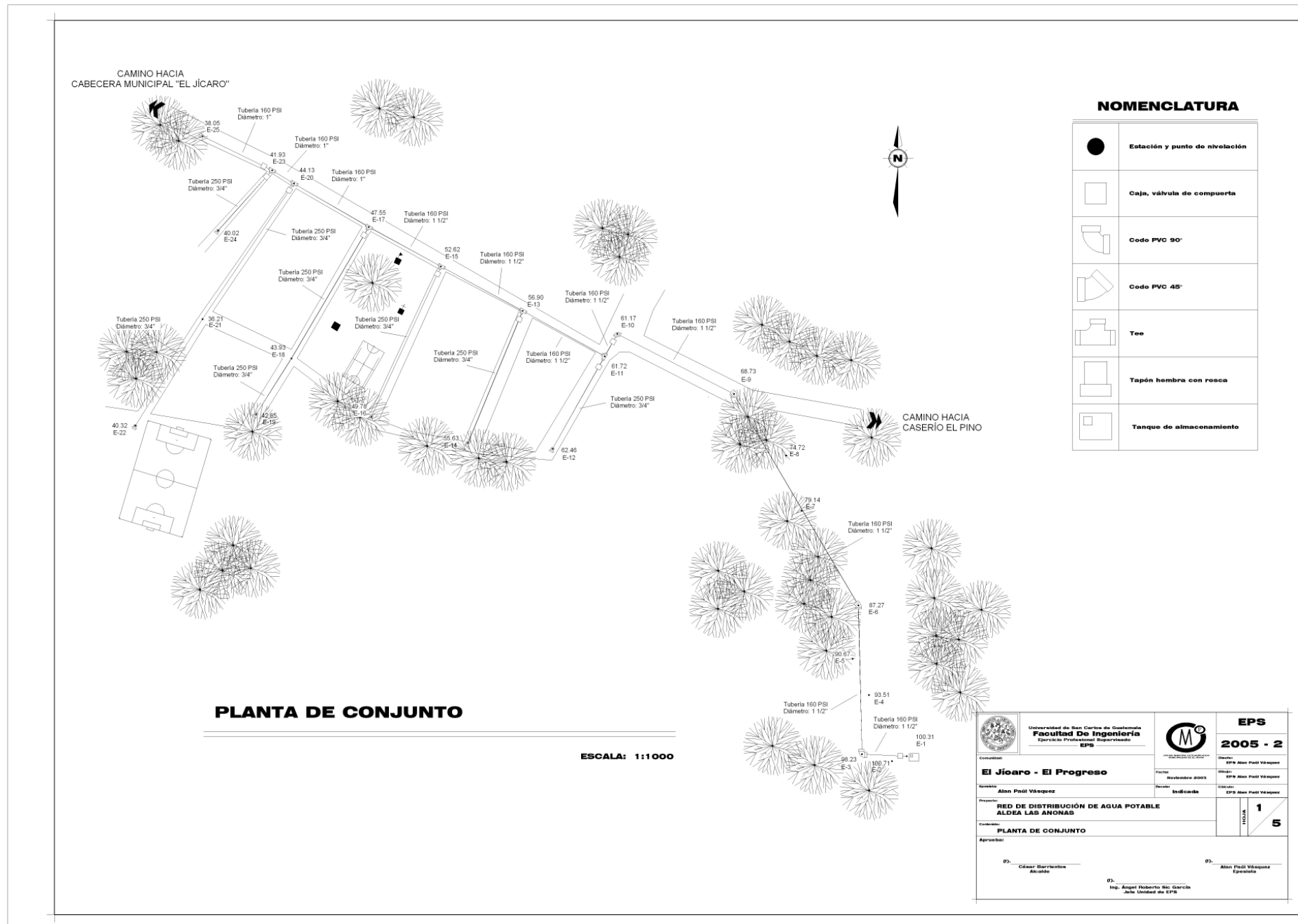




Figura 13. Planta densidad de población, red de distribución de agua potable

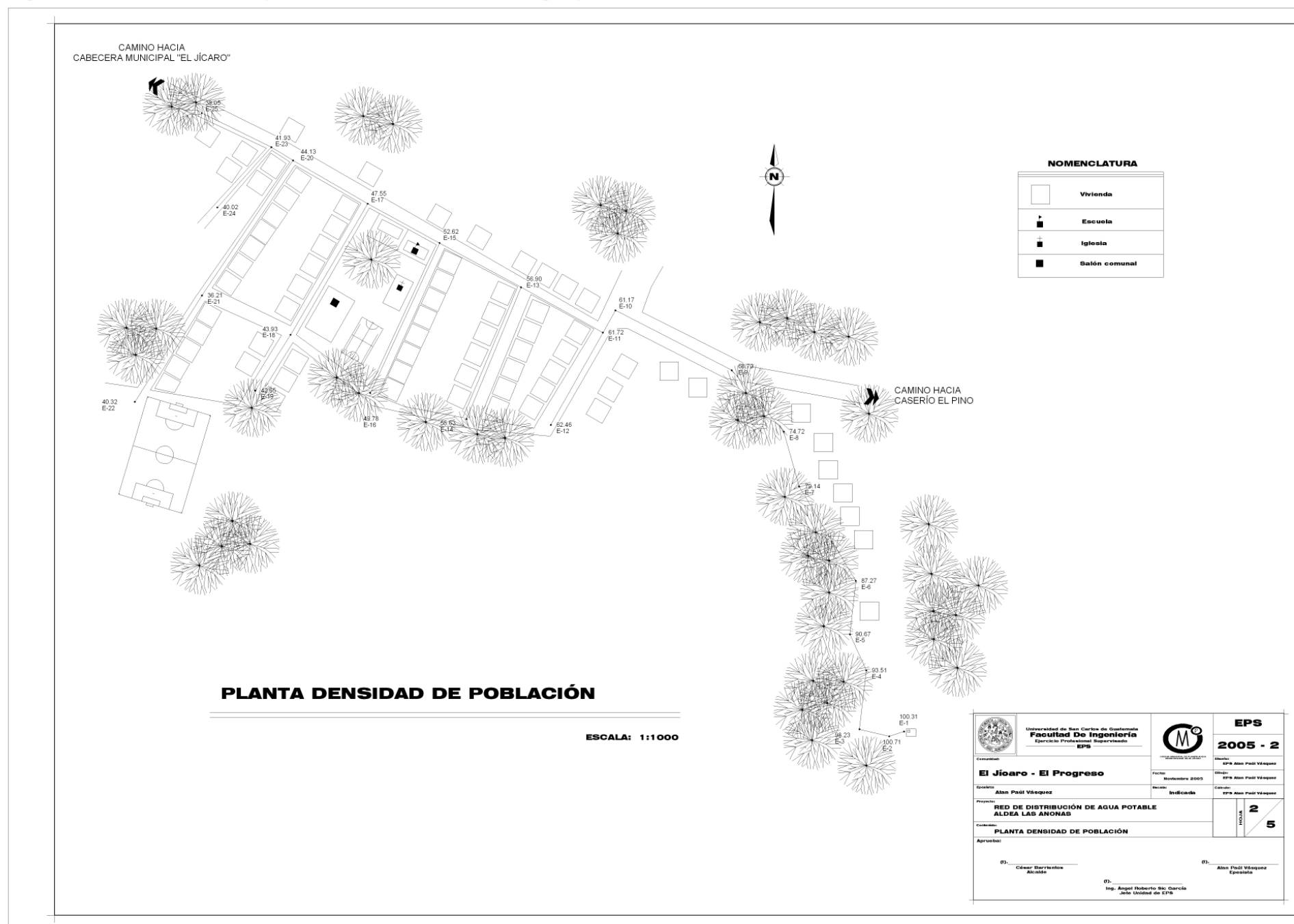






Figura 14. Planta curvas de nivel, red de distribución de agua potable

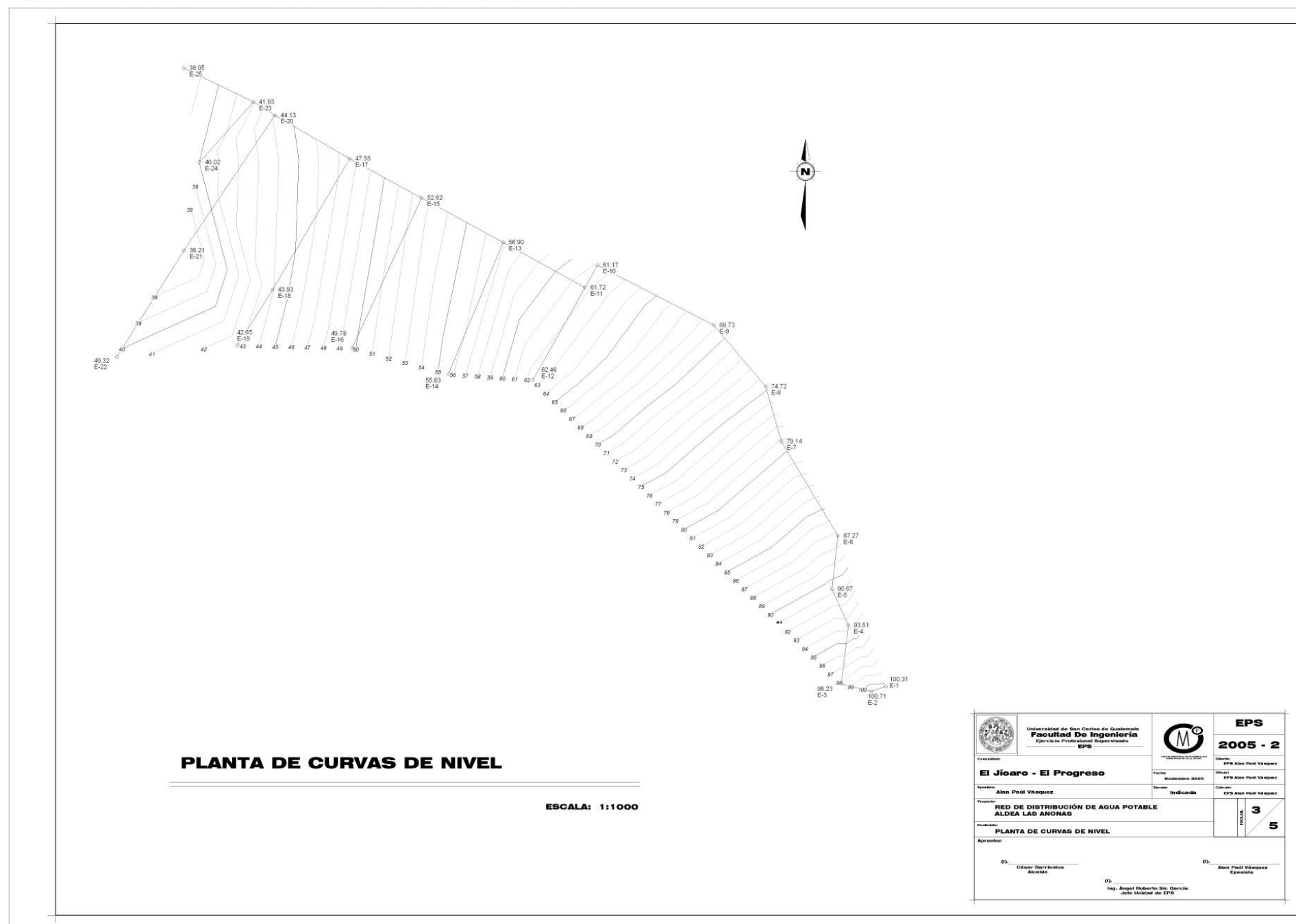




Figura 15. Plano de isopresiones, red de distribución de agua potable

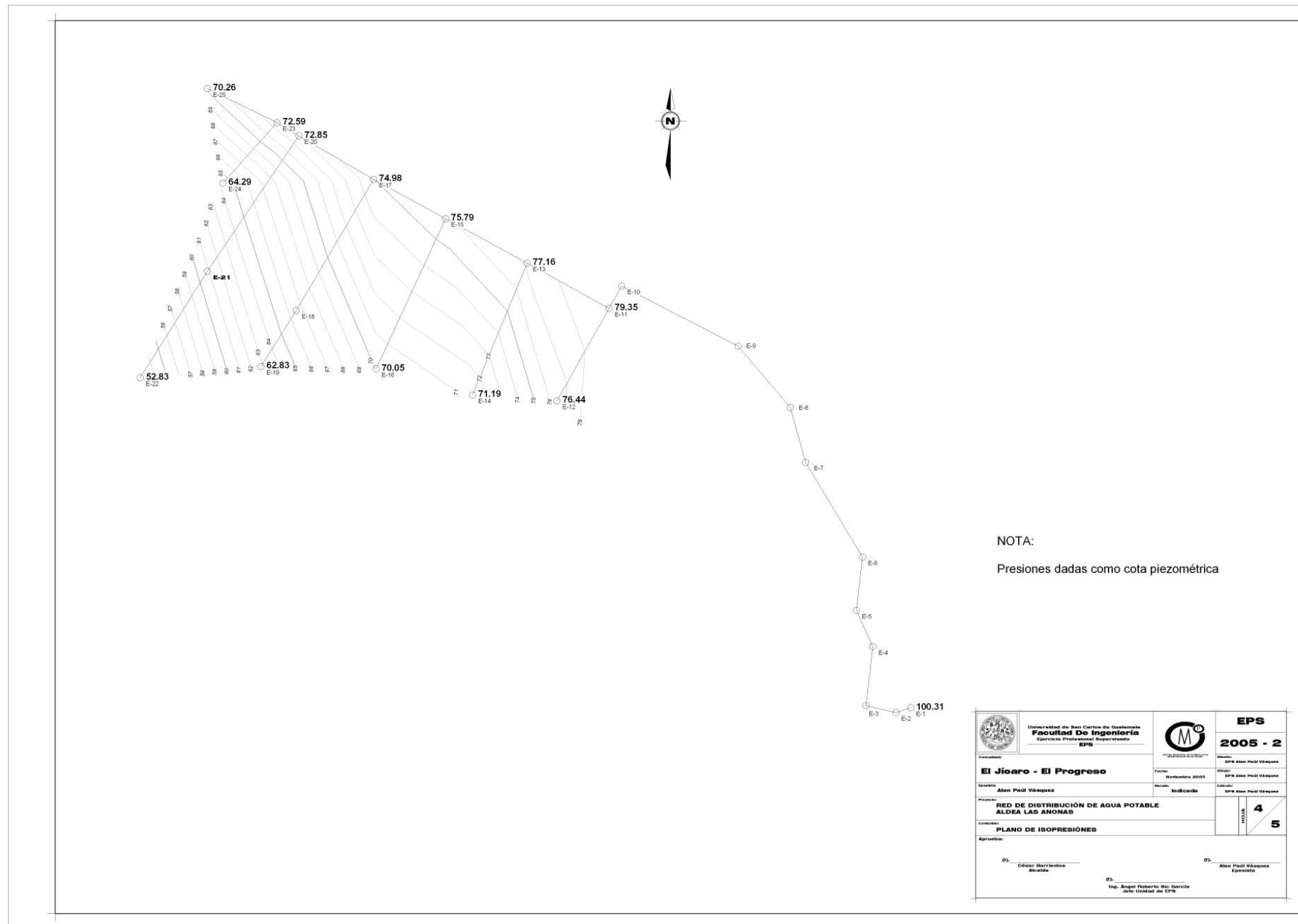
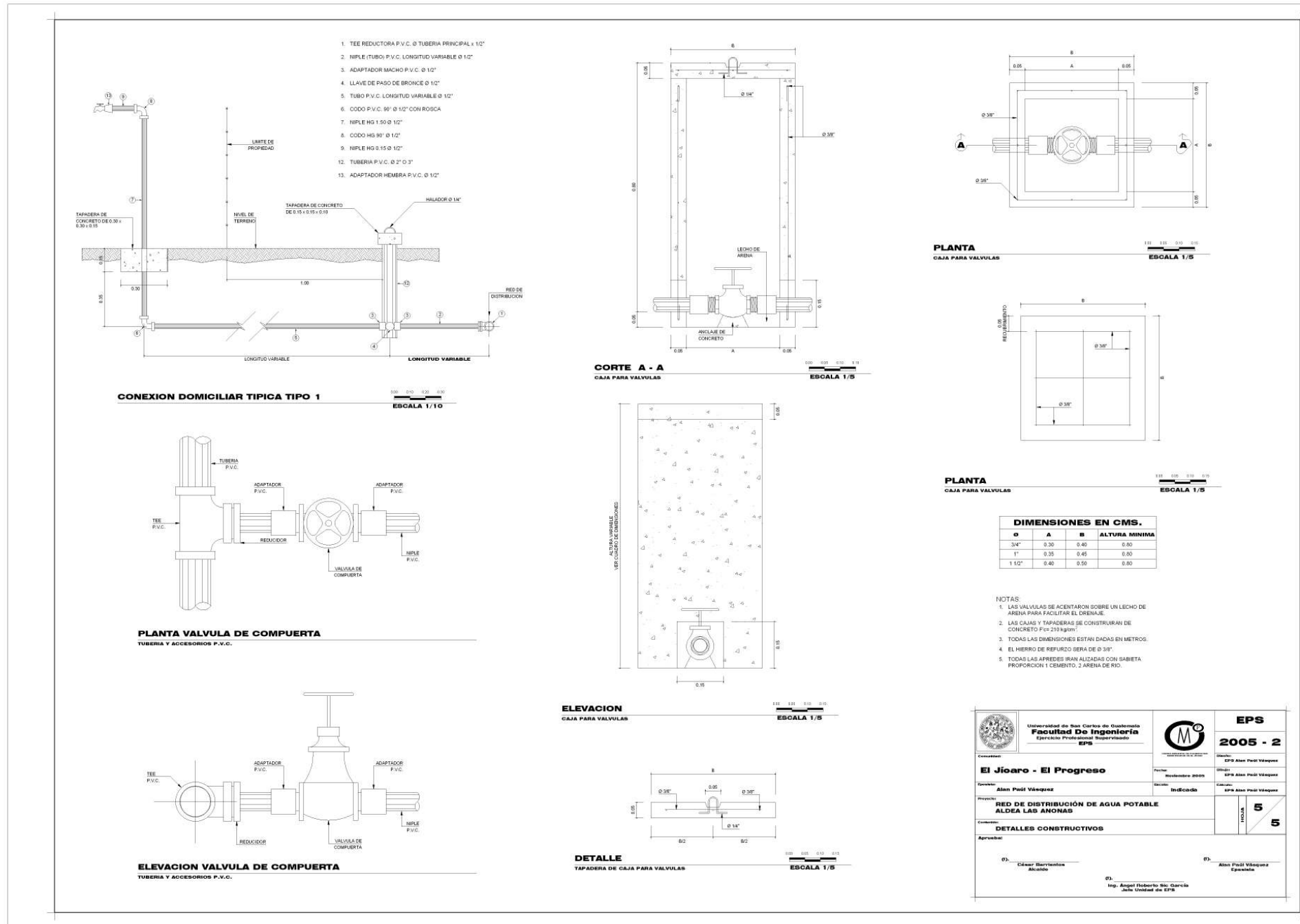




Figura 16. Detalles constructivos, red de distribución de agua potable





## **ANEXOS**





**Figura 17. Análisis físico químico del manantial 1**



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) –CENTRO  
 DE INVESTIGACIONES ( CII )  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
O.T. No. 19562			INF. No. 22177		
INTERESADO:	FACULTAD DE INGENIERÍA		PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:	Alan Paul Vasquez		DEPENDENCIA:	USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea Las Anonas		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-01-16; 19 h 32 min.	
FUENTE:	Manantial		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	2006-01-17; 08 h 35 min.	
MUNICIPIO:	El Jicaro		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:	El Progreso				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	-- ° C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	816,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,21 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,30 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,65	6. CLORUROS (Cl)	36,00	11. SOLIDOS TOTALES	456,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,63	12. SOLIDOS VOLÁTILES	17,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	04,18	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	59,00	13. SOLIDOS FIJOS	439,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,60
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	332,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	432,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	396,00	396,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física, el agua cumple con la norma. Desde el punto de vista de la calidad química indicadores químicos de contaminación AMONIACO sobrepasa el límite mínimo de contaminación. Según normas internacionales 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. 20<sup>TH</sup> EDITION 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-01-27

Vo.Bo.  
 Ing. César Alfonso García Guerra  
 DIRECTOR CHAUSAC



Zelma Mucic Santos  
 Ing. Química C. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio



**Figura 18. Análisis bacteriológico del manantial 1**



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS  
 HIDRÁULICOS (ERIS) – CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 19562		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-196527
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Alan Paúl Vásquez</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea Las Anonas</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2006-01-16; 19 h 32 min</u>	
FUENTE:	<u>manantial</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2006-01-17; 08 h 35 min.</u>	
MUNICIPIO:	<u>El Jicaro</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO:	<u>El Progreso</u>	SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	ASPECTO:	<u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL <u>----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>	OLOR:	<u>Inodora</u>	
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)				
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA		
		FORMACION DE GAS		
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C	
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+ + - -	
01,00 cm <sup>3</sup>	- + + + +	++++	+ - - -	
00,10 cm <sup>3</sup>	+ - + - -	++	- -	
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		220	7	
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 20 <sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.				
CONCLUSION Desde el punto de vista del examen bacteriológico, se enmarca en la clasificación I Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.				
Guatemala, 2006-01-27				
Vo.Bo.  Ing. César Alfonso García Guerra DIRECTOR CI / USAC		 Zenén Muñoz Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio		

**Figura 19. Análisis físico químico del pozo 1**



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRAÚLICOS (ERIS) -CENTRO  
 DE INVESTIGACIONES ( CII )  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 19562		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 22178	
INTERESADO:	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>	PROYECTO:	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>		
RECOLECTADA POR:	Alan Paul Vasquez	DEPENDENCIA:	USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	El Jicaro	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-01-17; 05 h 42 min.		
FUENTE:	Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	2006-01-17; 08 h 35 min.		
MUNICIPIO:	El Jicaro	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	El Progreso				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA:	-- ° C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	723,00 μmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,116 UNT	6.potencial de Hidrógeno ( pH):	07,50 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	01,79	6. CLORUROS (Cl)	18,00	11. SOLIDOS TOTALES	400,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS ( F <sup>-</sup> )	00,12	12. SOLIDOS VOLÁTILES	12,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	11,88	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	37,00	13. SOLIDOS FIJOS	388,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,40
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	380,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	383,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	394,00	394,00		

OTRAS DETERMINACIONES

**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física, el agua cumple con la norma. Desde el punto de vista de la calidad química indicadores químicos de contaminación AMONIACO sobrepasa el límite mínimo de contaminación. Según normas internacionales 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. 20<sup>TH</sup> EDITION 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-01-27

Vo.Bo.  
 Ing. César Alfonso García Guerra  
 DIRECTOR CII/USAC



Zenaida C. Santos  
 Ing. Camilo C. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio



**Figura 20. Análisis bacteriológico del pozo 1**



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS  
 HIDRÁULICOS (ERIS) – CENTRO DE INVESTIGACIONES (CII)  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-196528	
O.T. No. 19562			
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Alan Paúl Vásquez</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>El Jicaro</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2006-01-17; 05 h 32 min</u>
FUENTE:	<u>Pozo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2006-01-17; 08 h 35 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>El Jicaro</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>El Progreso</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL	<u>----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+ + - -
01,00 cm <sup>3</sup>	- - + + +	+++	- - -
00,10 cm <sup>3</sup>	-----	innecesaria	innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		80	4
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 20 <sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
<b>CONCLUSION</b> Desde el punto de vista del examen bacteriológico, se enmarca en la clasificación I Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.			
Guatemala, <u>2006-01-27</u>			
Vo.Bo. Ing. César Alfonso García Guerra DIRECTOR CII/USAC		Zermeño Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	