



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA,
JUTIAPA**

Raúl Alonzo Ramírez Méndez

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, septiembre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 24 de febrero de 2017.



Raúl Alonzo Ramírez Méndez



Guatemala, 10 de abril de 2019
REF.EPS.DOC.354.04.2019

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

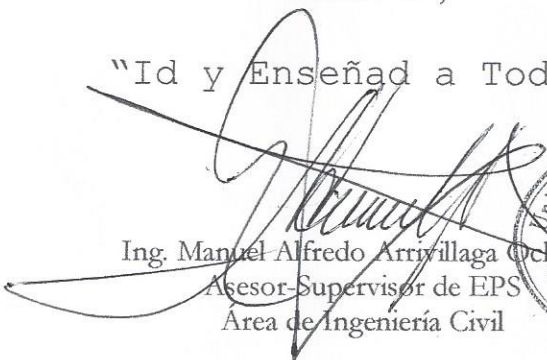
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Raúl Alonzo Ramírez Méndez**, Registro Académico 200615123 y CUI 2179 19723 2201 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
20 de mayo de 2019

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Raúl Alonzo Ramírez Méndez, con CUI 2179197232201 Registro Académico No. 200615123, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la ingeniería nacional y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Ing. civil, Luis Manuel Sandoval Mendoza
Jefe Del Departamento de Hidráulica

/mrrm.



Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 21 de mayo de 2019

REF.EPS.D.202.05.2019

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Raúl Alonzo Ramírez Méndez, CUI 2179 19723 2201 y Registro Académico 200615123**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte del Asesor-Supervisor, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



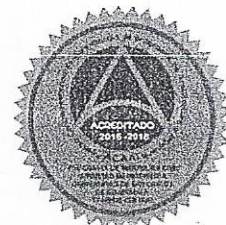
El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Raúl Alonzo Ramírez Méndez titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, septiembre 2019

/mrrm.



Más de 138 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala




Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.347.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Raúl Alonzo Ramírez Méndez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA



Guatemala, Septiembre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su misericordia, por darme fortaleza y sabiduría para salir a delante cuando más lo he necesitado.
- Mi hermano** Con especial dedicación a Falon Benjamín Ramírez Méndez (q. e. p. d.), quien fuese víctima de la delincuencia en Guatemala, partiera para apoyarme desde el cielo.
- Mi abuela** Silveria Méndez Ramírez (q. e. p. d.).
- Mis padres** Everildo Ramírez Méndez y Rosario Méndez Ordoñez, por darme la vida, su apoyo incondicional, moral y espiritual, a lo largo de mi vida. Los amos con todo el corazón papás.
- Mi esposa** Katherine Jazmín Cuyan Moya de Ramírez, por su apoyo y motivación incondicional en esta etapa de mi vida.
- Mi hija** Keiry Tamira Ramírez Cuyan, por ser una gran inspiración para mi vida.

Mis hermanos

Roy Everildo, Oswalt Odaid, Oneida Sirenia, Ada Isela, Tamira Simeí, Falon Benjamin (q. e. p. d.), Omar Ismael Ramírez, Méndez. Por su apoyo incondicional, por el respeto que me brindan y por alegrarse con mis logros y éxitos.

Mis catedráticos

Por compartir conmigo sus conocimientos en forma positiva con la entrega y dedicación que los caracteriza, sin esperar nada a cambio, recompensado únicamente con este logro.

Mis amigos

Por su interés y espontaneidad al formar parte de las personas que le dan importancia al trabajo realizado con sacrificio y, que de una u otra manera estuvieron involucrados en apoyarme. A todos en general, muchas gracias.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por ser mi guía, por todas sus bendiciones, la vida, su amor, la inteligencia y sabiduría. Por guiarme para escoger el camino correcto.
- Mis padres** Everildo Ramírez Méndez y Rosario Méndez Ordoñez, por el apoyo incondicional que recibí desde el inicio de mis estudios y por creer en mí, para llegar a cumplir un sueño que ellos empezaron un día dándome la oportunidad de estudiar.
- Mi esposa e hija** Katherine Jazmín Cuyan Moya y Keiry Tamira Ramírez Cuyan, por ser mi fortaleza por el amor y felicidad que me brindan las amo.
- Mis hermanos** Roy Everildo, Oswalt Odaid, Oneida Sirenia, Ada Isela, Tamira Simei, Falon Benjamin (q. e. p. d.), Omar Ismael Ramírez, Méndez, por su apoyo incondicional durante toda la vida.
- Mi hermano** Oswalt Odaid Ramírez Méndez, por su apoyo moral, económico y espiritual, por ser una persona batalladora correcta y ejemplar.

Mis catedráticos

Por sus sabias enseñanzas, muy agradecido a quienes recordaré con cariño y respeto.

Mi asesor

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por sus sabias enseñanzas, su gran capacidad y conocimientos. Por tratarme como un profesional y compartir sus experiencias de campo, por ser un gran maestro de la ingeniería civil.

Mis amigos

A todos en general, muchas gracias.

Mi amigo

Ing. Elfego Eliud Arreaga Contreras, por su apoyo, el ejemplo que me brinda, por los conocimientos transmitidos y por darme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente gracias.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por albergarme en el único y maravilloso ambiente, sembrando la semilla del saber.

Facultad de Ingeniería

Por su participación en mi formación académica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea La Majada	1
1.1.1. Origen del nombre	1
1.1.2. Ubicación y localización.....	1
1.1.3. Límites y colindancias.....	3
1.1.4. Vías de acceso	3
1.1.5. Clima	3
1.1.6. Topografía	4
1.1.7. Población e idioma	4
1.1.8. Tipología de vivienda.....	5
1.1.9. Actividades económicas	5
1.1.10. Servicios Públicos.....	5
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades y servicios	6
1.2.1. Descripción de las necesidades	6
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.....	9

2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Levantamiento topográfico	9
2.1.2.1.	Planimetría	10
2.1.2.2.	Altimetría	10
2.1.3.	Fuentes de agua	11
2.1.4.	Análisis de calidad del agua	11
2.1.4.1.	Examen bacteriológico	11
2.1.4.2.	Examen físico	12
2.1.4.3.	Examen químico.....	13
2.1.5.	Aforo de fuentes	14
2.1.6.	Diseño hidráulico del sistema.....	15
2.1.6.1.	Descripción del sistema a utilizar	15
2.1.7.	Normas y criterios de diseño	16
2.1.7.1.	Dotación	16
2.1.7.2.	Período de diseño	18
2.1.7.3.	Población de diseño	18
2.1.7.4.	Tasa de crecimiento	19
2.1.7.5.	Población actual	19
2.1.7.6.	Población futura	19
2.1.7.7.	Factores de consumo	20
2.1.7.8.	Caudales de diseño.....	22
2.1.7.9.	Velocidades.....	25
2.1.7.10.	Presiones	26
2.1.7.11.	Línea piezométrica	27
2.1.8.	Pozo mecánico.....	28
2.1.9.	Estación de bombeo.....	30
2.1.9.1.	Elementos de la estación de bombeo ..	30
2.1.9.2.	Ubicación de la estación de bombeo....	31
2.1.9.3.	Equipo de bombeo	31

2.1.9.4.	Bombas	32
2.1.9.5.	Motor	32
2.1.9.6.	Bomba sumergible vertical	32
2.1.9.7.	Caseta para protección de equipo de bombeo.....	37
2.1.9.8.	Tubería y accesorios de impulsión	38
2.1.10.	Fórmulas de diseño	39
2.1.11.	Diseño hidráulico de impulsión	41
2.1.11.1.	Optimización del tiempo de bombeo....	41
2.1.11.2.	Caudal de bombeo (Qb)	42
2.1.12.	Verificación del golpe de ariete.....	53
2.1.13.	Tanque de distribución	55
2.1.13.1.	Losa de concreto reforzado	56
2.1.13.2.	Diseño de viga soporte de losa.....	63
2.1.13.3.	Muros de concreto ciclópeo	67
2.1.14.	Diseño de líneas o red de distribución.....	76
2.1.15.	Obras de arte.....	81
2.1.15.1.	Caja rompe presión	81
2.1.15.2.	Válvula de limpieza.....	81
2.1.15.3.	Válvula de aire	81
2.1.15.4.	Válvula de control	82
2.1.15.5.	Paso aéreo	82
2.1.16.	Sistema de desinfección del agua	82
2.1.17.	Presupuesto.....	83
2.1.17.1.	Costos directos	84
2.1.17.2.	Materiales	84
2.1.17.2.1.	Mano de obra	84
2.1.17.2.2.	Herramientas y equipo.....	84

	2.1.17.2.3.	Transporte y maquinaria	85
	2.1.17.3.	Costos indirectos.....	85
2.1.18.		Cronograma de ejecución	87
2.1.19.		Programa de operación y mantenimiento.....	87
2.1.20.		Cálculo de tarifa para operación y mantenimiento del sistema	91
2.1.21.		Propuesta de tarifa	92
	2.1.21.1.	Costo de administración (A)	92
	2.1.21.2.	Costo de reserva (R)	93
	2.1.21.3.	Costo de desinfección	93
	2.1.21.4.	Depreciación de equipo (D _E):	93
	2.1.21.5.	Costo de energía (C _E):	94
	2.1.21.6.	Cálculo de tarifa propuesta (TAR)	94
2.1.22.		Evaluación de impacto ambiental.....	95
2.1.23.		Evaluación socioeconómica	104
	2.1.23.1.	Valor presente neto (VPN)	104
	2.1.23.2.	Tasa de interés de retorno (TIR)	105
2.2.		Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para aldea La Majada	106
	2.2.1.	Descripción del proyecto	106
	2.2.2.	Levantamiento Topográfico	107
	2.2.2.1.	Planimetría	107
	2.2.2.2.	Altimetría	108
	2.2.3.	Componentes del sistema	108
	2.2.3.1.	Colector	108
	2.2.3.2.	Pozos de visita	109
	2.2.3.3.	Conexiones domiciliarias.....	110
	2.2.3.3.1.	Candela.....	110

	2.2.3.3.2.	Acometida domiciliar ..	110
2.2.4.		Parámetros de diseño.....	111
	2.2.4.1.	Población actual	111
	2.2.4.2.	Período de diseño.....	112
	2.2.4.3.	Estimación de población futura.....	112
	2.2.4.4.	Dotación	113
	2.2.4.5.	Factor de retorno	114
2.2.5.		Determinación del caudal de diseño.....	114
	2.2.5.1.	Caudal domiciliar	114
	2.2.5.2.	Caudal comercial	115
	2.2.5.3.	Caudal de infiltración	115
	2.2.5.4.	Caudal de conexiones ilícitas	116
	2.2.5.5.	Caudal industrial	117
	2.2.5.6.	Caudal sanitario.....	117
	2.2.5.7.	Factor de caudal medio	118
	2.2.5.8.	Factor de flujo instantáneo (Harmond).....	119
	2.2.5.9.	Caudal de diseño.....	119
2.2.6.		Diseño hidráulico del sistema	120
	2.2.6.1.	Velocidad a sección llena	120
	2.2.6.2.	Caudal a sección llena.....	121
	2.2.6.3.	Relaciones hidráulicas.....	121
	2.2.6.4.	Velocidad del caudal de diseño	122
2.2.7.		Cotas invert.....	122
2.2.8.		Ancho de zanja	124
2.2.9.		Volumen de excavación.....	125
2.2.10.		Ejemplo de cálculo.....	125
2.2.11.		Tratamiento de aguas residuales.....	131
	2.2.11.1.	Propuesta de tratamiento	131

	2.2.11.1.1.	Fosa séptica.....	132
	2.2.11.1.2.	Pozo de absorción	133
2.2.12.		Elaboración de planos.....	134
2.2.13.		Presupuesto del proyecto.....	134
	2.2.13.1.	Costos directos.....	134
	2.2.13.1.1.	Materiales.....	134
	2.2.13.1.2.	Mano de obra	135
	2.2.13.1.3.	Herramienta y equipo..	135
	2.2.13.1.4.	Transporte y maquinaria	135
	2.2.13.2.	Costos indirectos.....	135
2.2.14.		Cronograma de ejecución	138
2.2.15.		Programa de operación y mantenimiento.....	138
2.2.16.		Evaluación socioeconómica	143
	2.2.16.1.	Valor presente neto (VPN)	143
	2.2.16.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	143
2.2.17.		Impacto ambiental.....	144
CONCLUSIONES.....			157
RECOMENDACIONES			159
BIBLIOGRAFÍA.....			161
APÉNDICES.....			163
ANEXOS.....			171

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación y localización de la aldea La Majada	2
2.	Grafica caudal-costo-tiempo de bombeo.....	42
3.	Losa del tanque.....	57
4.	Diagrama de momentos en losa	60
5.	Dimensiones del muro de concreto ciclópeo.....	68
6.	Área tributaria en análisis.....	69

TABLAS

I.	Caudales y diámetros de tubería de revestimiento	15
II.	Períodos de diseño	18
III.	Tabla resumen para optimizar el tiempo de bombeo	41
IV.	Carga dinámica total para tramo 1 bomba-brocal	49
V.	Carga dinámica total para tramo 2 brocal-tanque	51
VI.	Diseño final de la bomba.....	52
VII.	Área de acero (As)	62
VIII.	Presupuesto	86
IX.	Tabla actividades de operación y mantenimiento	91
X.	Cuadro de resumen de gastos de operación y mantenimiento	92
XI.	Ancho mínimo de zanja para tubería PVC ASTM D-3034.....	124
XII.	Datos de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario.....	126
XIII.	Presupuesto del proyecto.....	137
XIV.	Cronograma de ejecución físico-financiero	138

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
A_{tubo}	Área de tubería
C	Coeficiente de Manning
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
CT_i	Cota de terreno inicial
CT_f	Cota de terreno final
\emptyset	Diámetro de la tubería
DH	Distancia horizontal
E_t	Espesor de tubería
F.H.	Factor de Harmond
F.Q.M.	Factor de caudal medio
F.R.	Factor de retorno
Hab.	Habitante
INE	Instituto Nacional de Estadística
L/hab/día	Litro por habitante por un día
L/seg	Litro sobre segundo
n	Período de tiempo
<i>n</i>	Coeficiente de rugosidad
m.c.a.	Metro columna de agua
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar
m	Metro
mm	Milímetro
m/s	Metro sobre segundo

m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
mm/h	Milímetro sobre hora
PVC	Cloruro de polivinilo
P_f	Población futura
P_o	Población inicial (población del último censo)
PSI	Libras por pulgada cuadrada (lb/plg ²)
Kg	kilogramo
kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
PV	Pozo de visita
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de tirantes
v/V	Relación de velocidades

GLOSARIO

Acueducto	Obra para conducir agua. También denomina a un conjunto de obras de abastecimiento de agua.
Acuífero	Depósito de agua que satura el suelo.
Afloramiento	Accidente geográfico donde sale el agua a la superficie del suelo.
Aforo	Es la acción de medir de una fuente o tubería el volumen de un fluido en función del tiempo; en este caso, se entenderá por la cantidad de producción de agua de una fuente o tubería que pueda ser utilizada para consumo humano.
Agua residual	Agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
ASTM	(American Society for Testing Materials), asociación responsable del control de calidad de los distintos materiales de construcción.
Candela	Receptor de aguas negras provenientes del interior de la vivienda, y que conduce estas mismas al colector del sistema de drenaje.

Caudal [Q]	Volumen de líquido que atraviesa una sección en la unidad de tiempo.
Caudal de día máximo	Es el mayor caudal de agua consumido por la población en un día durante el transcurso de un año.
Caudal de diseño	Es la suma de los caudales que se utilizarán para establecer las propiedades cuantitativas de un tramo de alcantarillado sanitario.
Caudal de hora máximo	Llamado también caudal de distribución (Q_d), es el caudal que se utiliza para diseñar la red de distribución.
Consumo	Volumen de agua en función de una serie de factores inherentes a la localidad que se abastece y varía de una ciudad a otra, así como podrá variar de un sector de distribución a otro, en una misma ciudad.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, respecto a un nivel determinado.
Cotas invert	Son las cotas que representan la parte más baja de la tubería, en donde el agua tiene contacto con el tubo.
Dotación	Cantidad de agua necesaria en la población para su subsistencia en un día. Se expresa en litros por habitante por día.

Estiaje	Período en el cual el caudal de una fuente baja a su nivel mínimo, dependiendo la época del año.
Pendiente	Grado de inclinación de un terreno, medido por el ángulo que forma con la horizontal. Frecuentemente se mide por el número de unidades de longitud que gana en altura por cada cien unidades de la misma clase, medidas horizontalmente en la extensión.
Pozo de visita	Obra complementaria de un alcantarillado sanitario, los cuales sirven para la inspección y limpieza.
Presión	Es la fuerza ejercida sobre una superficie.
Saneamiento	Actividad que tiene por objeto recoger, transportar, evacuar y depurar las aguas servidas de un asentamiento humano.

RESUMEN

Durante el ejercicio profesional supervisado (EPS) realizado en la aldea La Majada, del municipio de Jutiapa, cabecera del mismo, se elaboró el diseño del sistema de distribución de agua potable y alcantarillado sanitario.

El primero de los proyectos es el sistema de distribución de agua potable el cual contiene los siguientes componentes: bomba de impulsión del agua, tubería de conducción de agua por bombeo, tanque de almacenamiento y red de distribución. La población actual a servir es de aproximadamente 785 habitantes; es un total aproximado de 157 conexiones domiciliarias a las que se les dará el servicio.

El segundo proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario el cual consta de los siguientes componentes: colector principal y ramales secundarios de aguas residuales, pozos de visita y conexiones domiciliarias, el cual servirá a una población de aproximadamente 785 habitantes; es un total aproximado de 157 conexiones domiciliarias que tendrán acceso a este servicio.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario, para la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa.

Específicos

1. Desarrollar una investigación monográfica y diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa.
2. Realizar el diseño del sistema de distribución de agua potable para la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa, ya que de ejecutarse, dicha comunidad contaría con el servicio tan básico e indispensable del agua potable lo que mejoraría la calidad de vida de toda la comunidad.
3. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua y de enfermedades infecciosas causadas por las aguas residuales.
4. Capacitar a los miembros del Cocode de la aldea La Majada sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable y del sistema de alcantarillado sanitario.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación contiene el desarrollo de los proyectos realizados durante el ejercicio profesional supervisado (EPS), en la aldea La Majada del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa.

En el primer capítulo se detalla una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del mismo; realiza una priorización para la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa.

El segundo y tercer capítulo presentan la fase técnico-profesional en la que se describen las características de los proyectos.

Tanto el sistema de abastecimiento de agua potable como el sistema de alcantarillado sanitario presentan el método de cálculo para la realización del diseño hidráulico.

Ambos estudios plantean soluciones reales y factibles con sus respectivos presupuestos y planos.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía de la aldea La Majada

Se proporciona información concisa sobre los aspectos sociales, físicos y ambientales del municipio y la aldea en investigación.

1.1.1. Origen del nombre

Jutiapa (Jutiapa: derivada de los términos 'jute' y 'apán' que significa 'río de jutes') es la cabecera del departamento del mismo nombre, que se encuentra ubicado en la región suroriente del país de Guatemala. Jutiapa es el municipio más poblado del departamento con una aproximación de 162 312 habitantes. Es uno de los municipios más pequeños de Guatemala con 620 km².

El municipio de Jutiapa comenzó como una villa en el año de 1847 convirtiéndose en cabecera departamental cuando se creó el municipio de Jutiapa el 8 de mayo de 1852 y otorgándosele a dicha villa el título de ciudad el 15 de septiembre de 1878 según Decreto Gubernativo No. 219, el cual es ratificado por el Acuerdo el 6 de septiembre de 1921.

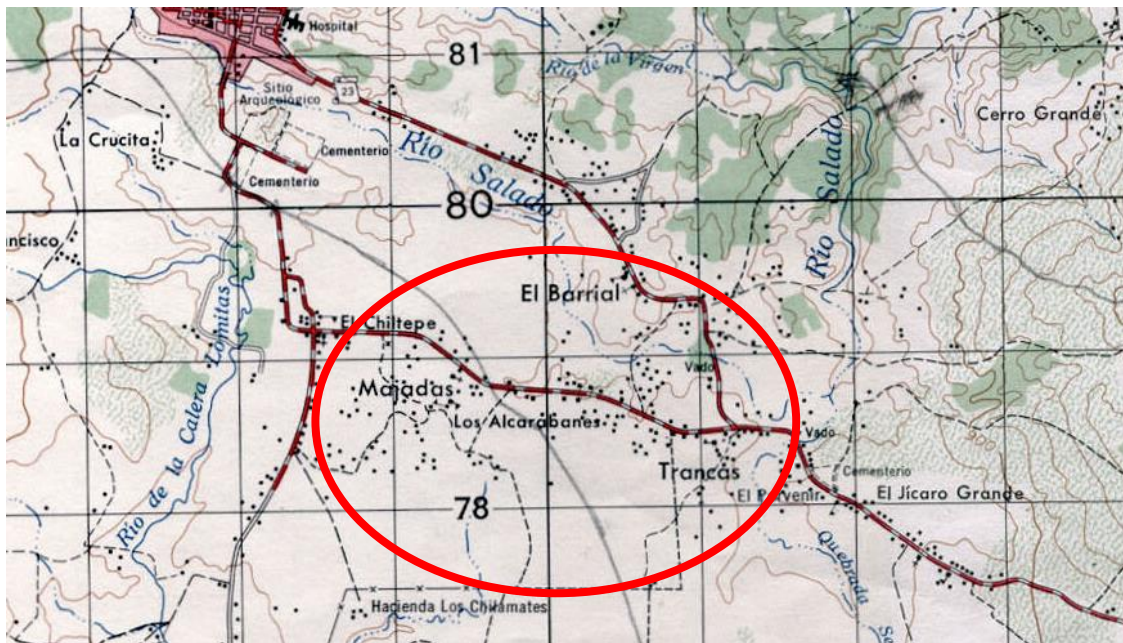
1.1.2. Ubicación y localización

Jutiapa es el departamento número 22 de Guatemala, su ingreso hasta la cabecera municipal es por asfalto a 117 Km de la misma; consta de diecisiete municipios; la cabecera municipal se compone de 192 aldeas y entre estas, caserío, cantones, parajes y fincas.

El municipio de Jutiapa se encuentra situado al noroeste del departamento, en la región IV o región suroriental. Se localiza en la latitud norte $14^{\circ} 16' 58''$ y en la longitud oeste $89^{\circ} 53' 33''$; está a 906 metros sobre el nivel del mar. La distancia de esta cabecera municipal a la ciudad capital es de 117 kilómetros.

Dentro de las 192 comunidades, se encuentra la aldea La Majada, con acceso sobre la ruta de la carretera RN-23. Dicha aldea se encuentra ubicada a una distancia de 4 kilómetros aproximadamente de la cabecera municipal, transitables durante todo el año, con una altura promedio sobre el nivel del mar de 878 msnm. Se encuentra dentro de las coordenadas latitud norte $14^{\circ} 16' 02.69''$ y longitud este $89^{\circ} 53' 11.54''$.

Figura 1. **Ubicación y localización de la aldea La Majada**



Fuente: Instituto Geográfico. *La Majada*. <https://ufdc.ufl.edu/UF00103184/00001/2j>. Consulta: 28 de noviembre de 2018.

1.1.3. Límites y colindancias

La aldea La Majada colinda de la siguiente forma:

- Norte: aldea El Chiltepe
- Sur: aldea Potrero Grande
- Este: aldea Trancas I
- Oeste: aldea EL Chiltepe

1.1.4. Vías de acceso

Entre sus principales vías de comunicación se encuentran la carretera CA-1, que, por el oeste, proviene del municipio de Cuilapa, pasando por Jutiapa, unos 4 kilómetros al este, por medio de la ruta nacional RN-23, se encuentra la aldea La Majada; además, a unos 19 kilómetros al sur, por la ruta nacional RN-23, está el municipio de Yupiltepeque y otros municipios del cono sur de Jutiapa.

1.1.5. Clima

Condiciones o estado medio de la atmósfera sobre un área y en periodo de tiempo determinado, indica variabilidad.

Con base en los boletines históricos proporcionados por la estación número 12, ubicada en el municipio de Asunción Mita, del Instituto de Vulcanología, Meteorología, Sismología e Hidrología (Insivumeh), el clima que predomina en el municipio de Jutiapa entre los meses de octubre a mediados de febrero, es templado; y en los meses de marzo y abril, es cálido. Para el último año reportado se tienen los siguientes datos:

- Altitud: 906 msnm.
- Temperatura media: 23,5 grados centígrados.
- La temperatura media promedio anual es de 29,5 grados centígrados.
- La temperatura mínima promedio anual es de 16,2 grados centígrados.
- La temperatura máxima absoluta promedio anual es de 34,5 grados centígrados.
- La temperatura mínima absoluta promedio anual es de 8,6 grados centígrados.
- Días de lluvia promedio anual: 105 días.
- Humedad relativa media: 75 %.
- Velocidad del viento promedio: 3,9 km/h.
- Precipitación promedio anual: 1 250 mm.
- Nubosidad promedio anual: 3 octas.

1.1.6. Topografía

La aldea La Majada se encuentra establecida sobre terreno plano boscoso.

1.1.7. Población e idioma

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el municipio de Jutiapa tiene un total de 98 205 habitantes, con un 22 % perteneciente al área urbana, un 75 % al área rural y un 3 % a la población indígena inmigrante. El 100 % de los habitantes, habla español.

1.1.8. Tipología de vivienda

Existen tres tipos de viviendas, entre las cuales el 70 % representa casas de mampostería de ladrillo de barro cocido, con artesanado de madera y cubierta con lámina galvanizada; 20 %, en casas de mampostería de ladrillo de barro cocido, con artesanado de madera y cubierta con teja de barro cocido; 5 %, casas de mampostería de ladrillo de barro cocido con terraza; y el otro 5 % vive en casas de mampostería de bloques de arena pómez y cemento con terraza.

1.1.9. Actividades económicas

Las actividades económicas a las que se dedica la población jutiapaneca son: la agricultura y la albañilería.

Los vecinos de la aldea La Majada, en un 75 % se dedican a la agricultura, el 25 % restante migran a otros lugares con el propósito de subsanar las necesidades de seguridad alimentaria de sus familias; la mayoría de las mujeres se dedican a las actividades domésticas, y algunas han formado asociaciones con el propósito de colaborar productivamente en el desarrollo de sus familias.

1.1.10. Servicios públicos

La aldea La Majada cuenta con los siguientes servicios: energía eléctrica, escuela primaria y preprimaria, transporte colectivo, telefonía celular, iglesia católica, iglesias evangélicas y tiendas de artículos de consumo diario.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades y servicios

La necesidad se identificó mediante una investigación de la problemática real que viven los pobladores del área; al igual que la mayoría de comunidades del municipio de Jutiapa, presentan aún deficiencias en infraestructura básica; por lo que la mayoría de las necesidades parecieran ser prioritarias, debido a que cada una presenta una problemática que afecta directamente a los pobladores de distintos sectores de la población, de los cuales los sectores marginales presentan más deficiencias en los servicios.

1.2.1. Descripción de las necesidades

La aldea La Majada, del municipio de Jutiapa, departamento de Jutiapa, a pesar de encontrarse cerca de la cabecera municipal, carece de una serie de necesidades, tanto de servicios básicos como de infraestructura:

- Sistema de abastecimiento de agua potable
- Sistema de alcantarillado sanitario
- Pavimentación de caminos

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Las razones por las cuales se priorizaron los sistemas de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado sanitario son las siguientes:

- La aldea La Majada cuenta ya con un pozo perforado, mas no con la red de distribución de agua potable.
- No cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario.
- Las aguas servidas escurren por las calles de la aldea.

- Existe un alto índice de enfermedades que son el resultado de no contar con un sistema de abastecimiento de agua potable y un sistema de alcantarillado sanitario.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

A continuación, se muestra el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en diseñar el sistema de distribución de agua potable para la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa iniciando por el equipamiento de un pozo existente mediante una bomba sumergible, será necesaria la creación de un banco de transformación de energía para cubrir la necesidad de la bomba; también, se diseñará un tanque semienterrado de distribución, el cual será de concreto ciclópeo. La distribución del agua será mediante líneas abiertas, con tuberías de 2 ½", 2", 1½", 1" y ¾", la resistencia de la tubería será dependiendo de la ubicación y del terreno donde se localice cada vivienda.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Este se realizó para determinar la posición y elevación de puntos de relevancia para el proyecto de agua potable lo que servirá para definir la línea de distribución y los ramales abiertos de un sistema de abastecimiento de agua potable. Este permite también encontrar los puntos de ubicación de las diferentes obras de arte que componen el acueducto.

Los levantamientos topográficos para acueductos contienen las dos acciones principales de la topografía: la planimetría y la altimetría.

2.1.2.1. Planimetría

La planimetría tiene por objeto determinar la longitud del proyecto que se realizará, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características naturales y no naturales que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo: calles, edificaciones, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, entre otros.

El método empleado para el levantamiento topográfico fue el de conservación de azimut, con vuelta de campana. Para este levantamiento se usó el siguiente equipo:

- Un teodolito FOIF
- Dos plomadas
- Una cinta métrica con longitud de 50 metros
- Una estadía de acero inoxidable de 3 metros
- Una almadana
- Clavos
- Estacas y
- Machete

2.1.2.2. Altimetría

Es el procedimiento que se aplica para determinar la elevación de puntos situados sobre la superficie terrestre; este concepto es necesario, puesto que la

elevación de un punto solo puede establecerse con relación a otro punto o a un plano.

2.1.3. Fuentes de agua

Del recurso hídrico para consumo humano, existen dos tipos de fuentes de agua: fuentes superficiales y fuentes subterráneas.

La fuente que abastecerá a la aldea La Majada será el pozo mecánico ubicado en aldea aledaña Trancas I; el agua será conducida por una línea de impulsión hacia el tanque de almacenamiento ubicado en al sur de la aldea La Majada.

2.1.4. Análisis de la calidad del agua

La calidad del agua tiene una estrecha relación con las características físicas, químicas y bacteriológicas, por medio de las cuales se puede evaluar si el agua sin importar la fuente es apta o no para el consumo humano y sea agradable a los sentidos. Para la determinación de las características se toma como referencia la Norma de agua potable, COGUANOR NGO 29 001. Los resultados de este estudio se deben detallar en un certificado firmado por un profesional colegiado.

2.1.4.1. Examen bacteriológico

El examen bacteriológico es realizado con el fin principal de establecer la probabilidad de contaminación del agua con los principales organismos indicadores de contaminación, las bacterias del grupo coliforme huéspedes habituales del intestino grueso del hombre y animales; la *escherinchia coli* y el

aerobacter aerogenes son las bacterias que forman el grupo coliforme de importancia en el análisis del agua. Las pruebas principales son:

- Recuento total de bacterias: este se usa para obtener una estimación del número total de bacterias que se encuentran en una muestra de agua. Esta prueba se realiza en dos diferentes temperaturas, a 35 °C, que es la óptima para que las bacterias crezcan y a 20 °C, que es la temperatura ambiente, con el objetivo de observar el desarrollo de las bacterias en los medios naturales.
- Investigación del grupo coliforme: la estimación del número de bacterias del grupo coliforme, presentes en determinado volumen de agua será índice de la intensidad de una contaminación.

2.1.4.2. Examen físico

Esta prueba mide y registra las propiedades del agua que pueden percibirse a través de los sentidos; entre estas pueden citarse:

- Turbidez: es el efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través del agua que contiene pequeñas partículas en suspensión.
- Color: puede ser de dos tipos: color verdadero que se presenta después de haber removido la materia en suspensión y color aparente es el color verdadero más cualquier otro color que produzcan las sustancias en suspensión.

- Olor: se debe a pequeñas concentraciones de compuestos volátiles presentes en el agua.
- Sabor: se relaciona con el olor y es causado por las mismas condiciones; los minerales disueltos pueden impartir sabores al agua, pero no olores.

2.1.4.3. Examen químico

Determina las cantidades de materia mineral y orgánica que hay en el agua y afectan su calidad, proporcionando información sobre contaminantes en ella; estos son:

- Dureza: es la capacidad del agua para consumir el jabón, las aguas duras son menos corrosivas que las blandas, las cuales contienen compuestos de calcio y magnesio en bajas concentraciones.
- Alcalinidad: se refiere a la medida de los constituyentes básicos presentes en el agua como calcio y magnesio.
- Concentraciones de iones de hidrógenos, valor de pH: estos miden la intensidad de la reacción ácida o alcalina del agua, el valor neutro del agua es 7: de 0 a 7,0 indica acidez y de 7,0 hasta 14 indica alcalinidad; la mayoría de aguas naturales poseen valores entre 5,5 y 7,0 de pH.
- Cloro residual: cuando se agrega cloro al agua, reacciona con sustancias orgánicas y otras que destruyen su poder desinfectante, por ello es necesario agregar una cantidad de cloro suficiente para que reaccione con todas las sustancias y aun quede un exceso o cantidad

residual; si se quiere destruir bacterias y virus, este puede quedar disponible en estado libre, el cual tiene un rápido poder desinfectante.

Este examen determina las sustancias químicas que contiene el agua que puede afectar la salud, dañar las tuberías y equipos que se utilicen en el sistema de abastecimiento como el hierro, calcio, magnesio, nitritos, cloruros, fluoruros y sulfatos. Los resultados obtenidos en este examen se encuentran en anexos.

2.1.5. Aforo de fuentes

El aforo de una fuente es la medición del caudal de agua que produce. Para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que este indicará si la fuente es suficiente para abastecer a toda la población en estudio. Los aforos se deben de realizar en época seca o de estiaje, teniendo que cumplir con los requisitos necesarios, entre ellos están:

- Ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso para el agua superficial.
- Perforarse aguas arriba de cualquier fuente real o potencial de contaminación.
- Protegerse contra riesgos de contaminación.
- No deberán localizarse a menos de 20 metros de los tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o cualquier otra fuente de contaminación similar.

- El diámetro de la tubería de revestimiento del pozo deberá seleccionarse de acuerdo con las características del acuífero y del consumo requerido.

Se realizó aforo a la fuente, por la empresa AGROPOZOS el 10 de agosto de 2007, (ver resultados en anexos) a través del método volumétrico, para determinar el caudal que produce, obteniendo 160 gal/min en conjunto.

Tabla I. **Caudales y diámetros de tubería de revestimiento**

Caudal (consumo)	Diámetro de la tubería de revestimiento
Hasta 10 litros/segundo (158 gpm)	105 mm (4")
De 10 a 15 litros/segundo (de 158 a 237 gpm)	155 mm (6")
De 15 a 25 litros/segundo (de 237 a 396 gpm)	202 mm (8")
De 25 a 40 litros/segundo (de 396 a 634 gpm)	252 mm (10")

Fuente: elaboración propia.

2.1.6. Diseño hidráulico del sistema

A continuación, se presenta el diseño hidráulico del sistema.

2.1.6.1. Descripción del sistema a utilizar

El sistema de abastecimiento de agua potable que se utilizará para la aldea La Majada, será por impulsión en la línea de conducción y por gravedad luego del tanque distribuidor de caudales. Al determinar las fuentes que pueden servir, se construirá una captación que reúna las condiciones sanitarias adecuadas, y luego, por medio de tubos PVC o HG, según sea el caso, conducirla hasta el tanque distribuidor de caudales.

La red de distribución será mediante líneas abiertas. En la línea de conducción, como en la red de distribución, se deberán colocar obras de arte, donde lo requiera el diseño.

2.1.7. Normas y criterios de diseño

Se refiere a los parámetros que se utilizan para diseñar, los cuales, se detallan a continuación:

2.1.7.1. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante que se haya establecido dentro del diseño del proyecto. Se expresa en litros por habitante por día (lts/hab/día).

Para la elección adecuada de la dotación deberán tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Clima
- Abastecimiento privado
- Calidad y cantidad de agua
- Presiones
- Nivel de vida
- Servicios comunales o públicos
- Medición
- Actividades productivas
- Facilidad de drenaje
- administración del sistema

Si los hubiera, deberán tomarse en cuenta estudios de demanda de la población o poblaciones similares.

Debido a que no se cuenta con esta información, se tomarán los valores detallados en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Infom:

- Servicios a base de llena cantaros exclusivamente: 30 a 60 litros por habitante por día.
- Servicio mixto de llena cantaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros por habitante por día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros por habitante por día.
- Servicio de conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 litros por habitante por día.
- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20 litros por habitante por día.
- Servicio de aljibes 20 litros por habitante por día.

La dotación adoptada para la aldea La Majada fue de 120 lts/hab/día, considerando los aspectos antes descritos.

2.1.7.2. Período de diseño

El período de diseño es el tiempo durante el cual la obra construida dará un servicio satisfactorio a la población que la utiliza. Para determinar el período de diseño se deben tomar en cuenta, la vida útil de los materiales, los costos, la población de diseño, entre otros.

Según normas de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, Unepar, se recomiendan los siguientes períodos de diseño:

Tabla II. Períodos de diseño

Tipo de estructura	Período de diseño
Obras civiles	20 años
Equipo mecánico	De 5 a 10 años

Fuente: elaboración propia.

En el caso del presente proyecto, se adoptó un período de diseño de 20 años en conjunto con la municipalidad de Jutiapa.

2.1.7.3. Población de diseño

Es la población a futuro para la que ha sido diseñado el sistema de distribución de agua potable.

Las proyecciones de la población son pronósticos que se hacen con base a datos estadísticos de censos poblacionales, que se hayan realizado en el pasado.

2.1.7.4. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento de una población es la variable demográfica que expresa la diferencia entre el número de nacimientos y las defunciones en un área determinada a lo largo de un periodo concreto de tiempo.

La tasa de crecimiento tiende a ser variable, debido a las características sociales, culturales y económicas de la población.

“Para la aldea La Majada se utilizará una tasa de crecimiento poblacional de 2,50 % anual, según el último censo del Instituto Nacional de Estadística (ver tasas de crecimiento poblacional de Departamentos de Guatemala en anexos).”¹

2.1.7.5. Población actual

La aldea La Majada tiene una población actual, la cual será beneficiada, de 785 habitantes.

2.1.7.6. Población futura

Existen diferentes métodos estadísticos para calcular la población futura, entre ellos están:

- Incremento aritmético
- Incremento geométrico
- Método gráfico

¹ INE. *Tasa de crecimiento obtenida en base a los censos realizados en los años 1994 y 2002 por el Instituto Nacional de Estadística.* p. 49.

Para estimar la población de diseño, se utilizó el método geométrico, involucrando en forma directa a la población actual que será beneficiada con el diseño y la tasa de crecimiento del lugar.

La fórmula para calcular la población de diseño es la siguiente:

$$P_f = P_o(1 + r)^n$$

Donde:

- P_f = población futura
- P_o = población inicial
- r = incremento poblacional, porcentual
- n = periodo de diseño

Sustituyendo:

$$P_f = 785(1 + 0,025)^{20}$$

$$P_f = 1,287 \text{ habitantes}$$

2.1.7.7. Factores de consumo

Se sabe que el consumo de agua no es uniforme en todas las horas del día, se puede ver, como ejemplo, que en horario nocturno va disminuyendo el consumo: que pasa, de ser grande, a casi nulo y al transcurrir las horas se va modificando el valor de consumo, hasta que cierta hora del día el consumo alcanza el valor máximo. En poblaciones pequeñas los cambios son mayores, es decir, que a mayor población corresponde un factor de menor valor y viceversa; entre estos factores están los siguientes:

- Factor de día máximo (FDM)

Se define como la relación que existe entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo diario relativo a ese año.

Según la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Instituto de Fomento Municipal (Infom), se tienen los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FDM = 1,2
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FDM = 1,2 A 1,8

Para este proyecto se adoptó el FDM DE 1,2.

- Factor de hora máximo (FHM)

Como su nombre lo indica se refiere a que durante el día hay horas en que los consumos son máximos, debido al uso simultáneo del servicio por parte de la mayoría de habitantes de una comunidad.

De acuerdo a la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Infom, se tiene los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FHM = 2,0.
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FHM = de 2,0 a 3,0.

Para este proyecto se adoptó el FHM DE 2,0.

2.1.7.8. Caudales de diseño

Los caudales de diseño son los consumos mínimos de agua requeridos por la población que se va a abastecer en un sistema de agua potable. Los caudales que se utilizan son los siguientes: caudal medio diario, caudal máximo diario y caudal máximo horario.

- Caudal medio diario (Q_m)

Es la cantidad de agua consumida por la población, durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año. El caudal medio diario para este proyecto, se calculó por medio de la expresión formulada en la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Infom, esta es la siguiente:

$$Q_m = \frac{\text{dotación} * \text{población futura}}{86\,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_m = \frac{120 \text{ lts/hab/día} * 1\,287 \text{ hab}}{86\,400 \text{ seg/día}}$$

$$Q_m = 1,79 \text{ lts/seg}$$

- Caudal máximo diario (Qmd)

Es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año. Es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo. El factor de día máximo oscila entre 1,2 y 1,8. Para este proyecto, se tomará un factor de 1,2, ya que se tiene una población futura mayor a 1 000 habitantes.

$$QMD = \text{Factor día máximo} * Q_m$$

$$QMD = 1,2 * 1,79 \text{ lts/seg}$$

$$Qmd = 2,15 \text{ lts/seg}$$

- Caudal máximo horario (Qmh)

Es el máximo caudal producido durante una hora en un período de observación de un año y este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima. Este factor se encuentra entre 2 y 3. Para este proyecto, se tomará un factor de 2, ya que se tiene una población futura mayor a 1 000 habitantes.

$$QMH = \text{Factor hora máxima} * Q_m$$

$$QMH = 2 * 1,79 \text{ lts/seg}$$

$$QMH = 3,58 \text{ lts/seg}$$

- Caudal de bombeo (Q_b)

Cuando el sistema exige ser diseñado por bombeo se requiere considerar un caudal de bombeo suficiente para abastecer el consumo máximo diario en un determinado periodo de bombeo.

Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el periodo de bombeo, el cual se determina en función del caudal que proporcionara la fuente. Dicho periodo afecta directamente el diámetro de la tubería de descarga, la potencia de la bomba y las dimensiones del tanque de alimentación. Se recomienda que el periodo de bombeo sea de 12 a 18 horas por día para motores eléctricos según Unepar.

Es importante aclarar que el equipo de bombeo es el que se diseña para un periodo de 5 a 10 años, mas no el resto de los componentes del sistema; por lo que la tubería de descarga debe diseñarse de tal manera que sea suficiente para abastecer a la población futura.

Este caudal será bombeado a través de toda la línea de conducción hasta el tanque de distribución. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{No. de horas de bombeo}$$

Con 10 horas de bombeo, la expresión queda de la siguiente manera:

$$Q_b = \frac{2,15 * 24}{10} = 5,16 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{aforo} > Q_{bombeo}$$

$$10,1 \text{ lt/s} > 5,16 \text{ lt/s}$$

Analizando los datos obtenidos, el caudal de bombeo necesario es menor al que proporciona la fuente de captación, por lo que cumple con lo requerido siendo aceptable.

De tenerse demandas inesperadas, se recomienda un máximo de 18 horas al día. De cualquier manera, debe consultarse al fabricante de los equipos.

2.1.7.9. Velocidades

De conformidad con la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Infom, se adoptarán las siguientes velocidades de diseño:

- Para conducción
 - Mínima = 0,40 m/seg
 - Máxima = 3,0 m/seg

- Para distribución
 - Mínima = 0,60 m/seg
 - Máxima = 3,0 m/seg

2.1.7.10. Presiones

Para la línea de impulsión, se usará tubería de PVC, de resistencia adecuada según su diseño.

Para la línea de distribución se utilizará la tubería de cloruro de polivinilo (PVC) bajo las denominaciones SDR (relación de diámetros exterior, espesor de pared del tubo), de las cuales se usarán la siguientes:

- Presión de trabajo de 125 PSI (88 mca)
- Presión de trabajo de 160 PSI (113 mca)
- Presión de trabajo de 250 PSI (176 mca)
- Presión de trabajo de 315 PSI (222 mca)

Además, existen dos tipos de presiones: dinámica y estática.

- Presión dinámica

Presión que ejerce un flujo cuando existe consumo en la red. Cuando hay movimiento, la presión estática modifica su valor y disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería. Lo que era altura de carga estática ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se llama pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía con respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

Las presiones en la impulsión no deben exceder a la presión de trabajo de las tuberías.

- Presión estática

Presión que ejerce un fluido cuando no existe consumo en la red generalmente en horas de la noche. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. La presión hidrostática o estática máxima será de 60 metros columna de agua (mca).

2.1.7.11. Línea piezométrica

Es la forma gráfica de representar los cambios de presión en la tubería; puede ser interpretada de la siguiente manera:

- Distancia vertical que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada nudo, y representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido a partir del tanque de distribución hasta el punto de estudio.
- Distancia vertical entre la línea piezométrica y la tubería representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en el recorrido del agua dentro de la tubería.
- La pendiente de la línea piezométrica representa la cantidad de altura de presión que se está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua. Mientras mayor sea la velocidad, mayor consumo de presión por metro de tubería existirá.

2.1.8. Pozo mecánico

Es la estructura que permite extraer las aguas que escurren por las corrientes subterráneas o los acuíferos. El agua subterránea puede extraerse de los pozos a través de bombas con motor sumergible eléctrico o bomba centrífuga vertical, con motores eléctricos o de combustible.

Tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para un buen funcionamiento del pozo y sus accesorios.

- El espacio comprendido entre la perforación y el tubo de revestimiento deberá sellarse con mortero rico en cemento hasta una profundidad mínima de 3 metros (sello sanitario).
- El tubo de revestimiento deberá sobresalir un mínimo de 25 centímetros del piso terminado de la caseta de bombeo.
- El acondicionamiento del terreno en los alrededores del pozo debe hacerse de tal forma que garantice que las aguas superficiales drenen hacia fuera.
- Antes de entubar el pozo, deberá correrse un registro eléctrico para establecer el diseño que tendrá la rejilla y su ubicación respecto a los acuíferos a explotar.
- En las zonas adyacentes al acuífero se colocarán rejillas previamente diseñadas de acuerdo a la granulometría del suelo, de tal manera que impidan el paso de arenas que puedan dañar los equipos de bombeo y obstruir el pozo.

- La velocidad del agua de entrada por los orificios o ranuras de la rejilla o en el filtro, no debe exceder de 0,03 metros/segundo. Podrá utilizarse tubo ranurado con soplete de acetileno.
- En acuíferos con material permeable, de diámetro muy pequeño y uniforme, se debe construir un empaque de grava o filtro, alrededor de la rejilla o zona de ranura. Con este fin el espacio anular en la zona de filtración debe tener como mínimo 5 centímetros. (El diámetro de la perforación será 10 centímetros más grande que el diámetro de la tubería de revestimiento).
- Terminada la perforación y después de entubar el pozo debe limpiarse y desarrollarse para sacar los residuos de perforación y conglomerados de arena, utilizando aire comprimido o cubeta mecánica adecuada.
- La producción efectiva de los pozos deberá estimarse con base en la prueba de producción de bombeo continuo, la cual durará como mínimo 24 horas a caudal constante, midiendo caudal y abatimiento del nivel freático, por medio de bomba de capacidad adecuada. Deberá hacerse además una prueba de recuperación también de 24 horas de duración.
- Los materiales de la tubería de revestimiento, rejilla, columna de las bombas y demás elementos en contacto con el agua, deberán ser resistentes a la acción corrosiva de esta y soportar los esfuerzos máximos a que puedan estar sometidos.

2.1.9. Estación de bombeo

Las estaciones de bombeo son un conjunto de estructuras de ingeniería civil, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento (pozo) y la impulsan a un tanque de almacenamiento y distribución.

2.1.9.1. Elementos de la estación de bombeo

Los componentes básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:

- Caseta de bombeo
- Equipo de bombeo
- Equipo generador de energía y fuerza motriz
- Tubería de succión
- Tubería de impulsión
- Válvulas de regulación y control
- Equipos para cloración
- Interruptores de máximo y mínimo nivel
- Tableros de protección y control eléctrico
- Sistema de ventilación, natural o mediante equipos
- Área para el personal de operación
- Cerco de protección para la caseta de bombeo

2.1.9.2. Ubicación de la estación de bombeo

La ubicación de la estación de bombeo debe ser seleccionada de tal manera que permita un funcionamiento seguro y continuo, para lo cual se tendrán los siguientes factores:

- Fácil acceso en las etapas de construcción, operación y mantenimiento
- Protección de la calidad de agua de fuentes contaminantes
- Protección de inundaciones, deslizamientos y crecidas de ríos
- Eficiencia hidráulica del sistema de impulsión o distribución
- Disponibilidad de energía eléctrica, de combustión u otro tipo
- Topografía del terreno
- Características de los suelos

2.1.9.3. Equipo de bombeo

La clave para hacer la selección correcta de la bomba radica en el conocimiento del sistema donde ella trabajará. Cuando se selecciona, diseña y especifica una bomba, puede hacerse una selección errónea por no haber investigado los requisitos totales del sistema. Dejar la responsabilidad de la selección de la bomba al representante del proveedor no es una buena decisión, en vista de que le puede ser difícil o imposible conocer las características y los requisitos totales de la operación.

Los equipos de bombeo tienen la función de elevar el agua desde un tanque de succión o un pozo hacia un tanque de distribución/almacenamiento o puede hacerse directamente a la red de distribución. Los componentes de los equipos de bombeo son: bomba y motor.

2.1.9.4. Bombas

Las bombas son los equipos que transforman la energía mecánica, proporcionada por un motor, en energía potencial (altura del agua), logrando así la conducción del líquido desde un nivel inferior (fuente de agua) a otro superior (tanque de distribución). Las más utilizadas son: centrífuga de eje horizontal, turbina de eje vertical y sumergible.

2.1.9.5. Motor

Son las máquinas que proporcionan energía a las bombas cuyas características son de acuerdo al tipo de bomba a la cual van acopladas. Las fuentes de energía para los motores pueden ser: eléctrica o combustible (gasolina o diésel).

2.1.9.6. Bomba sumergible vertical

Son equipos que tienen la bomba y motor acoplados en forma compacta, de modo que ambos funcionan sumergidos en el punto de captación; se emplea casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical.

Estas bombas se construyen de diámetros pequeños, a fin de poder introducir las perforaciones de los pozos, los cuales exigen diámetros pequeños por razones de costo.

- Impulsor

Son los elementos giratorios en forma de hélice, que realizan el trabajo de convertir la energía mecánica del motor en energía hidráulica.

- Tipos de impulsores

- Impulsor de flujo radial
- Impulsor de flujo axial
- Impulsor de flujo mixto (radial y axial)

- Tazón

Es el elemento complementario del impulsor; hace la función de difusor, el cual permite el flujo del agua entre el impulsor; este es de hierro fundido y pueden ser roscados o atornillados.

- Análisis del sistema

- Diferencia de altura
- Longitud de tubería
- Material de construcción de la tubería
- Válvulas de retención

- Abatimiento específico

Es la diferencia que existe entre el nivel estático y el nivel dinámico, dividido el caudal bombeado (m/GPM).

$$Ae = \frac{\text{nivel dinámico} - \text{nivel estático}}{\text{caudal bombeado}}$$

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Ae = \frac{29,88 \text{ m} - 17,07 \text{ m}}{160 \text{ GPM}}$$
$$Ae = 0,08 \text{ m/GPM}$$

Cuando el nivel estático es muy alto y el nivel dinámico muy bajo, en los arranques iniciales, la carga dinámica total sufre cambios permitiendo diferentes caudales de explotación que provoca daños al pozo (arrastre) y la bomba sumergible (elongación de eje). Se puede corregir con un regulador de flujo o un arrancador suave.

- Pérdidas por fricción

Es la pérdida que se produce en las tuberías y accesorios en la conducción de cualquier líquido.

- Diámetro de la tubería
 - Caudal de bombeo
 - Velocidad del agua
 - Perdida de carga por fricción
 - Longitud de la tubería

- Válvula de retención

Está destinada a impedir una inversión de la circulación. La circulación del líquido en el sentido deseado abre la válvula; al invertirse la circulación, se cierra.

- Cierre rápido
- Espaciamiento: debe ser de 200´ entre cada válvula

- Profundidad de bomba

- Para determinar el *setting* de la bomba, se toma en consideración el nivel dinámico y la proyección de caída del nivel del agua en el área de ubicación del pozo.

- Eficiencia de la bomba

- Se conoce como eficiencia de un equipo de bombeo a la relación entre la potencia de salida y, de entrada, basada en la carga, caudal y caballos de fuerza totales.

- La bomba trabajara con una eficiencia de 70 %.

- Entrada de aire y vórtices: la entrada de aire en la tubería de succión puede ser causada por.

- Piezas y uniones que filtran.

- La formación de vórtices.

- La introducción y liberación de aire (aire enrarecido, aire emulsionado y aire disuelto), por una configuración inadecuada de la entrada de agua a la cisterna y de la tubería de succión de la bomba.

Las condiciones que favorecen la formación de vórtices son:

- Sumergimiento muy pequeño de la tubería de succión
- Altas velocidades de flujo en la succión
- Mala distribución del flujo

La entrada de aire a través de vórtices interfiere con el funcionamiento de las bombas, con las condiciones de cebaje, con el ruido y con el caudal de bombeo.

Para evitar vórtices se debe tener una profundidad mínima y reducir la velocidad de entrada en la boca de succión. Valores hasta 0,90 m/s son aceptables. Se recomienda también instalar una ampliación en forma de campana.

- Panel de control

Dispositivo que se utiliza para tener un control adecuado sobre el sistema que se está operando, este panel controla todas las acciones de la bomba sumergible, junto con lo necesario para el funcionamiento adecuado.

2.1.9.7. Caseta para protección de equipo de bombeo

El dimensionamiento de la caseta de bombeo debe ser adecuado para albergar el total de los equipos necesarios para la elevación del agua. Cuando fuese necesario, la caseta albergara los dispositivos de maniobra y desinfección. Debe permitir facilidad de movimientos, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipos.

El dimensionamiento de la caseta dependerá del tipo de bomba que se emplee, en este caso se utilizará:

- Bomba sumergible: la caseta de bombeo servirá para alojar los circuitos y el tablero de control, eventualmente, el generador y válvulas de accionamiento de la línea de impulsión.

Las dimensiones de la sala de bombas deben permitir igualmente facilidad de movimiento, mantenimiento, montaje, desmontaje, entrada y salida de los equipamientos y además abrigar, cuando fuere el caso, los dispositivos de servicio para maniobra y movilización de las unidades instaladas. Se debe considerar:

- El espacio libre para la circulación en torno a cada bomba; debe preverse de preferencia con un valor mayor a 1,50 m, pero no menor a 1,0 m; en el caso de bombas de escurrimiento axial, la distancia mínima es de tres veces el diámetro de la bomba.

- Todos los accesos a la sala de bombas deben situarse a un mínimo de 1,0 m por encima del nivel máximo del pozo de succión, si fuera el caso.
- Cuando la sobre elevación del piso de la sala de bombas fuera menor que 1,0 m con relación al nivel máximo de agua en el pozo de succión, el asentamiento de la misma debe ser hecho como para una instalación sujeta a inundación.
- En el caso que el piso de la sala de bombas se localiza para debajo del nivel máximo del agua en el pozo de succión, deben ser previstas bombas de drenaje.

La superficie de la sala de bombas deberá ser establecida tomando en cuenta el tamaño del pozo de succión, y las dimensiones complementarias deben ser estudiadas a fin de posibilitar una buena distribución, minimizando la construcción civil.

2.1.9.8. Tubería y accesorios de impulsión

La tubería de impulsión debe ser la más corta posible, evitándose al máximo, piezas especiales como curvas, codos, entre otros. La tubería de impulsión debe ser siempre ascendente hasta alcanzar el tanque. Se pueden admitir pequeños tramos perfectamente horizontales.

La altura máxima de impulsión más las pérdidas de carga, debe satisfacer las especificaciones establecidas por el fabricante de las bombas. Teóricamente, la altura de succión máxima sería de 10,33 m a nivel del mar (una atmósfera), sin embargo, en la práctica es muy raro alcanzar 7,50 m. Para

la mayoría de las bombas centrífugas la altura de succión debe ser inferior a 5 m (los fabricantes generalmente especifican, las condiciones de funcionamiento, para evitar la aparición de fenómenos de cavitación. Para cada tipo de bomba debe ser verificada la altura máxima de succión).

2.1.10. Fórmulas de diseño

- Para el cálculo de la línea de conducción y red de distribución se utilizaron las ecuaciones de continuidad y conservación de la energía, así como la fórmula de Hazen y Williams, empleada para la pérdida de carga en tuberías cerradas a presión. La fórmula de Hazen Williams es:

$$H_f = \frac{(1,743,811 \times L \times Q^{1,852})}{C^{1,852} \times D^{4,87}}$$

Donde:

- H_f = pérdida de carga por fricción en metros.
- L = longitud del tramo en metros.
- Q = caudal conducido en litros/segundos.
- Coeficiente de fricción de Hazen Williams, que depende de la rugosidad del material, para tubería pvc se adoptará un valor de 150 adimensional y de 100.
- C = para tubería de HG.
- D = diámetro interno de la tubería en pulgadas.
- Diámetro máximo de la tubería en pulgadas.

$$D_e = \sqrt{\frac{1,974 \times Q_b}{v}}$$

Donde:

- D_e = diámetro teórico económico
- Q_b = caudal de bombeo
- v = velocidades mínima y máxima del flujo
- Velocidad del flujo

$$v = \frac{1,974 \times Q_b}{D_b^2}$$

Donde:

- v = velocidad en metros/segundo
- Q_b = caudal de bombeo en litros/segundo
- D_b = diámetro en tubería de bombeo
- Pérdidas por velocidad

Las pérdidas por velocidad se deben principalmente por la velocidad y la gravedad que actúa sobre el líquido. Se determina con la fórmula siguiente:

$$H_{fv} = \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

- H_{fv} = pérdida por velocidad
- g = gravedad = $9,8 \text{ m/s}^2$

- v = velocidad del flujo

2.1.11. Diseño hidráulico de impulsión

Se diseñará la línea de impulsión de la estación E- a.1 al tanque de almacenamiento E-a.11, se toman en cuenta criterios como los siguientes:

Diámetros pequeños y equipos de bombeo grandes, con lo cual se tiene un costo mínimo para la tubería, pero máximo por los equipos de bombeo y su operación; diámetros grandes y un equipo de bombeo de baja potencia, resultando costos altos para la tubería y bajos para los equipos y su operación.

2.1.11.1. Optimización del tiempo de bombeo

A continuación, se muestra la optimización del tiempo de bombeo en la siguiente tabla.

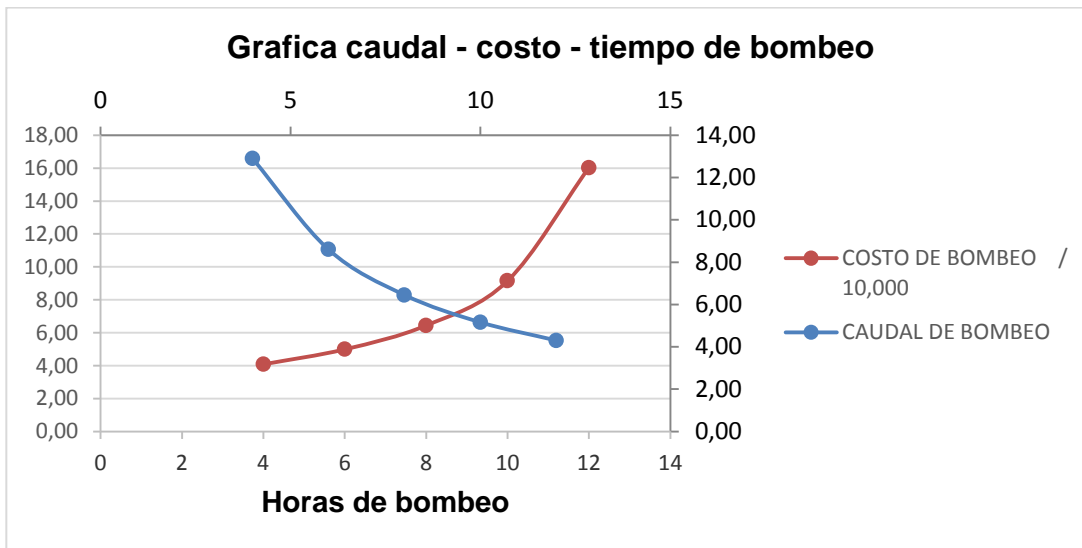
Tabla III. **Tabla resumen para optimizar el tiempo de bombeo**

Horas de bombeo	Caudal de bombeo	HP calculada	Costo de la bomba	Costo de la bomba / 10,000	Costo de la bomba inverso
12	4,30	16,33	Q 40 825,00	4,08	16,03
10	5,16	19,96	Q 49 900,00	4,99	9,15
8	6,45	25,77	Q 64 425,00	6,44	6,44
6	8,60	36,61	Q 91 525,00	9,15	4,99
4	12,90	64,11	Q 160 275,00	16,03	4,08

Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla III se obtendrá la gráfica que dará el caudal exacto y las horas de bombeo necesarias para obtener el equilibrio entre caudal-costo-tiempo de bombeo.

Figura 2. **Gráfica, caudal-costo-tiempo de bombeo**



Fuente: elaboración propia.

La figura 1 muestra que el punto óptimo se tiene en un tiempo de bombeo de 9 horas, pero al analizar el consumo de agua de la comunidad, se determina que se necesitan 10 horas de bombeo diarias para mantener a la población de aldea La Majada abastecida las 24 horas del día. Por lo que se utilizará un tiempo de bombeo de 10 horas diarias.

2.1.11.2. Caudal de bombeo (Q_b)

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{No. de horas de bombeo}$$

Con 10 horas de bombeo, la expresión queda de la siguiente manera:

$$Q_b = \frac{2,15 * 24}{10} = 5,16 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{aforo} > Q_{bombeo}$$

$$10,1 \text{ lt/s} > 5,16 \text{ lt/s}$$

Analizando los datos obtenidos, el caudal de bombeo necesario es menor al que proporciona la fuente de captación, por lo que cumple con lo requerido siendo aceptable.

Para el diseño de la línea de impulsión se tomaron en cuenta los siguientes datos:

- Caudal máximo diario (QMD) = 2,15 lts/s
- Caudal de bombeo (Qb) = 5,16 lts/s
- Nivel estático del pozo = 56 pies = 17,07 metros
- Nivel dinámico del pozo = 98 pies = 29,87 metros
- Altura del tanque semi-enterrado = 19,95 metros
- Distancia del pozo al tanque = 485,92 metros
- Ubicación de la bomba = 460 pies = 140,21 metros
- Producción del pozo 160 gpm = 10,1 lts/s
- Tubería de PVC C = 150 (coeficiente de Hazen Williams)
- Cota pozo E-a.1 = 859,50 metros
- Cota tanque E-a.11 = 879,45 metros
- Tasa de interés de amortización = 15 % anual

- Determinación del diámetro económico

Se procede a calcular, con los rangos de velocidad de $0,60 \text{ m/s} < V < 3 \text{ m/s}$, los diámetros mínimos y máximos que se pueden utilizar para el diseño:

Calculando con velocidad de $0,60$ metros/segundo para obtener el diámetro máximo y la fórmula es la siguiente:

$$D_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{1,974 \times Q_b}{v}}$$

$$D_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{1,974 \times 5,16}{0,60}} = 4,12 \text{ pulgadas}$$

Como factor de seguridad y debido a que la velocidad de 3 m/s es máxima y con ella la tubería trabajaría en condiciones críticas, se calculará con velocidad de 2 m/s para obtener el diámetro máximo y sustituyendo datos se obtiene:

$$D_{\text{máx}} = \sqrt{\frac{1,974 \times 5,16}{2,00}} = 2,25 \text{ pulgadas}$$

Los diámetros obtenidos no son comerciales, hay que aproximarlos, por lo tanto, los diámetros que están dentro de este rango de velocidades son $2''$, $3''$ y $4''$.

Después de obtener los resultados de diámetros teóricos máximos y mínimos, se procede a analizar la pérdida de carga de los diferentes diámetros

comerciales, en este rango, eligiendo el que mejor resultado se obtenga para el diseño hidráulico.

A continuación, se sustituye el diámetro obtenido, obteniendo el siguiente resultado de pérdida para la tubería de impulsión.

$$Hf_{2"} = \frac{1\,743,811 \times 485,92 \times 5,16^{1,852}}{150^{1,852} \times 2^{4,87}} = 56,462 \text{ m}$$

$$Hf_{3"} = \frac{1\,743,811 \times 485,92 \times 5,16^{1,852}}{150^{1,852} \times 3^{4,87}} = 7,834 \text{ m}$$

$$Hf_{4"} = \frac{1\,743,811 \times 485,92 \times 5,16^{1,852}}{150^{1,852} \times 4^{4,87}} = 1,93 \text{ m}$$

A continuación, se determina la potencia de la bomba para cada diámetro en caballos de fuerza utilizando una eficiencia de 70 %.

$$\text{Pot} = \frac{hf \times Qb}{76 \times e}$$

$$\text{Pot}_{2"} = \frac{56,462 \times 5,16}{76 \times 0,70} = 5,48 \text{ Hp}$$

$$\text{Pot}_{3"} = \frac{7,834 \times 5,16}{76 \times 0,70} = 0,76 \text{ Hp}$$

$$\text{Pot}_{4"} = \frac{1,93 \times 5,16}{76 \times 0,70} = 0,19 \text{ Hp}$$

Se convierten los caballos de fuerza a kw, 1 hp = 0,746 kw:

$$\text{Pot}_{2"} = 5,48 \text{ hp} \times 0,746 \text{ kw} = 4,09 \text{ kw}$$

$$\text{Pot}_{3"} = 0,76 \text{ hp} \times 0,746 \text{ kw} = 0,567 \text{ kw}$$

$$\text{Pot}_{4"} = 0,19 \text{ hp} \times 0,746 \text{ kw} = 0,142 \text{ kw}$$

Cálculo de la cantidad de horas de bombeo al mes.

Tb = 10 horas. 10 horas/día x 30 días/ mes Tb = 300 horas/mes

Se determina la energía que se consume al mes:

$$\text{Pot}_2 = 4,09 \text{ kw} \times 300 \text{ hora/mes} = 1227,00 \text{ kw hora/mes}$$

$$\text{Pot}_3 = 0,567 \text{ kw} \times 300 \text{ hora/mes} = 170,1 \text{ kw hora/mes}$$

$$\text{Pot}_4 = 0,142 \text{ kw} \times 300 \text{ hora/mes} = 42,6 \text{ kw hora/mes}$$

Costo de la energía por mes:

$$Q_2 = 1227,00 \text{ kw hora/mes} \times 2,10 \text{ kw hora} = Q 2576,70$$

$$Q_3 = 170,1 \text{ kw hora/mes} \times 2,10 \text{ kw hora} = Q 357,21$$

$$Q_4 = 42,6 \text{ kw hora/mes} \times 2,10 \text{ kw hora} = Q 89,46$$

Cálculo de amortización:

$$A = \frac{r \times (r+1)^n}{(r+1)^n - 1}$$

Donde:

- A = amortización.
- r = tasa de interés de amortización anual = 15 %.
- n = tiempo (número de meses en que se desea pagar la tubería) = 10 años 120 meses.

$$A = \frac{(0,15/12) \times ((0,15/12)+1)^{120}}{((0,15/12)+1)^{120}-1} = 0,016133$$

Cantidad de tubería a utilizar $L/6 = 485,92 \text{ m}/6 \text{ m} = 80,99 = 90$ tubos.

Costo de tubería por mes.

- $\text{Diametro}_{2''} = 0,016133 \times Q \ 175 \times 90 = Q \ 254,095$
- $\text{Diametro}_{3''} = 0,016133 \times Q \ 400 \times 90 = Q \ 580,79$
- $\text{Diametro}_{4''} = 0,016133 \times Q \ 630 \times 90 = Q \ 914,74$
- Costo total = Costo de tubería + costo de bombeo
- $\text{Diametro}_{2''} = Q \ 254,095 + Q \ 2 \ 576,70 = Q \ 2 \ 830,80$
- $\text{Diametro}_{3''} = Q \ 580,79 + Q \ 357,21 = Q \ 938,00$
- $\text{Diametro}_{4''} = Q \ 914,74 + Q \ 89,46 = Q \ 1 \ 004,20$

El diámetro económico es el de 3". Se procede a calcular la velocidad que se obtiene utilizando el diámetro seleccionado.

$$V = \frac{1,974 \times Qb}{Db^2}$$
$$V_{3''} = \frac{1,974 \times 5,16}{3,088^2} = 1,07 \text{ m/seg}$$

La velocidad cumple. Se utilizará tubería de 3" pulgadas SDR 17 de 250 PSI con diámetro interior de 3,088 pulgadas.

- Cálculo de la carga dinámica total (CDT)

Es la unificación de todas las pérdidas que afectan la subida del agua al tanque de distribución.

- Cálculo de las pérdidas en el tramo 1 (PVC) (bomba – brocal)

Pérdida por altura = nivel dinámico del pozo = 29,87 metros

Pérdidas de carga por fricción o longitud de tubería en tramo 1:

$$H_{fv3''} \text{ tramo 1} = \frac{1743,811 \times 29,87 \times 5,16^{1,852}}{150^{1,852} \times 3,088^{4,87}} = 0,4185 \text{ m}$$

Pérdidas por velocidad en tramo 1:

$$H_{fv3''} = v^2 / 2 \times g$$

$$H_{fv3''} = \frac{1,07^2}{2 \times 9,8} = 0,0584 \text{ m}$$

Pérdidas menores en tramo 1.

Las pérdidas menores son ocasionadas por el uso de accesorios en la tubería. Por lo que se asume un 10 % de las pérdidas por fricción.

$$H_{fm} = 0,1 \times H_f$$

$$H_{fm} = 0,1 \times 0,4185$$

$$H_{fm} = 0,04185 \text{ m}$$

Tabla IV. **Carga dinámica total para tramo 1 bomba-brocal**

Carga dinámica total bomba-brocal		3"	
1	Altura	29,87	m
2	Pérdida de carga por longitud	0,4185	m
3	Pérdidas por velocidad	0,0584	m
4	Pérdidas menores	0,04185	m
Carga dinámica total (CDT) bomba- brocal		30,39	m

Fuente: elaboración propia.

Con la tabla anterior se puede identificar una pérdida favorable a las necesidades del diseño, sin descuidar las velocidades admisibles.

- Tramo 2. Tubería de descarga brocal-tanque (PVC)

Es la que se coloca inmediatamente a la salida del pozo, generalmente, en abastecimiento de agua potable en el área rural. Esta tubería descarga líquido a un tanque de almacenamiento, aunque se podría conectar directamente a la tubería de distribución.

Para minimizar la resistencia al paso del agua y eliminar formaciones de aire, es conveniente considerar, en el diseño e instalación de la tubería de descarga, las siguientes reglas:

- Esta tubería debe colocarse en la ruta más directa posible, desde la bomba, hasta el punto de descarga, lo que aminora la resistencia al paso del agua.

- Cuando se usen vueltas o dobleces, deben de ser de radio grande, lo que mantendrá al mínimo la resistencia al paso del agua.
- Las cantidades de cambios de dirección, válvulas y accesorios, deben ser mínimas; sin embargo, en lugares bajos, deben instalarse válvulas de limpieza y, si es requerido, en los picos de la línea, deberán colocarse válvulas de extracción de aire.
- Cuando se contemple la conexión de más de una bomba a una misma tubería de descarga, se recomienda el uso de accesorios que conduzcan el fluido por la ruta más directa; usando, por ejemplo: ye o codos de mínimo ángulo.

A continuación, se calculará la carga dinámica total para el tramo 2 brocal – tanque.

Pérdida por altura = 19,95 metros.

Pérdidas de carga por fricción o longitud de tubería en tramo 2.

$$Hf_{3'' \text{ tramo } 2} = \frac{1743,811 \times 485,92 \times 5.16^{1,852}}{150^{1,852} \times 3,088^{4,87}} = 6,81 \text{ m}$$

Pérdidas por velocidad en tramo 2:

La pérdida por velocidad en este tramo es la misma del tramo 1 debido a que la velocidad se mantiene.

$$Hfv3'' = \frac{v^2}{2g}$$

$$Hfv3'' = \frac{1,07^2}{2 \times 9,8} = 0,0584 \text{ m}$$

Pérdidas menores en tramo 2:

Las perdidas menores son ocasionadas por el uso de accesorios en la tubería. Por lo que se asume un 10 % de las perdidas por fricción.

$$Hfm = 0,1 \times Hf$$

$$Hfm = 0,1 \times 6,81$$

$$Hfm = 0,681 \text{ m}$$

Con los datos obtenidos anteriormente se obtiene la carga dinámica total (CDT) para el tramo 2, de la siguiente manera:

Tabla V. **Carga dinámica total para tramo 2 brocal-tanque**

Carga dinámica total brocal-tanque		3"	
1	Altura	19,95	m
2	Pérdida de carga por longitud	6,81	m
3	Pérdidas por velocidad	0,0584	m
4	Pérdidas menores	0,681	m
Carga dinámica total (CDT) brocal- tanque		27,50	m

Fuente: elaboración propia.

La carga dinámica total que corresponde a toda la línea de impulsión sería:

$$CDT = CDT_{(\text{tramo 1})} + CDT_{(\text{tramo 2})} + 5 \text{ m (altura de reserva o por ondulaci3n de la tuber3a)}$$

$$CDT = 30,39 + 27,50 + 5 = 62,89 \text{ m}$$

- Potencia del equipo de bombeo

La potencia de la bomba debe garantizar el buen funcionamiento del sistema, ya que es parte esencial de este. Para obtener la potencia de la bomba se utiliza la f3rmula siguiente.

Utilizando una eficiencia del 70 % para la bomba se obtiene:

$$Pot = \frac{CDT \times Qb}{76 \times e}$$

$$Pot_{3''} = \frac{62,89 * 5,16}{76 \times 0,70} = 6,10 \text{ Hp}$$

$$Pot \approx 10 \text{ HP}$$

Por no existir una bomba con la potencia calculada se opta por una de 10 HP tipo sumergible.

Tabla VI. **Diseño final de la bomba**

Tiempo de bombeo	10	Horas
Caudal de bombeo	5,16	l/s
Potencia de la bomba	10	Hp
Tuber3a de succi3n PVC	3	Plg
P3rdida de carga en succi3n	30,39	Metros
Velocidad en succi3n	1,07	m/s
Tuber3a de descarga PVC	3	Plg
P3rdida de carga	27,50	Metros
Velocidad en descarga	1,07	m/s
Carga din3mica total	62,89	Metros

Fuente: elaboraci3n propia.

2.1.12. Verificación del golpe de ariete

Para la protección del equipo de bombeo y la tubería de conducción, se deben considerar los efectos producidos por el fenómeno denominado golpe de ariete.

El golpe de ariete se produce al momento del cierre repentino de una válvula o por el paro o arranque de la bomba. Este fenómeno puede provocar ruptura o aplastamiento. Por lo tanto, hay que verificar que la tubería pueda resistir la sobrepresión generada. Para reducir el golpe de ariete se puede colocar una válvula de alivio.

Para los cálculos de la sobrepresión del golpe de ariete, antes es necesario realizar el cálculo de la celeridad y se utiliza la siguiente fórmula:

$$a = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} \times \frac{Di}{e}}}$$

Donde:

- A = celeridad o velocidad de onda en metros/segundo
- K = módulo de elasticidad volumétrica del agua = $2,07 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$
- E_{pvc} = módulo de elasticidad de tubería de PVC = $3,00 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$
- Di = diámetro interno de la tubería de 3" PVC = 78,44 mm
- e = espesor de pared de la tubería de 3" PVC = 5,23 mm

$$a = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{2,07E4}{3,00E4} \times \frac{78,44}{5,23}}} = 421,52 \text{ metros/segundo}$$

Para realizar el cálculo de sobrepresión se utiliza la siguiente fórmula:

$$SP = (a \times v) / g$$

Donde:

- SP = sobre presión en metros
- A = celeridad o velocidad de onda en metros/segundos
- g = gravedad 9,81 metros/segundo²
- v = velocidad en metros/segundo

Al sustituir los datos se obtiene:

$$SP = (421,52 \times 1,07) / 9,8 = 46,02 \text{ m}$$

Para situaciones extremas se verifica el golpe de ariete con una presión total de:

$$CGA = CDT + SP$$

Donde:

- CGA = carga con golpe de ariete en m
- CDT = carga dinámica total
- SP = sobre presión

$$CGA = 62,89 + 46,02 \text{ m} = 108,91 \text{ m}$$

Convertir m.c.a a lb/plg²:

$$CGA = 108,91 \times 1,419 = 154,55 \text{ lb/plg}^2$$

$P_{\max} = 154,55 \text{ lb/plg}^2 < 250 \text{ lb/plg}^2$, de manera que la tubería PVC clase 250 psi SDR 17, resiste dicha presión; también, colocar un cheque horizontal después de la bomba, para que el agua no regrese y ocasione daños en la bomba.

2.1.13. Tanque de distribución

Se diseñó un tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo, con losa de concreto reforzada, provista de boca de inspección con tapa sanitaria, para efectos de inspección y reparación. Dicha tapa es de concreto armado, hermética y tiene cierre de seguridad.

El tanque de distribución tiene instalaciones para ventilación, rebalse y limpieza.

El volumen del tanque de almacenamiento se debe calcular de acuerdo a la demanda real de la comunidad. Sin embargo, en el literal 5.5.3 de la Guía para el diseño de Unepar indica que, al no contar con estudios de dicha demanda en sistemas por gravedad, se puede adoptar de 25 % a 40 % y si es por bombeo se debe utilizar de 40 % a 65 % del caudal medio diario en sistemas por bombeo.

- Volumen del tanque

$$V_{\text{tanque}} = \frac{Fv * Qm * \frac{24 \text{ horas}}{\text{día}} * 3\,600 \text{ seg/hora}}{1\,000 \text{ litros/m}^3} = 86,40 * fv * Qm$$

- V_{tanque} = volumen del tanque
- F_v = factor según normas INFOM en sistemas por gravedad y bombeo
- Q_m = caudal medio diario

Sustituyendo en ecuación anterior:

$$V_{\text{tanque}} = 86,40 * 0,5 * 1,79 = 77,32 \text{ m}^3 \approx 80 \text{ m}^3$$

Las medidas del tanque son las siguientes:

- Base = 7,00 metros
- Ancho = 5,5 metros
- Altura = 2,10 metros

Las dimensiones que ocupará el agua en el tanque son 5,5 m de ancho, 7 m de largo y 2,10 m de altura. La altura del tanque debe estar por encima de la altura del nivel de agua. En el diseño realizado se contemplaron 20 cm adicionales, por lo que la altura del interior del tanque será de 2,30 m.

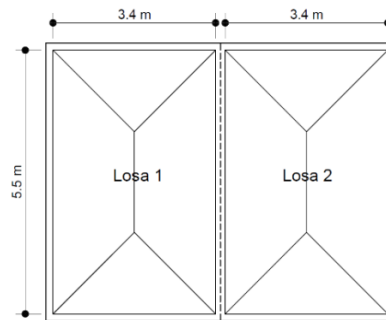
El tanque semienterrado para el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea La Majada se compone de una losa de concreto reforzado y de muros de concreto ciclópeo, los cuales se diseñan como se muestra a continuación

2.1.13.1. Losa de concreto reforzado

Una losa de concreto reforzado es un elemento estructural que, en este caso, sirve como cubierta y protección para el agua. Para el diseño de la losa de concreto reforzado se utilizará el método 3 del código ACI 318S – 11. Este

método utiliza coeficientes basados en análisis elástico donde el momento de diseño en cada dirección es menor a cierta cantidad del momento máximo elástico.

Figura 3. **Losa del tanque**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD civil 3D 2017.

- Relación de lado corto (a) y largo (b)

$$m = \frac{a}{b}$$
$$m = \frac{3,40}{5,50} = 0,618$$

Si la relación m es menor a 0,5, la losa se considera en una dirección. Si la relación m es mayor o igual a 0,5, la losa se considera en dos direcciones. La losa del tanque de abastecimiento se considera en dos direcciones, por lo que se procede a calcular su espesor.

- Espesor de losa

$$t = \frac{\text{Perimetro}}{180}$$

$$t = \frac{2 \times 3,40 + 2 \times 5,50}{180} = 0,0988 \approx 0,10 \text{ m}$$

- Integración de cargas

Para la integración de cargas se considerará la franja unitaria de 1 m.

- Carga muerta (CM): se agregará a esta una sobrecarga de 60 kg/m² por acabados y demás.

$$Cm = (2400 \text{ kg/m}^3 * 0,10 \text{ m} + 60 \text{ kg/m}^2) * 1 \text{ m} = 300 \text{ kg/m}$$

- Carga viva (CV): azoteas sin acceso horizontal o inclinadas; acorde a AGIES NSE 2, capítulo 3, sección 3.4, Cargas vivas de uso frecuente.

$$CV = 100 \text{ kg/m}^2 * 1 \text{ m} = 100 \text{ kg/m}$$

- Combinación de carga última (CU): resistencia mínima requerida; acorde a ACI 318S – 11, apéndice C, sección C.9.2, Resistencia requerida.

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CV$$

$$CU = 1,4 (300 \text{ kg/m}) + 1,7 (100 \text{ kg/m}) = 590 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos

Para el cálculo de momentos se utilizará el método 3 del código de construcción ACI, el cual proporciona coeficientes para momentos positivos y negativos, estos coeficientes dependen de la continuidad que tenga la losa en todos sus extremos y de la relación de lado corto y largo.

La losa en análisis cuenta con continuidad en uno de sus extremos largos (caso 6 del método 3 del reglamento ACI) y tiene una relación $m = 0,618$. Por lo tanto:

$$losa\ 1 = losa\ 2$$

$$MA (-) = C_{A\ neg} \times w \times A_2 = 0,093 \times 590\ kg/m^2 \times 3,40^2 = 634,30\ kg - m$$

$$MA (+) = C_{A\ pos} \times w \times A_2 = 0,054 \times 590\ kg/m^2 \times 3,40^2 = 368,31\ kg - m$$

$$MB (-) = C_{B\ neg} \times w \times A_2 = 0\ kg - m$$

$$MB (+) = C_{B\ pos} \times w \times A_2 = 0,007 \times 590\ kg/m^2 \times 5,50^2 = 124,94\ kg - m$$

El momento negativo en B es cero porque es una losa simplemente apoyada, por tanto, se toma 1/3 del valor del momento negativo A.

$$Losa\ 1 = Losa\ 2$$

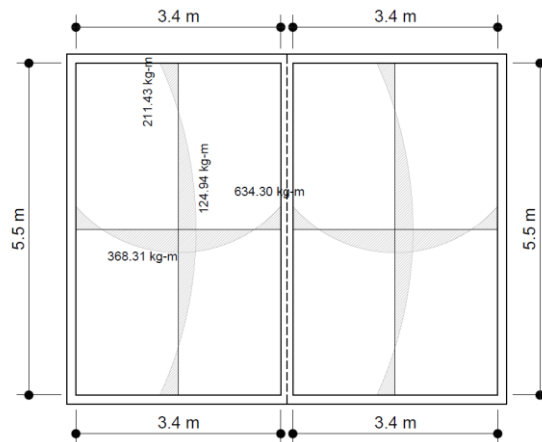
$$MB (-) = 1/3\ MA (-)$$

$$MB (-) = \frac{1}{3} \times 634,30\ kg - m = 211,433\ kg - m$$

Existen casos en los que el coeficiente es diferente en el cálculo de un momento positivo para carga viva y para carga muerta, por lo que se deben dividir las cargas; sus factores de amplificación deben acompañar a cada carga,

respectivamente. En el cálculo previo se tiene el mismo factor para ambas cargas, por lo que se utilizó la carga última.

Figura 4. Diagrama de momentos en losa



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD civil 3D 2017.

- Refuerzo mínimo requerido

Para el cálculo de refuerzo mínimo requerido es necesario determinar el peralte efectivo de la losa. Este depende del espesor de la losa, la varilla a utilizar y el recubrimiento. Se consideró varilla núm. 3 y un recubrimiento de 2,5 cm.

$$d = t - rec - \phi/2$$

$$d = 10 \text{ cm} - 2,5 \text{ cm} - 0,95/2 = 7,025 \text{ cm}$$

Con el peralte efectivo se procede a calcular el refuerzo mínimo considerando la franja unitaria acorde al reglamento ACI 318S – 11, capítulo 21, sección 21,5.

- Peralte efectivo (d) = 7,025 cm o franja unitaria (b) = 100 cm resistencia a la fluencia del acero (f_y) = 2 810 kg/cm²

$$As \text{ mín} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$As \text{ mín} = \frac{14,1}{2\ 810} * 100 * 7,025 = 3,53 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo requerido por momento de mayor magnitud

De todos los momentos obtenidos, el de mayor magnitud es 634,30 kg-m. Para el cálculo del área de acero se utilizará el método de iteraciones con expresiones del reglamento ACI 318S – 11. Las expresiones son las siguientes:

$$Mu = \phi * As * f_y * (d - \frac{a}{2})$$

$$As = \frac{Mo * 100}{0,9 * f_y * (d - a/2)}$$

$$a = \frac{As * f_y}{0,85 * f'c * b}$$

El método relaciona las dos expresiones mediante su área de acero y la distancia 'a' asumida, que representa la distancia desde la fibra de deformación unitaria máxima al eje neutro. Acorde a la relación mencionada, se obtiene el área de acero final requerida.

Las iteraciones se realizaron con los siguientes datos:

- Peralte efectivo (d) = 7,025 cm (calculado anteriormente)
- Franja unitaria (b) = 100 cm
- Resistencia a la fluencia del acero (f_y) = 2 810 kg/cm²
- Resistencia a la compresión del concreto (f'_c) = 210 kg/cm²
- Momento de análisis (M_o) = 634,30 kg-m
- Distancia de fibra de deformación al eje neutro asumida (a) = 5 cm

El valor de A_s convergió en 5 iteraciones, como se muestra a continuación:

Tabla VII. **Área de acero (A_s)**

Iteraciones		
Convergencia de (A_s)		Unidad
As1	5,55	cm ²
a2	0,87	cm
As2	3,81	cm ²
a3	0,6	cm
As3	3,73	cm ²
a4	0,59	cm
As4	3,73	cm ²
a5	0,59	cm
As5	3,73	cm ²

Fuente: elaboración propia.

El refuerzo requerido para el momento de mayor magnitud es 3,73 cm²; este es mayor al valor del refuerzo mínimo requerido según ACI 318S – 11. Por lo tanto, se diseñará la losa con el refuerzo calculado con el momento mayor

(3,73 cm²) en ambos sentidos. Es importante reiterar que el valor del refuerzo es por franja unitaria, por lo que son 3,73 cm² por cada metro lineal de losa.

- Espaciamiento requerido

El cálculo del espaciamiento depende de la varilla a utilizar. Para el diseño se consideró varilla No. 3 y se determina de la siguiente manera:

- Área de varilla (A_{var}) = 0,712 cm²
- Franja unitaria (b) = 100 cm
- Área requerida (A_s) = 3,73 cm²

$$S = \frac{A_{var} * b}{A_s}$$
$$S = \frac{0,712 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{3,73 \text{ cm}^2} = 19,09 \text{ cm} \approx 18 \text{ cm}$$

La losa diseñada tendrá un espesor de 10 cm, con un refuerzo de acero compuesto por varillas No. 3 a cada 18 cm en ambos sentidos.

2.1.13.2. Diseño de viga soporte de losa

Debido a la forma geométrica del tanque de distribución, fue necesario incorporar en su estructura una viga, que servirá de soporte de la losa. En la figura se detalla el área tributaria sobre la viga y el muro luego integrando cargas y haciendo el respectivo análisis estructural sobre la viga se obtienen los siguientes datos:

Datos:

- $b = 20 \text{ cm}$
- Carga viva = 100 kg/m^2
- $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $d = 36 \text{ cm}$
- $L = 5,50 \text{ m}$
- $SC = 60 \text{ kg/m}^2$
- $r = 4 \text{ cm}$

$$M(+) = 6\,213,39 \text{ kg-m} \quad Vu = 2\,728,8 \text{ kg}$$

Chequeando (h/b) donde $1,5 \leq (h/b) \leq 3$ $(40/20) = 2$

Límites de acero: antes de diseñar el acero longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe estar este, según los criterios siguientes:

$$As_{\text{mín}} = \rho_{\text{mín}} \times bd \text{ donde } \rho_{\text{mín}} = 14,1/f_y$$

$$As_{\text{máx}} = \rho_{\text{máx}} \times bd \text{ donde } \rho_{\text{máx}} = \varphi \times \rho_{\text{bal}} \text{ y } \rho_{\text{bal}} = \left(\frac{0,003 * Es * 0,85^2 * f'_c}{f_y * (f_y + 0,003 * Es)} \right)$$

$\varphi = 0,5$ en zona sísmica; $\varphi = 0,75$ en zona no sísmica

Sustituyendo datos:

$$As_{\text{mín}} = \frac{14,1}{2\,810} * 20 * 36 = 3,61 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{máx}} = 0,5 * \left(\frac{210 * 6\,090 * 0,85^2}{2\,810 * (2\,810 + 6\,090)} \right) * 20 * 36 = 13,30 \text{ cm}^2$$

Donde:

$$A_{s\text{mín}} \leq A_{s\text{requerido}} \leq A_{s\text{máx}}$$

- Acero longitudinal: por medio de los momentos dados se procede a calcular las áreas de acero con la fórmula:

$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 f'c}} \right] * \frac{0,85 * f'c}{f_y}$$

Sustituyendo datos:

$$A_s = \left[20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{6213,39 * 20}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810} = 7,43 \text{ cm}^2$$

Luego de calcular el A_s , se procede a colocar varillas de acero de tal forma que el área de ellas supla lo solicitado en los cálculos de A_s ; esto se hace tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos: $A_{s\text{mín}}$ para $M(-)$: en la cama superior, donde actúan momentos negativos, se debe colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{s\text{mín}} = 3,61 \text{ cm}^2, 2 \text{ varillas núm. 5 mínimo}$$

$$A_{s\text{mín}}; 33 \% \text{ del } A_s \text{ calculada para el } M(-) \quad 0,33 \times 0 = 0 \text{ cm}^2$$

$$\text{para este caso usará 3 varillas núm.4, } 3 \times 1,7 = 3,81 > 3,61 \text{ cm}^2$$

- $A_{s\text{mín}}$ para $M(+)$: en la cama inferior, donde actúan momentos positivos, se debe colocar, como mínimo, dos o más varillas corridas de acero, tomando el mayor de los siguientes valores:

$$A_{smin} = 3,61 \text{ cm}^2, 2 \text{ varillas núm. 5 mínimo}$$

$$A_{smin}: 50 \% \text{ del As calculada para el } M(+), 0,50 * 7,43 = 3,72 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin}: 50 \% \text{ del As calculada para el } M(-), 0,50 * 0 = 0 \text{ cm}^2$$

Se observa que la cama inferior, constituirá dos varillas corridas núm. 5 con un área de $3,87 \text{ cm}^2$, que son los valores más altos. El resto del acero, se coloca como bastones usando la fórmula siguiente:

$$A_{sriel} = A_{s\text{total}} - A_{s\text{min corrido}}$$

Sustituyendo datos:

$$A_{sriel} = 7,43 - 2 * 1,935 = 3,56 \text{ cm}^2$$

Usar 2 núm. 5 como bastón.

- Acero transversal (estribos): el objetivo de colocar acero transversal es: por armado; para mantener el refuerzo longitudinal en la posición deseada, y para contrarrestar los esfuerzos de corte; esto último en caso que la sección de concreto no fuera suficiente para cumplir esta función. El procedimiento a seguir es el siguiente:

Cálculo de corte que resiste el concreto:

$$V_R = 0,85 * 0,53(f'c)^{\frac{1}{2}} * b * d$$

$$V_R = 0,85 * 0,53(210)^{1/2} * 20 * 36 = 4\,700,42 \text{ kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si $V_R \geq V_U$ la viga necesita estribos solo por armado

Si $V_R < V_U$ se diseñan estribos por corte

Para este caso $V_R > V_U$ ($4\,700,42 > 2\,728,80$) necesita estribos sólo por armado.

$S_{max} = d/2 = 36/2 = 18\text{ cm}$ usar, varilla núm. 2 @ 15 cm

2.1.13.3. Muros de concreto ciclópeo

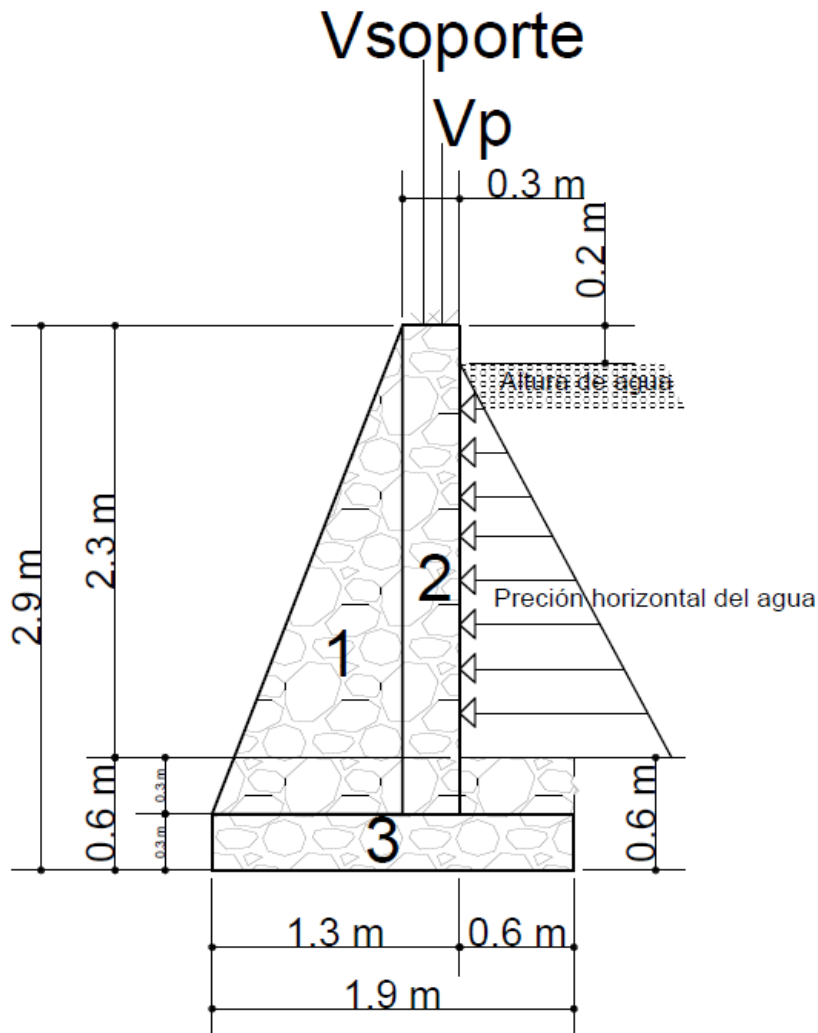
Los muros de concreto ciclópeo serán de tipo voladizo debido a que la geometría de estos se acopla convenientemente a las dimensiones del volumen de agua. Los datos para realizar el diseño son:

- Peso específico del concreto ciclópeo (γ_c) = $2\,300\text{ kg/m}^3$
- Peso específico del agua (γ_a) = $1\,000\text{ kg/m}^3$
- Peso específico del suelo (γ_s) = $1\,709\text{ kg/m}^3$
- Capacidad soporte del suelo (q) = $20\,000\text{ kg/m}^2$
- Ángulo de fricción interna del suelo (ϕ) = 30°

Los datos de capacidad soporte del suelo, ángulo de fricción interna y peso específico del suelo fueron proporcionados por la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad. Estos valores fueron obtenidos de estudios realizados por la misma en sitios aledaños a aldea La Majada. Para las verificaciones del muro se utilizará un factor de seguridad de 1,5.

Para el muro de concreto ciclópeo, conjunto a la municipalidad, se consideraron las siguientes dimensiones:

Figura 5. Dimensiones del muro de concreto ciclópeo



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2017.

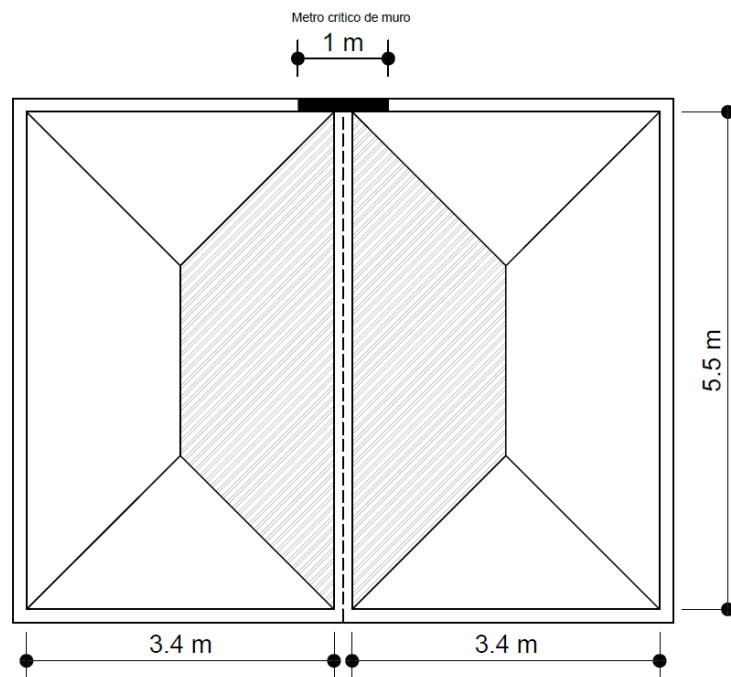
Se considera una viga perimetral con dimensiones de 20 cm de alto y 15 cm de base por encima del muro a diseñar. No se realizó un análisis estructural para este elemento debido que está soportada por el muro (no trabaja a flexión). Su función es simplemente soportar la carga de la losa y facilitar el amarre del refuerzo (solera de corona). Sin embargo, se considerará

su peso para el diseño del muro, tendrá 4 varillas No. 3 + estribos No. 2 a cada 15 cm como refuerzo.

- Cálculo de carga debido a viga en el muro

Para el análisis se eligió la dimensión mayor (b) porque es la que recibe más carga por parte de la losa. La porción de la carga que ejerce la losa sobre la viga de longitud 5,50 m depende del área tributaria de esta.

Figura 6. **Área tributaria en análisis**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2017.

$$A_t = 2 * 9,17 \text{ m}^2 = 18,34 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, el peso debido a cargas de la losa que soporta la viga es:

$$P_{losa} = 18,34 \text{ m}^2 * 590 \text{ kg/m}^2 = 10\,820,60 \text{ kg}$$

$$P_{losa \text{ en análisis}} = \frac{P_{losa}}{2} = 5\,410,30 \text{ kg}$$

El peso propio de la viga soporte es:

$$PP = 5.5 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 0,40 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1,4 = 1\,478,4 \text{ kg}$$

El peso propio de la viga perimetral es:

$$PP = 1 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1,4 = 100,8 \text{ kg}$$

La carga debido a la viga se debe considerar para el análisis estructural. Esta afecta la estabilidad del muro de concreto ciclópeo, debido a que soportará el peso que recae en la viga y la viga propia. Luego se procede a calcular la carga por metro lineal sobre el muro.

$$CU_{muro} = \frac{5\,410,30 \text{ kg} + \frac{1\,478,24}{2} + 100,8 + 50 \text{ kg}(fs)}{1 \text{ m}} = 6\,300,22 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos (muro de concreto ciclópeo)

Para determinar los momentos se considerará el punto inferior izquierdo del muro; se considera la franja unitaria. Los momentos a calcular son:

- Momento por carga de viga

$$M = 6\,300,22 \frac{kg}{m} * 1, m * 1,15 m = 7\,245,25 kg - m$$

- Momento por figura 1

$$1. \quad M = \left(\frac{1}{2} * 1 m * 2,60 m\right) * 0,667 * 2\,300 \frac{kg}{m^3} * 1 m = 1\,994,33 kg - m$$

- Momento por figura 2

$$M = (0,30 m * 2,60 m) * 1,15 m * 2\,300 kg/m^3 * 1 m = 2\,063,10 kg - m$$

- Momento por figura 3

$$M = (0,30 m * 1,90 m) * 0,95 m * 2\,300 kg/m^3 * 1 m = 1\,245,45 kg - m$$

- Sumatoria de momentos del muro

$$\begin{aligned} M_{muro} &= (7\,245,25 + 1\,994,33 + 2\,063,1 + 1\,245,45) kg - m \\ &= 12\,548,13 kg - m \end{aligned}$$

- Momento externo por presión activa (agua)

La presión activa es la presión que ejerce, en este caso, el agua en dirección horizontal hacia el muro de concreto ciclópeo. Por lo tanto:

$$Pa = \frac{1}{2} * 2,10^2 * 1\,000 \frac{kg}{m^3} = 2\,205 kg/m$$

La presión activa ejerce un momento contra el muro, por lo que:

$$Ma = 2\,205 \frac{kg}{m} * 1,30\,m * 1\,m = 2\,866,50\,kg - m$$

- Momento externo por presión pasiva (suelo)

En tanques semienterrados, el suelo ayuda a contener el volumen de agua apoyando estructuralmente al muro de concreto ciclópeo. A la presión generada por el suelo, en este caso, se le denomina presión pasiva.

Se considerará el tanque enterrado a 1 m por encima de la losa inferior.

Para determinar la presión del suelo se necesita calcular el coeficiente 'K'. Este coeficiente depende del ángulo de fricción interna.

$$K = \frac{1 - \text{sen}(\phi)}{1 + \text{sen}(\phi)} = \frac{1 - \text{sen}(30^\circ)}{1 + \text{sen}(30^\circ)} = 0,33$$
$$Ps = \frac{1}{2} * (1,60\,m)^2 * 1709 \frac{kg}{m^3} * 0,33 = 721,88\,kg/m$$

La presión del suelo ejerce un momento contra el muro; este momento es contrario al ejercido por la presión activa, por lo que:

$$Ms = 721,88\,kg/m * (1/3)(1,6\,m) * 1\,m = 385,00\,kg - m$$

- Presión y momento externo resultante

Las presiones del agua y suelo son contrarias al igual que los momentos ejercidos por estas. La diferencia entre ambos representa la presión y momento externo resultante, respectivamente:

- Presión externa resultante

$$Pr = (2\,205\text{ kg/m}) - (721,88\text{ kg/m}) = 1\,483,12\text{ kg/m}$$

- Momento externo resultante

$$Mr = (2\,866,5\text{ kg} - m) - (385\text{ kg} - m) = 2\,481,5\text{ kg} - m$$

- Verificación por volteo

La verificación por volteo depende de los momentos producidos por el muro y el momento externo resultante.

$$FV = \frac{12\,548,13\text{ kg} - m}{2\,481,5\text{ kg} - m} = 5,05$$

El valor obtenido es mayor a 1,5 (factor de seguridad), por lo que la verificación por volteo sí cumple.

- Verificación por deslizamiento

Para realizar la verificación de deslizamiento es necesario determinar el peso del muro más la carga que actúa sobre él (viga). Se considera la franja unitaria, por lo que cada peso es por metro lineal de muro.

$$Pviga = 6\,989,5\text{ kg/m}$$

El peso por metro lineal de muro de la viga fue determinado anteriormente.

$$P_{fig1} = \left(\frac{1}{2} * 1 \text{ m} * 2.60 \text{ m}\right) * 2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2\,990 \text{ kg/m}$$

$$P_{fig2} = (0,30 \text{ m} * 2.60 \text{ m}) * 2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1\,794 \text{ kg/m}$$

$$P_{fig3} = (0,30 \text{ m} * 1.90 \text{ m}) * 2300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1\,311 \text{ kg/m}$$

$$P_{muro} = (6\,989,5 + 2\,990 + 1\,794 + 1\,311) \text{ kg/m} = 13\,084,5 \text{ kg/m}$$

La verificación por deslizamiento depende de un coeficiente de deslizamiento (δ_s), el cual está en función del ángulo de fricción interna del suelo.

Generalmente, el valor oscila entre 0,35 a 0,65.

$$FD = \frac{P_{muro} * 0,7 \tan(\phi) + P_s}{P_a}$$

$$FD = \frac{13\,084,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 0,7 \tan(30) + 721,88 \text{ kg/m}}{2\,205 \text{ kg/m}} = 2,73$$

El valor obtenido es mayor a 1,5 (factor de seguridad), por lo que la verificación por deslizamiento sí cumple.

- Verificación por capacidad soporte del suelo

Para realizar la verificación por capacidad soporte del suelo es necesario determinar la excentricidad de la siguiente manera:

$$e = \frac{Base}{2} * \frac{Mmuro - Mr}{Pmuro}$$

$$e = \frac{1,90 \text{ m}}{2} * \frac{(12548,13 \text{ kg} - m) - (2 \text{ 481,5 kg} - m)}{13 \text{ 084,5 kg}} = 0,73 \text{ m}$$

Se procede a calcular presiones máximas. La presión máxima debe ser menor a la capacidad soporte del suelo para evitar hundimiento. La presión máxima se determina de la siguiente manera:

$$q = \frac{Wmuro}{Base} * \left(1 \pm \frac{6e}{Base}\right)$$

$$q_{max} = \frac{13 \text{ 084,5 kg/m}}{1,90} * \left(1 + \frac{6 * 0,73}{1,90}\right) = 2 \text{ 276,96 kg/m}^2$$

$$2 \text{ 276,96 kg/m}^2 < 20 \text{ 000 kg/m}^2$$

La presión máxima no excede la capacidad soporte del suelo, es decir cumple la condición mencionada por lo que no habrá hundimiento y no se requieren esfuerzos de tensión por parte del suelo.

Por lo tanto, las dimensiones del muro de concreto ciclópeo son adecuadas para el tanque de abastecimiento de aldea La Majada.

- Losa inferior

La losa inferior será de 30 cm de espesor compuesta por concreto ciclópeo, debido a que no poseerá refuerzo de acero. Generalmente las losas inferiores de los tanques de abastecimiento cuentan con un espesor

relativamente grande. También, se puede contemplar una losa de 15 cm de concreto ciclópeo y otra de 15 cm de concreto estándar por encima de esta. La losa de concreto estándar puede contener el refuerzo mínimo por temperatura para evitar agrietamiento y posibles filtraciones en la parte inferior del tanque.

2.1.14. Diseño de líneas o red de distribución

El diseño de la red de distribución se hará por ramales abiertos, debido que es un área rural donde las viviendas se encuentran dispersas y a las condiciones topográficas del lugar. El caudal de diseño para la red de distribución será el caudal máximo horario. Las velocidades y presiones mínimas y máximas.

Para el diseño se determina el caudal unitario de vivienda, el cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Q_u = \frac{Q_d}{T_v}$$

Donde:

- Q_u = caudal unitario de vivienda en litros/segundo/vivienda
- Q_d = caudal de distribución litros/segundo
- T_v = total, de viviendas

Sustituyendo datos:

$$Q_u = \frac{3,58 \text{ litros/segundo}}{258 \text{ viviendas}} = 0,0139 \text{ litros/segundo/ vivienda}$$

Para determinar el caudal de diseño de un tramo de la red de distribución, se determinan los caudales: requerido o caudal de vivienda, instantáneo y caudal máximo horario, utilizando para el diseño el mayor de los tres anteriores. Considerando que si se diseña un ramal intermedio este deberá contener el caudal de los siguientes ramales.

El caudal de vivienda es igual al producto del caudal unitario por el número de viviendas en el tramo.

A continuación, se presenta el diseño del ramal 2. tramo No. 1 (E-32 a E-31) y los datos son los siguientes:

- Longitud = 33,04 metros (incluye un factor de 5 % de ondulación)
- Cota E-32 = 851,50 metros
- Cota E-31 = 852,50 metros
- Cota piezométrica inicial en E-32 = 878,44 metros
- Número de viviendas futuras en el tramo = 13 viviendas
- Número de viviendas total de ramales 2 al 8 = 114 viviendas futuras

Con los datos anteriores, se calcula el caudal de vivienda o caudal requerido de vivienda por medio de la siguiente fórmula:

$$Q_v = Q_u \times N_{viv}$$

Donde:

- Q_v = caudal de vivienda litros/segundo
- Q_u = caudal unitario en litros/segundo/vivienda

- N_{viv} = número de viviendas del tramo

Sustituyendo datos obtenemos el siguiente resultado:

$$Q_v = 0,0139 \text{ litros/segundo/vivienda} \times 114 \text{ viviendas}$$

$$Q_v = 1,585 \text{ litros/segundo}$$

Luego se calcula el caudal máximo horario:

$$Q_{mh} = \frac{N \times D_p \times D_o}{86400 \text{ s/d}} * f_{hm}$$

Donde:

- Q_{mh} = caudal máximo horario l/s
- N = número de viviendas futuras del tramo
- D_p = densidad de población = 6 hab/vivienda
- D_o = dotación de diseño = 120 lt/hab/día
- F_{hm} = factor hora máximo utilizado para el diseño = 2

Sustituyendo datos en la ecuación queda:

$$Q_{mh} = \frac{114 \times 6 \times 120}{86400} \times 2 = 1,90 \text{ l/s}$$

Para el diseño del presente ramal se utilizará el caudal máximo horario por ser el mayor de los caudales calculados.

$$Q_d = Q_{MH} = 1,90 \text{ litros/segundo}$$

Para el diseño del tramo primero se calculará la carga disponible o la diferencia de nivel entre las dos estaciones:

$$Hf_{disponible} = Cota E - 32 - Cota E - 31$$
$$Hf_{disponible} = 851,50 - 852,50 = -1,00 \text{ metro}$$

Para esta pérdida de carga disponible se determina el diámetro teórico con la fórmula:

$$D_{teórico} = \sqrt[4.87]{\frac{1\,743,811 \times 33,01 \times 1,90^{1,852}}{150^{1,852} \times 1}} = 1,81 \text{ pulgadas}$$

Se tomó un diámetro comercial de 2" 160 PSI, con diámetro interno de 2,193".

Según norma ASTM D 2241 SDR 26.

Cálculo de pérdida:

$$Hf = \frac{1\,743,811 \times 33,01 \times 1,90^{1,852}}{150^{1,852} \times 2,193^{4,87}} = 0,39 \text{ mca.}$$

A diferencia de la línea de conducción, la cota piezométrica inicial no coincide con la cota del terreno inicial del ramal, debido a que el agua ya estaba en conducción por la línea central. Por lo tanto, se debe determinar la cota piezométrica al principio y al final del ramal. La cota piezométrica inicial es calculada desde la línea central de la red de distribución.

La cota piezométrica inicial en E-32 = 878,44 m

La cota piezométrica final en E-31 se calcula con la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned}CPE - 31 &= (CPE - 32 - HfE - 32 a E - 31) = 878,44 \text{ mca} - 0,39 \text{ mca} \\ &= 878,05 \text{ mca}\end{aligned}$$

La presión dinámica o presión de servicio, debe ser calculada al principio y al final del ramal, debido a que así se asegura si esta cumple con el intervalo en toda su longitud.

Presión de servicio o presión dinámica = Cota piezométrica – Cota del terreno

$$\textit{presión de servicio inicial} = 878,44 - 851,50 = 26,94 \text{ m}$$

$$\textit{presión de servicio final} = 878,05 - 852,50 = 25,55 \text{ m}$$

Verificación de parámetros:

Presión de servicio inicial [10, 26,94, 60]

Presión de servicio final [10, 25,55, 60]

Cálculo de velocidad:

$$V = (1,973 \times Qd) / d^2 = (1,974 \times 1,90) / (2,1932) = 0,78 \text{ m/s}$$

Verificación de parámetros de velocidad

0,60 m/s < V=0,78 m/s < 3,00 m/s; por consiguiente, el diámetro de tubería propuesto cumple con los parámetros.

El resumen de resultados se puede apreciar en la tabla de cálculo hidráulico de la red de distribución que se encuentra en apéndices.

2.1.15. Obras de arte

A continuación, se muestran las obras de arte.

2.1.15.1. Caja rompe presión

Cuando en un tramo de tubería se tiene un fuerte desnivel, puede ser necesario seccionarlo, con el fin de que cada fracción trabaje con una carga acorde con la presión de trabajo de la tubería que se emplee.

Las cajas rompepresión que se utilizan en una línea de conducción, no cuentan con válvulas con flotador. La localización de las cajas está regida por la presión de trabajo de la tubería que se vaya a instalar.

2.1.15.2. Válvula de limpieza

Se utiliza para la extracción de sedimentos que hayan ingresado en la tubería y que se acumulan en los puntos más bajos de la línea de conducción o ramales de la red de distribución. La válvula será de compuerta de bronce de diámetro igual a la tubería.

2.1.15.3. Válvula de aire

La función de una válvula de aire es expulsar el aire disuelto en el agua que tiende a depositarse en los puntos más altos de la línea de distribución.

Esta acumulación de aire reduce la sección de la tubería y por lo tanto la capacidad de la línea de distribución de llevar el agua a cierto punto.

2.1.15.4. Válvula de control

La válvula de control generalmente constituye el último elemento en un lazo de control instalado en la línea de proceso y se comporta como un orificio cuya sección de paso varía continuamente con la finalidad de controlar un caudal en una forma determinada.

2.1.15.5. Paso aéreo

Este es necesario cuando queremos atravesar un río o un zanjón, se recomienda el uso de tubo Hg ya que estos quedan expuestos.

2.1.16. Sistema de desinfección del agua

Todas aquellas aguas que no llenen los requisitos de potabilidad establecidos, deberán de tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleadas como fuentes de abasto para poblaciones. La desinfección del agua es el proceso que tiene mayor importancia en la potabilización del agua, porque mediante él se destruyen a los agentes patógenos que pueden contaminar el agua para que sea confiable en el consumo humano.

El agua de una fuente no necesariamente debe estar contaminada bacteriológicamente para emplear un sistema de cloración; ya que para que ésta sea realmente potable, debe ser tratada para mejorar su calidad sanitaria.

Se utilizará un hipo clorador que se compone de un depósito con capacidad de 100 litros, utilizado para preparar la mezcla.

Para calcular la dosificación de hipoclorito que se empleará diariamente, se consideró una relación agua cloro (Rac) de un mg/L y una concentración de cloro (Cc) de 65 %, como se muestra en el siguiente cálculo:

$$G = \frac{(Qc * Rac * 86,400)}{Cc}$$

Donde:

- Qc = Caudal máximo diario = 2,15 lt/s.
- Relación agua cloro Rac = 1 mg/L
- Concentración de cloro Cc = 90 %
- 86 400 = Segundos del día

$$G = (2,15 \text{ lt/s.} * 0,001 * 86\ 400 * 30) / 0,90 = 6\ 192,00 \text{ gramos}$$

$$\text{Tabletas} = \frac{6\ 192,00}{250 \text{ g/tableta}} = 24\ 768 \cong 25 \text{ tabletas}$$

2.1.17. Presupuesto

Para proyectos de infraestructura, un presupuesto se define como el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción del mismo. Este se compone de renglones de trabajo.

Los renglones de trabajo son el resultado de sumar el costo directo más el costo indirecto para llevar a cabo determinada actividad de construcción.

2.1.17.1. Costos directos

Son los costos previstos en los que se debe incurrir directamente para utilizar o adquirir e integrar los recursos necesarios, en cantidad y tiempo. Contemplan las actividades de construcción, suministro, instalación y rendimiento indispensables para llevar a cabo el proyecto.

2.1.17.2. Materiales

Es el costo directo previsto por la adquisición, traslado y utilización de la cantidad de materiales necesaria para ejecutar las diferentes actividades de un determinado renglón de trabajo. Este costo varía debido a las condiciones y ubicación del proyecto.

2.1.17.2.1. Mano de obra

Es el costo directo previsto por el tipo y la cantidad de trabajadores u operarios de la construcción que deberán ser empleados temporalmente para la ejecución de determinado renglón de trabajo. La mano de obra puede variar significativamente según su calidad y ubicación geográfica.

2.1.17.2.2. Herramientas y equipo

Es el costo directo previsto por el tipo y cantidad de herramientas o equipo menor de construcción que deben ser utilizadas para la ejecución de una o más actividades, para determinado renglón de trabajo. Generalmente, se toma un porcentaje del costo de materiales debido a que muchas de estas herramientas o equipo son reutilizables y el concepto de cobro es por depreciación.

Generalmente se toma el 5 % del costo de materiales del renglón.

2.1.17.2.3. Transporte y maquinaria

Es el costo directo previsto por el tipo y la cantidad de transporte o maquinaria necesaria para movilizar el material, herramientas, equipo o realizar las actividades de determinado renglón. Estos costos generalmente se obtienen acorde a la renta por hora, unidad de medida o viaje del transporte o maquinaria.

2.1.17.3. Costos indirectos

Son los costos previstos en que se debe incurrir de manera global o generalizada para realizar la ejecución del proyecto en un plazo establecido, sin que puedan ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra.

Los costos indirectos generalmente están integrados por: costos de contratación, fianzas, gastos administrativos, supervisión, utilidad, impuestos y servicios especializados. Esta integración puede variar dependiendo del proyecto a ejecutar debido a que la naturaleza del mismo puede demandar gastos extraordinarios.

Para el presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable se tomaron en cuenta tres costos globales, a manera de resumir los costos indirectos. Estos costos son:

- Impuestos
- Imprevistos

- Gastos administrativos, fianzas, supervisión, entre otros.

Es importante mencionar que los costos directos e indirectos fueron regidos por la base de datos de la municipalidad, modificados a criterio propio. A continuación, se presenta el presupuesto del proyecto.

Tabla VIII. **Presupuesto**

PRESUPUESTO					
Sistema de abastecimiento de agua potable para aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa.					
No	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
1	Rótulo de identificación del proyecto	Unidad	1.00	Q2,780.36	Q2,780.36
2	Replanteo topográfico	m.l.	2410.00	Q5.49	Q13,230.90
3	Línea de impulsión Ø=3", 250 psi	m.l.	485.92	Q213.32	Q103,656.45
4	Línea de conducción por gravedad Ø=3", 160 psi	m.l.	147.80	Q177.76	Q26,272.93
5	Línea de distribución por gravedad Ø=2", 160 psi	m.l.	122.00	Q143.49	Q17,505.78
6	Línea de distribución por gravedad Ø=1 1/2", 160 psi	m.l.	105.00	Q442.29	Q46,440.45
7	Línea de distribución por gravedad Ø=1 1/4", 160 psi	m.l.	722.00	Q125.62	Q90,698.81
8	Línea de distribución por gravedad Ø=1", 160 psi	m.l.	1096.00	Q122.15	Q133,876.40
9	Línea de distribución por gravedad Ø=3/4", 160 psi	m.l.	216.00	Q130.75	Q28,242.00
10	Tanque de distribución de 80 m ³	Unidad	1.00	Q233,567.55	Q233,567.55
11	Conexiones domiciliarias	Unidad	157.00	Q601.32	Q94,407.24
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO					Q790,678.87

Fuente: elaboración propia.

2.1.18. Cronograma de ejecución

A continuación, se muestra el cronograma de ejecución en la siguiente tabla.

Tabla VIII. Cronograma de ejecución físico-financiera

Proyecto: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para aldea La Majada
 Municipio: Jutiapa
 Departamento: Jutiapa

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
1	Rótulo de identificación del proyecto	1,00	Unidad	Q 2.780,38	■				
2	Replanteo topográfico	2410,00	m.l.	Q 13.230,90	■	■			
3	Línea de impulsión Ø=3", 250 psi	485,92	m.l.	Q 103.656,45		■	■		
4	Línea de conducción por gravedad Ø=3", 160 psi	147,80	m.l.	Q 26.272,93			■	■	
5	Línea de distribución por gravedad Ø=2", 160 psi	122,00	m.l.	Q 17.505,78				■	■
6	Línea de distribución por gravedad Ø=1 1/2", 160 psi	105,00	ml	Q 46.440,45				■	■
7	Línea de distribución por gravedad Ø=1 1/4", 160 psi	722,00	m.l.	Q 90.698,81				■	■
8	Línea de distribución por gravedad Ø=1", 160 psi	1096,00	m.l.	Q 133.876,40				■	■
9	Línea de distribución por gravedad Ø=3/4", 160 psi	216,00	m.l.	Q 28.242,00					■
10	Tanque de distribución de 80 m ³	1,00	Unidad	Q 233.567,55		■	■	■	■
11	Conexiones domiciliarias	157,00	Unidad	Q 94.407,24			■	■	■
TOTAL				Q 790.678,87					
INVERSIÓN					Q 33.237,34	Q 146.966,15	Q 133.716,07	Q 249.189,01	Q 227.525,30
PORCENTAJE DE INVERSIÓN					4,21%	18,59%	16,91%	31,52%	28,78%
PORCENTAJE DE INVERSIÓN ACUMULADO					4,21%	22,80%	39,71%	71,22%	100,00%

Fuente: elaboración propia.

2.1.19. Programa de operación y mantenimiento

Todo sistema de abastecimiento de agua, para incrementar su eficiencia en funcionamiento, necesita un programa o planificación de operación y mantenimiento. Las actividades de operación y mantenimiento son realizadas por un operador, en este caso, el fontanero será el responsable del buen funcionamiento del servicio, con la colaboración de la comunidad.

- Programa de operación

Se dan a conocer aspectos a tomar en cuenta para una buena operación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua o la cantidad y calidad del agua.

De cuidar las fuentes de agentes contaminantes y captar el agua en las presas es el primer factor para el buen funcionamiento del sistema.

- Mantener el tanque de distribución lleno

Se hace necesaria la inspección del tanque, para garantizar que toda vivienda contemplada esté dotada del servicio.

- Mantener la presión del agua

Esto se logra con el manejo de las válvulas. El abrir o cerrar válvulas permite que se acumulen presiones suficientes en la tubería para que el agua llegue a todas las conexiones del sistema.

- Programa de mantenimiento

Además de un programa operativo, se hace necesario el mantenimiento del sistema, para prevenir daños que se den en el transcurso del tiempo de la vida útil del proyecto, existen dos tipos de mantenimiento:

- Mantenimiento preventivo

Este comprende todas las acciones y actividades que se planifiquen y realicen para que no aparezcan daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua, este se realizará con el propósito de disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.

- Mantenimiento correctivo

Tiene en cuenta las acciones de reparación de daños en el equipo e instalaciones, causados por deterioro normal del uso del sistema de abastecimiento de agua o por acciones extrañas o imprevistas.

- Recomendaciones para el buen uso del sistema

- En la obra de captación

En época de invierno, es recomendable visitar la fuente de agua por lo menos una vez al mes, debido a la cantidad de precipitación que se haya dado; esto se hará para detectar desperfectos, el estado de la misma y para corregir algún problema dado, debe limpiarse la fuente de maleza y vegetación, escombros o cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o represente un peligro de contaminación.

- Revisión de la línea de conducción

Observar si hay deslaves o hundimientos de tierra, además, se debe verificar si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, se debe de explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.

- Revisión de válvulas

Debe revisarse el funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las mismas lentamente para evitar daño a la tubería debido a las altas presiones; también, se debe observar que no existan fugas o rupturas, si las hay deben repararse o cambiarse, esta actividad puede realizarse cada 4 meses como mínimo.

- Revisión del tanque de distribución

Realizar limpieza e inspecciones constantes al tanque de distribución, por lo menos una vez al mes, observando que el mismo no tenga grietas o filtraciones; debe verificarse que la escalera conduzca a la parte superior y que la tapa de visita estén en buenas condiciones; vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución, así como el sistema de desinfección se encuentren en buen estado.

- Revisión de la red de distribución

La red de distribución constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución, hasta aquellas líneas de las cuales parten tomas o cualquier tipo de conexiones; deben inspeccionarse, recorriendo las vías por las que se encuentra enterrada la tubería, con el fin de detectar y controlar fugas u otras anomalías, es recomendable realizar la inspección cada cuatro meses.

Tabla IX. **Tabla actividades de operación y mantenimiento**

No.	Actividad a realizar	tiempo (meses)	responsable
1	Inspección del sistema de desinfección	1	Fontanero
2	Limpieza e inspección de la captación	1	Fontanero
3	Limpieza e inspección del tanque de distribución	1	Fontanero
4	Inspección del área adyacente a la fuente, para determinar agentes de contaminación	3	Fontanero
5	Limpieza, chapeo e inspección de línea de conducción y red de distribución	4	Fontanero y comunitarios
6	Inspección de cajas de válvulas	4	Fontanero
7	Chapeo y limpieza de áreas adyacentes a la captación	6	Fontanero y comunitarios
8	Reforestar el área de la captación	12	Comunitarios
9	Realizar aforo de la fuente utilizada	12	Fontanero
10	Tomar muestras para análisis de laboratorio	12	Técnico de Salud

Fuente: elaboración propia.

2.1.20. **Cálculo de tarifa para operación y mantenimiento del sistema**

Se contratará a un fontanero, el cual tendrá a su cargo la operación del servicio de agua, manteniendo una constante supervisión a los accesorios de este sistema para mantenerlo operando eficientemente, incluyendo la supervisión del correcto funcionamiento del equipo de bombeo y el sistema de cloración. Estos costos de operación se detallan en el cuadro de resumen de gastos.

Para los gastos de mantenimiento, se hará la compra de accesorios como: tubos, codos, llaves, pegamentos, uniones, sistema de cloración etc., durante el proceso de operación del proyecto.

Tabla X. **Cuadro de resumen de gastos de operación y mantenimiento**

Gastos	Cantidad
Operación	Q 1 500,00 mensuales
Mantenimiento	Q 1 000,00 mensuales

Fuente: elaboración propia.

2.1.21. Propuesta de tarifa

Una tarifa es un precio fijado de forma oficial por un servicio, en este caso, por el abastecimiento de agua potable. La tarifa que se propone será por usuario. Para su determinación se consideran gastos de operación, mantenimiento, desinfección y administración.

Durante la operación de este servicio se pretende cobrar una tarifa por vivienda de Q 50,00 los cuales se utilizarán para cubrir gastos generados por el proyecto.

2.1.21.1. Costo de administración (A)

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima un 15 % de costo de operación y mantenimiento.

$$A = 0,15 (\text{operación} + \text{mantenimiento}) = 0,15 (1\,500,00 + 1\,000,00) \\ = Q375/\text{mes}$$

2.1.21.2. Costo de reserva (R)

Cantidad de dinero dedicada a cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12 % de la suma de los costos de operación y mantenimiento.

$$R = 0,12 (\text{operación} + \text{mantenimiento}) = 0,12 (1\,500,00 + 1\,000,00) \\ = Q300/\text{mes}$$

2.1.21.3. Costo de desinfección

Los gastos de desinfección contemplan la compra mensual de las tabletas necesarias para la desinfección y aseguramiento de la potabilidad del agua que será distribuida en las viviendas de la aldea La Majada. Son necesarias 25 tabletas por mes, número determinado anteriormente. El precio por tableta es de Q 14,50, según proveedores. Por lo tanto, el costo mensual es:

$$\text{Gastos de desinfección} = Q\,14,50 * 25 = Q\,362,50/\text{mes}$$

2.1.21.4. Depreciación de equipo (D_E)

$$D_E = C_E (12 \times P)$$

Donde:

- C_E = costo de equipo de bombeo
- P = período de la bomba (horas de bombeo)
- 12 = meses del año = meses del año

$$DE = 31\,320,00 / (12 \times 10) = Q261 / mes$$

2.1.21.5. Costo de energía (C_E)

Costo mensual por consumo de diésel:

$$CG = CG/Lt \times (0,065 \text{ gal/hp/hora}) \times Pot \times HB \times 30$$

Donde:

- Pot = Potencia de la bomba en HP
- H_B = Horas diarias de operación de la bomba
- 30 = Días que componen un mes
- $C_{G/Lt}$ = Costo de combustible
- 0,11 = Consumo de gal/hp/hora de gasolina por caballo de fuerza
- $CG = 20 * 0,065 * 25 * 10 * 30 = 9\,750 / mes$

2.1.21.6. Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = (\text{operación} + \text{mantenimiento} + A + R + DE + CE) / \text{Número de viviendas}$$

$$TAR = (1\,500 + 1\,000 + 375 + 300 + 362,50 + 9\,750) / 258 = Q\,51,55/mes$$

2.1.22. Evaluación de impacto ambiental

Todo proyecto de ingeniería civil genera un impacto ambiental, que puede ser bajo, moderado o alto. Para determinar qué tipo de impacto ambiental genera un proyecto y su magnitud se realiza una evaluación de impacto ambiental (EIA).

La evaluación de impacto ambiental busca cumplir la legislación vigente, manteniendo parámetros establecidos de calidad, operación y mantenimiento.

Existen categorías de impacto ambiental potencial, las cuales son:

- Categoría A: alto impacto ambiental potencial
- Categoría B1: de alto a moderado impacto ambiental potencial
- Categoría B2: de moderado a bajo impacto ambiental
- Categoría C: de bajo impacto ambiental potencial

En el siguiente cuadro se podrá identificar el posible impacto ambiental que se puede generar como resultado de la construcción y operación del proyecto.

Continuación de la tabla XI.

Nombre comercial: <u>municipalidad de jutiapa</u>	
No. De escritura constitutiva: <u>acta no 03-2016 de toma de posesión</u>	
Fecha de constitución: <u>15 de enero de 2016</u>	
Patente de sociedad	registro no. <u>119096</u> folio no. <u>03</u> libro no. <u>03</u>
Patente de comercio	registro no. <u>no posee</u> folio no. <u>no posee</u> libro no. <u>no posee</u>
C) de la propiedad:	
No. De finca <u>xinca</u> folio no. <u>27</u> libro no. <u>48</u> de <u>comunidad indígena de jutiapa</u> dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	
D) de la empresa y/o persona individual:	
Número de identificación tributaria (nit): <u>228952-0</u>	
Instrucciones	
Para uso interno del marn	
I.3 teléfono <u>78441783</u> correo electrónico: <u>munidejutiapa@gmail.com</u>	
I.4 dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; <u>obligatoriamente</u> indicar el municipio y departamento) Aldea la majada, municipio jutiapa, departamento jutiapa especificar coordenadas geográficas	
Coordenadas geográficas datum wgs84	
Latitud norte 14° 16' 58"	
Longitud oeste 89° 53' 33"	
I.5 dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; <u>obligatoriamente</u> indicar el municipio y departamento) Calle 15 de septiembre 12-19 zona 1, secretaria municipal	
I.6 si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo.	

Continuación de la tabla XI.

ii. Información general		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
ii.1 etapa de construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar 1. Trazo topográfico 2. Excavación para zanja de tubería 3. Instalación de tubería 4. Compactación 5. Construcción de pozos • Insumos necesarios 1. Combustibles 2. Materiales de construcción 3. Herramientas • Maquinaria 1. Retroexcavadora 2. Rodo de compactación 3. Camiones de volteo • Otros de relevancia 1. Transporte liviano para supervisión y acarreos 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos 1. En el sistema de abastecimiento de agua potable el fontanero, cocode y población tendrán que cumplir con el manual de operaciones y mantenimiento propuesto para dicho proyecto 2. En el sistema de alcantarillado sanitario el cocode y población tendrán que cumplir con el manual de operaciones y mantenimiento propuesto para dicho proyecto • Materia prima e insumos 1. Materiales de construcción 2. Herramientas y equipo • Maquinaria 1. Ninguna en la operación del proyecto • Productos y subproductos (bienes y servicios) 2. Contratar o solicitar a la municipalidad, técnicos para efectuar revisiones periódicas. • Horario de trabajo 1. Lunes a viernes de 7:00 am a 4:00 pm • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre 1. Rellenar y compactar zanjas 2. Limpieza de basura causada por insumos y personal de trabajo
ii.3 área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>3000 m²</u>		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>800 m²</u>		
Área total de construcción en metros cuadrados: <u>3800 m²</u>		

Continuación de la tabla XI.

Instrucciones							Para uso interno del marn
li.4 actividades colindantes al proyecto: norte <u>aldea el chiltepe</u> sur <u>aldea potrero grande</u> este <u>aldea trancas i</u> oeste <u>aldea el chiltepe</u> Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):							
Descripcion	Direccion (norte, sur, este, oeste)		Distancia al proyecto				
Carretera rn 23	Norte		200 metros				
Comunidad potrero grande (viviendas)	Sur		150 metros				
Comunidad trancas i (viviendas)	Este		50 metros				
Comunidad el chiltepe (viviendas)	Oeste		50 metros				
li.5 dirección del viento: sur-oriente							
li.6 ¿en el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto? A) inundación () b) explosión () c) deslizamientos () D) derrame de combustible (x) e) fuga de combustible () d) incendio () e) otro () Detalle la información <u>debido al uso de combustibles en la maquinaria es muy probable que se produzcan derrames del mismo</u>							
li.7 datos laborales A) jornada de trabajo: diurna (x) nocturna () mixta () horas extras _____ B) número de empleados por jornada <u>15</u> total empleados <u>15</u>							
li.8 uso y consumo de agua, combustibles, lubricantes, refrigerantes, otro...							
Instrucciones							Para uso interno del marn
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
agua	Servicio publico	Si	10 m ³ /mes	municipalidad	Construcción	Potable	Tanque Rotoplas
	Pozo	No					
	Agua especial	si	10 m ³ /mes	Camiones cisterna	Domestico	Potable	Tanque Rotoplas
	Superficial	No					
Combustible	Otro	No					
	Gasolina	Si	105 gal/mes	Gasolineras	Transportes		
	Diesel	Si	450 gal/mes	Gasolineras	Maquinaria		

Continuación de la tabla XI.

	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	Si	6 gal/mes	Ventas de lubricantes	Maquinaria		
Refrigerantes		No					
Otros		No					

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: ¿polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

Si se producirá polvo, vapores, monóxido de carbono, provenientes del movimiento de tierras durante el zanjeo y del uso de la maquinaria se producirán emisiones en bajas cantidades

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Humedecer las áreas a excavar para evitar el levantamiento de polvo y verificar que se utilizara maquinaria en buen estado que reduzca las emisiones

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RUIDO Y VIBRACIONES</p> <p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? Si se producen III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Maquinaria y equipo III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? Se deberá trabajar en horas del día para reducir las molestias a los vecinos y los trabajadores deberán utilizar equipo para mitigar el sonido</p>	

Continuación de la tabla XI.

OLORES	
III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: no se producirán	
III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? No se producirán olores	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan? <ul style="list-style-type: none"> a) <u>Ordinarias</u> (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) <u>Mezcla de las anteriores</u> d) <u>Otro;</u> 	
Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado: <u>Se producirán aguas residuales domesticas ocasionadas por el por los trabajadores, para lo cual la empresa ejecutora debe contemplar sanitarios móviles</u>	
IV.2	Indicar el número de servicios sanitarios <u>1</u>
INSTRUCCIONES	
PARA USO INTERNO DEL MARN	
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales) <ul style="list-style-type: none"> a) <u>sistema de tratamiento</u> b) <u>Capacidad</u> c) <u>Operación y mantenimiento</u> d) <u>Caudal a tratar</u> e) <u>Etc.</u> 	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior. La empresa ejecutora deberá contemplar un biodigestor para tal propósito	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.) No se captará el agua de lluvia	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	

Continuación de la tabla XI.

DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
<input checked="" type="checkbox"/>	a) Similar al de una residencia 11 libras/día
<input type="checkbox"/>	b) Generación entre 11 a 222 libras/día
<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día
<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1000 libras por día
V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.): Basura común provocada por el personal de trabajo	
V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, ¿se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad? NO	
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado Colocación de recipientes para basura inorgánica, traslado de resto de materiales de construcción lejos de la comunidad	
V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado Los residuos de construcción son trasladados por un camión de volteo	
V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero? Si	
V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos) Basureros autorizados por la municipalidad de Jutiapa	
INSTRUCCIONES	
PARA USO INTERNO DEL MARN	
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 200 kg/hr _____	
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____ <u>Energate</u> _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____ <u>Generador portátil de combustible</u> _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <u>X</u> _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Se utilizará energía solo en procesos necesarios	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- <u>Bosques</u>	
- <u>Animales</u>	
- <u>Otros</u> _____	
Especificar información _____ <u>La comunidad es rural y en algunos puntos interviene la flora y fauna del lugar</u> _____	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? Si	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI (X) NO () Por qué? Para la ejecución de la línea de impulsión y el tanque se deberá hacer brecha para que pase dicha línea. La comunidad se encargará de reforestar las áreas afectadas	

Continuación de la tabla XI.

VIII. TRANSPORTE	
<p>VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <p>a) Número de vehículos <u>5</u></p> <p>b) Tipo de vehículo <u>Pik up doble tracción</u></p> <p>c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>600 m2</u></p> <p>d) Horario de circulación vehicular <u>de 7:00 am a 5:00 pm</u></p> <p>e) Vías alternas _____</p>	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál?: Si Xinca	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:	
a) <input type="checkbox"/>	La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico <u>No</u>
b) <input type="checkbox"/>	La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico <u>No</u>
c) <input type="checkbox"/>	La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico <u>No</u>
Ampliar información de la respuesta seleccionada	
No existen riesgos culturales	
ASPECTOS SOCIAL	
IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario? SI () NO ()	
No los vecinos apoyan este tipo de proyectos que generan desarrollo a su comunidad	
IX.4 Qué tipo de molestias?	
Ninguna	
IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? Planificar la ejecución e informar a la comunidad de los avances.	
PAISAJE	
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué?	
No lo afecta porque las intervenciones son mínimas y deberán quedar en iguales condiciones	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:	
a) <input type="checkbox"/>	la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
b) <input checked="" type="checkbox"/>	la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c) <input type="checkbox"/>	la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:	
El polvo y la circulación peatonal cerca de las áreas y maquinaria de trabajo	
X.3 riesgos ocupacionales:	
<input type="checkbox"/>	Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
<input type="checkbox"/>	La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
<input checked="" type="checkbox"/>	No existen riesgos para los trabajadores
Ampliar información:	
No la empresa ejecutora deberá velar por la seguridad y salud de sus trabajadores.	

Continuación de la tabla XI.

<p>Equipo de protección personal X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO () X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Tapones para oídos, mascarillas o filtros para polvo, arneses de seguridad, chalecos reflectivos entre otros X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores? Humedecer las áreas donde se genere polvo, proteger los cortes de zanjas, limpiar las áreas de trabajo.</p>
--

Fuente: elaboración propia,

2.1.23. Evaluación socioeconómica

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto, en el caso de los que desarrollan las municipalidades, se enfocan en la cantidad de beneficiados a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada.

2.1.23.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto (VPN) se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar la inversión inicial, los ingresos y egresos anuales, así como los valores de rescate futuros de un proyecto a un valor presente, a manera de determinar si este es rentable al término del período de funcionamiento.

Para el presente proyecto se determinó el VPN con una tasa de interés igual a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11 %. El procedimiento a realizar será:

Costo de ejecución = Q 786 595,79; debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por

alguna institución, sea o no gubernamental. Para el análisis de VPN, este rubro no se considerará debido a que se analiza si el proyecto es autosostenible.

Costo de operación y mantenimiento anual (CA); del análisis de tarifa se tiene:

$$CA = (O + M + A + R) * 12 = Q 10 100,00 \times 12 \text{ meses} = Q 457 200,00$$

Tarifa poblacional anual (IA):

$$IA = Q 52,00/\text{vivienda} \times 157 \text{ viviendas} \times 12 \text{ meses} = Q 179 040,00$$

El valor presente neto estará dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

$$VPN = \text{Ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = Q 1 425 158,40 - Q 1 017 383,52 = Q 407 774,88$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el período de funcionamiento. Además, se dispondrá de una cantidad de dinero adicional para otros proyectos pequeños de carácter social para el caserío La Majada.

2.1.23.2. Tasa de interés de retorno (TIR)

Para la tasa interna de retorno se debe considerar el concepto de esta. La tasa interna de retorno trata de considerar un número en particular que resuma los méritos de un proyecto. Dicho número no depende de la tasa de

interés que rige el mercado de capitales. Por eso es que se llama tasa interna de rentabilidad; el número es interno o inherente al proyecto y no depende de nada excepto de los flujos de caja del proyecto.

Una inversión es aceptable si su tasa interna de retorno excede al rendimiento requerido. De lo contrario, la inversión no es provechosa. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se determina de la siguiente manera:

Costo = inversión inicial-VPN= Q 1 435 826,96-Q 407 774,88 =
Q 1 028 050,08 Beneficio= núm. de habitantes beneficiados (a futuro)

Costo/beneficio = Q 1 028 050,08 / 785 habitantes=Q 1 682,56/hab.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para aldea La Majada

A continuación, se muestra el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para aldea la Majada.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, compuesto de 34 pozos de visita de alturas que varían desde 1,25 m hasta 3,53 m. Son 2,277 metros lineales de colector, con diámetros de 6", 8", 10" y 12" considerando la norma ASTM D-3034 para tubería PVC. El sistema fue diseñado para abastecer a 1,455 habitantes futuros.

Para el diseño del sistema se consideraron aspectos de las normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (Infom); también, especificaciones técnicas de los proveedores de la tubería y materiales considerados.

2.2.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es indispensable en cualquier proyecto de ingeniería civil, debido a que permite representar gráficamente los puntos físicos de manera conveniente, dependiendo del proyecto de infraestructura que se quiera realizar.

El equipo utilizado para realizar el levantamiento topográfico en la aldea La Majada fue el siguiente:

- Un teodolito FOIF
- Dos plomadas
- Una cinta métrica con longitud de 50 metros
- Una estadía de acero inoxidable de 3 metros
- Una almadana
- Clavos
- Estacas y
- Machete

2.2.2.1. Planimetría

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que consisten en proyectar sobre un plano horizontal los elementos del terreno a analizar, sin considerar su diferencia de elevación.

Para realizar este procedimiento se orientó el aparato adecuadamente y luego se realizaron radiaciones por azimut. Se dio prioridad a la línea central del colector del sistema, la ubicación de las viviendas, así como puntos posibles para pozos de visita y desfogue.

2.2.2.2. Altimetría

Es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto físico respecto a un nivel de referencia.

Se priorizó determinar la elevación de los puntos a lo largo de la línea central del colector del sistema y de los posibles puntos para pozos de visita, para así tener mayor precisión en la esquematización de los perfiles del terreno natural.

2.2.3. Componentes del sistema

Es importante reconocer las partes que componen un sistema de alcantarillado y qué función cumple cada una de estas, para así evitar afectar el funcionamiento de este desde la fase de diseño.

2.2.3.1. Colector

Es el medio compuesto por tuberías por las que se conducen las aguas residuales. Esta tubería se instala a cierta profundidad respecto al terreno natural.

Debe funcionar como canales abiertos, nunca trabajar a sección llena.

El colector del diseño realizado consta de 2,277 metros de tubería de PVC. El colector está compuesto por diámetros de 6", 8", 10" y 12", considerando el cumplimiento de la norma D-3034 en tubería PVC.

2.2.3.2. Pozos de visita

Son estructuras que sirven para verificar el funcionamiento de la red de colectores, así como para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento. Se pueden construir de cualquier material siempre que sean durables e impermeables dentro del período de diseño.

Generalmente son de sección circular y la parte superior de estos tiene forma de cono truncado. Los pozos de visita se colocan considerando las siguientes condiciones:

- En cambios de diámetro del colector.
- En cambios de pendiente del colector.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores a 24".
- En las intersecciones de colectores.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24".
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24".

El diseño realizado se compone de 34 pozos de visita, con alturas variables desde 1,25 m hasta 3,53 m, compuestos de ladrillo tuyuyo y concreto armado.

2.2.3.3. Conexiones domiciliarias

La conexión domiciliar tiene la finalidad de llevar las aguas servidas desde la vivienda o predio hacia el colector. Se componen de una caja o candela y una acometida domiciliar.

El material de fabricación de las conexiones puede variar, generalmente, es concreto o PVC o ambas. Cada vivienda o edificio debe poseer una conexión adecuada acorde al caudal determinado en el diseño.

El diseño realizado consta de 157 viviendas, por lo tanto, son necesarias 157 conexiones domiciliarias.

2.2.3.3.1. Candela

Es la estructura que tiene como función reunir todas las aguas servidas de la vivienda o predio en un mismo punto para así, dirigirlas al colector mediante la acometida domiciliar.

Generalmente es construida de mampostería o tubos de concreto colocados verticalmente. Debe contar con una tapadera para su inspección y debe estar impermeabilizada para evitar filtraciones. El fondo de la candela debe estar compuesto de concreto, alisado y con una pendiente adecuada para favorecer la fluidez.

2.2.3.3.2. Acometida domiciliar

Su función es conectar a la candela con el colector mediante tubería y un accesorio. Debe ser de menor o igual diámetro que el colector y debe llevar una

pendiente adecuada. El ángulo aguas abajo entre la acometida y el colector debe permitir la correcta introducción del flujo; generalmente es de 45 grados.

En el diseño se contempló tubería PVC de 4" para la acometida domiciliar y el colector con un accesorio yee de 6" u 8" con reductor a 4" en los puntos necesarios; dependiendo de la situación en campo, el accesorio puede variar o se puede contemplar un codo de 45 grados para mejorar la conexión.

2.2.4. Parámetros de diseño

El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Majada se realizó contemplando las normas generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (Infom), así como manuales técnicos de instalación y diseño por parte de proveedores de materiales. Sin embargo, el criterio propio puede omitir ciertos parámetros o modificar algunos dependiendo de las condiciones del proyecto.

La asesoría por parte del supervisor y de otros profesionales también puede ser de gran utilidad para mejorar la calidad del diseño y, por lo tanto, del servicio.

2.2.4.1. Población actual

La Dirección Municipal de Planificación cuenta con una base de datos poblacionales de las aldeas y los caseríos.

La aldea La Majada cuenta con una población de 785 habitantes.

2.2.4.2. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual una obra de infraestructura, en este caso el sistema de alcantarillado sanitario, prestará un servicio de manera adecuada. Existen diferentes factores que pueden afectar el valor del período de diseño, como:

- Vida útil de los materiales y equipos
- Lo acertado del pronóstico de la población
- Facilidades de ampliación
- Comportamiento del sistema en su etapa inicial

El período de diseño definido para el sistema de alcantarillado diseñado es de 25 años (acordado conjunto a la municipalidad); las normas generales para el diseño de alcantarillados del Infom sugieren un valor de 30 a 40 años; sin embargo, se asumió otros factores que contribuyen al incremento poblacional para disminuir este valor, como la densidad de vivienda. También, muchos de los materiales brindan un servicio adecuado en tiempos menores a 30 años, después de este período el servicio tiende a ser de menor calidad.

2.2.4.3. Estimación de población futura

Existen diferentes métodos para estimar la población futura, como método geométrico, aritmético, entre otros. La precisión de la estimación es de gran importancia en el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario debido a que los componentes de diseño dependen de la población a abastecer en el período de tiempo actual y futuro.

El método que presenta mayor precisión en la estimación es el geométrico. Este supone que la población crece a la misma tasa que para el último período censal. Considerando que el crecimiento obedece a la siguiente expresión:

$$P_f = P_o * (1 + r)$$

Donde:

- P_f = población futura estimada
- P_o = población inicial
- r = tasa de crecimiento poblacional
- n = periodo de diseño

Actualmente, la aldea La Majada cuenta con una población de 785 habitantes.

La tasa de crecimiento poblacional se obtiene a partir de los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Para el municipio de Jutiapa se determinó que tiene un valor de 0,025 (2,50 %). Por lo tanto:

$$P_f = 785 * (1 + 0,025)^{25} = 1\ 455 \text{ habitantes}$$

2.2.4.4. Dotación

Es la cantidad de agua por día asignada a cada habitante de determinada población; se expresa en litros/habitante/día. Para estimar la dotación adecuadamente se deben considerar diferentes factores, como clima, nivel de

vida, actividad productiva, abastecimiento, calidad de agua, administración del sistema actual de distribución de agua, entre otros.

La dotación estimada y utilizada en el diseño fue de 120 l/hab/día, debido a que la mayoría de las viviendas cuentan con conexiones domiciliarias de agua. Los diseñadores de la municipalidad utilizan una dotación entre 90 l/hab/día y 120 l/hab/día.

2.2.4.5. Factor de retorno

Es el porcentaje de agua proveniente de la distribución que después de ser utilizada es recibida por el sistema de alcantarillado. Este porcentaje oscila entre valores de 70 % a 95 %, dependiendo de factores como las actividades diarias y educación sanitaria de los habitantes.

2.2.5. Determinación del caudal de diseño

A continuación, se presenta la determinación del caudal de diseño.

2.2.5.1. Caudal domiciliar

Es el proveniente de las viviendas, producto de las actividades cotidianas de los habitantes, como higiene, alimentación, limpieza, entre otros. Es calculado para cada tramo y se determina de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * No. hab * F. R.}{86\ 400}$$

Donde:

- Qdom = caudal domiciliar [l/s]
- Dot = dotación [l/hab/día]
- No. hab = número de habitantes que contribuyen al tramo [hab]
- F.R. = factor de retorno

2.2.5.2. Caudal comercial

Es el caudal proveniente de los distintos comercios como restaurantes, hoteles, mercados, entre otros. Las dotaciones dependerán del tipo de comercio que se esté considerando. Es determinado de la siguiente manera:

$$Q_{com} = \frac{Dot * No}{86\ 400}$$

Donde:

- Qcom = caudal comercial [l/s]
- Dot = dotación [l/día]
- No = número de comercios del mismo tipo

Para el diseño realizado, no se consideró este caudal debido a que no existe ningún comercio en la aldea La Majada.

2.2.5.3. Caudal de infiltración

Es el caudal compuesto por agua del subsuelo que logra penetrar al sistema de alcantarillado. Depende del material que compone a la tubería del sistema y su posición respecto al nivel freático. Esto es debido a que el material

y el nivel freático dictan en gran manera cuán permeable es la tubería y cuánta humedad estará sometida en el lugar del proyecto.

Para la estimación del caudal de infiltración, el Infom sugiere tomar en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de tubería. Para tuberías de PVC y que estarán sobre el nivel freático (como en este diseño), el caudal para cada tramo se determina de la siguiente manera:

$$Q_{inf} = \frac{0,01 * L * \emptyset}{1\ 000}$$

Donde:

- Q_{inf} = caudal de infiltración [l/s]
- L = longitud de colector que contribuye al tramo [km]
- \emptyset = diámetro del colector [in]

2.2.5.4. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal proveniente de conexiones extras de carácter pluvial, anexadas de manera ilícita; estas no deben pertenecer al sistema de alcantarillado sanitario.

Para la estimación del caudal de conexiones ilícitas, el INFOM sugiere tomar el 10 % como mínimo, del caudal domiciliar.

Por lo tanto:

$$Q_{ci} = 0,10 * Q_{dom}$$

Donde:

- Q_{ci} = caudal de conexiones ilícitas [l/s]
- Q_{dom} = caudal domiciliar [l/s]

2.2.5.5. Caudal industrial

Es el caudal proveniente de las pequeñas, medianas o grandes industrias tales como rastros municipales, fábricas textiles, entre otros. La estimación de este caudal se efectúa de la misma manera que el caudal comercial.

Para el diseño realizado, no se consideró este caudal debido a que no existe ninguna industria en la aldea La Majada.

2.2.5.6. Caudal sanitario

Es considerado el caudal total, o sea, la suma de todos los caudales que tendrán un aporte al sistema de alcantarillado sanitario (caudales anteriormente descritos). Por lo tanto:

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{inf} + Q_{ci} + Q_{ind}$$

Donde:

- Q_{san} = caudal sanitario [l/s]
- Q_{dom} = caudal domiciliar [l/s]
- Q_{com} = caudal comercial [l/s]
- Q_{inf} = caudal de infiltración [l/s]
- Q_{ci} = caudal de conexiones ilícitas [l/s]

- Q_{ind} = caudal industrial [l/s]

2.2.5.7. Factor de caudal medio

El factor de caudal medio relaciona la contribución de caudal por habitante en el tramo analizado. Se determina de la siguiente manera:

$$F_{qm} = \frac{Q_{san}}{No. hab}$$

Donde:

- F_{qm} = factor de caudal medio
- Q_{san} = caudal sanitario [l/s]
- No. Hab = número de habitantes [hab]

El factor de caudal medio puede obtenerse de cualquiera de las siguientes tres maneras:

- Según la dirección general de obras públicas (DGOP) [0,002, f_{qm} , 0,005].
- Según la Municipalidad de Guatemala: $F_{qm}=0,003$
- Según el Instituto de Fomento Municipal: $F_{qm}=0,0046$

En el diseño realizado, se utilizó el valor proporcionado por el Infom $f_{qm} = 0,0046$.

2.2.5.8. Factor de flujo instantáneo (Harmond)

Es el factor que representa la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en el tramo analizado.

El factor de Harmond se debe calcular para la población actual y futura, respectivamente. Generalmente se determina de la siguiente manera:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde:

- F.H. = factor de Harmond
- P = población acumulada del tramo en análisis [hab]

2.2.5.9. Caudal de diseño

Es el caudal con el cual se procede a diseñar el alcantarillado sanitario, se debe calcular un caudal de diseño actual y futuro, respectivamente. Posteriormente, con estos caudales se define el diámetro de la tubería para cada tramo. El caudal de diseño se determina de la siguiente manera:

$$Q_{dis} = No.hab * f_{qm} * F.H.$$

Donde:

- Q_{dis} = caudal de diseño [l/s]

- Fqm = factor de caudal medio
- F.H. = factor de Harmond

2.2.6. Diseño hidráulico del sistema

A continuación, se muestra el diseño hidráulico del sistema.

2.2.6.1. Velocidad a sección llena

Para determinar la velocidad del fluido a sección llena se utiliza la ecuación de Manning debido a que esta modela el comportamiento de canales aplicable a tuberías. La ecuación utilizada es la siguiente:

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Donde:

- V = velocidad a sección llena [m/s]
- n = coeficiente de rugosidad de Manning
- Rh = radio hidráulico [m]
- S = pendiente de la superficie [m/m]

El coeficiente de rugosidad de Manning depende del material del conducto. Si el material opone más resistencia al flujo, el valor del coeficiente tendrá un mayor valor numérico. Para tubería de PVC el coeficiente de Manning es 0,009 y para tubería HG es 0,016.

2.2.6.2. Caudal a sección llena

El caudal a sección llena modela la cantidad máxima de aguas servidas que permite transportar la tubería analizada; se utiliza como parámetro para establecer relaciones hidráulicas, y así calcular el caudal a sección parcial. Se determina de la siguiente manera:

$$Q = \frac{\pi}{4} * \phi^2 * V * 1000$$

Donde:

- Q = caudal a sección llena [l/s]
- ϕ = diámetro de la tubería [m]
- V = velocidad obtenida de la ecuación de Manning [m/s]

2.2.6.3. Relaciones hidráulicas

Con el objetivo de que la tubería del colector funcione adecuadamente, se debe relacionar el caudal a sección llena con el caudal de diseño (q/Q).

La relación mencionada se utiliza para obtener relaciones de velocidades y tirantes, proporcionadas mediante una tabla de cálculo. La tabla de relaciones hidráulicas simplifica el procedimiento de manera significativa.

Las relaciones hidráulicas son las siguientes:

- Relación de caudales (q/Q): modela el porcentaje del caudal de diseño respecto al máximo posible.

- Relación de velocidades (v/V): obtenida a partir de la relación q/Q , modela la velocidad del caudal de diseño respecto al máximo posible.
- Relación de tirantes (d/D): obtenida a partir de la relación q/Q , modela la altura del caudal de diseño respecto a la de la tubería. Debe estar en un rango de $[0,10, a 0,74]$ para que el colector funcione como un canal abierto durante todo el período de diseño.

2.2.6.4. Velocidad del caudal de diseño

La velocidad del caudal de diseño se obtiene a partir de la relación v/V y de la velocidad a sección llena. Según el Infom las velocidades admisibles deben estar en un rango de $[0,60, a 2,50]$ m/s.

Si la velocidad está debajo del valor mínimo es probable que algunos sólidos que transportan las aguas servidas no fluyan de manera adecuada y no exista autolimpieza. Si la velocidad está por encima del valor máximo es probable que la tubería se dañe por algún impacto debido a la alta velocidad.

Los límites mínimos y máximos pueden variar dependiendo los materiales o por consideración técnica en ciertas condiciones.

2.2.7. Cotas invert

Es la elevación o cota de la parte inferior del colector entrando o saliendo de un pozo de visita respecto al terreno natural. La altura de los pozos de visita depende de estas cotas.

Existen diversas maneras de calcular las cotas invert en un diseño de alcantarillado, dependiendo de las condiciones. El criterio es fundamental para definir las mismas debido a que se pueden considerar factores como tipo de suelo, tipo de tráfico o carga viva a soportar, material de la tubería, entre otros.

El Infom sugiere que la diferencia entre las cotas invert de la tubería que entra y la tubería que sale de un pozo de visita sea, como mínimo, la carga de velocidad en el tubo de salida. Si las tuberías son del mismo diámetro y están en línea recta, se instalan según la pendiente.

En el diseño realizado la mayoría de tramos obedece a la pendiente del terreno. Sin embargo, muchas cotas invert se modificaron a conveniencia junto a la municipalidad por motivos de preferencia. En general, la mayoría obedece a las siguientes expresiones:

- Para pozo de visita inicial

$$CIS = C.terr - Pi$$

Donde:

- CIS = cota invert de salida [m]
 - Cterr = cota de terreno [m]
 - Pi = profundidad inicial [m]
- Para pozos de visita siguientes

$$CIE = CIS_{ant} - (DR * S)$$

$$CIS = CIE - (CV \text{ ó } DDC)$$

Donde:

- CIE = cota invert de entrada [m]
- CIS ant = cota invert de salida de pozo anterior [m]
- DR = distancia real entre pozos [m]
- S = pendiente de diseño [m/m]
- CIS = cota invert de salida [m]
- CV = carga de velocidad [m]
- DDC = distancia definida a criterio [m]

2.2.8. Ancho de zanja

Es el espacio mínimo que se necesita para realizar el trabajo de instalación del colector del sistema de alcantarillado sin dificultades. Este puede variar dependiendo de la profundidad del pozo; a mayor profundidad puede ser necesario un mayor ancho de zanja.

A continuación, se presenta una tabla con los anchos mínimos de zanja para la instalación de la tubería PVC ASTM D-3034:

Tabla XII. **Ancho mínimo de zanja para tubería PVC ASTM D-3034**

Diámetro nominal (pulgadas)	Ancho de zanja
4	0,50
6	0,55
8	0,62
10	0,67
12	0,75
15	0,80
18	0,90

Fuente: AMANCO. *Manual técnico de tubosistemas*. p. 107.

Volumen de excavación

Es la cantidad de suelo que se debe remover para la instalación del colector y del sistema en general. Generalmente, el volumen removido es mezclado, si es estable mecánicamente, con otro material seleccionado y compactado de manera adecuada. El volumen de excavación es determinado de la siguiente manera:

$$Vol = \left[\frac{(H1 + H2)}{2} * D * A \right]$$

Donde:

- Vol = volumen de excavación [m³]
- H1 = altura de pozo de visita, principio de tramo [m]
- H2 = altura de pozo de visita, final de tramo [m]
- D = distancia entre pozos [m]
- A = ancho de zanja [m]

2.2.9. Ejemplo de cálculo

A continuación, se muestra el diseño del tramo PV-Est 30 – PV-Est 27.

Tabla XIII. **Datos de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario**

Datos generales	
Período de diseño	25 años
Tasa de crecimiento poblacional	2,50 %
Habitantes por vivienda	5 hab/vivienda
Dotación	120 l/hab/día

Fuente: elaboración propia.

- PV = pozo de visita
- Cota de inicio del terreno PV – est 30 = 853,10 m
- Cota de final del terreno PV – est 27 = 851,91 m
- Distancia horizontal = 85,36 m

- Población actual en tramo

$$P_o = \text{No. de viviendas} * \text{Hab. por vivienda}$$

$$P_o = 6 \text{ viviendas} * 5 \frac{\text{hab}}{\text{vivienda}} = 30 \text{ hab. actual}$$

- Población futura

$$P_f = \text{No. hab} * (1 + i)^n$$

$$P_f = 30 * (1 + 1,025)^{25} = 56 \text{ hab}$$

- Pendiente del terreno

$$S \text{ del terreno } \% = \frac{\text{Cota inicial} - \text{cota final}}{DH} * 100$$

$$S \text{ del terreno (\%)} = \frac{853,1 - 851,91}{85,36} * 100 = 1,39 \%$$

- Factor de Harmond

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

$$F.H. \text{ act.} = \frac{18 + \sqrt{30/1\ 000}}{4 + \sqrt{30/1\ 000}} = 4,35$$

$$F.H. \text{ fut.} = \frac{18 + \sqrt{\frac{56}{1\ 000}}}{4 + \sqrt{\frac{56}{1\ 000}}} = 4,31$$

- Factor de caudal medio (fqm)

Se utilizó el factor de caudal medio que sugiere el Infom 0,0046. En el sistema de alcantarillado sanitario, para todos los tramos el valor de 0,0046 fue constante.

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = No.hab * fqm * F.H.$$

$$Q_{dis \text{ act}} = 30 * 0,0046 * 4,35 = 0,60 \text{ l/s}$$

$$Q_{dis \text{ fut}} = 56 * 0,0046 * 4,31 = 1,10 \text{ l/s}$$

- Velocidad a sección llena

Se asumirá un tubo PVC de 6", norma ASTM D-3034 para comprobar si este cumple o no con los parámetros de diseño. Utilizando la fórmula de Mannig, se encuentra la velocidad a sección llena.

$$V = \frac{1}{n} * \left(\frac{D * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}$$

Donde:

- V= velocidad de flujo a seccion llena (m/s)
- D= diámetro de la sección circular (pulgadas)
- S= pendiente de la tubería (%)
- n= coeficiente de rugosidad de Manning

$$V = \frac{1}{0,013} * \left(\frac{6 * 0,0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} * 0,0139^{\frac{1}{2}} = 1,026 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = \frac{\pi}{4} * (D * 0,0254)^2 * V * 1\ 000$$

Donde:

- Q= caudal del flujo a sección llena (l/s)
- V= velocidad del flujo a sección llena (m/s)

$$Q = \frac{\pi}{4} * (6 * 0,0254)^2 * 1,026 * 1\,000 = 18,715 \text{ l/s}$$

- Relación de caudales

$$q/Q \text{ act} = \frac{0,60}{18,72} = 0,03205$$

$$q/Q \text{ fut} = \frac{1,10}{18,72} = 0,05876$$

- Relaciones hidráulicas

Por tabla de relaciones hidráulicas, se determinan las relaciones v/V y d/D .

$$d/D \text{ act} = 0,123; d/D \text{ fut} = 0,165$$

$$v/V \text{ act} = 0,456967; v/V \text{ fut} = 0,547816$$

Por lo tanto:

$$\text{Velocidad de diseño} = \frac{v}{V} * V \text{ sección llena}$$

$$v \text{ act} = 0,456967 * 1,026 = 0,4688 \text{ m/s}$$

$$v \text{ fut} = 0,547816 * 1,026 = 0,562 \text{ m/s}$$

- Verificación de parámetros

$$d/D \text{ act} = [0,100, 0,123, 0,75]$$

$$v \text{ act} = [0,40, 0,47, 3,00] \text{ m/s}$$

$$d/D_{fut} = [0,100, 0,165, 0,75]$$

$$v_{fut} = [0,40, 0,562, 3,00] \text{ m/s}$$

La relación de tirantes actual y futura cumplen, el colector funcionará como un canal abierto; la sección de la tubería estará parcialmente llena durante todo su período de diseño.

Las velocidades actual y futura cumplen, el colector no será dañado ni tampoco se tendrán sólidos retenidos en los conductos.

- Cotas invert

$$CIS1 = \text{cota de terreno} - \text{profundidad de pozo}$$

$$CIE = CIS1 - \frac{S\%}{100} * \text{Distancia Real entre pozos}$$

$$CIS2 = CIE - \frac{v^2}{2g} \text{ o Distancia definida a criterio}$$

$$CIS1 = 853,1 - 1,50 = 851,60 \text{ m}$$

$$CIE = 851,6 - \frac{1,39}{100} * 84,16 = 850,43 \text{ m}$$

$$CIS2 = 850,43 - 0,03 = 850,40 \text{ m}$$

La profundidad del pozo de visita será igual a la diferencia entre la altura del terreno menos la cota invert de salida en dicho pozo.

Los demás tramos se diseñan de la misma forma que explica el ejemplo mostrado.

- Volumen de excavación

$$Vol = \left[\frac{(H1 + H2)}{2} * D * A \right]$$

$$Vol = \left[\frac{(1,50 + 1,50)}{2} * 85,36 * 0,55 \right] = 70,42 \text{ m}^3$$

La tabla de resultados de los cálculos realizados para el diseño del sistema de alcantarillado se presenta en la sección de apéndices.

2.2.10. Tratamiento de aguas residuales

El objetivo del tratamiento de aguas residuales es reducir la contaminación al medio ambiente, principalmente de ríos, lagos, mantos acuíferos, entre otros. Posterior a este diseño, se ha planificado el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales en el sitio de desfogue como parte del cumplimiento del Acuerdo Gubernativo No. 236-2006.

El acuerdo mencionado establece los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reúso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Por lo tanto, el diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales debe ser ejecutado por un ingeniero sanitaria cumpliendo con el acuerdo, demás normas y especificaciones competentes.

2.2.10.1. Propuesta de tratamiento

Para este proyecto será necesario realizar una propuesta tanto para la fosa séptica como para el sistema de pozo de absorción, lo cual se describe a continuación.

2.2.10.1.1. Fosa séptica

La fosa séptica y el sistema de pozo de absorción, es el método más económico posible para tratar las aguas negras, pero para que este pueda funcionar apropiadamente, es importante determinar el sistema séptico adecuado para el tamaño de la familia y el tipo de suelo, además debe dársele un mantenimiento periódico. Este tipo de sistema de tratamiento de aguas negras tiene dos componentes: tanque séptico y sistema de pozo de absorción.

Una fosa séptica es un contenedor hermético cerrado, que puede construirse de ladrillo, concreto, piedra o cualquier otro material; en donde se acumulan las aguas negras y se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras. Elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y al permitir que parte de éstos se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior.

Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 % de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque.

Para el diseño de la fosa séptica deben tomarse en cuenta los siguientes parámetros:

- El periodo de retención es, como mínimo, 24 horas.
- Relación, largo–ancho de la fosa L/A; de 2:1 a 4:1.
- Lodos acumulados por habitante y por periodo de limpieza, es de 30 a 60 l/hab/año.

- La capacidad máxima recomendable para que la fosa sea funcional, debe ser de 60 viviendas.
- Cálculo del volumen.

Para el cálculo del volumen, se asume una altura (H), la cual se conoce como altura útil, es decir, el fondo de la fosa al nivel de agua se toma una relación L/A dentro de los límites recomendados, el volumen queda como:

$$V= ALH$$

Donde:

- A = ancho útil de fosa
- L = largo útil de la fosa
- H = altura útil

Se conoce la relación L/A, luego se sustituye una de las dos en la fórmula de V y se determina el valor de la otra magnitud.

2.2.10.1.2. Pozo de absorción

Son estructuras diseñadas con el fin de que las aguas negras se oxiden y sean eliminadas por infiltración en el suelo. El primer paso en el diseño de los pozos es determinar si el suelo es el apropiado para la absorción del afluente de la fosa séptica.

Los pozos de absorción deberán estar a una distancia mínima de 30 metros de una afluente de agua si es que existiera, y a 3 pies por encima del nivel freático.

2.2.11. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se encuentran en el apéndice 4.

2.2.12. Presupuesto del proyecto

Para proyectos de infraestructura, un presupuesto se define como el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción del mismo. Este se compone de renglones de trabajo.

Los renglones de trabajo son el resultado de sumar el costo directo más el costo indirecto para determinada actividad de construcción.

2.2.12.1. Costos directos

Son los costos previstos en los que se debe incurrir directamente para utilizar o adquirir e integrar los recursos necesarios, en cantidad y tiempo. Contemplan las actividades de construcción, suministro, instalación y rendimiento, indispensables para llevar a cabo el proyecto.

2.2.12.1.1. Materiales

Es el costo directo previsto por la adquisición, traslado y utilización de la cantidad de materiales necesaria para ejecutar las diferentes actividades de un determinado renglón de trabajo. Este costo varía debido a las condiciones y ubicación del proyecto.

2.2.12.1.2. Mano de obra

Es el costo directo previsto por el tipo y la cantidad de trabajadores u operarios de la construcción que deberán ser empleados temporalmente para la ejecución de determinado renglón de trabajo. La mano de obra puede variar significativamente según su calidad y ubicación geográfica.

2.2.12.1.3. Herramienta y equipo

Es el costo directo previsto por el tipo y cantidad de herramientas o equipo menor de construcción que deben ser utilizadas para la ejecución de una o más actividades para determinado renglón de trabajo. Generalmente se toma un porcentaje del costo de materiales debido a que muchas de estas herramientas o equipo son reutilizables y el concepto de cobro es por depreciación.

Generalmente se toma el 5 % del costo de materiales del renglón.

2.2.12.1.4. Transporte y maquinaria

Es el costo directo previsto por el tipo y la cantidad de transporte o maquinaria necesaria para movilizar el material, herramientas, equipo o realizar las actividades de determinado renglón. Estos costos generalmente se obtienen acorde a la renta por hora, unidad de medida o viaje del transporte o maquinaria.

2.2.12.2. Costos indirectos

Son los costos previstos en que se debe incurrir de manera global o generalizada para realizar la ejecución del proyecto en un plazo establecido, sin

que puedan ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra.

Los costos indirectos generalmente están integrados por costos de contratación, fianzas, gastos administrativos, supervisión, utilidad, impuestos y servicios especializados. Esta integración puede variar dependiendo del proyecto a ejecutar debido a que la naturaleza del mismo puede demandar gastos extraordinarios.

Para el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Majada se tomaron en cuenta tres costos globales, a manera de resumir los costos indirectos. Estos costos son:

- Impuestos
- Imprevistos
- Gastos administrativos, fianzas, supervisión, entre otros.

Los costos directos e indirectos fueron regidos por la base de datos que tiene la municipalidad, modificados estos a criterio propio. A continuación, se presenta el presupuesto del proyecto.

Tabla XIV. Presupuesto del proyecto

PRESUPUESTO					
Sistema de alcantarillado sanitario para aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa.					
No	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
1	Replanteo topográfico	m.l.	2357.00	Q7.00	Q16,499.00
2	Excavación + relleno de zanja	m3	3870.13	Q250.00	Q967,532.50
3	Instalación tubo de 6" Astm D-3034	m.l.	1835.00	Q259.22	Q475,668.70
4	Instalación tubo de 8" Astm D-3034	m.l.	186.00	Q404.45	Q75,227.70
5	Instalación tubo de 10" Astm D-3034	m.l.	155.00	Q628.09	Q97,353.95
6	Instalación tubo de 12" Astm D-3034	ml	181.00	Q803.00	Q145,343.00
7	Conexiones domiciliarias	Unidad	157.00	Q1,396.00	Q219,172.00
8	Pozos de Visita	Unidad	46.00	Q17,542.73	Q806,965.58
9	Rotulo de identificación	Unidad	1.00	Q2,326.50	Q2,326.50
10	Tanque de distribución de 80 m³	Unidad	1.00	Q233,567.55	Q233,567.55
PRECIO TOTAL DEL PROYECTO					Q2,806,088.93

Fuente: elaboración propia.

2.2.13. Cronograma de ejecución

A continuación, se muestra el cronograma de ejecución.

Tabla XV. Cronograma de ejecución físico-financiero

Proyecto: Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para aldea La Majada
 Municipio: Jutiapa
 Departamento: Jutiapa

RENGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
1	SISTEMA DE ALCANTARILLADO								
1.1	Replanteamiento topográfico	2.357,00	ml	Q 16.499,00	■				
1.2	Excavación + Relleno de zanja	3.870,13	m3	Q 967.532,50	■	■	■	■	
1.3	Instalación tubo de 6 astm D-3034	1.835,00	ml	Q 475.668,00		■	■	■	
1.4	Instalación tubo de 8 astm D-3034	186,00	ml	Q 75.227,70			■	■	
1.5	Instalación tubo de 10 astm D-3034	155,00	ml	Q 97.353,95				■	■
1.6	Instalación tubo de 12 astm D-3034	181,00	ml	Q 145.343,00				■	■
1.7	Conexiones domiciliare	157,00	u	Q 219.172,00		■	■	■	■
1.8	Pozos de visita	46,00	u	Q 806.965,58		■	■	■	■
1.9	Rótulo de indentificación	1,00	u	Q 2.326,50	■				
TOTAL				Q 2.806.088,23					
INVERSIÓN					Q 180.080,92	Q 333.064,86	Q 898.413,54	Q 618.191,31	Q 175.537,60
PORCENTAJE DE INVERSIÓN					6,42%	33,25%	32,02%	22,07%	6,25%
PORCENTAJE DE INVERSIÓN ACUMULADO					6,42%	39,67%	71,69%	93,75%	100,00%

Fuente: elaboración propia.

2.2.14. Programa de operación y mantenimiento

La responsabilidad de mantenimiento estará a cargo del comité promejoramiento de la comunidad; este comité tendrá una unidad operativa, conformada de preferencia por personas que hayan participado en la construcción del alcantarillado.

Estos a su vez tendrán que promover y coordinar todo tipo de actividad con la comunidad que se relacione con la conservación y mejoramiento del

medio ambiente, así como supervisar el uso y dar mantenimiento preventivo, correctivo al sistema de alcantarillado sanitario.

- Programa de operación

Es el conjunto de acciones externas que se realizan a todos los elementos del sistema para que estén en perfecta operación y estos elementos son:

- Línea central y secundaria
- Pozos de visita
- Conexiones domiciliarias

- Programa de mantenimiento

Es el conjunto de acciones internas en las cuales se realizan mantenimiento para prevenir daños y reparaciones en el sistema. A continuación, se enumeran los posibles problemas y acciones a tomar.

- Elemento Línea central y/o secundaria
- Inspección En pozos de visita
- Posible problema Taponamiento parcial o total
- Acciones a seguir Prueba de corrimiento de flujo
- Elemento Pozos de visita
- Inspección En tapadera y en el interior
- Posibles problemas Estado de escalones, acumulación de residuos
- Acciones a seguir Cambio de tapadera y limpieza de pozos
- Elemento Conexiones domiciliarias
- Inspección General de la unidad
- Posibles problemas Estado físico y taponamiento

- Acciones a seguir Cambio de candelas domiciliaries y quitar tapones
- Propuesta de tarifa

Para que un sistema de alcantarillado cumpla con su función y sea sostenible durante el período de diseño, se requiere de un fondo para operar dicho sistema y darle su respectivo mantenimiento.

Para esto se debe determinar una tarifa que debe aportar cada una de las viviendas beneficiadas con el proyecto, la cual está en función de la operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva del mismo.

- Costo de operación

Es el costo que representa el pago mensual al fontanero por la inspección y el buen funcionamiento de todo el sistema, este se calcula tomando en cuenta el pago por jornal en el municipio y las prestaciones de ley.

- Pago por jornal: Q 50,00.
- Prestaciones: 66 % (vacaciones, indemnización, aguinaldo, bono 14, Igss).

$$\text{Salario mensual} = \left(\frac{Q50,00}{\text{dia}} \right) * \left(\frac{30 \text{ dias}}{\text{mes}} \right) * 1,66 = Q2 490,00$$

- Costo de mantenimiento (M)

Este costo servirá para la compra de materiales para el sistema, en caso de que sea necesario cambiarlos por deterioro de los mismos, estimando el 4 por millar del costo total del proyecto.

$$M = \frac{(0,004 * \text{costo total del proyecto})}{\text{periodo de diseño}} = \frac{(0,004 * 2\,806\,087,90)}{25} = Q448,97$$

- Costo de administración (A)

El costo de administración es el valor que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos y otros, el cual se estima que es el 15 % de la suma de los tres costos anteriores.

$$A = 15\%(O + M) = 0,15 * (2\,490,00 + 448,97) = Q\,440,85 \text{ al mes}$$

- Costo de reserva (R)

Este costo servirá como reserva para cubrir cualquier imprevisto que afecte el proyecto, el cual será el 10 % de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 10\% + (O + M) = 0,10 * (2\,490,00 + 448,97) = Q293,89 \text{ mensuales}$$

- Tarifa calculada

Es la suma de los costos anteriores, dividido el número de viviendas:

$$Tarifa = \frac{O + M + A + R}{No. de Viviendas}$$

$$Tarifa = \frac{2\,490,00 + 448,97 + 440,85 + 293,89}{157} = Q\,23,40 \text{ al mes}$$

De acuerdo con el cálculo de la tarifa mensual, se determinó una cuota máxima de Q 23,40 mensuales la cual cubrirá los gastos del fontanero incluyendo sus prestaciones, los costos del mantenimiento del sistema, el costo de desinfección del agua, así como otros gastos que puedan surgir para el buen funcionamiento del mismo.

Según datos proporcionados por la Dirección Municipal de Planificación de la Municipalidad de Jutiapa, el ingreso promedio anual por familia en el área urbana es de Q 19 800,00 anual; mientras que en el área rural es de Q 17 928,00 anual; por lo tanto, para determinar si la comunidad está en condiciones para pagar la cuota mensual propuesta para este proyecto, se deben realizar los siguientes cálculos:

Tarifa máxima mensual < 5 % ingreso promedio mensual de la aldea La Majada es área rural del municipio, por lo tanto se asumirá un ingreso promedio mensual de Q 2 490,00.

$$2\,490,00 * 0.05 = 124,50$$

$$Q\,23,40 < Q\,124,50$$

De acuerdo al costo actual para la adquisición del agua y a la capacidad económica de la población, se concluye que los beneficiarios tienen la capacidad de pagar la tarifa propuesta.

2.2.15. Evaluación socioeconómica

Se hizo un análisis socioeconómico del proyecto de alcantarillado sanitario, para determinar si existen utilidades o determinar si es un proyecto autosostenible.

2.2.15.1. Valor presente neto (VPN)

El valor presente neto (VPN) puede desplegar tres posibles respuestas:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

- Cuando $\text{VPN} < 0$, está advirtiéndole que el proyecto no es rentable.
- Cuando $\text{VPN} = 0$, indica exactamente que el proyecto está generando el porcentaje de utilidad que se desea.
- Cuando $\text{VPN} > 0$, indica que el proyecto es rentable.

2.2.15.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno (TIR) se interpreta como la tasa mínima que tiene un proyecto para recuperar la inversión sin tener ganancias. En este caso por ser un proyecto social, no se recupera la inversión inicial, por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal, para este tipo de inversión es de costo/beneficio, y se determina de la siguiente manera:

2.2.16. Impacto ambiental

Todo proyecto de ingeniería civil genera un impacto ambiental, que puede ser bajo, moderado o alto. Para determinar qué tipo de impacto ambiental genera un proyecto y su magnitud se realiza una evaluación de impacto ambiental (EIA).

La evaluación de impacto ambiental busca cumplir la legislación vigente, manteniendo parámetros establecidos de calidad, operación y mantenimiento.

Existen categorías de impacto ambiental potencial, las cuales son:

- Categoría A: alto impacto ambiental potencial
- Categoría B1: de alto a moderado impacto ambiental potencial
- Categoría B2: de moderado a bajo impacto ambiental
- Categoría C: de bajo impacto ambiental potencial

Tabla XVI. **Actividades de bajo impacto ambiental**

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

Instrucciones	Para uso interno del marn
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none">• Completar el siguiente formato de evaluación ambiental inicial, colocando una x en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.	<p>No. Expediente:</p>

Continuación de la tabla XVI.

<ul style="list-style-type: none"> • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el marn puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, cd, usb; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del marn. 	<p>Clasificación del listado taxativo</p> <p>Firma y sello de recibido</p>
<p>I. Información legal</p>	
<p>I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (<u>obligatoriamente</u> que tenga relación con la actividad a realizar): Creación del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para aldea la majada.</p>	
<p>1.1.2 descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento. Creación del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para aldea la majada.</p>	
<p>I.2. Información legal:</p> <p>A) persona individual: lic. Edwin castillo y castillo a.1. Representante legal: lic. Edwin castillo y castillo a.2. No. De cui del documento personal de identificación (dpi): _____ 1594 _____ 16205</p>	
<p>2216 _____</p>	
<p>B) de la empresa: Razón social: _____ municipalidad _____ de <u>jutiapa</u> Nombre comercial: _____ municipalidad _____ de <u>jutiapa</u> No. De escritura constitutiva: _____ acta no 03-2016 de toma de posesión _____</p>	

Continuación de la tabla XVI.

Fecha de constitución: <u>15</u> de <u>enero</u> de <u>2016</u>	
Patente de sociedad	registro no. <u>119096</u> folio no. <u>03</u> libro no. <u>03</u>
Patente de comercio	registro no. <u>no posee</u> folio no. <u>no posee</u> libro no. <u>no posee</u>
C) de la propiedad:	
No. De finca <u>xinca</u> folio no. <u>27</u> libro no. <u>48</u> de <u>comunidad indígena xinca</u> dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	
D) de la empresa y/o persona individual:	
Número de identificación tributaria (nit): <u>228952-0</u>	
Instrucciones	
Para uso interno del marn	
I.3	teléfono <u>78441783</u> correo electrónico: <u>munidejutiapa@gmail.com</u>
I.4 dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; obligatoriamente indicar el municipio y departamento)	
Aldea la majada, municipio jutiapa, departamento jutiapa	
especificar coordenadas geográficas	
<i>Coordenadas geográficas datum wgs84</i>	
Latitud norte 14° 16' 58"	
Longitud oeste 89° 53' 33"	
I.5 dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; obligatoriamente indicar el municipio y departamento)	
Calle 15 de septiembre 12-19 zona 1, secretaria municipal	

Continuación de la tabla XVI.

<p>I.6 si para consignar la información en este formato, fue apoyado por un profesional, por favor anote el nombre, profesión, número de teléfono y correo electrónico del mismo.</p>		
<p>li. Información general</p> <p>Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:</p>		
<p>li.1 etapa de construcción</p>	<p>Operación</p>	<p>Abandono</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar 6. Trazo topográfico 7. Excavación para zanja de tubería 8. Instalación de tubería 9. Compactación 10. Construcción de pozos • Insumos necesarios 4. Combustibles 5. Materiales de construcción 6. Herramientas • Maquinaria 4. Retroexcavadora 5. Rodo de compactación 6. Camiones de volteo • Otros de relevancia 2. Transporte liviano para supervisión y acarreos 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos 3. En el sistema de abastecimiento de agua potable el fontanero, cocode y población tendrán que cumplir con el manual de operaciones y mantenimiento propuesto para dicho proyecto 4. En el sistema de alcantarillado sanitario el cocode y población tendrán que cumplir con el manual de operaciones y mantenimiento propuesto para dicho proyecto • Materia prima e insumos 3. Materiales de construcción 4. Herramientas y equipo • Maquinaria 3. Ninguna en la operación del proyecto • Productos y subproductos (bienes y servicios) 4. Contratar o solicitar a la municipalidad, técnicos para efectuar revisiones periódicas. • Horario de trabajo 2. Lunes a viernes de 7:00 am a 4:00 pm • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre 3. Rellenar y compactar zanjas 4. Limpieza de basura causada por insumos y personal de trabajo

Continuación de la tabla XVI.

li.3 área		
c)	Área total de terreno en metros cuadrados:	3000
	m ²	
d)	Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados:	800
	m ²	
Área total de construcción en metros cuadrados:		3800 m ²
Instrucciones		Para uso del marn
li.4 actividades colindantes al proyecto:		
norte	aldea el chiltepe	sur aldea potrero grande
este	aldea trancas i	oeste aldea el chiltepe
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
Descripción	Dirección (norte, sur, este, oeste)	Distancia al proyecto
Carretera rn 23	Norte	200 metros
Comunidad potrero grande (viviendas)	Sur	150 metros
Comunidad trancas i (viviendas)	Este	50 metros
Comunidad el chiltepe (viviendas)	Oeste	50 metros
li.5 dirección del viento: sur-oriente		

Continuación de la tabla XVI.

Combustible	Otro	No					
	Gasolina	Si	105 gal/mes	Gasolineras	Transportes		
	Diesel	Si	450 gal/mes	Gasolineras	Maquinaria		
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	No					
	No solubles	Si	6 gal/mes	Ventas de lubricantes	Maquinaria		
Refrigerantes		No					
Otros		No					

NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia

III. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: ¿polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? ¿Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

Si se producirá polvo, vapores, monóxido de carbono, provenientes del movimiento de tierras durante el zanjeo y del uso de la maquinaria se producirán emisiones en bajas cantidades

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Humedecer las áreas a excavar para evitar el levantamiento de polvo y verificar que se utilizara maquinaria en buen estado que reduzca las emisiones

Continuación de la tabla XVI.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 ¿Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p>Si se producen</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p>Maquinaria y equipo</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p>Se deberá trabajar en horas del día para reducir las molestias a los vecinos y los trabajadores deberán utilizar equipo para mitigar el sonido</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: no se producirán</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p>No se producirán olores</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Reusó de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, ¿qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>e) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>f) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>g) Mezcla de las anteriores</p> <p>h) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado:</p> <p><u>Se producirán aguas residuales domesticas ocasionadas por el por los trabajadores, para lo cual la empresa ejecutora debe contemplar sanitarios móviles</u></p>	
<p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios <u>1</u></p>	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>f) <u>sistema de tratamiento</u></p> <p>g) Capacidad</p> <p>h) Operación y mantenimiento</p> <p>i) Caudal a tratar</p> <p>j) Etc.</p>	

Continuación de la tabla XVI.

DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
<p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo, en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior.</p> <p>La empresa ejecutora deberá contemplar un biodigestor para tal propósito</p>	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
<p>IV.5 <u>Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</u></p> <p>No se captará el agua de lluvia</p>	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
<input checked="" type="checkbox"/>	a) Similar al de una residencia 11 libras/día
<input type="checkbox"/>	b) Generación entre 11 a 222 libras/día
<input type="checkbox"/>	c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día
<input type="checkbox"/>	d) Generación mayor a 1000 libras por día
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p>Basura común provocada por el personal de trabajo</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad? NO</p>	
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p>Colocación de recipientes para basura inorgánica, traslado de resto de materiales de construcción lejos de la comunidad</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p>Los residuos de construcción son trasladados por un camión de volteo</p>	
<p>V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p>Si</p>	

Continuación de la tabla XVI.

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)	
Basureros autorizados por la municipalidad de Jutiapa	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) <u>200 kg/hr</u>	
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público <u>Enerquate</u>	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia <u>Generador portátil de combustible</u>	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?	
SI _____ NO <u>X</u>	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
Se utilizará energía solo en procesos necesarios	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- <u>Bosques</u>	
- <u>Animales</u>	
- Otros _____	
Especificar información <u>La comunidad es rural y en algunos puntos interviene la flora y fauna del lugar</u>	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? Si, mínima cantidad, solo lo necesario	
VII.3 ¿Las actividades de la empresa, pueden afectar la biodiversidad del área? SI (X) NO () Por qué?	
Para la ejecución de la línea de impulsión y el tanque se deberá hacer brecha para que pase dicha línea. La comunidad se encargará de reforestar las áreas afectadas	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
f)	Número de vehículos <u>5</u>
g)	Tipo de vehículo <u>Pik up doble tracción</u>
h)	sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>600 m2</u>
i)	Horario de circulación vehicular <u>de 7:00 am a 5:00 pm</u>
j)	Vías alternas _____
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, ¿cuál? <u>Xinca</u>	

Continuación de la tabla XVI.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES	
<p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>d) <input type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico <u>No</u></p> <p>e) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico <u>No</u></p> <p>f) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico <u>No</u></p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p> <p>No existen riesgos culturales</p>	
ASPECTOS SOCIAL	
<p>IX.3. ¿En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, por parte del vecindario?</p> <p>SI () NO (X)</p> <p>No los vecinos apoyan este tipo de proyectos que generan desarrollo a su comunidad</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias?</p> <p>Ninguna</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? Planificar la ejecución e informar a la comunidad de los avances</p>	
PAISAJE	
<p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? ¿Explicar por qué?</p> <p>No lo afecta porque las intervenciones son mínimas y deberán quedar en iguales condiciones</p>	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
<p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>d) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>e) X la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>f) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p>El polvo y la circulación peatonal cerca de las áreas y maquinaria de trabajo</p>	

Continuación de la tabla XVI.

<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p>X No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>No la empresa ejecutora deberá velar por la seguridad y salud de sus trabajadores.</p>
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:</p> <p>Tapones para oídos, mascarillas o filtros para polvo, arneses de seguridad, chalecos reflectivos entre otros</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Humedecer las áreas donde se genere polvo, proteger los cortes de zanjas, limpiar las áreas de trabajo.</p>

Fuente: elaboración propia,

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados de la investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicio básico e infraestructura de la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa, se determinó atender las siguientes: sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, ya que dicha comunidad carece de servicios vitales para el desarrollo integral de la misma, por lo cual en este trabajo se realizaron los diseños correspondientes.
2. La construcción del sistema de abastecimiento de agua para la aldea La Majada beneficiará a 785 habitantes actuales y aproximadamente a 1 287 habitantes al final del periodo de diseño, que es de 20 años. Este proyecto es de suma importancia para la aldea ya que podrán contar con el servicio de agua potable, con lo cual se reducirá el riesgo de contraer enfermedades ocasionadas por la escasez de agua y mejorara la calidad de vida de los pobladores.
3. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Majada, solucionará la problemática de contaminación ambiental causada por las descargas de aguas negras a flor de tierra, por lo que la realización de este proyecto disminuirá considerablemente el contagio de enfermedades infecciosas causadas por las aguas residuales y la contaminación de ríos.
4. El diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Majada se realizó contemplando las normas generales para el diseño de

alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal (Infom), así como manuales técnicos de instalación y diseño por parte de proveedores de materiales.

5. El costo total del sistema de agua es de Q 790 678,87 con un costo unitario de Q 318,73 metro/lineal el cual es un costo aceptable comparado con los costos que se manejan en el medio y el costo del sistema de alcantarillado sanitario es de Q 2 806 088,93 con un costo unitario de Q 1 192,16 metro/lineal y comparando este precio con los que maneja la municipalidad de Jutiapa se concluye que es aceptable.

RECOMENDACIONES

1. Capacitar a todos los integrantes del Cocode de la comunidad de aldea La Majada, a través de charlas, folletos, entre otros, con el fin de crear conciencia en la comunidad de lo necesario que es preservar el proyecto después de finalizada la construcción; así mismo, darles a conocer la importancia del pago de sus tarifas, para el buen funcionamiento del proyecto y así tener un sistema eficiente.
2. Contratar mano de obra local en la construcción de los proyectos para beneficiar a los habitantes de La Majada con generación de empleo.
3. A la municipalidad de la ciudad de Jutiapa hacer las gestiones necesarias para la ejecución de los proyectos sistema de agua potable y alcantarillado sanitario ya que son de suma importancia para el desarrollo de la comunidad.
4. Tomar en cuenta que los presupuestos son una referencia, ya que pueden estar sujetos a cambios principalmente por la fluctuación de los precios de materiales a utilizar por lo que se deberá hacer una actualización de costos cuando corresponda.
5. Es necesario conservar la fuente de agua dándole la protección requerida para evitar su contaminación por parte de los animales o personas, colocando cercas en los alrededores de la fuente de agua y avisos que sean visibles que den a entender la importancia de evitar cualquier tipo de contaminación en la fuente de agua, así como

realizarse los aforos periódicamente, en especial durante el verano, por ser la época en que se registra menor caudal.

6. De acuerdo con el cálculo de la tarifa mensual, se determinaron las cuotas máximas son de Q 50,00 para el sistema de abastecimiento de agua y Q 23,40 para el sistema de alcantarillado sanitario, mensuales la cual cubrirá los gastos del fontanero incluyendo sus prestaciones, los costos del mantenimiento del sistema, el costo de desinfección del agua, así como gastos imprevistos que puedan surgir para el buen funcionamiento de ambos sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 196 p.
2. CABRERA RAPIELE, R. A. *Apuntes de ingeniería sanitaria 2*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 114 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. Guatemala: Infom, 2011. 64 p.
4. _____. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala: Infom, 2009. 38 p.
5. Novaloc. *Manual técnico para tubosistemas de alcantarillado*. Guatemala: Novafort, 2009. 44 p.
6. QUIJADA SAGASTUME, José Gilberto. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario de las aldeas El Ingenio y Petapilla del municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 151 p.
7. TEJEDA REYES, Christian Emilio. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Paraíso y Escuela para párvulos*

de la aldea Ciudad Pedro de Alvarado, del municipio de Moyuta, departamento de Jutiapa. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 179 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Diseño hidráulico del sistema de distribución de agua potable para la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa**

Fuente: elaboración propia.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA

LINEA DE CONDUCCIÓN																
RAMAL 1																
ESTACION	P.O	COTA DE TERRENO		L DISEÑO (m)	TOTAL DE TUBOS	Q diseño (lts)	DIAMETRO COMERCIAL (pulg)	DIAMETRO INTERNO (pulg)	TIPO DE TUBERIA	PERDIDA HF (m)	VELOCIDAD (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		PRESION DE SERVICIO		
		INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
	a.11		870,30						PVC 160 psi							
a.11	b	879,30	873,50	35,89	6	3,58	3	3,23	PVC 160 psi	0,21	0,68	879,30	879,30	0,00	0,00	
b	c	873,50	868,10	34,74	6	3,58	3	3,23	PVC 160 psi	0,20	0,68	879,09	879,09	0,00	5,59	
c	d	860,10	856,00	25,69	5	3,58	3	3,23	PVC 160 psi	0,15	0,68	879,09	878,89	5,59	10,79	
d	e	856,00	852,50	25,52	5	3,58	3	3,23	PVC 160 psi	0,15	0,68	878,89	878,74	18,79	22,74	
e	32,00	852,50	851,50	27,44	5	3,58	3	3,23	PVC 160 psi	0,16	0,68	878,74	878,60	22,74	26,10	
RED DE DISTRIBUCIÓN																
RAMAL 2																
	32,00		851,50													
32,00	31,00	851,50	852,50	33,04	6	1,90	2	2,19	PVC 160 psi	0,39	0,78	878,44	878,44	0,00	26,94	
31,00	27,00	852,50	851,91	26,11	5	1,90	2	2,19	PVC 160 psi	0,31	0,78	878,44	878,05	26,94	25,55	
RAMAL 3																
	32,00		851,50													
32,00	33,00	851,50	853,21	34,05	6	0,26	3/4	0,93	PVC 250 psi	0,67	0,60	878,44	878,44	26,94	26,94	
RAMAL 4																
	27,00		851,91													
27,00	28,00	851,91	852,10	28,12	5	0,47	1 1/2	1,53	PVC 160 psi	0,14	0,40	877,74	877,74	25,83	25,83	
28,00	29,00	852,10	852,50	21,21	4	0,47	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,11	0,40	877,74	877,60	25,83	25,50	
29,00	30,00	852,50	853,10	36,00	6	0,47	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,18	0,40	877,60	877,49	25,50	24,99	
RAMAL 5																
	27,00		851,91													
27,00	26,00	851,91	851,42	24,08	4	1,27	1 1/2	1,75	PVC 160 psi	0,40	0,81	877,74	877,74	25,83	25,83	
26,00	25,00	851,42	851,64	24,04	4	1,27	1 1/2	1,75	PVC 160 psi	0,40	0,81	877,74	877,34	25,83	25,92	
25,00	14,00	851,64	852,45	15,32	3	1,27	1 1/2	1,75	PVC 160 psi	0,40	0,81	877,34	876,95	25,92	25,31	
RAMAL 6																
	14,00		852,45													
14,00	15,00	852,45	853,30	7,67	2	0,56	1	1,20	PVC 160 psi	0,18	0,77	876,69	876,69	24,24	24,24	
15,00	16,00	853,30	854,35	13,08	3	0,56	1	1,20	PVC 160 psi	0,31	0,77	876,69	876,51	24,24	23,21	
16,00	17,00	854,35	855,25	42,45	7	0,56	1	1,20	PVC 160 psi	1,00	0,77	876,51	876,20	23,21	21,85	
17,00	18,00	855,25	856,30	39,46	7	0,56	1	1,20	PVC 160 psi	0,93	0,77	876,20	875,20	21,85	19,95	
18,00	19,00	856,30	857,10	37,60	7	0,56	1	1,20	PVC 160 psi	0,89	0,77	875,20	874,27	19,95	17,97	
RAMAL 7																
	15,00		853,30													
15,00	20,00	853,30	854,50	11,56	2	0,58	1	1,20	PVC 160 psi	0,29	0,80	876,51	876,51	0,00	23,21	
20,00	21,00	854,50	855,40	87,06	15	0,58	1	1,20	PVC 160 psi	2,19	0,80	876,51	876,22	23,21	21,72	
21,00	22,00	855,40	856,55	34,22	6	0,58	1	1,20	PVC 160 psi	0,86	0,80	876,22	874,03	21,72	18,63	
22,00	23,00	856,55	857,45	38,02	7	0,58	1	1,20	PVC 160 psi	0,96	0,80	874,03	873,16	18,63	16,61	
23,00	24,00	857,45	858,00	35,36	6	0,58	1	1,20	PVC 160 psi	0,89	0,80	873,16	872,21	16,61	14,76	
RAMAL 8																
	14,00		852,45													
14,00	13,00	852,45	852,06	16,76	3	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,26	0,71	876,69	876,69	0,00	24,24	
13,00	12,00	852,06	852,85	7,25	2	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,11	0,71	876,69	876,44	24,24	24,38	
12,00	11,00	852,85	852,53	27,00	5	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,41	0,71	876,44	876,33	24,38	23,48	
11,00	10,00	852,53	852,10	94,37	16	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	1,44	0,71	876,33	875,92	23,48	23,39	
10,00	9,00	852,10	851,50	32,26	6	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,49	0,71	875,92	874,48	23,39	22,38	
9,00	8,00	851,50	851,00	14,88	3	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,23	0,71	874,48	873,99	22,38	22,49	
8,00	7,00	851,00	849,55	93,03	16	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	1,42	0,71	873,99	873,76	22,49	22,76	
7,00	6,00	849,55	849,25	25,30	5	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,39	0,71	873,76	872,34	22,76	22,79	
6,00	5,00	849,25	849,40	5,39	1	0,85	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,08	0,71	872,34	871,96	22,79	22,71	
5,00	4,00	849,40	849,70	16,28	3	0,85	1	1,20	PVC 160 psi	0,83	1,17	871,96	871,87	22,71	22,47	
4,00	3,00	849,70	849,80	68,26	12	0,85	1	1,20	PVC 160 psi	3,49	1,17	871,87	871,04	22,47	21,34	
												871,04	867,55	21,34	17,75	

3,00	2,00	849,80	850,88	78,32	13	0,85	1	1,20	PVC 160 psi	4,00	1,17	867,55	863,55	17,75	12,67
2,00	1,00	850,88	850,40	22,57	4	0,85	1	1,20	PVC 160 psi	1,15	1,17	863,55	862,40	12,67	12,00
RAMAL 9															
	32,00		851,50										878,44	0,00	26,94
32,00	34,00	853,21	851,00	26,19	5	1,77	2	2,19	PVC 160 psi	0,57	0,73	878,44	877,87	25,23	26,87
34,00	35,00	851,00	850,80	23,54	4	1,77	2	2,19	PVC 160 psi	0,24	0,73	877,87	877,63	26,87	26,83
35,00	36,00	850,80	850,45	13,34	3	1,77	2	2,19	PVC 160 psi	0,14	0,73	877,63	877,49	26,83	27,04
RAMAL 10															
	36,00		850,45										877,49		27,04
36,00	37,00	850,45	851,10	20,11	4	0,65	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,39	0,55	877,49	877,10	27,04	26,00
37,00	38,00	851,10	852,00	18,38	4	0,65	1 1/4	1,53	PVC 160 psi	0,36	0,55	877,10	876,73	26,00	24,73
38,00	39,00	852,00	852,70	22,48	4	0,65	1	1,20	PVC 160 psi	1,48	0,90	876,73	875,25	24,73	22,55
39,00	40,00	852,70	853,25	21,20	4	0,65	1	1,20	PVC 160 psi	1,40	0,90	875,25	873,86	22,55	20,61
40,00	41,00	853,25	854,50	24,03	4	0,65	1	1,20	PVC 160 psi	1,58	0,90	873,86	872,27	20,61	17,77
RAMAL 11															
	36,00		850,45										877,49	0,00	27,04
36,00	42,00	850,45	850,00	21,40	4	1,29	1 1/2	1,75	PVC 160 psi	0,37	0,83	877,49	877,13	27,04	27,13
RAMAL 12															
	42,00		850,00										877,13		27,13
42,00	43,00	850,00	849,80	47,68	8	0,45	1	1,20	PVC 160 psi	0,75	0,62	877,13	876,37	27,13	26,57
43,00	44,00	849,80	849,50	36,77	7	0,45	1	1,20	PVC 160 psi	0,58	0,62	876,37	875,79	26,57	26,29
44,00	45,00	849,50	849,20	41,11	7	0,45	1	1,20	PVC 160 psi	0,65	0,62	875,79	875,15	26,29	25,95
45,00	46,00	849,20	848,90	22,83	4	0,45	1	1,20	PVC 160 psi	0,36	0,62	875,15	874,79	25,95	25,89
RAMAL 13															
	42,00		850,00										877,13		27,13
42,00	47,00	850,00	849,50	29,60	5	1,19	1 1/2	1,75	PVC 160 psi	0,43	0,76	876,37	875,94	26,37	26,44
RAMAL 14															
	47,00		849,50										875,94	0,00	26,44
47,00	48,00	849,50	849,75	3,17	1	0,50	1 1/4	1,52	PVC 160 psi	0,04	0,43	875,94	875,90	26,44	26,15
48,00	49,00	849,75	852,25	61,90	11	0,50	1 1/4	1,52	PVC 160 psi	0,36	0,43	875,90	875,54	26,15	23,29
49,00	50,00	852,25	853,70	62,26	11	0,50	1 1/4	1,52	PVC 160 psi	0,37	0,43	875,54	875,17	23,29	21,47
50,00	51,00	853,70	854,50	40,26	7	0,50	1	1,20	PVC 160 psi	0,77	0,69	875,17	874,40	21,47	19,90
51,00	52,00	854,50	855,85	26,72	5	0,50	1	1,20	PVC 160 psi	0,51	0,69	874,40	873,89	19,90	18,04
50,00	53,00	855,85	855,75	25,00	5	0,50	1	1,20	PVC 160 psi	0,48	0,69	873,89	873,41	18,04	17,66
RAMAL 15															
	47,00		849,50										875,94		26,44
47,00	54,00	849,50	849,20	12,08	2	1,03	1 1/2	1,75	PVC 160 psi	0,14	0,66	875,94	875,80	26,44	26,60
RAMAL 16															
	54,00		849,20										875,80		26,60
54,00	55,00	849,20	849,00	73,05	12	0,21	3/4	0,93	PVC 250 psi	0,97	0,48	875,80	874,83	26,60	25,83
RAMAL 17															
	54,00		849,20										875,80		26,60
54,00	56,00	849,20	849,10	20,61	4	0,98	1 1/4	1,52	PVC 160 psi	0,42	0,83	875,80	875,38	26,60	26,28
56,00	57,00	849,10	849,00	33,24	6	0,98	1 1/4	1,52	PVC 160 psi	0,68	0,83	875,38	874,70	26,28	25,70
57,00	58,00	849,00	848,90	37,95	7	0,98	1 1/4	1,52	PVC 160 psi	0,77	0,83	874,70	873,93	25,70	25,03
RAMAL 18															
	58,00		848,90										873,93		25,03
58,00	58,10	848,90	850,10	76,51	13	0,52	1	1,20	PVC 160 psi	1,57	0,72	873,93	872,36	25,03	22,26
58,10	59,00	850,10	852,50	53,81	9	0,52	1	1,20	PVC 160 psi	1,11	0,72	872,36	871,25	22,26	18,75
59,00	60,00	852,50	853,25	21,60	4	0,52	1	1,20	PVC 160 psi	0,44	0,72	871,25	870,80	18,75	17,55
60,00	61,00	853,25	854,10	10,85	2	0,52	1	1,20	PVC 160 psi	0,22	0,72	870,80	870,58	17,55	16,48
RAMAL 19															
	58,00		848,90										873,93		25,03
58,00	62,00	848,90	848,75	17,11	3	0,58	1 1/4	1,52	PVC 160 psi	0,13	0,49	873,93	873,80	25,03	25,05
62,00	63,00	848,75	848,50	64,03	11	0,58	1 1/4	1,52	PVC 160 psi	0,50	0,49	873,80	873,30	25,05	24,80
63,00	64,00	848,50	850,10	70,13	12	0,58	1	1,20	PVC 160 psi	1,77	0,80	873,30	871,54	24,80	21,44
64,00	65,00	850,10	851,20	49,02	9	0,58	1	1,20	PVC 160 psi	1,24	0,80	871,54	870,30	21,44	19,10
65,00	66,00	851,20	851,70	17,01	3	0,58	3/4	0,93	PVC 250psi	1,48	1,34	870,30	868,82	19,10	17,12
66,00	67,00	851,70	852,25	58,00	10	0,58	3/4	0,93	PVC 250 psi	5,06	1,34	868,82	863,76	17,12	11,51

Apéndice 2. **Diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario
para la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa**

Fuente: elaboración propia.

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA

DE PV	A PV	COTA INICIAL	COTA FINAL	LONGITUD EN METROS	PENDIENTE DE TERRENO	NUMERO DE CASAS	POBLACIÓN FUTURA	POBLACIÓN ACTUAL	FACTOR DE HARMOND FUTURO	FACTOR DE HARMOND ACTUAL	CAUDAL ACTUAL l/s	CAUDAL FUTURO l/s	DIAMETRO EN PULGADAS	VELOCIDAD SECCION LLENA v(m/s)	CAPACIDAD LLENA l/s	velocidad actual v(m/s)	velocidad futuro v(m/s)	ALTURA DE POZOS AGUA ARRIBA	COTA INVERT AGUA ABAJO	PENDIENTE DE TUBERIA	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN ENTRE POZOS	
RAMAL PRINCIPAL																						
1	2	851,50	849,80	100,87	1,69	5	46	25	4,32	4,37	0,50	0,92	6	1,47	26,81	0,57	0,68	1,50	850,00	848,30	1,69	136,17
2	3	849,80	849,70	84,54	0,12	4	37	20	4,34	4,38	0,90	1,66	6	0,33	5,94	0,23	0,28	1,53	848,27	848,20	0,08	115,27
3	4	849,70	849,55	30,69	0,49	1	9	5	4,42	4,44	1,00	1,85	6	0,61	11,18	0,38	0,45	1,56	848,14	848,05	0,29	42,26
4	5	851,00	851,50	107,89	-0,46	1	9	5	4,42	4,44	1,10	2,04	6	0,55	9,94	0,36	0,43	1,25	849,75	849,50	0,23	157,79
5	6	851,50	852,10	32,25	-1,86	1	9	5	4,42	4,44	1,21	2,23	6	0,69	12,60	0,44	0,52	2,03	849,47	849,35	0,37	69,37
6	7	852,10	852,53	94,37	-0,46	6	56	30	4,31	4,35	1,80	3,33	6	0,23	4,25	0,22	0,26	2,78	849,32	849,28	0,04	256,07
7	8	852,53	852,06	34,25	1,37	5	46	25	4,32	4,37	2,30	4,25	6	0,84	15,38	0,61	0,72	3,28	849,25	849,06	0,55	96,79
8	9	852,06	852,45	16,76	-2,33	3	28	15	4,36	4,40	2,60	4,81	6	0,92	16,73	0,67	0,79	3,00	849,06	848,95	0,66	49,02
9	10	852,45	851,64	15,30	5,29	1	9	5	4,42	4,44	4,72	8,72	8	0,61	19,70	0,50	0,59	3,53	848,92	848,89	0,20	43,24
10	11	851,64	851,91	48,12	-0,56	8	74	40	4,28	4,33	5,51	10,17	8	0,99	32,06	0,74	0,88	2,73	848,91	848,66	0,52	129,49
11	12	851,91	851,50	59,12	0,69	14	130	70	4,21	4,28	7,46	13,79	8	0,64	20,86	0,59	0,69	3,28	848,63	848,50	0,22	167,07
12	13	851,50	850,45	62,98	1,67	10	93	50	4,25	4,31	8,74	16,16	8	0,90	29,12	0,78	0,92	3,03	848,47	848,20	0,43	149,64
13	14	850,45	850,00	21,40	2,10	2	19	10	4,38	4,41	9,92	18,35	10	1,42	71,88	0,99	1,19	2,28	848,17	848,00	0,79	41,22
14	15	850,00	849,50	29,60	1,69	3	28	15	4,36	4,40	11,11	20,56	10	1,37	69,53	1,00	1,19	2,03	847,97	847,75	0,74	50,35
15	16	849,50	849,20	12,08	2,48	1	9	5	4,42	4,44	12,12	22,43	10	2,38	120,57	1,52	1,82	1,78	847,72	847,45	2,24	19,19
16	17	849,20	849,10	20,61	0,49	3	28	15	4,36	4,40	12,72	23,55	10	2,07	105,10	1,40	1,67	1,75	847,45	847,10	1,70	34,78
17	18	849,10	849,00	33,24	0,30	4	37	20	4,34	4,38	13,12	24,29	10	0,73	37,01	0,67	0,78	2,03	847,07	847,00	0,21	60,28
18	19	449,00	448,90	37,95	0,26	4	37	20	4,34	4,38	14,42	25,03	10	0,68	34,64	0,65	0,74	2,03	446,97	446,90	0,18	68,82
19	20	448,90	448,75	17,11	0,88	1	9	5	4,42	4,44	15,43	26,89	12	1,51	109,83	1,06	1,24	2,03	446,87	446,75	0,70	31,03
20	21	448,75	448,50	64,03	0,39	3	28	15	4,36	4,40	15,73	29,12	12	1,05	76,87	0,83	0,98	2,03	446,72	446,50	0,34	116,12
21	Desfogue	448,50	448,00	47,00	1,06	0	0	0	4,50	4,50	15,73	29,12	12	1,85	135,27	1,24	1,48	2,00	446,50	446,00	1,06	84,60
RAMAL 1																						
22	23	857,10	856,30	37,59	2,13	3	28	15	4,36	4,40	0,30	0,56	6	1,65	30,13	0,53	0,64	1,50	855,60	854,80	2,13	50,75
23	24	856,30	855,25	39,45	2,96	3	28	15	4,36	4,40	0,61	1,12	6	1,82	33,21	0,70	0,84	1,53	854,77	853,75	2,59	53,79
24	25	855,25	854,35	42,44	2,12	4	37	20	4,34	4,38	1,01	1,86	6	2,03	37,11	0,88	1,06	1,53	853,72	852,35	3,23	67,42
25	9	854,35	852,45	20,60	9,22	1	9	5	4,42	4,44	1,11	2,04	6	2,95	53,84	1,18	1,42	2,00	852,35	850,95	6,80	32,45
RAMAL 2																						
26	27	858,00	857,45	35,36	1,56	4	37	20	4,34	4,38	0,40	0,74	6	1,41	25,76	0,52	0,62	1,50	856,50	855,95	1,56	47,74
27	28	857,45	855,40	72,22	2,84	2	19	10	4,38	4,41	0,61	1,11	6	1,89	34,54	0,72	0,87	1,53	855,92	853,90	2,80	98,47
28	29	855,40	854,50	87,05	1,03	2	19	10	4,38	4,41	0,81	1,49	6	1,66	30,27	0,72	0,86	1,53	853,87	852,00	2,15	157,87
29	9	854,50	852,45	18,50	11,08	1	9	5	4,42	4,44	0,91	1,68	6	2,70	49,21	1,04	1,25	2,50	852,00	850,95	5,68	33,30
RAMAL 3																						
30	11	863,10	851,91	85,36	13,11	6	56	30	4,31	4,35	0,59	1,10	6	2,97	54,26	0,98	1,18	6,80	856,30	850,41	6,90	318,82
RAMAL 4																						
31	12	853,21	851,50	34,01	5,03	3	28	15	4,36	4,40	0,30	0,56	6	2,54	46,31	0,71	0,86	1,50	851,71	850,00	5,03	45,91
RAMAL 5																						
32	13	854,50	850,45	106,12	3,82	10	93	50	4,25	4,31	0,98	1,81	6	2,21	40,35	0,93	1,11	1,50	853,00	848,95	3,82	143,26
RAMAL 6																						
33	34	848,90	849,20	22,83	-1,31	1	9	5	4,42	4,44	0,10	0,19	6	1,06	19,33	0,28	0,34	1,50	847,40	847,20	0,88	35,96
34	35	849,20	849,80	77,88	-0,77	7	65	35	4,29	4,34	0,79	1,47	6	0,78	14,24	0,42	0,50	2,03	847,17	846,80	0,48	176,28
35	14	849,80	850,00	47,68	-0,42	1	9	5	4,42	4,44	0,89	1,66	6	0,85	15,54	0,46	0,55	3,03	846,77	846,50	0,57	140,11
RAMAL 7																						
36	37	855,85	853,70	66,93	3,21	3	28	15	4,36	4,40	0,30	0,56	6	2,03	37,02	0,61	0,73	1,50	854,35	852,20	3,21	90,36
37	38	853,70	852,25	62,24	2,33	2	19	10	4,38	4,41	0,70	1,31	6	1,71	31,20	0,70	0,84	1,53	852,17	850,75	2,28	84,86
38	15	852,25	849,50	64,25	4,28	2	19	10	4,38	4,41	0,91	1,68	6	2,33	42,50	0,93	1,13	1,53	850,72	848,00	4,23	87,60
RAMAL 8																						
39	37	855,75	853,70	25,00	8,20	2	19	10	4,38	4,41	0,20	0,37	6	2,82	51,43	0,68	0,82	2,00	853,75	852,20	6,20	39,38
RAMAL 9																						
40	16	849,00	849,20	73,05	-0,27	3	28	15	4,36	4,40	0,30	0,56	6	0,73	13,24	0,30	0,36	1,50	847,50	847,20	0,41	115,05
RAMAL 10																						
41	42	454,10	453,25	10,81	7,86	3	28	15	4,36	4,40	0,30	0,56	6	2,04	37,16	0,61	0,74	2,00	452,10	451,75	3,24	17,03
42	43	453,25	450,10	53,76	5,86	4	37	20	4,34	4,38	0,70	1,30	6	2,73	49,76	0,96	1,17	1,53	451,72	448,60	5,80	73,30
43	19	450,10	448,90	76,50	1,57	2	19	10	4,38	4,41	0,90	1,67	6	1,67	30,52	0,74	0,89	1,53	448,57	446,90	2,18	121,52
RAMAL 11																						
44	45	452,25	451,20	58,00	1,81	3	28	15	4,36	4,40	0,30	0,56	6	1,07	19,56	0,39	0,47	2,03	450,22	449,70	0,90	92,13
45	46	451,20	450,10	66,01	1,67	3	28	15	4,36	4,40	0,60	1,12	6	1,44	26,30	0,59	0,71	1,53	449,67	448,60	1,62	90,00
46	21	450,10	448,50	70,11	2,28	2	19	10	4,38	4,41	0,80	1,49	6	1,69	30,91	0,73	0,87	1,53	448,57	447,00	2,24	95,59

Apéndice 3. **Planos del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa**

Fuente: elaboración propia.

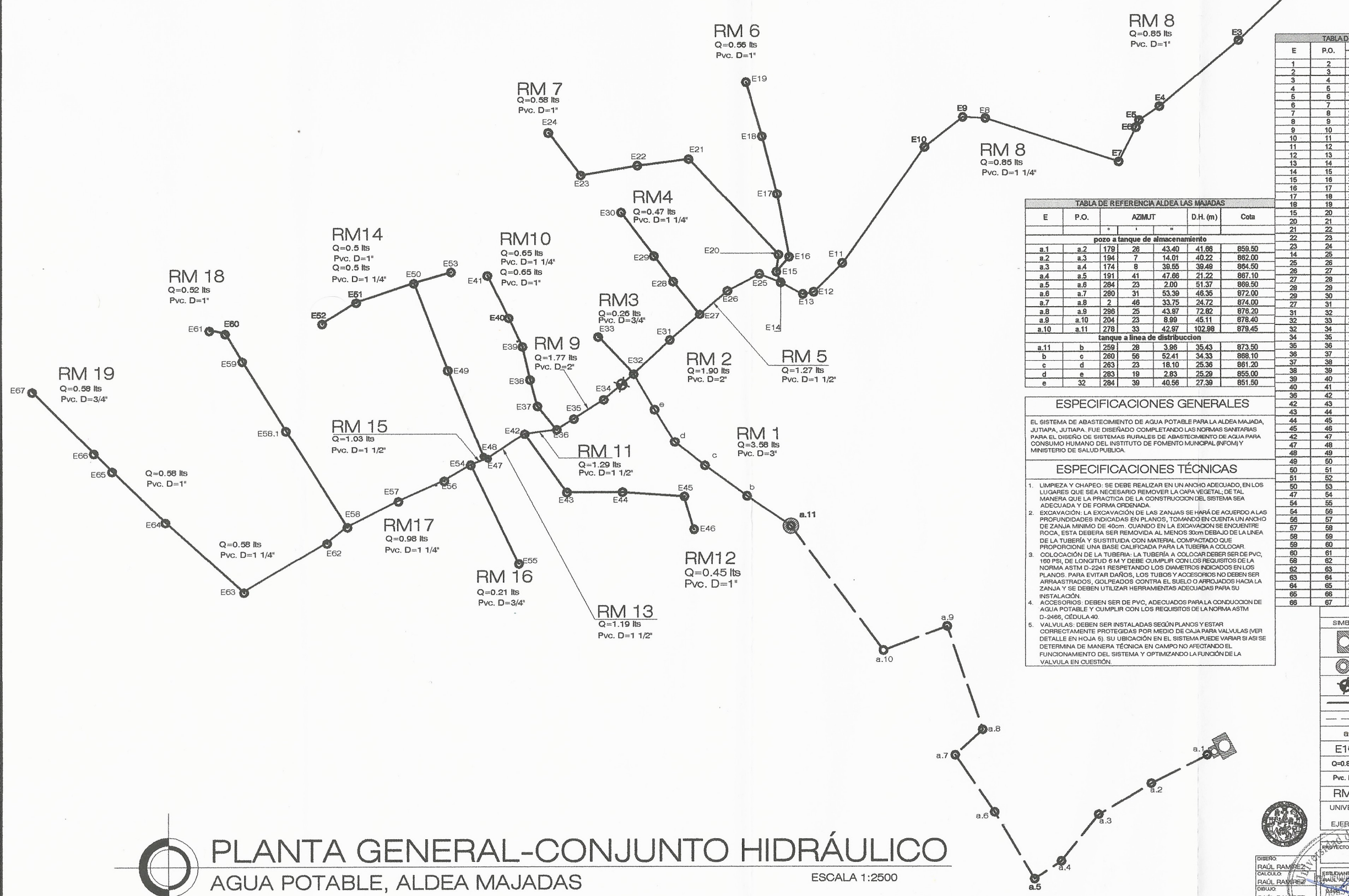


TABLA DE REFERENCIA ALDEA LAS MAJADAS

E	P.O.	AZIMUT	D.H. (m)	Cota
1	2	179	11	44.64
2	3	185	7	41.49
3	4	185	2	32.82
4	5	190	37	10.76
5	6	158	11	54.83
6	7	161	33	54.18
7	8	243	9	34.17
8	9	227	43	34.72
9	10	197	7	30.05
10	11	170	14	17.61
11	12	180	0	0.00
12	13	213	41	24.24
13	14	262	38	45.51
14	15	293	11	54.83
15	16	355	36	4.66
16	17	304	26	20.36
17	18	300	27	55.98
18	19	298	36	37.65
19	20	312	30	30.69
20	21	271	59	29.78
21	22	217	62	29.84
22	23	215	21	44.96
23	24	278	7	48.37
24	25	245	1	27.64
25	26	196	55	39.05
26	27	184	45	49.11
27	28	276	6	55.91
28	29	278	7	48.37
29	30	278	10	11.79
30	31	185	15	15.05
31	32	181	44	8.54
32	33	271	41	4.86
32	34	183	9	21.60
34	35	192	15	53.19
35	36	192	59	40.62
36	37	275	42	38.14
37	38	290	21	27.91
38	39	302	16	32.32
39	40	289	17	24.17
40	41	289	26	5.62
41	42	233	46	51.29
42	43	99	39	35.62
43	44	45	0	0.00
44	45	48	56	42.67
45	46	118	48	38.86
46	47	269	8	40.05
47	48	251	33	54.18
48	49	292	50	1.16
49	50	293	40	55.52
50	51	208	33	54.18
51	52	192	59	40.62
52	53	62	10	38.43
53	54	248	12	20.50
54	55	109	21	17.55
54	56	196	15	45.10
55	57	201	8	40.54
56	58	198	26	5.92
58	59	282	51	45.90
59	60	283	23	32.99
60	61	236	18	35.76
61	62	189	11	21.14
62	63	194	28	13.06
63	64	268	43	46.24
64	65	268	49	51.10
65	66	270	0	0.00
66	67	270	0	0.00

TABLA DE REFERENCIA ALDEA LAS MAJADAS

E	P.O.	AZIMUT	D.H. (m)	Cota
20	21	271	59	29.78
21	22	217	62	29.84
22	23	215	21	44.96
23	24	278	7	48.37
24	25	245	1	27.64
25	26	196	55	39.05
26	27	184	45	49.11
27	28	276	6	55.91
28	29	278	7	48.37
29	30	278	10	11.79
30	31	185	15	15.05
31	32	181	44	8.54
32	33	271	41	4.86
32	34	183	9	21.60
34	35	192	15	53.19
35	36	192	59	40.62
36	37	275	42	38.14
37	38	290	21	27.91
38	39	302	16	32.32
39	40	289	17	24.17
40	41	289	26	5.62
41	42	233	46	51.29
42	43	99	39	35.62
43	44	45	0	0.00
44	45	48	56	42.67
45	46	118	48	38.86
46	47	269	8	40.05
47	48	251	33	54.18
48	49	292	50	1.16
49	50	293	40	55.52
50	51	208	33	54.18
51	52	192	59	40.62
52	53	62	10	38.43
53	54	248	12	20.50
54	55	109	21	17.55
54	56	196	15	45.10
55	57	201	8	40.54
56	58	198	26	5.92
58	59	282	51	45.90
59	60	283	23	32.99
60	61	236	18	35.76
61	62	189	11	21.14
62	63	194	28	13.06
63	64	268	43	46.24
64	65	268	49	51.10
65	66	270	0	0.00
66	67	270	0	0.00

ESPECIFICACIONES GENERALES

EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MAJADAS, JUTAPA, JUTAPA. FUE DISEÑADO CUMPLIENDO LAS NORMAS SANITARIAS PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS RURALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM) Y MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- LIMPIEZA Y CHAPEO: SE DEBE REALIZAR EN UN ANCHO ADECUADO, EN LOS LUGARES QUE SEA NECESARIO REMOVER LA CAPA VEGETAL, DE TAL MANERA QUE LA PRÁCTICA DE LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA SEA ADECUADA Y DE FORMA ORDENADA.
- EXCAVACIÓN: LA EXCAVACIÓN DE LAS ZANJAS SE HARÁ DE ACUERDO A LAS PROFUNDIDADES INDICADAS EN PLANOS, TOMANDO EN CUENTA UN ANCHO DE ZANJA MÍNIMO DE 40cm. CUANDO EN LA EXCAVACIÓN SE ENCUENTRE ROCA, ESTA DEBERÁ SER REMOVIDA AL MENOS 30cm DEBAJO DE LA LINEA DE LA TUBERÍA Y SUSTITUIDA CON MATERIAL COMPACTADO QUE PROPORCIONE UNA BASE CALIFICADA PARA LA TUBERÍA A COLOCAR.
- COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA: LA TUBERÍA A COLOCAR DEBERÁ SER DE PVC, 100 PSI, DE LONGITUD 6 m Y DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA ASTM D-2241 RESPETANDO LOS DIÁMETROS INDICADOS EN LOS PLANOS. PARA EVITAR DAÑOS, LOS TUBOS Y ACCESORIOS NO DEBEN SER ARRASTRADOS, GOLPEADOS CONTRA EL SUELO O ARROJADOS HACIA LA ZANJA Y SE DEBEN UTILIZAR HERRAMIENTAS ADECUADAS PARA SU INSTALACIÓN.
- ACCESORIOS: DEBEN SER DE PVC, ADECUADOS PARA LA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE Y CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA ASTM D-2465, CÉDULA 40.
- VALVULAS: DEBEN SER INSTALADAS SEGÚN PLANOS Y ESTAR CORRECTAMENTE PROTEGIDAS POR MEDIO DE CAJA PARA VALVULAS (VER DETALLE EN HOJA 6). SU UBICACIÓN EN EL SISTEMA PUEDE VARIAR SI SE DETERMINA DE MANERA TÉCNICA EN CAMPO NO AFECTANDO EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA Y OPTIMIZANDO LA FUNCIÓN DE LA VALVULA EN CUESTIÓN.

SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA CASETA DE BOMBEO
	INDICA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA D=2"
	INDICA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	INDICA TUBERÍA DE IMPLSIÓN
a.1	INDICA TOMA DE AGUA 1
E1	INDICA ESTACIÓN
Q=0.85 lts	INDICA CAUDAL
Pvc. D=1"	INDICA DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
RM 8	RM=RAMAL 8=NUMERO DE RAMAL



PLANTA GENERAL-CONJUNTO HIDRÁULICO

AGUA POTABLE, ALDEA MAJADAS

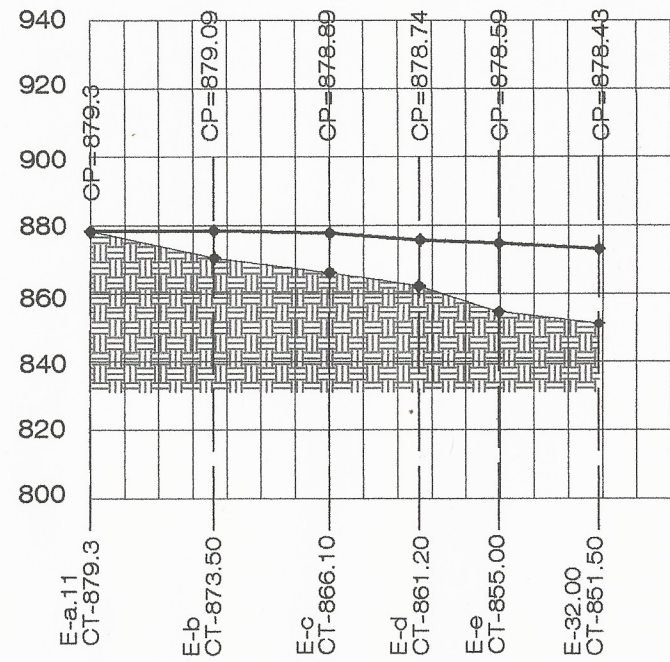
ESCALA 1:2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)
 MUNICIPALIDAD DE JUTAPA, JUTAPA

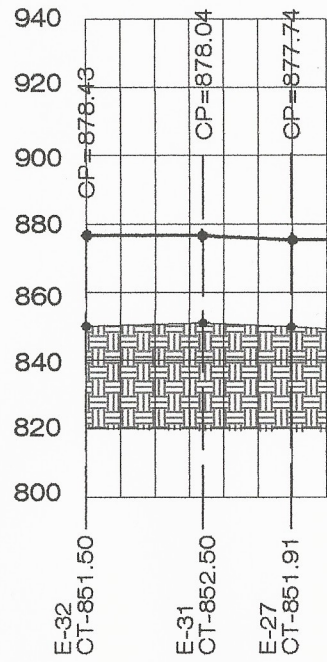
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA MAJADAS, JUTAPA, JUTAPA

ELABORADO POR: RAÚL RAMÍREZ
 DISEÑO: RAÚL RAMÍREZ
 INDICADA: RAÚL RAMÍREZ
 FECHA: AGOSTO 2018

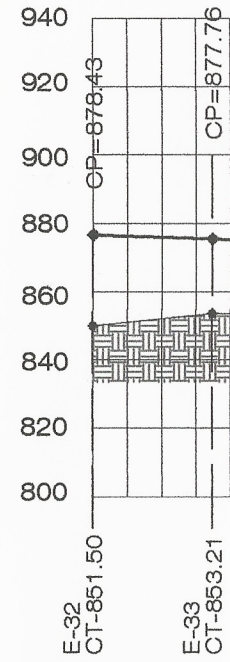
05



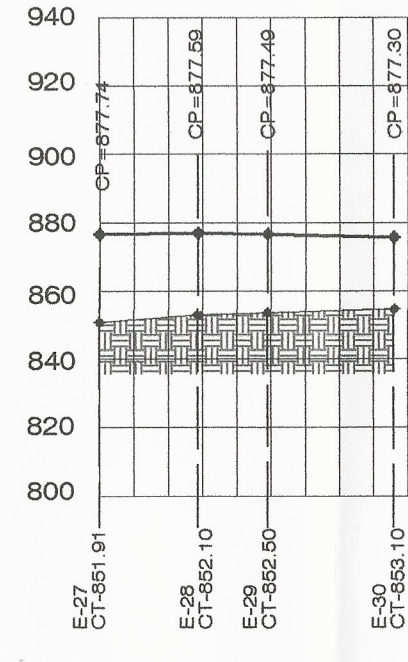
 RAMAL 1



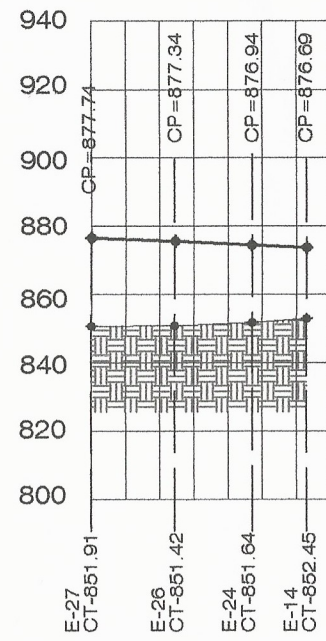
 RAMAL 2



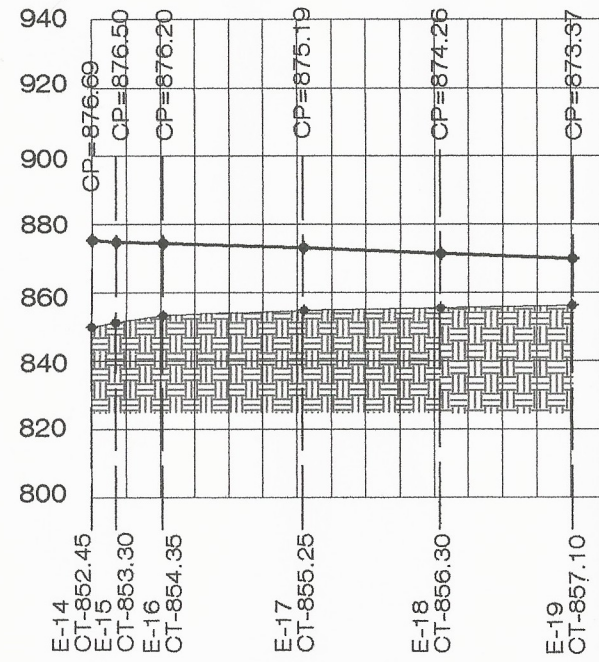
 RAMAL 3



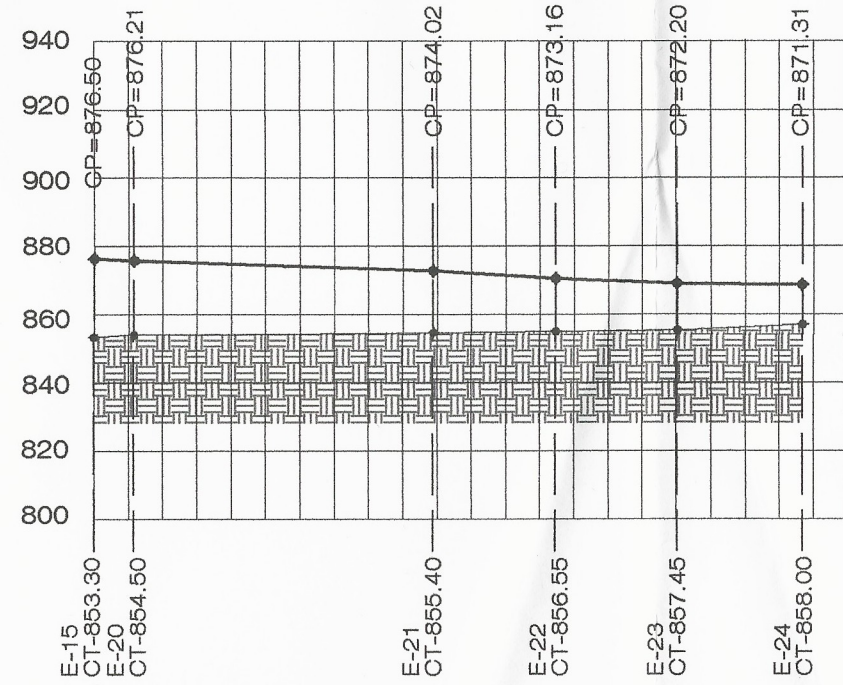
 RAMAL 4



 RAMAL 5



 RAMAL 6



 RAMAL 7

 **PERFILES**
RAMALES DEL 1 AL 7

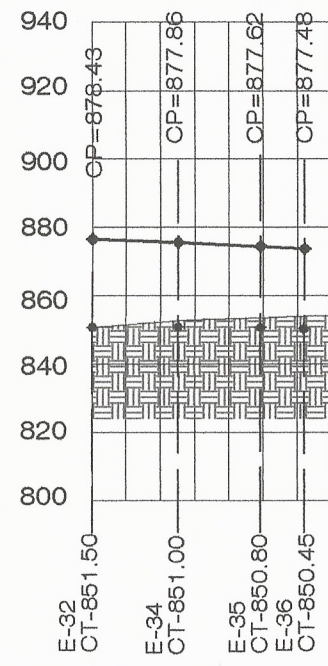
ESCALA 1:2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)
 MUNICIPIO DE SAN CAYETANO
 MUNICIPALIDAD DE UHAYAT, UHAYAT

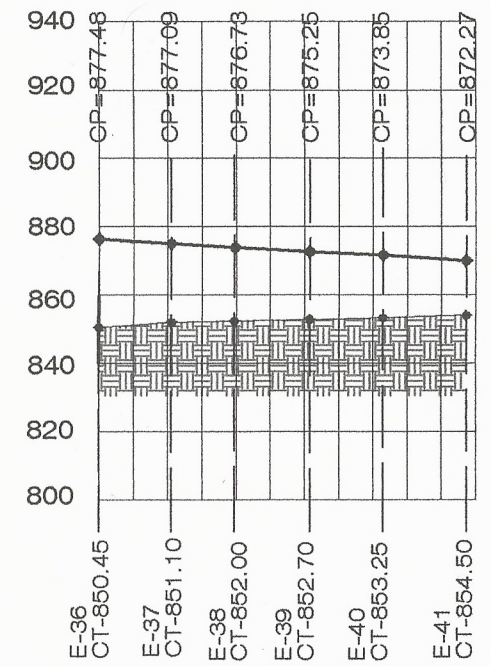
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LA MAMADA, UHAYAT, UHAYAT

ESTUDIANTE: Alfredo Arvizu Chaceta
 RAÚL RAMÍREZ
 RAÚL RAMÍREZ
 RAÚL RAMÍREZ
 ESCALA INDICADA
 FECHA AGOSTO 2018

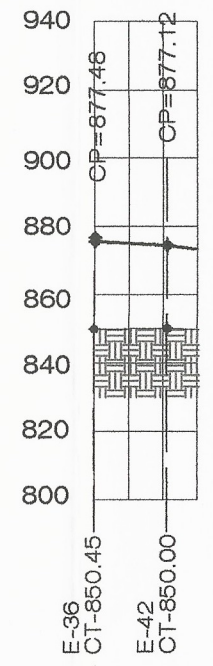
02
 05




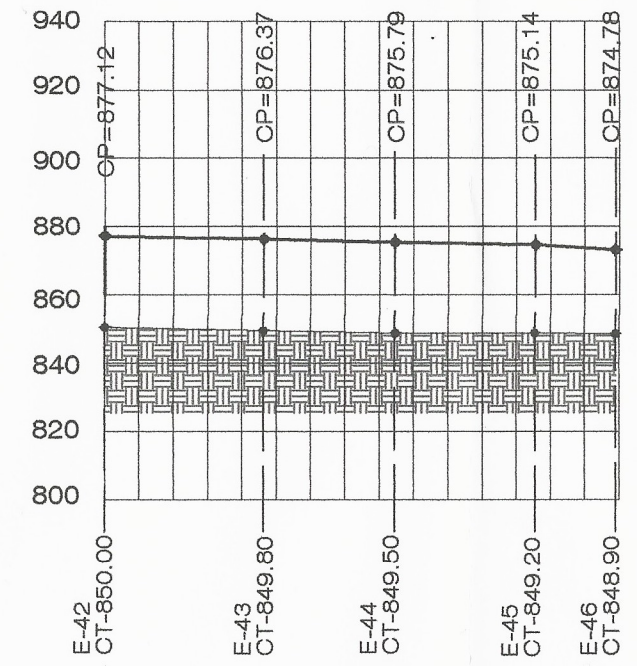
 RAMAL 9




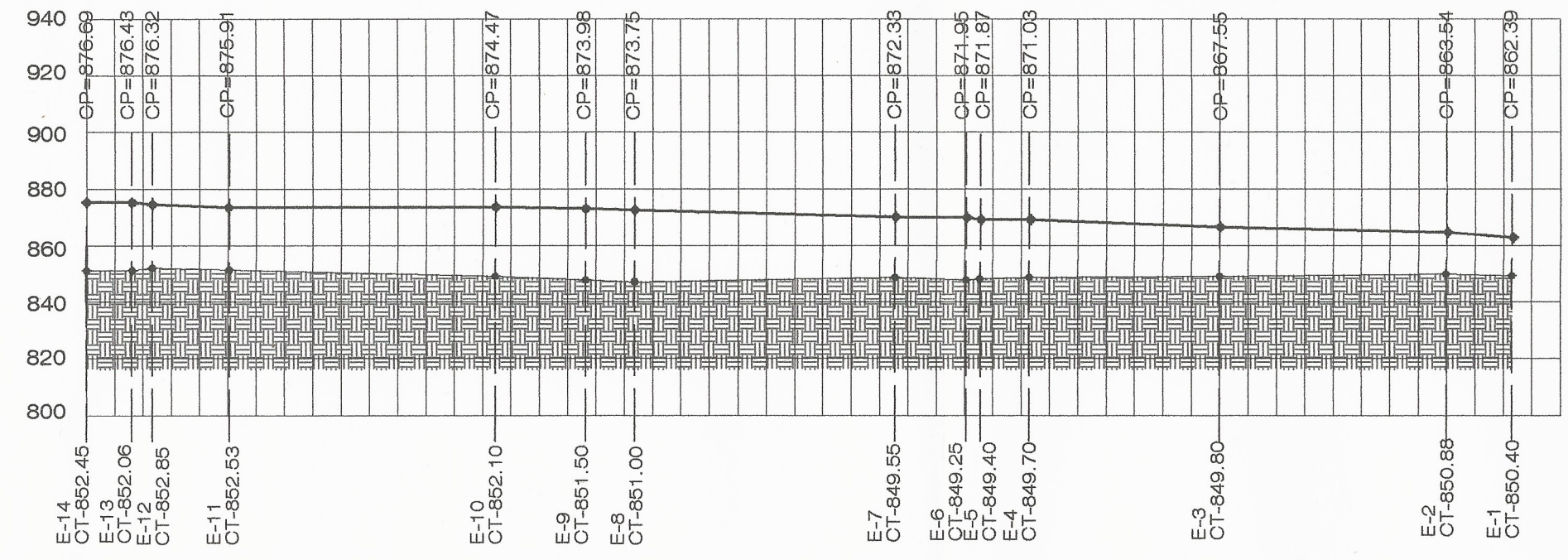
 RAMAL 10



 RAMAL 11



 RAMAL 12




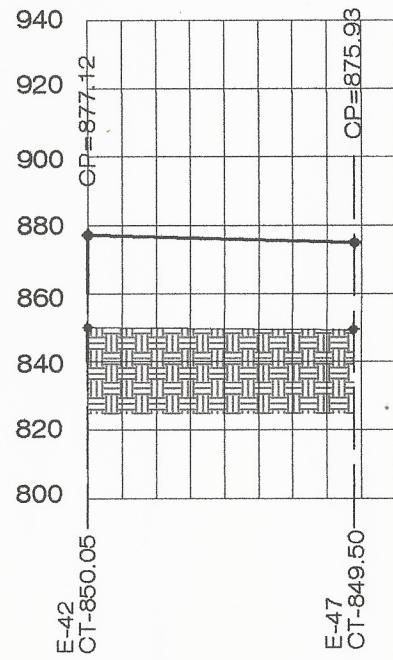
 RAMAL 8

PERFILES

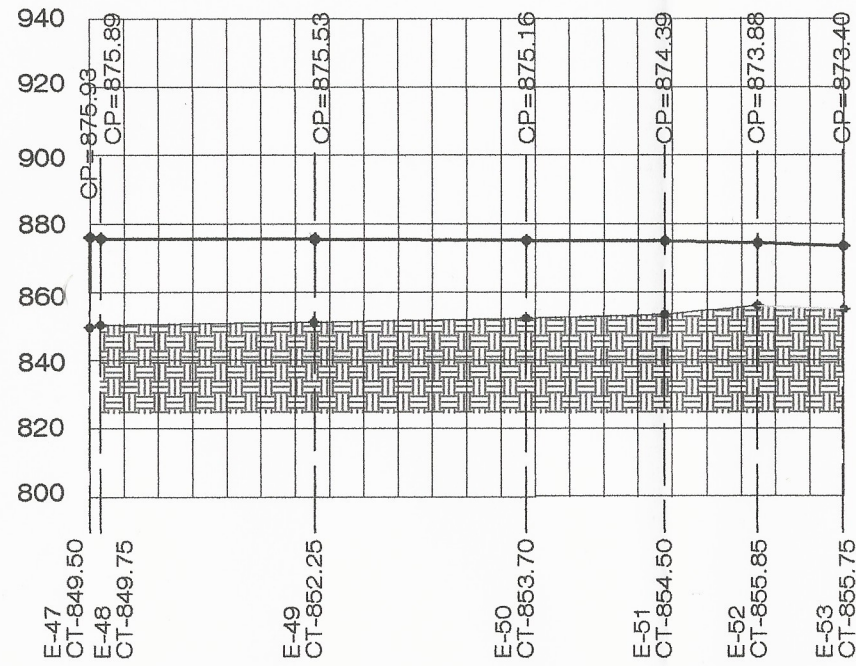
RAMALES DEL 8 AL 12

ESCALA 1:2000

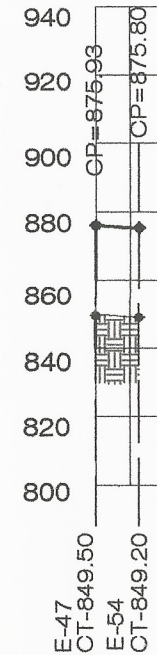
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, JUTIAPA		
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LA MANA, JUTIAPA, JUTIAPA		
DISEÑO:	RAÚL RAMÍREZ	03
CÁLCULO:	RAÚL RAMÍREZ	
ESTUDIANTE:	RAÚL RAMÍREZ	
DEBIDO:	RAÚL RAMÍREZ	
ESCALA:	ESCALA	
INDICADA:		
FECHA:	AGOSTO 2018	



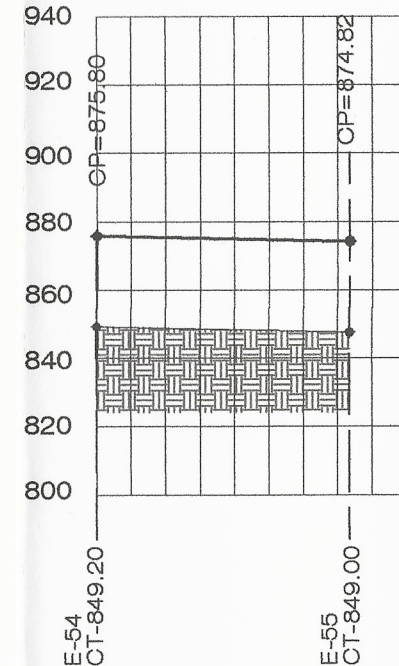
RAMAL 13



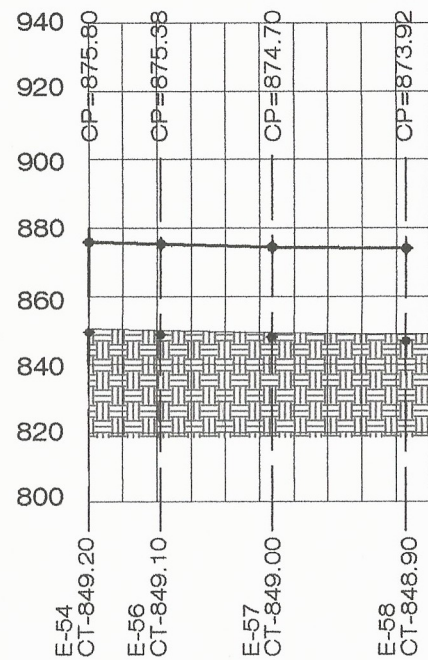
RAMAL 14



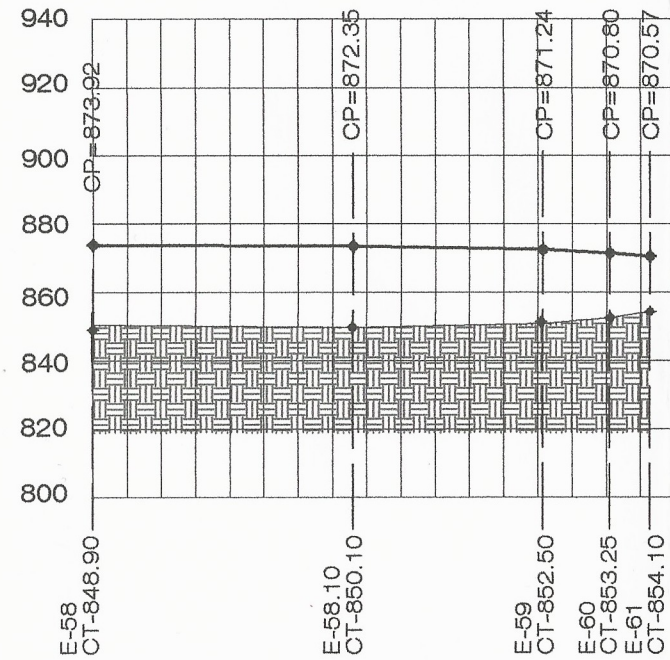
RAMAL 15



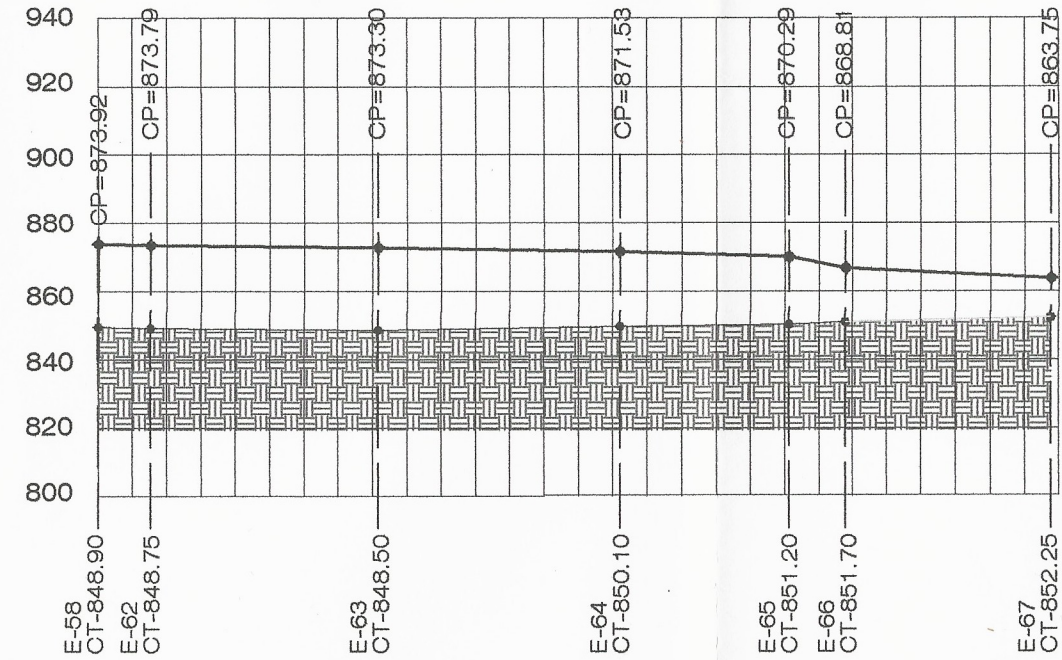
RAMAL 16



RAMAL 17



RAMAL 18



RAMAL 19

PERFILES
RAMALES DEL 13 AL 19

ESCALA 1:2000

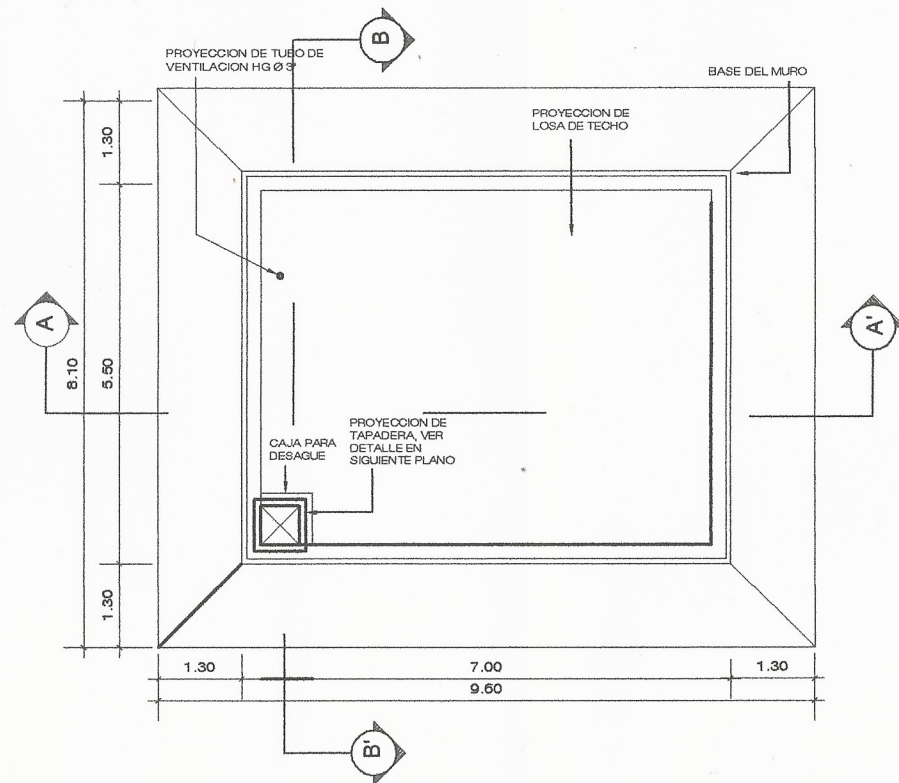
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

MUNICIPALIDAD DE SAN CAYUÁ, GUATEMALA
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA LA ALDEA LA MALINCA, JUTUPÁ, JUTUPÁ

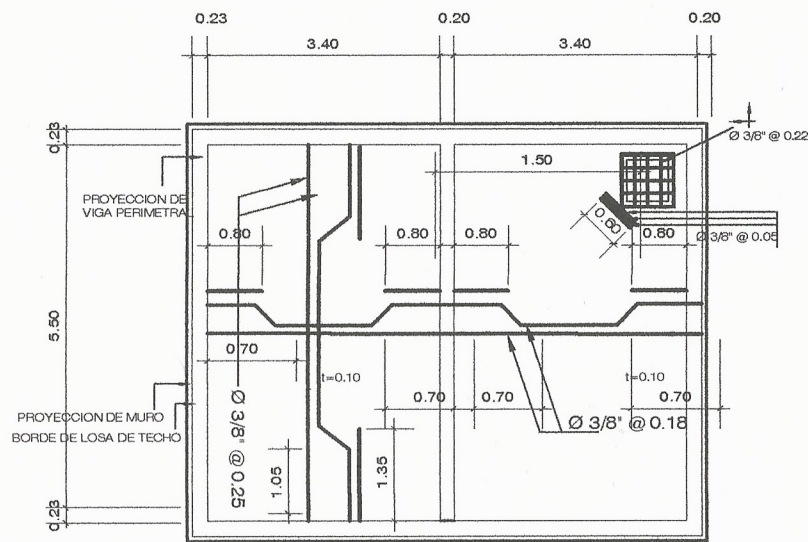
DISEÑO: RAÚL RAMÍREZ
CALCULO: RAÚL RAMÍREZ
DIBUJO: RAÚL RAMÍREZ
INDICADA: RAÚL RAMÍREZ
FECHA: AGOSTO 2018

PROFESOR TITULAR: *[Signature]*
SUPERVISOR DE E.P.S.: *[Signature]*
Unidad de Prácticas de Ingeniería y E.P.S.

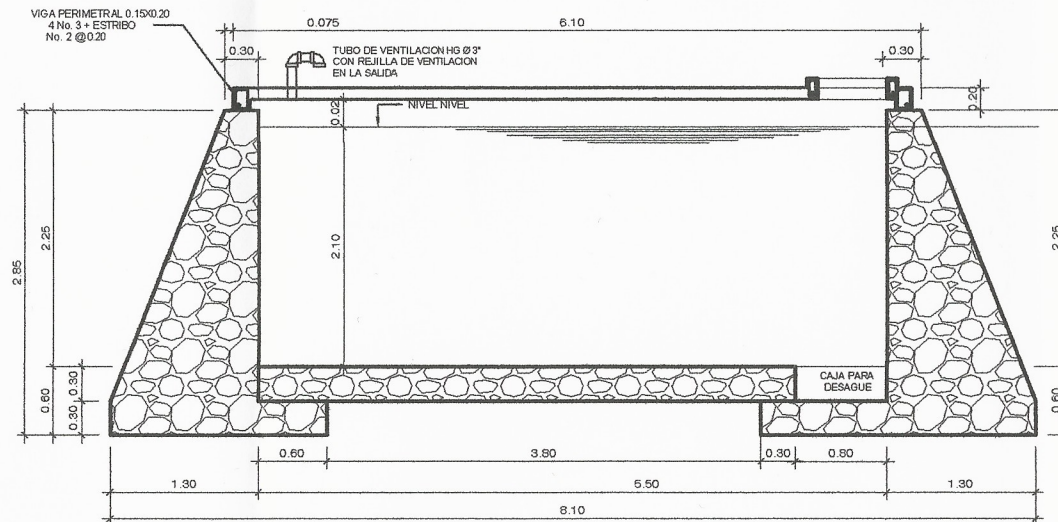
04
05



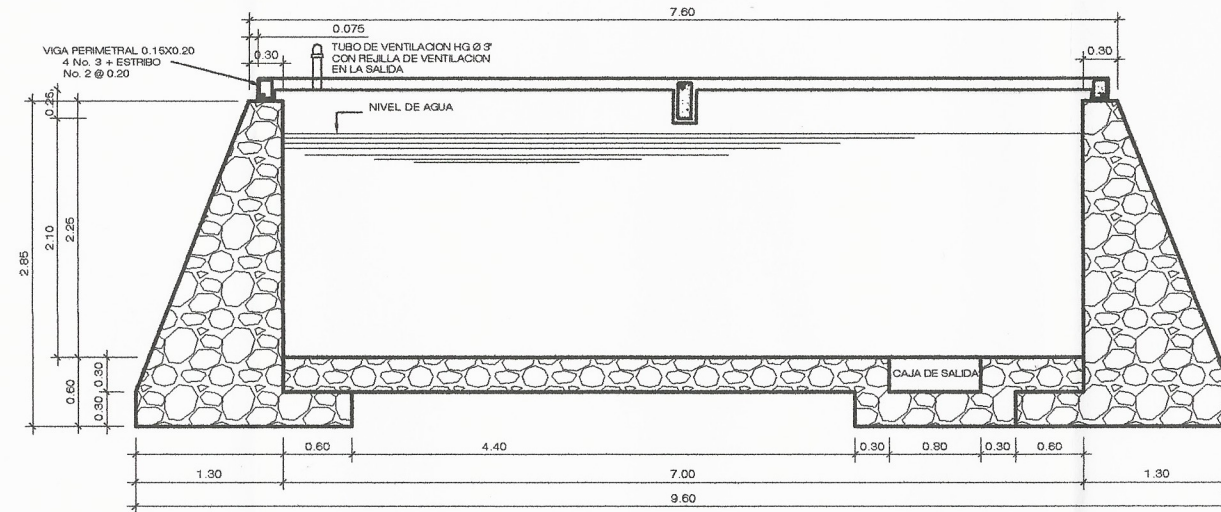
PLANTA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 80m³
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA ESCALA 1:100



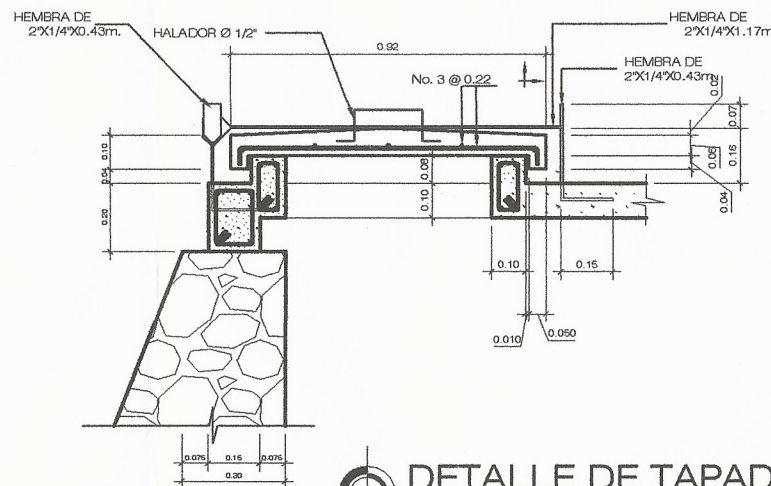
PLANTA TANQUE DE ARMADO DE LOSA
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA ESCALA 1:100



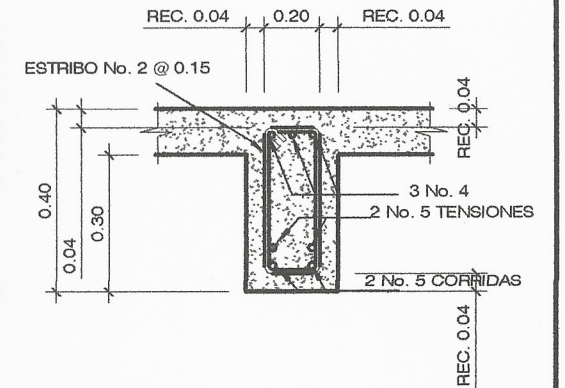
SECCIÓN B-B'
 ESCALA 1:60



SECCIÓN A-A'
 ESCALA 1:60



DETALLE DE TAPADERA
 ESCALA 1:250



DETALLE DE VIGA
 ESCALA 1:15

NOTAS GENERALES

- MATERIALES**
- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² A LOS 28 DIAS PROPORCION 1:2:2
 - 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KS) ESPECIFICACION ASTM A618
 - 3° LOS MUROS SON DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
 - 4° TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
 - 5° LOS RECURRIMIENTOS SERAN DE 3m. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO
 - 6° EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO
 - 7° LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
 - 8° LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALSADA
 - 9° LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR OBRINDAS CON CEMENTO ARENA
 - 10° LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE MAMPONERIA: 67% PIEDRA BOLA 33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
 - 11° EL RECURRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
 MUNICIPIO DE JUTIAPA, JUTIAPA

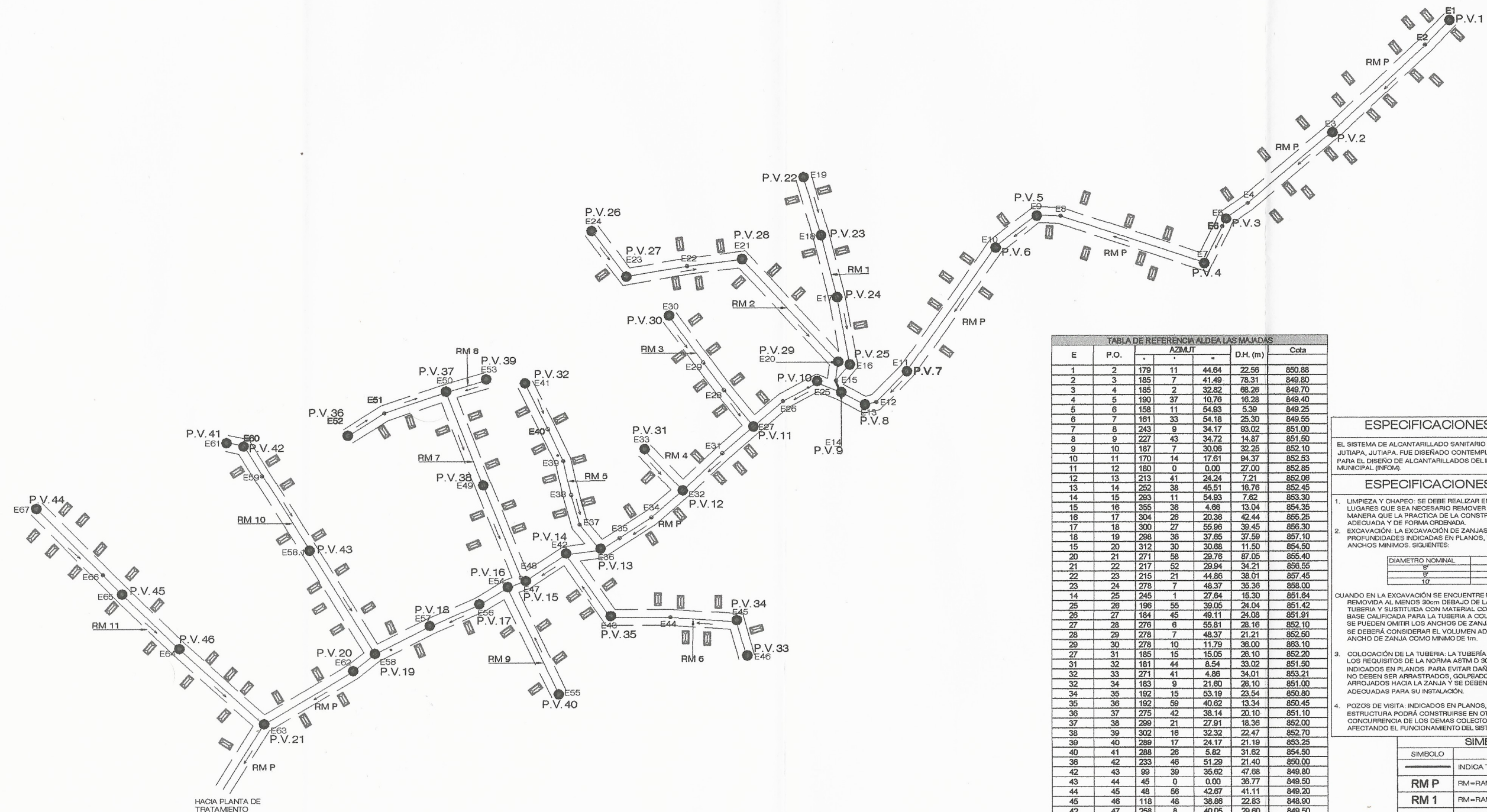
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA

ESTUDIANTE: Alfredo Arriola
 RAÚL RAMÍREZ
 RAÚL RAMÍREZ
 RAÚL RAMÍREZ
 RAÚL RAMÍREZ
 ESCALA:
 INDICADA
 FECHA:
 AGOSTO 2018

05
 05

Apéndice 4. **Planos del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea La Majada, Jutiapa, Jutiapa**

Fuente: elaboración propia.



E	P.O.	AZMUT	DH. (m)	Cota		
1	2	179	11	44.64	22.56	850.88
2	3	185	7	41.49	78.31	849.80
3	4	185	2	32.82	68.26	849.70
4	5	190	37	10.76	16.28	849.40
5	6	158	11	54.93	5.39	849.25
6	7	161	33	54.18	25.30	849.55
7	8	243	9	34.17	63.02	851.00
8	9	227	43	34.72	14.87	851.50
9	10	187	7	30.08	32.25	852.10
10	11	170	14	17.91	84.37	852.53
11	12	180	0	0.00	27.00	852.85
12	13	213	41	24.24	7.21	852.09
13	14	252	38	45.51	16.78	852.45
14	15	293	11	54.93	7.62	853.30
15	16	355	36	4.86	13.04	854.35
16	17	304	26	20.36	42.44	855.25
17	18	300	27	55.96	39.45	856.30
18	19	298	36	37.65	37.59	857.10
19	20	312	30	30.88	11.50	854.50
20	21	271	58	28.76	67.05	855.40
21	22	217	52	29.94	34.21	856.55
22	23	215	21	44.86	38.01	857.45
23	24	278	7	48.37	35.36	858.00
24	25	245	1	27.64	15.30	851.84
25	26	196	55	39.05	24.04	851.42
26	27	184	45	49.11	24.08	851.91
27	28	278	8	55.81	28.16	852.10
28	29	278	7	48.37	21.21	852.50
29	30	278	10	11.79	36.00	853.10
30	31	185	15	15.05	26.10	852.20
31	32	181	44	8.54	33.02	851.50
32	33	271	41	4.86	34.01	853.21
33	34	183	9	21.60	26.10	851.00
34	35	192	15	53.19	23.54	850.80
35	36	192	59	40.62	13.34	850.45
36	37	275	42	38.14	20.10	851.10
37	38	299	21	27.91	18.36	852.00
38	39	302	16	32.32	22.47	852.70
39	40	289	17	24.17	21.19	853.25
40	41	288	26	5.82	31.62	854.50
41	42	233	46	51.29	21.40	850.00
42	43	99	39	35.62	47.68	849.80
43	44	45	0	0.00	36.77	849.50
44	45	48	56	42.67	41.11	849.20
45	46	118	48	38.88	22.83	848.90
46	47	258	8	40.05	29.60	849.50
47	48	251	33	54.18	3.16	849.75
48	49	292	50	1.16	61.85	852.25
49	50	293	40	55.52	62.24	853.70
50	51	208	33	54.18	40.25	854.50
51	52	192	59	40.62	26.68	855.85
52	53	62	10	38.43	25.00	855.75
53	54	246	12	20.50	12.08	849.20
54	55	109	21	17.55	73.05	849.00
55	56	196	15	45.10	20.61	849.10
56	57	201	9	40.54	33.24	849.00
57	58	198	26	5.82	37.95	488.90
58	59	282	51	45.90	130.27	462.50
59	60	283	23	32.99	21.59	463.25
60	61	236	18	35.78	10.82	464.10
61	62	189	11	21.14	17.11	448.75
62	63	194	28	13.06	64.03	448.50
63	64	268	43	46.24	70.11	460.10
64	65	268	49	51.10	49.01	451.20
65	66	270	0	0.00	17.00	451.70
66	67	270	0	0.00	58.00	462.25

ESPECIFICACIONES GENERALES

EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA. FUE DISEÑADO CONTEMPLANDO LAS NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADOS DEL INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL (INFOM).

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- LIMPIEZA Y CHAPEO: SE DEBE REALIZAR EN UN ANCHO ADECUADO, EN LOS LUGARES QUE SEA NECESARIO REMOVER LA CAPA VEGETAL, DE TAL MANERA QUE LA PRACTICA DE LA CONSTRUCCION DEL SISTEMA SEA ADECUADA Y DE FORMA ORDENADA.
- EXCAVACIÓN: LA EXCAVACIÓN DE ZANJAS SE HARÁ DE ACUERDO A PROFUNDIDADES INDICADAS EN PLANOS, TENIENDO EN CUENTA LOS ANCHOS MÍNIMOS SIGUIENTES:

DIAMETRO NOMINAL	ANCHO DE ZANJA
8"	0.55 m
12"	0.85 m
16"	0.87 m
- COLOCACIÓN DE LA TUBERÍA: LA TUBERÍA A COLOCAR DEBE CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DE LA NORMA ASTM D 3034 RESPETANDO LOS DIAMETROS INDICADOS EN PLANOS. PARA EVITAR DAÑOS, LOS TUBOS Y ACCESORIOS NO DEBEN SER ARRASTRADOS, GOLPEADOS CONTRA EL SUELO O AFRIADOS HACIA LA ZANJA Y SE DEBEN UTILIZAR HERRAMIENTAS ADECUADAS PARA SU INSTALACIÓN.
- POZOS DE VISITA: INDICADOS EN PLANOS, DE SER NECESARIO DICHA ESTRUCTURA PODRÁ CONSTRUIRSE EN OTRO PUNTO QUE PERMITA LA CONCURRENCIA DE LOS DEMÁS COLECTORES Y SUS NIVELES, NO AFECTANDO EL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.

SIMBOLOGÍA

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA TUBERÍA DE RECOLECCIÓN
	RM=RAMAL P=PRINCIPAL
	RM=RAMAL 1=NUMERO DE RAMAL
	INDICA ESTACIÓN
	INDICA POZO DE VISITA
	INDICA VIVIENDA O PROPIEDAD PRIVADA
	INDICA DIRECCIÓN DE PENDIENTE

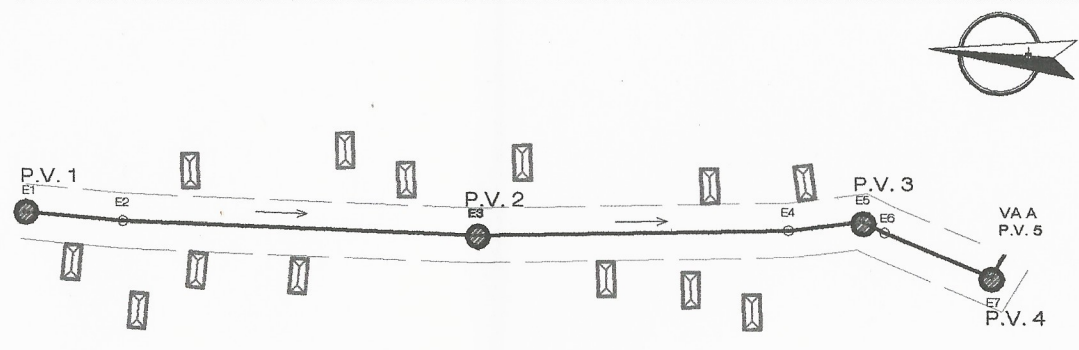


PLANTA GENERAL- CONJUNTO HIDRÁULICO
ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA MAJADAS

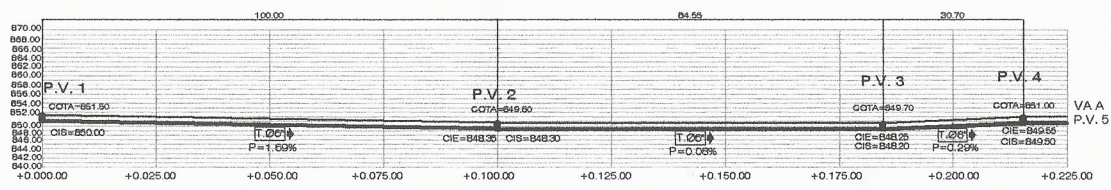
ESCALA 1:2500



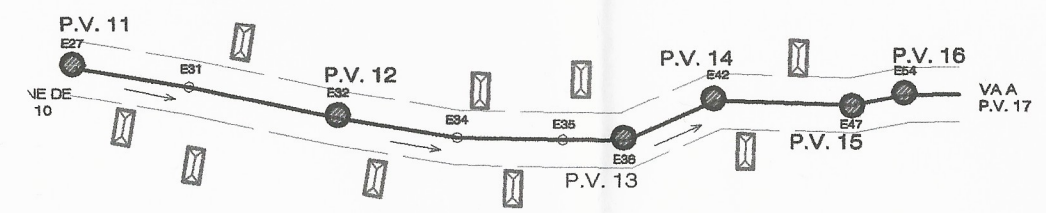
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL DE INGENIERIA (E.P.S.)
DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA MAJADA, JUTIAPA, JUTIAPA
RAÚL RAMÍREZ
CALCULO
RAÚL RAMÍREZ
DISEÑO
RAÚL RAMÍREZ
ESCALA
INDICADA
FECHA
AGOSTO 2018



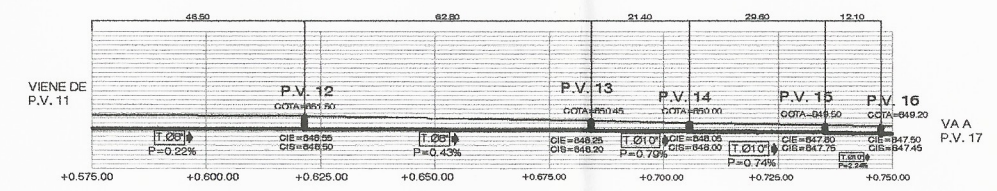
PLANTA
RAMAL PRINCIPAL PARTE 1 ESCALA 1:1500



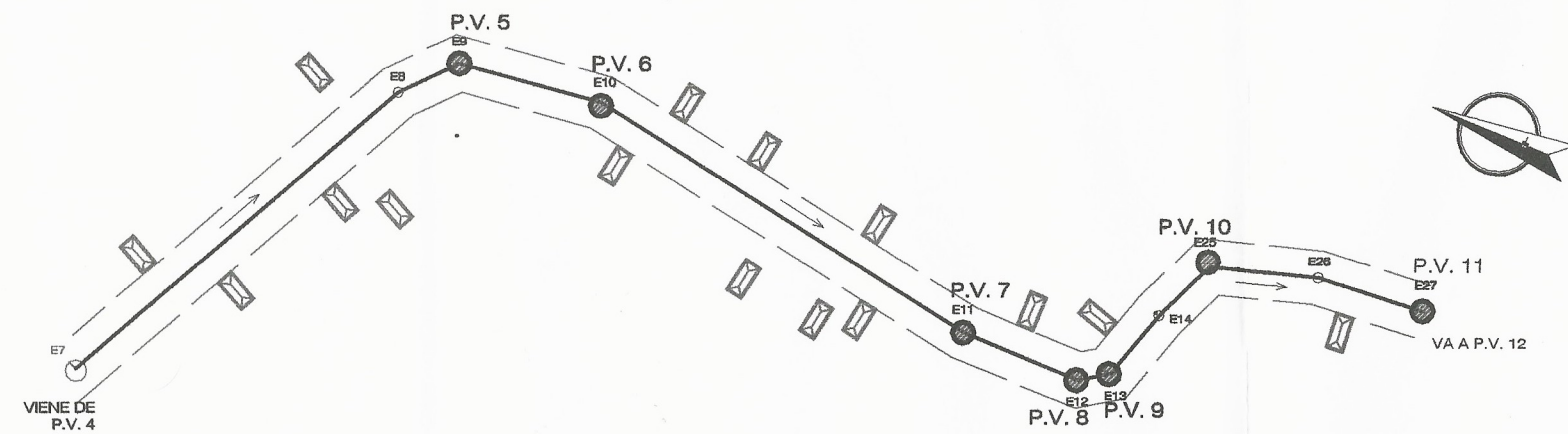
PERFIL
RAMAL PRINCIPAL PARTE 1 ESCALA 1:1500



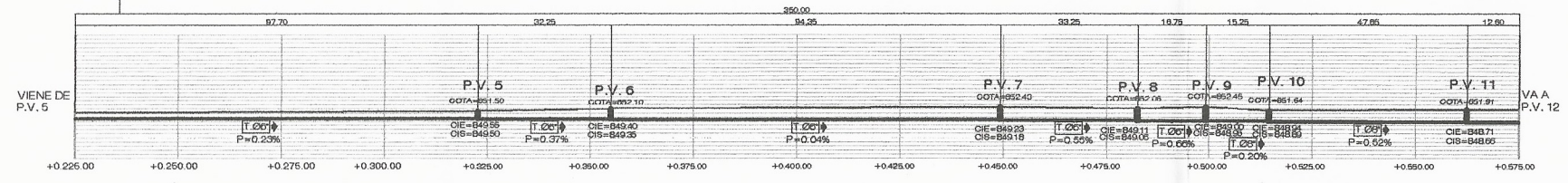
PLANTA
RAMAL PRINCIPAL PARTE 3 ESCALA 1:1500



PERFIL
RAMAL PRINCIPAL PARTE 3 ESCALA 1:1500



PLANTA
RAMAL PRINCIPAL PARTE 2 ESCALA 1:1500

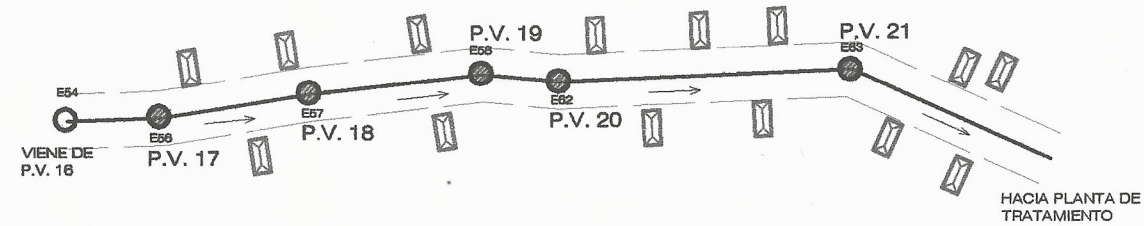


PERFIL
RAMAL PRINCIPAL PARTE 2 ESCALA 1:1500

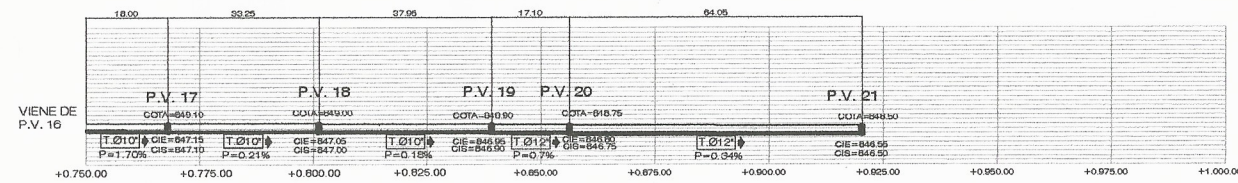
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA TUBERIA DE RECOLECCION
	INDICA ESTACION
	INDICA POZO DE VISITA
	INDICA VIVIENDA O PROPIEDAD PRIVADA
	INDICA DIRECCION DE PENDIENTE
$P=0.52\%$	INDICA PORCENTAJE DE PENDIENTE
$T.08"$	INDICA TUBERIA DE Ø INDICADO
$CIE=848.71$	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
$CIS=848.66$	INDICA COTA INVERT DE SALIDA

DISEÑO:
 RAÚL RAMÍREZ
 CÁLCULO:
 RAÚL RAMÍREZ
 DIBUJO:
 RAÚL RAMÍREZ
 ESCALA:
 INDICADA
 FECHA:
 AGOSTO 2018

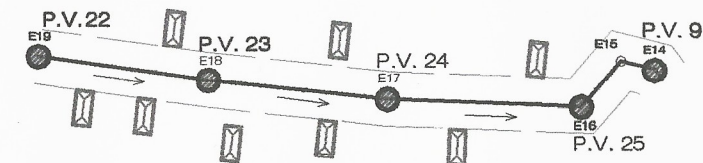
MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, JUTIAPA, GUATEMALA
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MAJADA, JUTIAPA, GUATEMALA
 RAÚL RAMÍREZ RAMÍREZ
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 07



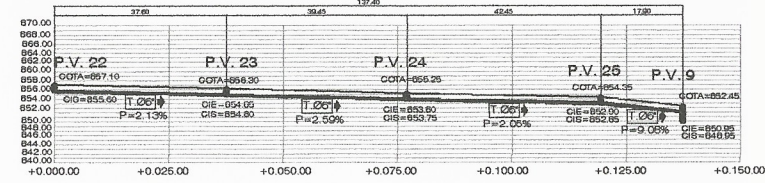
PLANTA
RAMAL PRINCIPAL PARTE 4 ESCALA 1:1500



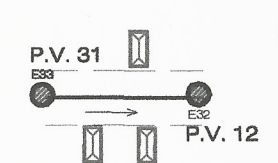
PERFIL
RAMAL PRINCIPAL PARTE 4 ESCALA 1:1500



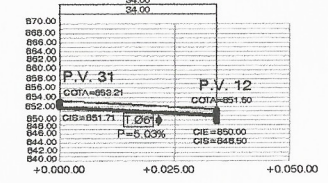
PLANTA
RAMAL No. 1 ESCALA 1:1500



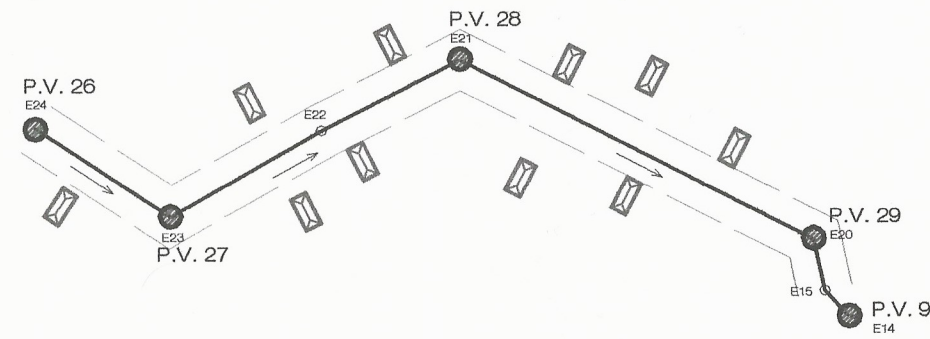
PERFIL
RAMAL No. 1 ESCALA 1:1500



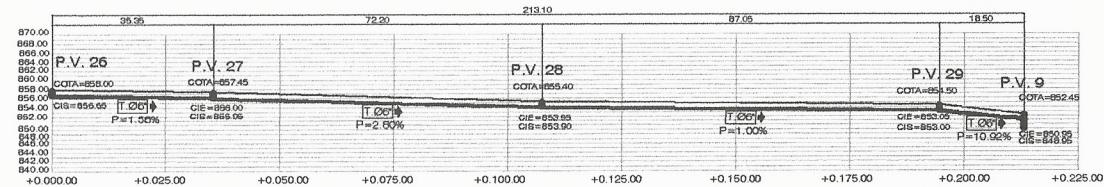
PLANTA
RAMAL No. 4 ESCALA 1:1500



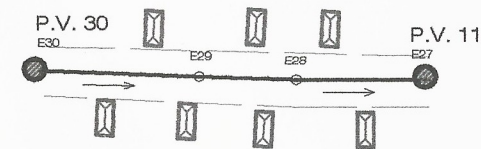
PERFIL
RAMAL No. 4 ESCALA 1:1500



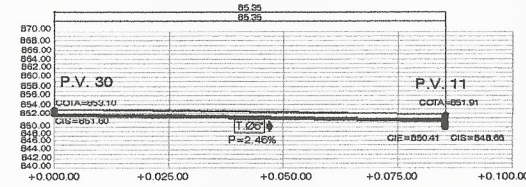
PLANTA
RAMAL No. 2 ESCALA 1:1500



PERFIL
RAMAL No. 2 ESCALA 1:1500



PLANTA
RAMAL No. 3 ESCALA 1:1500



PERFIL
RAMAL No. 3 ESCALA 1:1500

SIMBOLOGIA	
—	INDICA TUBERIA DE RECOLECCIÓN
E10	INDICA ESTACIÓN
P.V. 1	INDICA POZO DE VISITA
⊠	INDICA VIVIENDA O PROPIEDAD PRIVADA
→	INDICA DIRECCIÓN DE PENDIENTE
P=0.52%	INDICA PORCENTAJE DE PENDIENTE
T.08"	INDICA TUBERIA DE Ø INDICADO
CIE=848.71	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
CIS=848.66	INDICA COTA INVERT DE SALIDA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (S.P.S.)

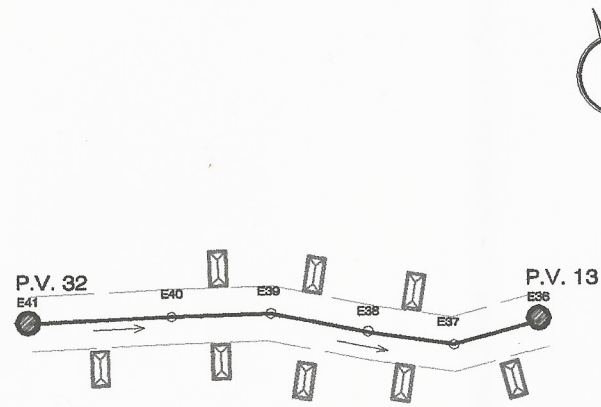
MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, JUTIAPA

Ing. Manuel Alfredo Arzavilla Ochoa

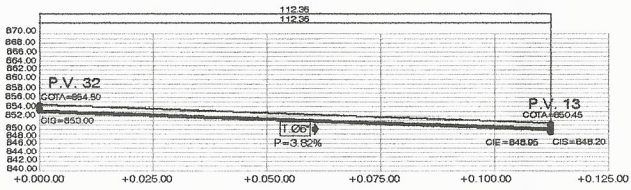
RAÚL RAMÍREZ
CALCULO
RAÚL RAMÍREZ
DIBUJO
RAÚL RAMÍREZ
ESCALA
INDICADA
FECHA
AGOSTO 2018

03

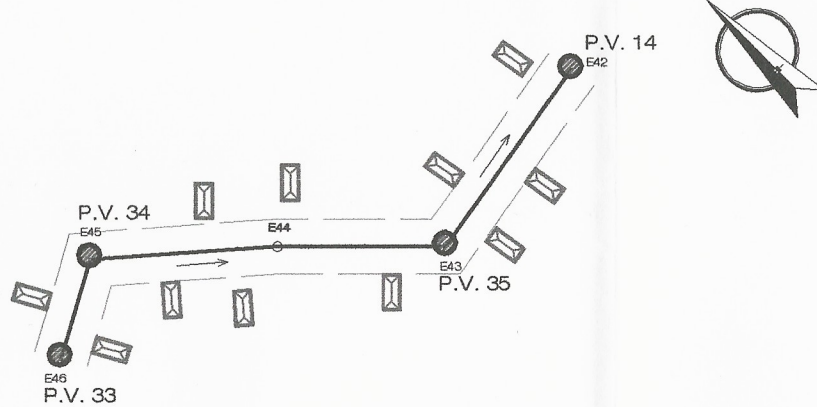
07



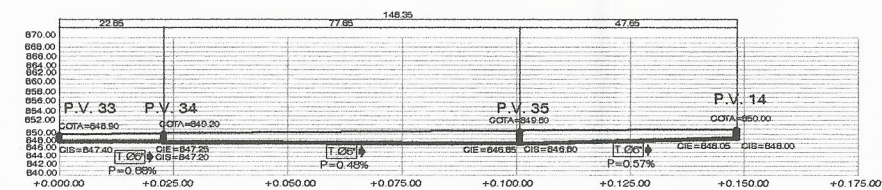
PLANTA
RAMAL No. 5 ESCALA 1:1500



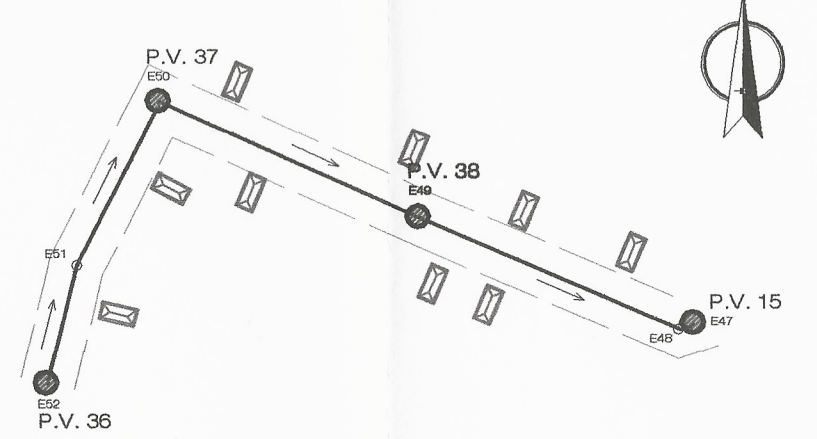
PERFIL
RAMAL No. 5 ESCALA 1:1500



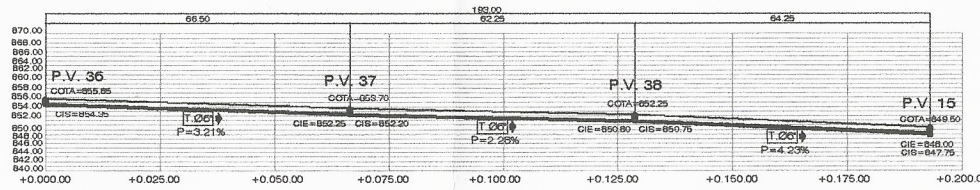
PLANTA
RAMAL No. 6 ESCALA 1:1500



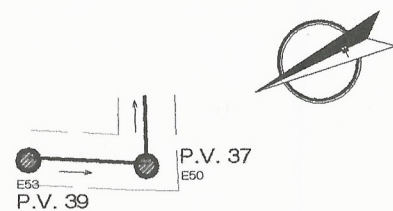
PERFIL
RAMAL No. 6 ESCALA 1:1500



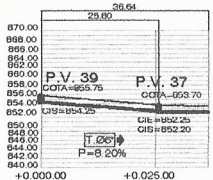
PLANTA
RAMAL No. 7 ESCALA 1:1500



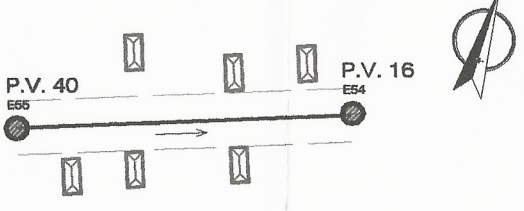
PERFIL
RAMAL No. 7 ESCALA 1:1500



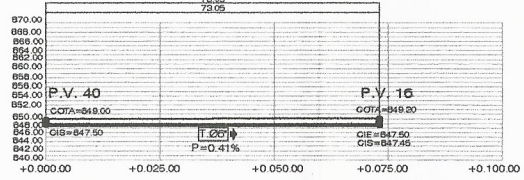
PLANTA
RAMAL No. 8 ESCALA 1:1500



PERFIL
RAMAL No. 8 ESCALA 1:1500



PLANTA
RAMAL No. 9 ESCALA 1:1500

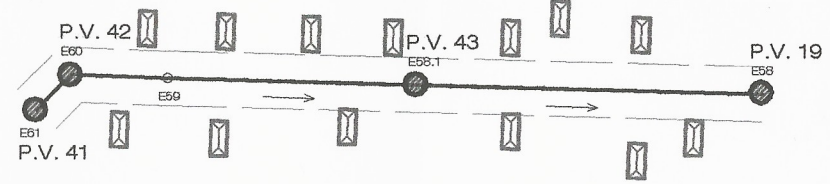


PERFIL
RAMAL No. 9 ESCALA 1:1500

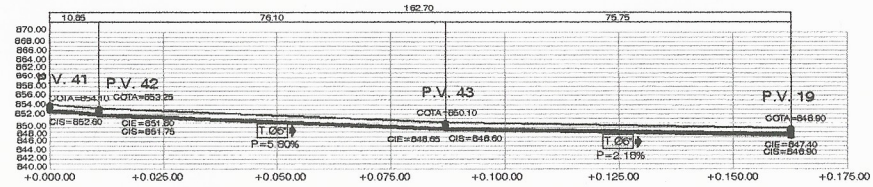
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	INDICA TUBERIA DE RECOLECCIÓN
	INDICA ESTACIÓN
	INDICA POZO DE VISITA
	INDICA VIVIENDA O PROPIEDAD PRIVADA
	INDICA DIRECCIÓN DE PENDIENTE
$P=0.52\%$	INDICA PORCENTAJE DE PENDIENTE
$T.08"$	INDICA TUBERIA DE Ø INDICADO
$CIE=848.71$	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
$CIS=848.66$	INDICA COTA INVERT DE SALIDA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
MILITIA DE GUATEMALA	
MUNICIPALIDAD DE JUTIAPA, JUTIAPA	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA VASCA, JUTIAPA, JUTIAPA	
DISEÑO: RAÚL RAMÍREZ	
CALCULO: RAÚL RAMÍREZ	
DIBUJO: RAÚL RAMÍREZ	
ESCALA: INDICADA	
FECHA: AGOSTO 2018	



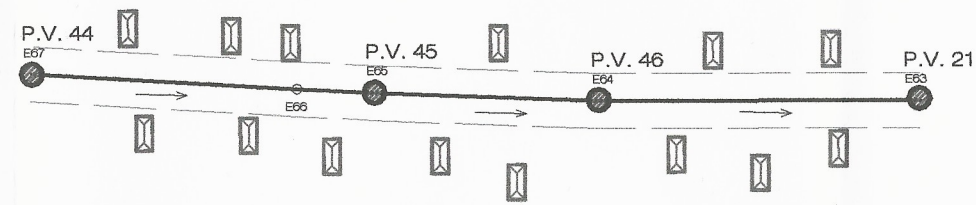
RAÚL RAMÍREZ
 INGENIERO DE PROFESION
 No. 04
 07



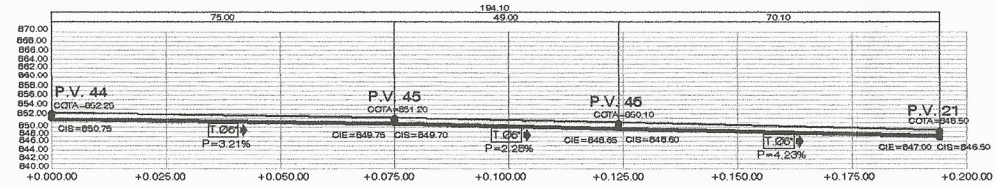
PLANTA
RAMAL No. 10
ESCALA 1:1500



PERFIL
RAMAL No. 10
ESCALA 1:1500



PLANTA
RAMAL No. 11
ESCALA 1:1500



PERFIL
RAMAL No. 11
ESCALA 1:1500

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
—	INDICA TUBERIA DE RECOLECCIÓN
E1	INDICA ESTACIÓN
P.V. 1	INDICA POZO DE VISITA
⊠	INDICA VIVIENDA O PROPIEDAD PRIVADA
→	INDICA DIRECCIÓN DE PENDIENTE
P=0.52%	INDICA PORCENTAJE DE PENDIENTE
T.08"	INDICA TUBERIA DE Ø INDICADO
CIE=848.71	INDICA COTA INVERT DE ENTRADA
CIS=848.66	INDICA COTA INVERT DE SALIDA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

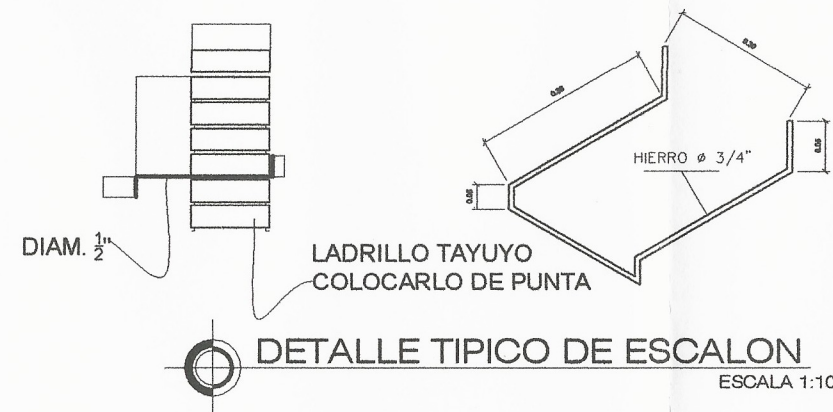
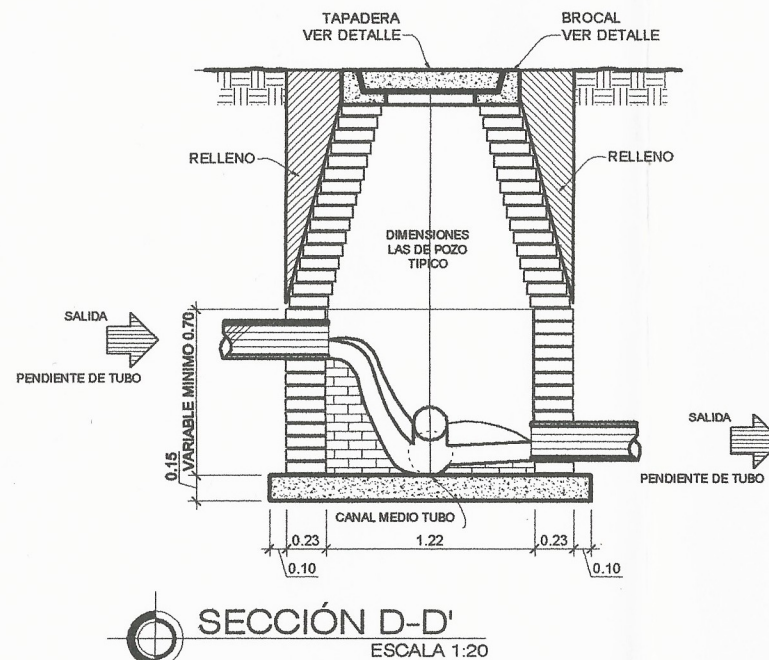
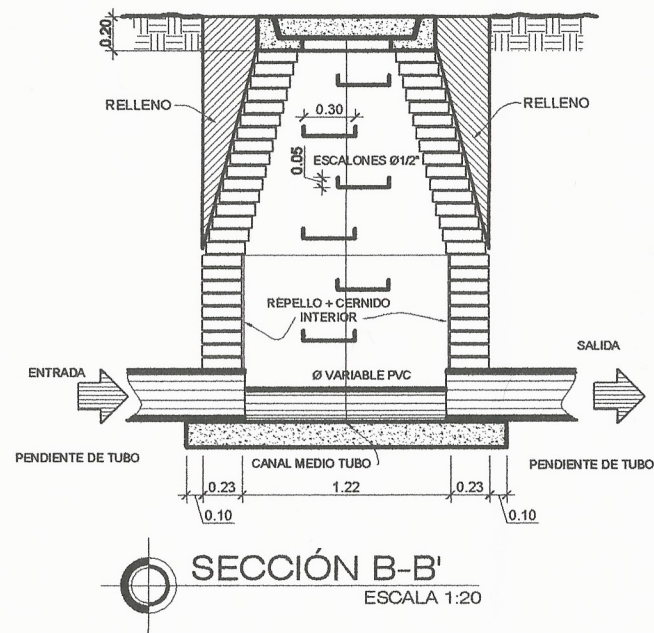
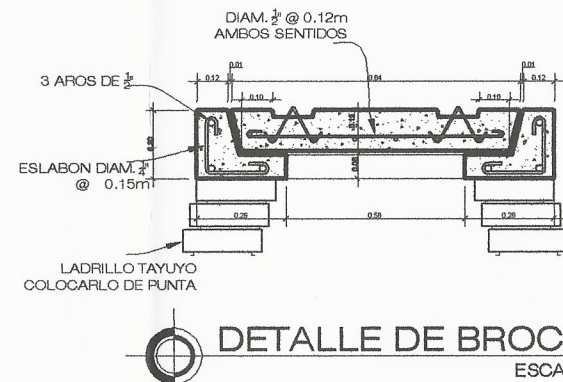
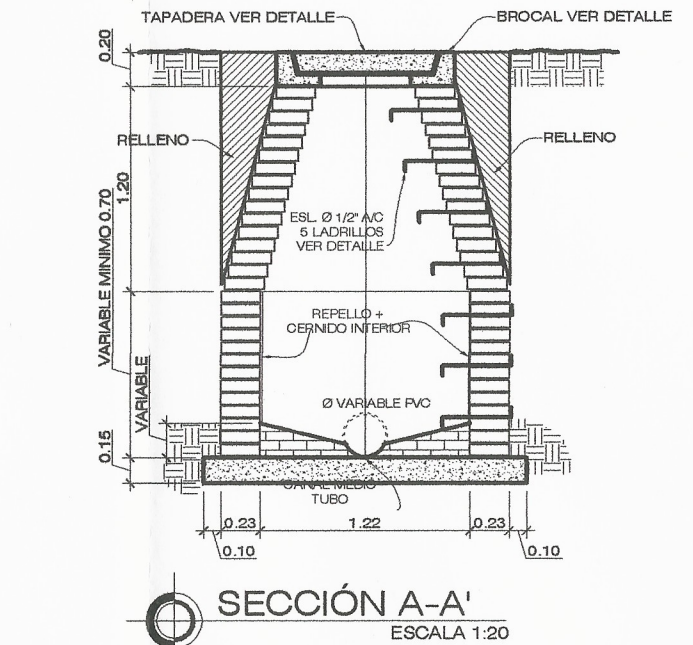
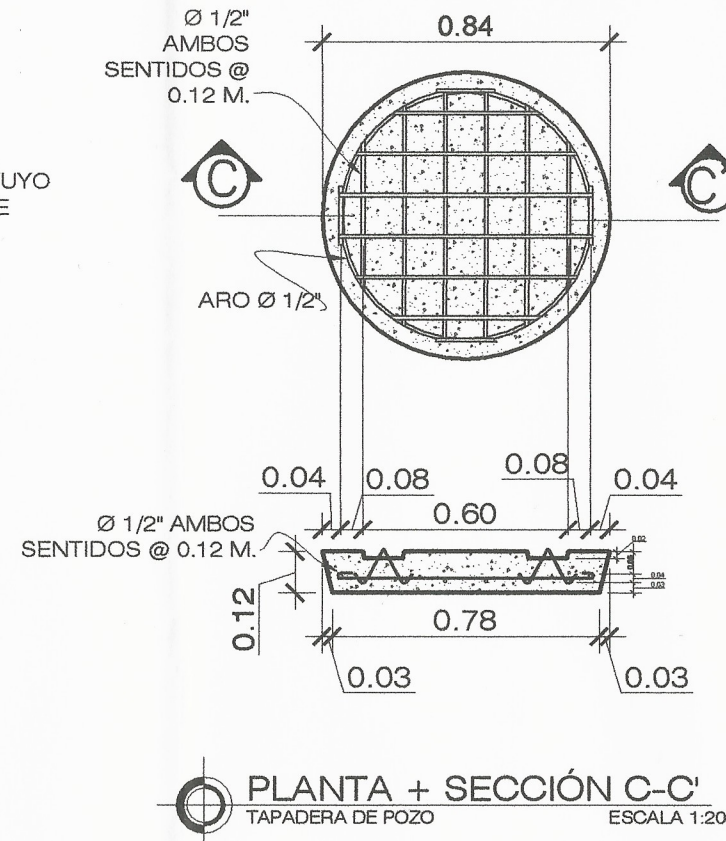
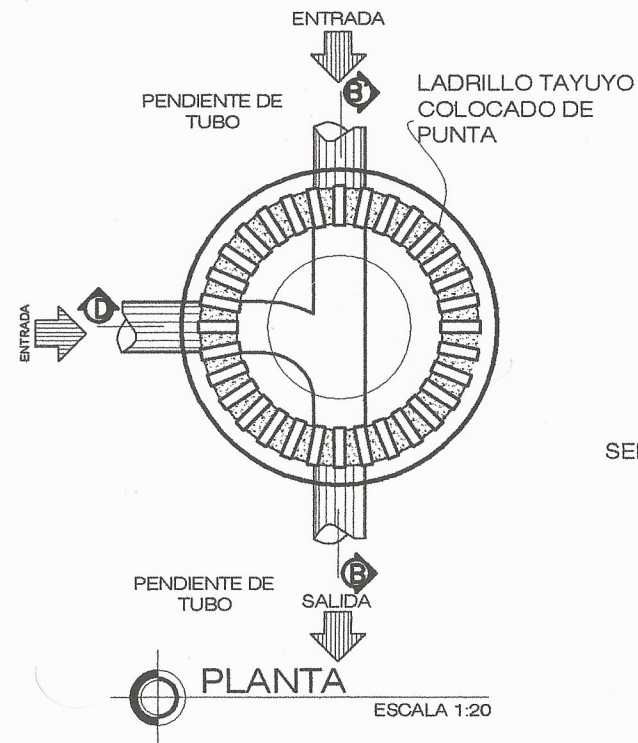
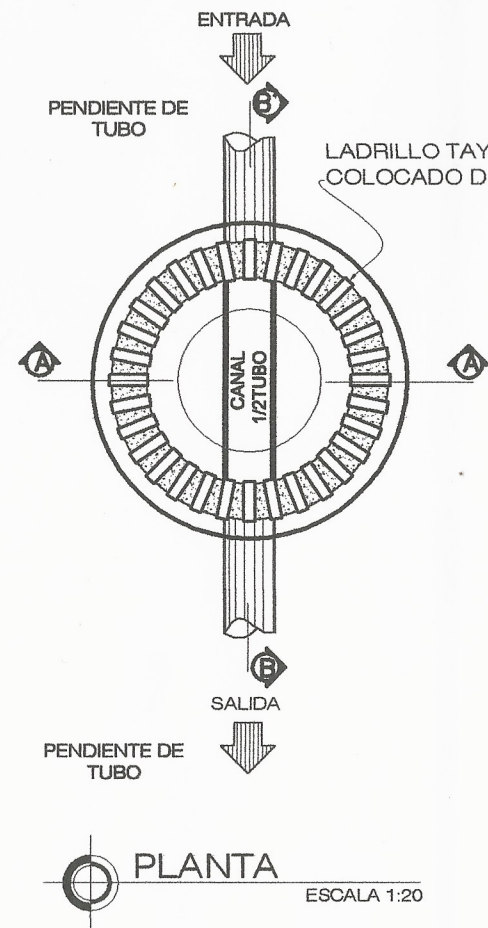
MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS, GUATEMALA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA LA ALDEA LA MASCAL, JUTUPÁ, JUTUPÁ

DISEÑO: RAÚL RAMÍREZ
CALCULO: RAÚL RAMÍREZ
DIBUJO: RAÚL RAMÍREZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: AGOSTO 2018

ESTUDIANTE: RAÚL RAMÍREZ
V. ASesor: RAÚL RAMÍREZ
SUPERVISOR DA EPS: RAÚL RAMÍREZ
Unidad de Práctica: Ingeniería y EPS

05
07



- ESPECIFICACIONES**
- 1- LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO RED GENERAL.
 - 2- EL CONCRETO DEBERA TENER UN REFUERZO PC= 210 KG/GM, CON PROPORCION 1:2:3.5
 - 3- EL MORTERO A UTILIZAR EN EL EL VANTADO DE LADRILLO SERA DE SABIETA DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
 - 4- LOS BROCALES Y LAS TAPADERA DE LOS POZOS DEBERAN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES TECNICAS A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
 - 5- EL ACEPO A UTILIZAR SERA FY= 2810 KG/M.
 - 6- LA TUBERIA CAIDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA Ø" SERA DE Ø", PARA COLECTORES MAYORES DE Ø" SERA Ø".
 - 7- TODAS LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN SER ENUMERADAS EN BAJO RELIEVE.
 - 8- EL INTERIOR DE LOS POZOS IFAN REPELLADOS Y CERNIDOS HASTA UNA ALTURA DE 0.30 MTS. SOBRE LA COTA DE CORONA DE LA TUBERIA DE ENTRADA.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESCUELA DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

ALCALDIA MUNICIPALIDAD DE JUMPA, JUMPA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA LA MANGA, JUMPA, GUATEMALA

INGENIERO: RAÚL RAMÍREZ

CALCULO: RAÚL RAMÍREZ

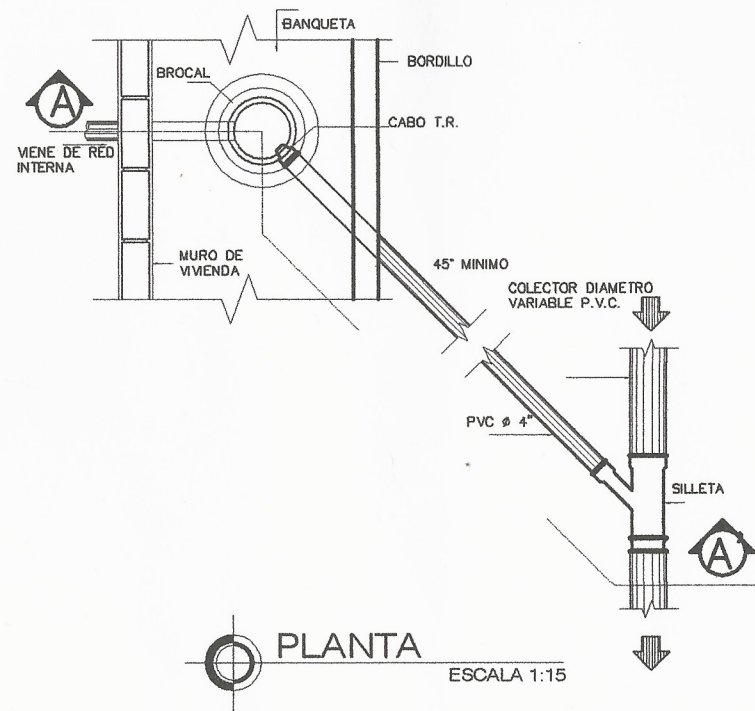
REVISOR: RAÚL RAMÍREZ

APROBADO: RAÚL RAMÍREZ

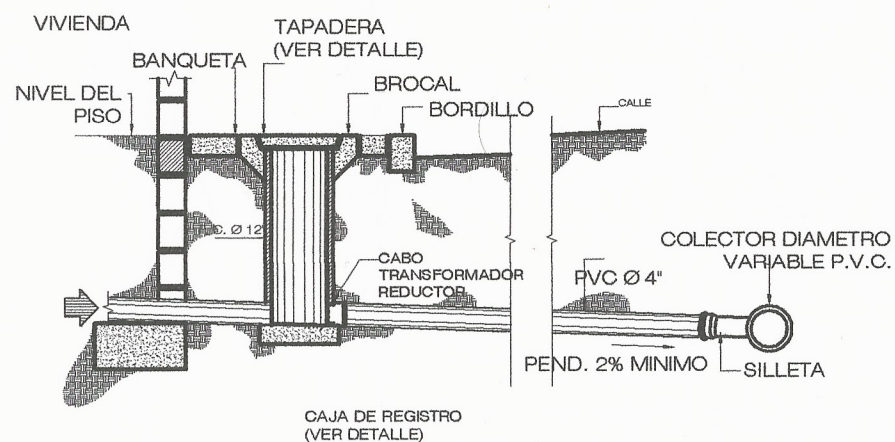
FECHA: AGOSTO 2018

06

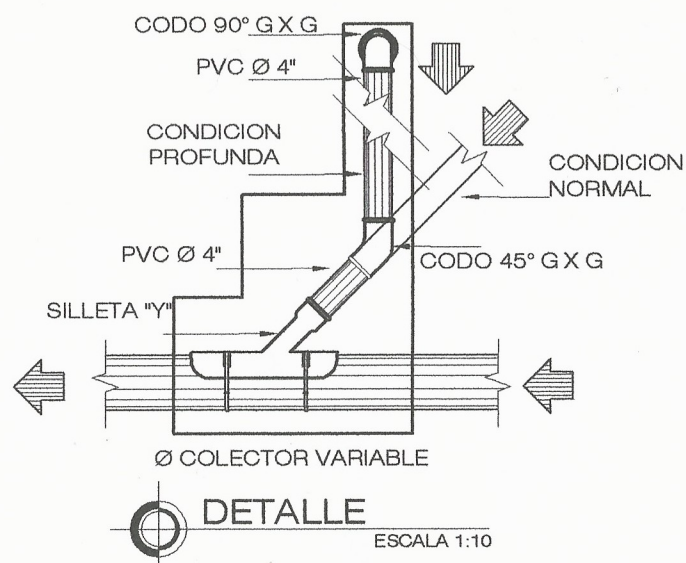
07



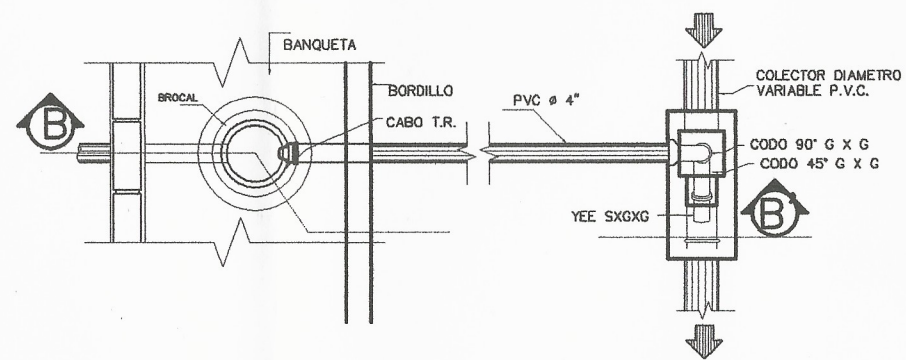
PLANTA
ESCALA 1:15



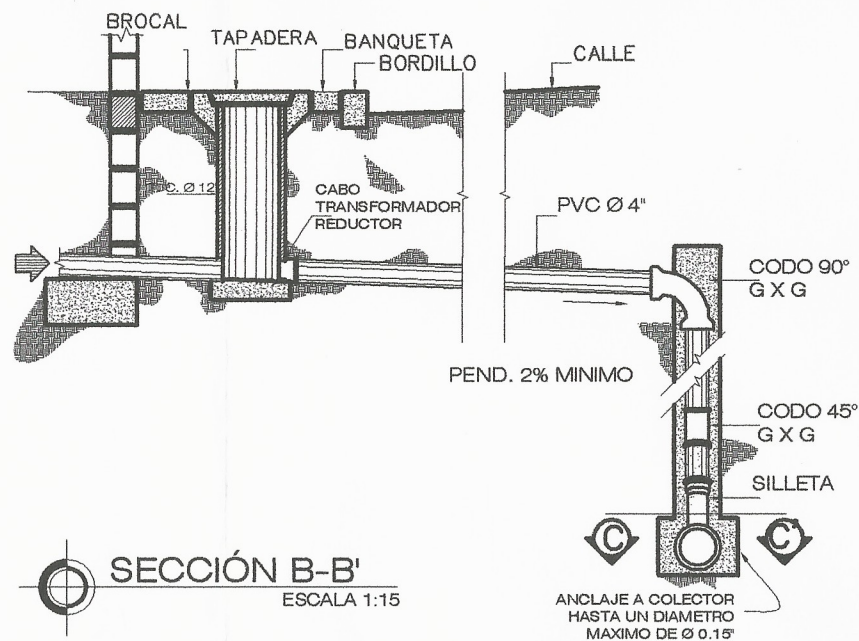
SECCIÓN A-A'
ESCALA 1:15



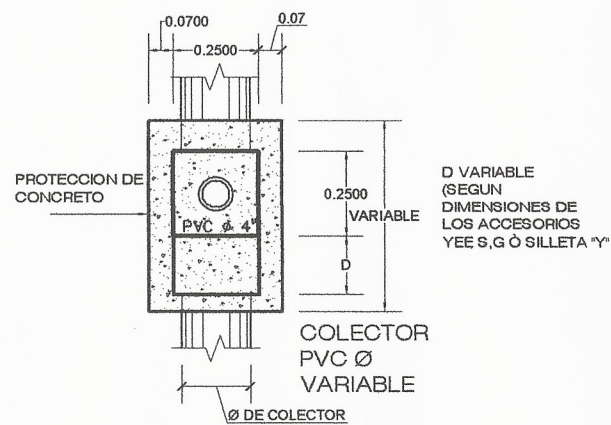
DETALLE
ESCALA 1:10



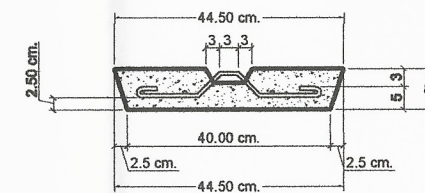
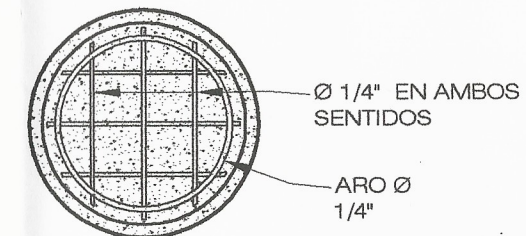
PLANTA
ESCALA 1:15



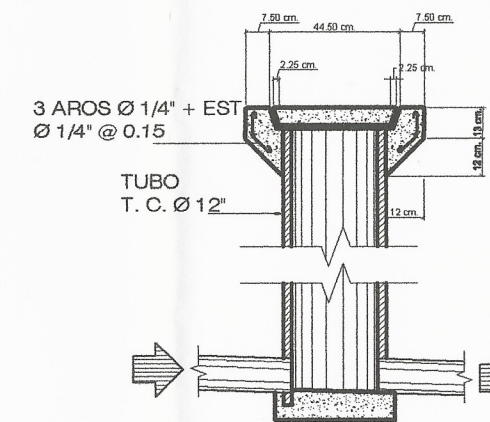
SECCIÓN B-B'
ESCALA 1:15



SECCIÓN C-C'
ESCALA 1:10



PLANTA + SECCIÓN
DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:15



SECCIÓN DE DETALLE
CAJA DE REGISTRO
ESCALA 1:15

ESPECIFICACIONES	
1.	CODICIONES NORMALES. A- CABO TRANSFORMADOR/REDUCTOR B- TUBERIA PVC Ø 4"
ACCESORIOS. A- YEE SxGxG (Ø COLECTOR X 4").	
2.	PARA COLECTOR CON PROFUNDIDAD MAYOR DE 3.00m A LA COTA DE CORONAMIENTO
A-CABO TRANSFORMADOR/REDUCTOR B-TUBERIA PVC DE Ø 4" C-CODO DE 90° x 4" G X G D-CODO DE 45° x 4" G X G E- YEE SxGxG (Ø COLECTOR X 4").	
3.	PARA COLECTOR EXISTENTE. A- COLOCACION DE SILLETA "Y" (Ø COLECTOR x 4").
(EN CONDICIONES NORMALES O PROFUNDAS).	

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIADO (E.P.S.)
MUNICIPALIDAD DE UTIAPA, UTIAPA

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ASENTAMIENTO SANITARIO PARA LA ALDEA LA TAPADA, UTIAPA, GUATEMALA

07

SESION - SUPERVISOR


Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS

07

AGOSTO 2018

ANEXOS

Anexo 1. Aforo al pozo perforado de la aldea Trancas-Majadas, Jutiapa



Guatemala, 19 de Noviembre del 2007.
Ns. Ref.: APZ-C071137

Señores
Municipalidad de Jutiapa
Jutiapa
Presentes.

Atención: Ing. Jaime Estrada
Alcalde Municipal.

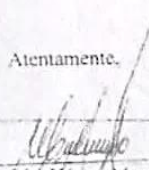
Estimados Señores:

A continuación los datos obtenidos del Aforo Efectuado al Pozo Perforado en Aldea Trancas-Majada, Jutiapa de 500' pies de Profundidad entubado en 8" pulgadas de diámetro con tubería de Acero Negro al Carbón Según Contrato No. 014-2007 de Fecha 10 de Agosto del 2007:

Inicio:	16-11-2007 a las 5:00 p.m.
Terminación:	17-11-2007 a las 5:00 p.m.
Total de Horas de Aforo:	24 Horas
Equipo de Bombeo:	50 HP
Marca:	Gouids.
Instalado a:	460' pies
Tubería de Descargar:	4" pulgadas de diámetro
Nivel Estático:	56' pies -
Nivel Dinámico:	98' Pies
Recuperación:	25 Minutos
Producción:	160 Galones por Minuto.

Agradeciendo su atención.

Atentamente,

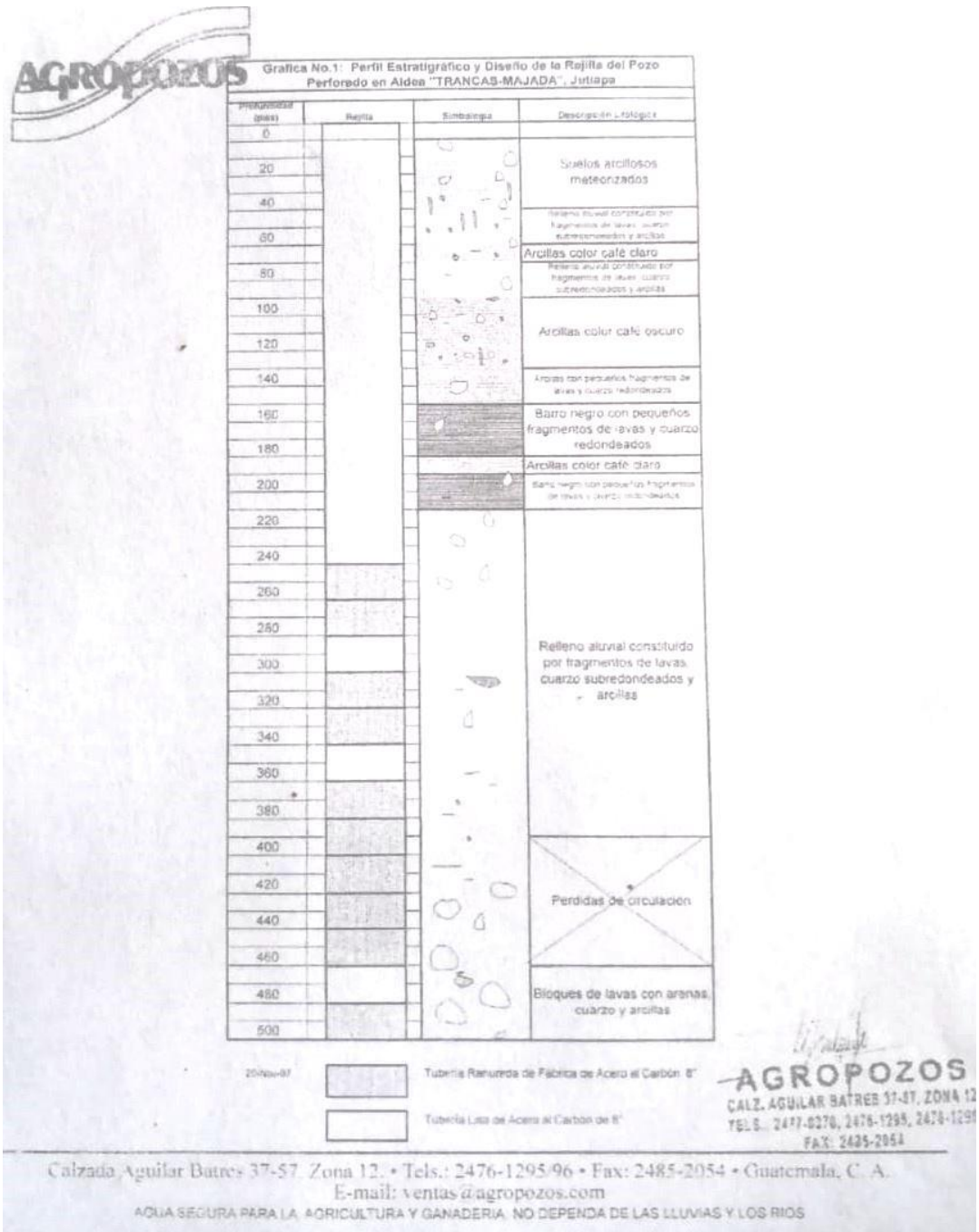

Lic. Héctor Montenegro.

AGROPOZOS
CAL. AGUILAR BATRES 37-57, ZONA 12.
TELS. 2477-0270, 2478-1295, 2478-1096
FAX 2485-2024

Calzada Aguilar Batres 37-57, Zona 12. • Tels. 2476-1295 96 • Fax: 2485-2024 • Guatemala, C. A.
E-mail: ventas@agropozos.com

AGRIA SEGURA PARA LA AGRICULTURA Y GANADERIA. NO DEPENDE DE LAS LLUVIAS Y LOS RIOS

Continuación del anexo 1.



Fuente: Agropozos.