



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ**

Mario Roberto González González

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, mayo de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

MARIO ROBERTO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
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 DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 02 de noviembre de 2016.


Mario Roberto González González

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 04 de abril de 2018
Ref.EPS.DOC.309.04.18

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:


Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) del estudiante universitario **Mario Roberto González González**, Registro Académico 200714263 y CUI 2619 68998 1001, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ.**

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



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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
04 de abril de 2018

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mario Roberto González González, con CUI 2619689981001 Registro Académico No. 200714263, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA TODOS


Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 06 de abril de 2018
Ref.EPS.D.123.04.18

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

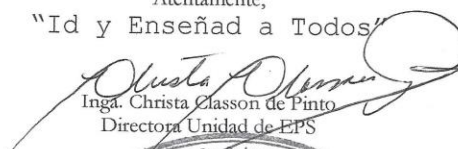
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mario Roberto González González, Registro Académico 200714263 y CUI 2619 68998 1001**, 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 del mismo por el Asesor-Supervisor, y en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra



Edificio de EPS, Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, zona 12.

Teléfono directo: 2442-3509



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Mario Roberto González González titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, mayo 2018
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.D.167.2018

El Decano 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 DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Mario Roberto González González**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, mayo de 2018

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Mi padre celestial, reconociendo que toda la sabiduría e inteligencia provienen de Él.
- Mis padres** Mario René González Ramírez y Lilian Judith González Estrada de González, porque son el apoyo que siempre necesito para seguir adelante, este logro es de ustedes más que mío y no hubiera sido posible sin su amor y esfuerzo, muchas gracias.
- Mi abuelita** Olga Esperanza Ramírez Martínez, con mucho amor y admiración por su esfuerzo y apoyo incondicional para la obtención de este triunfo, sin usted no lo hubiera logrado.
- Mis hermanos** Pablo Eduardo y Lilian Raquel por el cariño y por el apoyo que me han brindado incondicionalmente.
- Mi novia** Vivian Maldonado, por su amor incondicional.
- Toda mi familia** Con quienes orgullosamente comparto este triunfo.
- Mis amigos** Por darme el apoyo para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por haberme dado la vida y por la bendición de permitirme alcanzar este anhelado triunfo.
- Mis padres** Mario Rene González Ramírez y Lilian Judith González Estrada de González, por su paciencia, esmero y el apoyo incondicional que siempre me han dado en la vida.
- Mi abuelita** Olga Esperanza Ramírez Martínez, por su comprensión en los momentos difíciles, por apoyarme con amor e impulsarme a seguir adelante.
- Mis hermanos** Pablo Eduardo y Lilian Raquel González González, por ser parte de este triunfo que comparto con ellos.
- Emanuel Farfán** Por su amistad y el apoyo incondicional.
- Alberto Rodríguez** Por su apoyo incondicional y amistad.
- Ing. Alfredo Arrivillaga** Por brindarme su asesoría y apoyo incondicional.

**Facultad de
Ingeniería**

Por formarme como profesional.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Infinitamente, gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Samayac.....	1
1.1.1. Características físicas.....	1
1.1.1.1. Localización y colindancias.....	1
1.1.2. Accesos y comunicaciones.....	3
1.1.3. Topografía del lugar.....	3
1.1.4. Clima	4
1.1.5. Autoridades y servicios públicos.....	4
1.1.6. Población actual	4
1.2. Características de infraestructura.....	5
1.2.1. Vías de acceso	5
1.2.2. Servicios públicos	6
1.3. Características socioeconómicas	6
1.3.1. Origen de la comunidad.....	6
1.3.2. Actividad económica.....	7
1.3.3. Idioma y religión.....	7
1.3.4. Organización de la comunidad	7
1.3.5. Diagnóstico y priorización de las necesidades	8

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Samayac, Suchitepéquez.	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Criterios de diseño	9
2.1.3.	Tasa de crecimiento poblacional	10
2.1.4.	Período de diseño y población futura	10
2.1.4.1.	Población futura	10
2.1.5.	Factores de consumo y caudales	11
2.1.5.1.	Caudal medio diario (Qm)	15
2.1.5.2.	Caudal máximo diario (Qmd).....	15
2.1.5.3.	Caudal máximo horario (Qmh)	16
2.1.6.	Calidad de agua	17
2.1.6.1.	Análisis bacteriológico.....	17
2.1.6.2.	Análisis fisicoquímico	18
2.1.7.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías	18
2.1.8.	Presiones y velocidades.....	20
2.1.9.	Levantamiento topográfico	21
2.1.9.1.	Altimetría	24
2.1.9.2.	Planimetría	24
2.1.10.	Diseño hidráulico del sistema	25
2.1.10.1.	Captación	25
2.1.10.2.	Línea de conducción	26
2.1.10.3.	Almacenamiento.....	27
2.1.10.3.1.	Cálculo del volumen de almacenamiento	29
2.1.10.3.2.	Diseño estructural del tanque proyectado	30

2.1.10.4.	Desinfección	48
2.1.10.5.	Línea de distribución.....	50
2.1.10.6.	Red de distribución	52
2.1.11.	Obras de arte.....	53
2.1.11.1.	Pasos aéreos.....	53
2.1.11.2.	Válvulas	54
2.1.11.2.1.	Válvula de limpieza	54
2.1.11.2.2.	Válvula de aire	54
2.1.11.2.3.	Válvula reguladora de presión	55
2.1.12.	Presupuesto.....	56
2.1.13.	Programa de operación y mantenimiento.....	57
2.1.14.	Propuesta de tarifa	61
2.1.15.	Evaluación socioeconómica	64
2.1.15.1.	Valor presente neto (VPN).....	65
2.1.15.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	66
2.1.16.	Aspecto de impacto ambiental	67
CONCLUSIONES		71
RECOMENDACIONES		75
BIBLIOGRAFÍA.....		77
APÉNDICES		79
ANEXOS		127

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Samayac, departamento Suchitepéquez.....	2
2.	Integrantes de los Concejos Comunitarios de Desarrollo.....	5
3.	Momentos en losa	33
4.	Armado de la losa	35
5.	Dimensiones del muro del tanque.....	40
6.	Diagrama de cuerpo libre de muro.....	41
7.	Cálculo de momentos en muro	42
8.	Planta de contrafuerte.....	43
9.	Elevación de contrafuerte.....	44
10.	Cálculo de empuje del agua en contrafuerte.....	45

TABLAS

I.	Dotaciones recomendadas.....	13
II.	Presupuesto de sistema de agua potable de Samayac	56
III.	Programa de operación y mantenimiento	60
IV.	Medidas de mitigación de impactos ambientales para proyectos de agua potable	69

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Altura
Ag	Área gruesa de columna
As	Área de acero
Asmin	Área de acero mínimo
Asmax	Área de acero máximo
B	Base de un elemento
W	Carga
q	Carga admisible del suelo
P	Carga horizontal
Cm	Carga muerta
Cmu	Carga muerta última
Tcv	Carga por temperatura
EQ	Carga sísmica
CU	Carga última
Cv	Carga viva
Cvu	Carga viva última
Qb	Caudal de bombeo
Qc	Caudal de conducción

Qd	Caudal de distribución
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Qm	Caudal medio
Qv	Caudal por vivienda
cm	Centímetros
cm²	Centímetros cuadrados
cm³	Centímetros cúbicos
ŷ	Centroide
PVC	Cloruro de polivinilo
Ca	Coeficiente ACI, del lado menor
Cb	Coeficiente ACI, del lado mayor
Va	Corte actuante
Vr	Corte resistente
C.P.	Cota piezométrica
Ø	Diámetro
db	Diámetro de varilla
Deq	Diámetro equivalente
Dh	Distancia horizontal
E	Empuje
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
Esp	Espaciamiento
Espmáx	Espaciamiento máximo
FCU	Factor de carga última

F_s	Factor de seguridad
F	Fuerza
Kg	Kilogramos
Kg-m	Kilogramo metro
Kg/m²	Kilogramo sobre metro cuadrado
Kg/m³	Kilogramo sobre metro cúbico
lbs	Libras
lbs/plg	Libras por pulgada
lb/pie²	Libras sobre pie cuadrado
PSI	Libras sobre pulgada cuadrada
l/hab/día	Litros por habitante día
l/seg	Litros por segundo
Max	Máximo
m.c.a.	Metros columna agua
m²	Metros cuadrados
m³/seg	Metros cúbicos por segundo
m³	Metros cúbicos
ml	Metro lineal
m/seg	Metros sobre segundo
Min	Mínimo
M_b	Momento del lado mayor
M_a	Momento del lado menor
M_{máx}	Momento máximo
M_r	Momento resultante

d	Peralte efectivo
t	Peralte total de un elemento
hf	Pérdida de carga en tubería
PU	Precio unitario
PE	Presión estática
PD	Presión dinámica
plg	Pulgada
f'c	Resistencia del concreto a los 28 días
seg.	Segundos
@	Separación entre varillas
Ton	Tonelada
Vs	Valor soporte del suelo
δc	Peso específico del concreto
v	Velocidad

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto
Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como: codos, niples, coplas, tees, válvulas, entre otros.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Es aquella sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora y agradable a los sentidos.
Área	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
Carga dinámica	Es la suma de las cargas de velocidad ($V^2/2g$) y de presión.
Carga estática	Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto. Viene expresada en metros columna de agua (mca).
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.

Censo	Es toda la información sobre la cantidad de población, en un período de tiempo determinado la cual brinda y facilita una descripción de los cambios que ocurren con el paso del tiempo.
Desinfección	Eliminación de bacterias patógenas que existen en el agua mediante procesos químicos.
Dotación	Es la cantidad de agua necesaria para consumo de una persona por día.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción con disposiciones especiales o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Estiaje	Es la época del año en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
Pérdida de carga	Es el cambio que experimenta la presión dentro de la tubería por motivo de la fricción.
Topografía	Es el arte de representar un terreno en un plano con su forma, dimensiones y relieve.

RESUMEN

En el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) se tiene que realizar el diseño de proyectos que ayuden al desarrollo de las comunidades de los diferentes municipios en Guatemala, por tal razón, se ha llegado por medio de censo y la elaboración de un perfil de proyectos a definir el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Samayac.

Los proyectos fueron priorizados según las necesidades básicas que se deben cubrir en la comunidad de Samayac, siendo este: el de la necesidad de agua potable, el de mayor importancia.

Este proyecto consta de la microcuenca conformada por el río Pumá, presenta los aspectos técnicos tales como: topografía, cálculo y diseño hidráulico, operación y mantenimiento, exámenes de laboratorio, elaboración de planos y presupuesto; todos bajo las normas y parámetros que la rigen. Con este proyecto se espera beneficiar a 11 316 habitantes actualmente, con una vida útil de 22 años que beneficiara a 17 364 habitantes.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana de Samayac, para proporcionarle mejores condiciones de vida y desarrollo económico social.

Específicos

1. Mejorar la calidad y capacidad de cobertura del sistema
2. Capacitar a la oficina municipal de planificación para la elaboración de perfil de proyecto y transmisión de conocimiento básico respecto de proyecto básico de infraestructura.

INTRODUCCIÓN

En todo proceso de transformación encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de determinada región, juegan un papel importante las políticas de desarrollo, que tienen por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos. Entre los proyectos que contribuyen a realizar dichos cambios en las comunidades, están aquellos destinados a satisfacer las necesidades básicas de cada uno de sus pobladores.

Para mejorar la calidad de vida de los habitantes en una población se deben tomar en cuenta principalmente los servicios básicos como lo son: drenajes, electricidad, agua potable, también se tienen que tomar en cuenta aspectos de ornato para que los pobladores se sientan orgullosos del lugar donde habitan y puedan tener satisfacción por la forma de vida. Esta garantía se puede brindar por medio del mejoramiento de calles, plazas, entre otros; los cuales dan un aspecto agradable a la vista de propios y visitantes.

En el municipio de Samayac se tomaron en cuenta muchos aspectos importantes y al priorizar se determinó que la introducción de un nuevo sistema de agua potable es el proyecto de mayor urgencia para mantener la entrega de agua potable todo el tiempo y para alcanzar la cobertura y continuidad del servicio de acuerdo al crecimiento poblacional y al desarrollo económico del municipio.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Samayac

A continuación se hace una breve descripción de la monografía del municipio de Samayac, Suchitepéquez.

1.1.1. Características físicas

Entre las características físicas del municipio se encuentran los servicios, acceso y comunicación, topografía del lugar, entre otros.

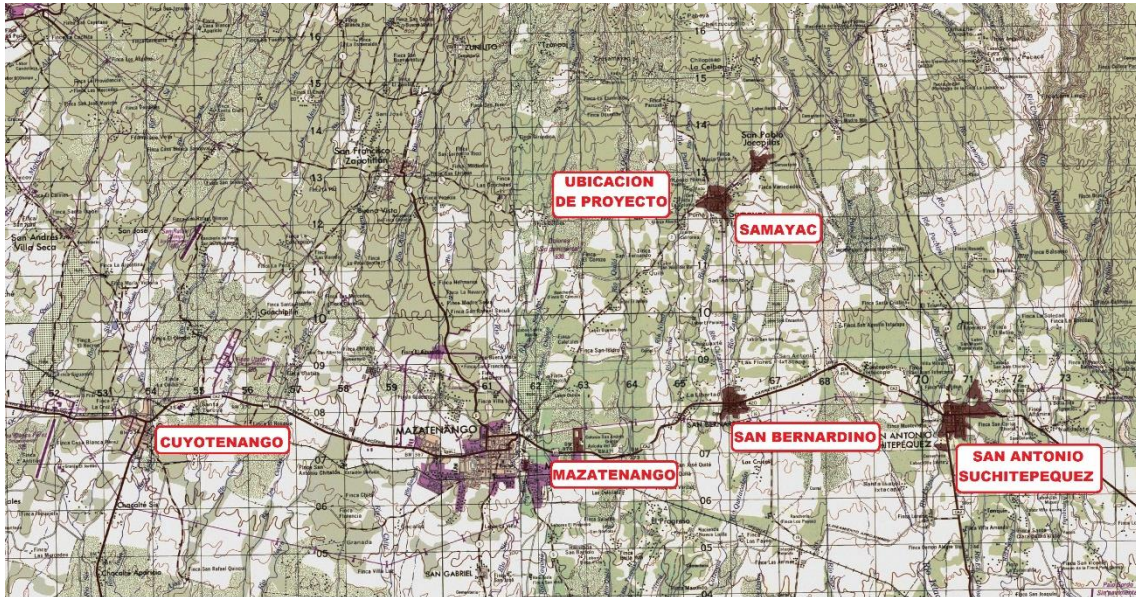
1.1.1.1. Localización y colindancias

- Características del municipio

Samayac, municipio del departamento de Suchitepéquez, sus coordenadas geodésicas son: latitud: 14° 34' 55,29" N, longitud: 91° 27' 41,99" W, coordenadas UTM WGS 84 zona 15 E= 665 717,05 N= 1 612 657,24 el clima predominante es templado. A una elevación 628,00 metros sobre el nivel del mar (msnm).

La cabecera municipal de SAMAYAC del departamento de Suchitepéquez, colinda al norte con el Departamento de Sololá, al sur con el municipio de San Bernardino, al este con el municipio de San Pablo Jocopilas y al oeste con el municipio de San Francisco Zapotitlán del departamento de Suchitepéquez.

Figura 1. **Samayac, departamento Suchitepéquez**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

- **Organización**

Con base en el artículo 22 de Código Municipal, Decreto Legislativo 12-2002 y en el Acuerdo Gubernativo de fecha 7 de abril de 1938, en el que se establecen los requisitos que el centro de un poblado debe reunir para asignarle tal categoría, la actual administración municipal ha dividido al municipio en un pueblo, que es la cabecera municipal, la que tiene cantones urbanos denominados así: Santo Domingo, San Antonio, Concepción y Calvario. Las comunidades rurales son: Cantón San Antonio Nimá; que se subdivide en Nimá I, Nimá II y Buenavista; Cantón San Francisco Pumá y San Francisco Nimá, Cantón Pumá, Quilá, Chiguaxté y San Antonio Ixtacapa, que se divide en 3 sectores: Cuzamá, Las piedras y Central.

- **Servicios**

La cabecera municipal cuenta con servicio de agua, drenajes, oficina de correos, servicio de televisión nacional y televisión por cable, internet; telefonía celular, proporcionada por las empresas Claro, Tigo, Movistar, con señal vía satélite.

También tiene los servicios de energía eléctrica domiciliar y servicio de alumbrado público en sus calles, las que se encuentran pavimentadas y en buen estado. Actualmente sólo un 21 % de las viviendas del municipio carece de servicio de energía eléctrica.

1.1.2. Accesos y comunicaciones

El municipio de Samayac, se comunica a través de la ruta CA-2 con la ciudad de Guatemala, y con algunos municipios que se encuentra en dicha ruta. Cuenta con servicio de microbuses que trasladan a las personas de las aldeas a la cabecera municipal y viceversa, como también con buses directos a la cabecera departamental de Suchitepéquez.

1.1.3. Topografía del lugar

La topografía del terreno es semiquebrada y montañosa, la tierra es fértil propia para la agricultura, también cuenta con áreas planas dedicadas a la ganadería y el cultivo de algunas hortalizas.

1.1.4. Clima

El municipio de Samayac, departamento de Suchitepéquez, se encuentra a 628 metros sobre el nivel del mar y según información obtenida del INSIVUMEH, Samayac cuenta con una temperatura media anual de 25,3 grados centígrados, máxima 32,7 y una mínima de 18,6 para los últimos 10 años. Su humedad media anual es de 69 %, considerada en aproximadamente 120 días de precipitación media promedio anual. En lo que se refiere a su hidrografía, existen principales cuencas hidrográficas de los ríos: Tzé, Zarza, Nimá, Pumá, Quilá e Ixtacapa, cuyas corrientes, a su vez, son tributarias de las que, hacia el sur, desembocan en el océano Pacífico.

Las máximas de precipitación pluviométrica se presentan en los meses de junio a septiembre, ubicado al norte de Mazatenango a 8 kilómetros, y a 175 kilómetros de la ciudad capital. El mes caluroso del año presenta una temperatura de 31,6 grados centígrados.

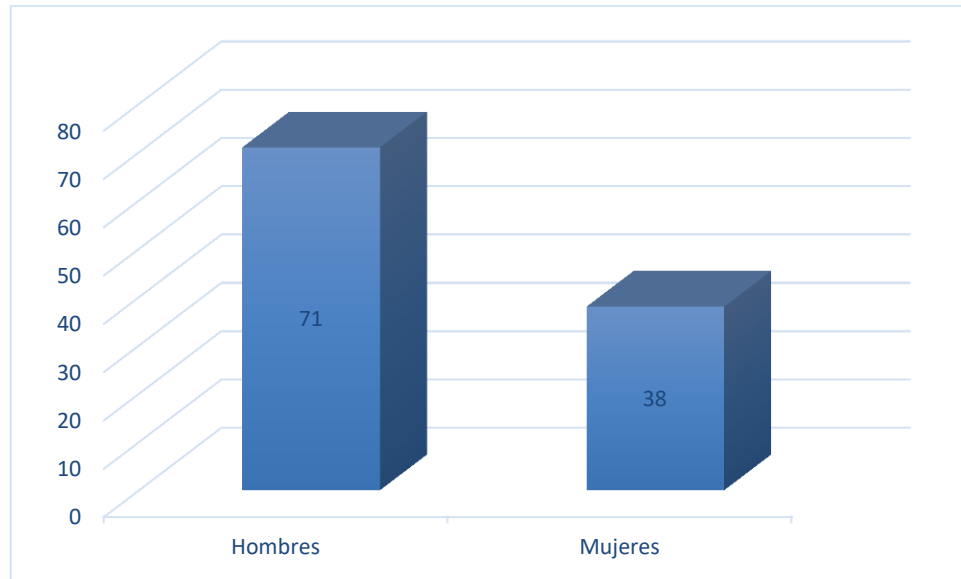
1.1.5. Autoridades y servicios públicos

Cuenta con las autoridades y servicios públicos siguientes: corporación municipal, juzgado de paz y policía nacional civil.

1.1.6. Población actual

En el área urbana del municipio de Samayac se reporta un total de 11 316 habitantes.

Figura 2. **Integrantes de los Concejos Comunitarios de Desarrollo**



Fuente: elaboración propia.

1.2. **Características de infraestructura**

A continuación se realiza una descripción de la infraestructura de Samayac, Suchitepéquez.

1.2.1. **Vías de acceso**

La cabecera municipal se encuentra ubicada a 9 kilómetros al sur de la cabecera departamental, comunicándose por la carretera CA-2 que se encuentra asfaltada.

1.2.2. Servicios públicos

Cuenta con 5 agencias bancarias, una cooperativa y una oficina de Western Unión, que prestan los servicios de seguros, préstamos y ahorros; escuelas públicas y colegios privados en el nivel pre-primario, primario y medio, con sus ciclos básico y diversificado, centro de salud, hospital privado, iglesias evangélicas y católica.

1.3. Características socioeconómicas

Las características socioeconómicas con que cuenta Samayac, Suchitepéquez se describen en la actividad económica del lugar, organización, diagnóstico y priorización de las necesidades, entre otros.

1.3.1. Origen de la comunidad

Antes de la conquista Samayac ya era una ciudad importante, sede de los sacerdotes del reino Tzutuhil y Quiché; quienes vivían en constantes guerras con los Kacchiqueles, a quienes finalmente vencieron. Durante la época colonial se llamó al municipio San Francisco Samayaque y también nuestra señora de Concepción de Samayaque. El nombre Samayac, proviene de las voces quichés: Tzam = nariz, y Yac = Gato de Monte, significado: Nariz de Gato de Monte. Al declararse los pueblos del territorio del Estado de Guatemala el 11 de octubre de 1825, Samayac pasó a ser parte del distrito número 11 correspondiente a Suchitepéquez.

1.3.2. Actividad económica

La actividad económica se basa fundamentalmente en productos de exportación tradicional y para consumo interno. Los productos agrícolas más importantes son el maíz, arroz, frijol, plátano, café, caña de azúcar, cacao, banano y frutas tropicales. Además, el subsector ganadería tiene una participación bastante importante. En lo que respecta a la producción artesanal, es muy variada, pues la industrialización del cuero del ganado y serpientes en la elaboración de cinchos, bolsos, gorros, diademas, ganchos para el cabello, vainas para machetes, sillas de montar, entre otros.

1.3.3. Idioma y religión

El idioma que predomina es el castellano y los indígenas en su mayoría, también hablan el idioma quiché. La población, en su mayoría es eminentemente católica, aunque existen muchas iglesias evangélicas.

1.3.4. Organización de la comunidad

La organización comunitaria se encuentra establecida en 13 concejos comunitarios de desarrollo, agrupados en cinco miniregiones, con una presencia y participación de 71 hombres y 38 mujeres, lo que hacen un total de 109 integrantes. De los 13 órganos de coordinación, 10 están presididos por hombres y 3 por mujeres; con estos datos se puede comprobar que hay una desproporción en el otorgamiento de puestos en relación con las mujeres: Samayac tiene una participación del 23 % de mujeres, comparado con un 77 % de los hombres, en sus cargos de alcaldes y alcaldesas comunitarias.

1.3.5. Diagnóstico y priorización de las necesidades

Las necesidades primordiales detectadas corresponden al diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana de Samayac, es el proyecto de mayor urgencia para mantener la entrega de agua potable todo el tiempo y para alcanzar la cobertura y continuidad del servicio de acuerdo al crecimiento poblacional y al desarrollo económico del municipio.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para el área urbana del municipio de Samayac, Suchitepéquez

2.1.1. Descripción del proyecto

La selección del sistema que va a utilizarse se hace de acuerdo con la fuente disponible y la capacidad económica de la comunidad, para costear la operación y mantenimiento del mismo, el sistema más económico y conveniente de construir es el de gravedad, por lo que se verificó en primer lugar si las condiciones del terreno lo permiten.

Para este sistema se cuenta con una captación superficial, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, válvulas, y 1921 conexiones domiciliarias.

Para la ejecución física del proyecto la comunidad, consciente de la importancia del vital líquido, aportará la mano de obra no calificada requerida.

2.1.2. Criterios de diseño

En los criterios de diseño debe tomarse en cuenta los tipos de consumo, dotaciones y proyecciones. Luego las fuentes superficiales y subterráneas, depósitos y redes de distribución.

2.1.3. Tasa de crecimiento poblacional

El crecimiento poblacional o demográfico es el cambio en la población en un cierto plazo y puede ser cuantificado como el cambio en el número de individuos en una población usando tiempo por unidad para su medición. El término crecimiento demográfico puede referirse técnicamente a cualquier especie, pero se refiere casi siempre a seres humanos, y es de uso frecuentemente informal para el término demográfico más específico tarifa del crecimiento poblacional, y es de uso frecuente referirse específicamente al crecimiento de la población del mundo. En Samayac, Suchitepéquez, el crecimiento poblacional corresponde al 1,80 %.

2.1.4. Período de diseño y población futura

El período de diseño se refiere al número de años para el cual el sistema va a proporcionar un servicio satisfactorio a la población. Es recomendable que éste no sea menor de 20 años; además, se debe contemplar un período adicional por concepto de planificación, financiamiento, diseño y construcción, aproximadamente de 4 años; por lo que en este proyecto, se tomó un período de diseño de 24 años.

2.1.4.1. Población futura

Aunque existen varios métodos para obtener una proyección del crecimiento poblacional, se recomienda utilizar el método geométrico, por considerarse el más aproximado para estimar el crecimiento de poblaciones de países en vías de desarrollo. Para el efecto se utiliza la población actual que registra el último censo realizado en la comunidad, siempre y cuando éste sea confiable. Para la tasa de crecimiento poblacional, puede considerarse las

estimaciones calculadas por el Instituto Nacional de Estadística. En el proyecto, se utilizó la tasa de crecimiento del municipio de Samayac, la cual es del 1,80 %.

- Método geométrico

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

Pf = población futura

Pa = población actual

i = tasa de crecimiento

N = período de diseño

n = período adicional por planificación, diseño, construcción, entre otros.

Ejemplo:

Para este caso se tiene la siguiente información

Datos del área urbana del municipio de Samayac

Población inicial de diseño Pa = 11 316 habitantes

Tasa de crecimiento poblacional i = 1,80 %

Período de diseño N = 20 años

Período adicional n = 4 años

$$Pf = 11\,316 \cdot (1+0,018)^{24} = 17\,364 \text{ Habitantes}$$

2.1.5. Factores de consumo y caudales

En un sistema público de abastecimiento de agua el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la

región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad y que varían de una comunidad a otra.

Durante el día el caudal dado por una red pública varía continuamente, en horas diurnas, supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del mediodía, y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

La aplicación de estos factores de seguridad garantiza el buen funcionamiento del sistema en cualquier época del año, bajo cualquier condición, el cual se describen a continuación:

- Dotación

La dotación se determina en función de aspectos importantes como: la demanda de la comunidad, la cual está en función de sus costumbres que están regidas por la cultura y el clima que afecta a la zona, disponibilidad del caudal de la fuente, la capacidad económica de la comunidad para costear el mantenimiento y operación del sistema.

Algunas dotaciones recomendadas por algunas instituciones en el país dependiendo del tipo de abastecimiento que se tenga:

Tabla I. **Dotaciones recomendadas**

DOTACIÓN	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
30 a 40	Pozo excavado y bomba manual
40 a 50	Llena cántaros en el clima frío
50 a 60	Llena cántaros en el clima cálido
60 a 80	Conexión predial en clima frío
100 a 150	Conexión domiciliar en clima frío y en zonas urbanas marginales
150 a 200	Conexión domiciliar en clima cálido y colonias no residenciales
200 a 250	Colonias residenciales

Fuente: *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable para zonas rurales*. p. 35.

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, en el municipio de Samayac, se utilizó una dotación de 100 lts/hab/día.

- Factores

En un sistema público de abastecimiento de agua, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad, y que varían de una comunidad a otra.

Estos factores de seguridad se utilizan para garantizar el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua, en cualquier época del año, bajo condiciones no previstas.

- Factor de día máximo (FDM)

Este incremento porcentual se utiliza, cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. El FDM puede variar de 1,2 a 1,5.

Para el proyecto del área urbana de Samayac se utilizó un factor de día máximo de 1,2, ya que la población actual es de 11 316 habitantes > 1 000 habitantes población futura, y tomando en cuenta el comportamiento de la población urbana del proyecto.

- Factor de hora máxima (FHM)

Este otro factor como el anterior, también depende del número de habitantes a beneficiar según sus costumbres. El FHM puede variar de 2,2 a 2,5.

Para el sistema de abastecimiento de agua del área urbana de Samayac, se utilizó un factor de hora máxima de 2,5, por ser su población futura de 11 316 habitantes mayores a 1 000 habitantes y su comportamiento de crecimiento de población en área urbana.

- Factor de gasto

El factor de gasto es el consumo de agua que se distribuye por vivienda. El caudal de hora máxima (caudal de distribución) se distribuye en los tramos de tubería que componen la línea de distribución, asignándole a cada vivienda una dotación uniforme si ese es el caso.

Factor de gastos (FG)=	$\frac{Qd \text{ (l/seg)}}{\text{Número de viviendas}}$
------------------------	---

2.1.5.1. Caudal medio diario (Qm)

Es conocido también como caudal medio (Qm) es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año; pero cuando no se cuenta con estos registros, se puede calcular en función de la población futura y la dotación asignada en un día.

El caudal medio diario para el proyecto del área urbana de Samayac, se calcula de la siguiente manera:

$Qm =$	$\frac{\text{Población} * \text{dotación}}{86\ 400,00 \text{ seg/día}}$
$Qm =$	$\frac{(17\ 364 \text{ hab} + 1\ 152 \text{ hab}) * 100 \text{ l/hab/día}}{86\ 400,00 \text{ seg/día}} = 21,43 \text{ l/seg}$

Donde los 17 364 es población futura de la comunidad y los 1 152 son población futura de edificios públicos como escuelas, centro de salud, iglesias entre otros.

2.1.5.2. Caudal máximo diario (Qmd)

También es conocido como caudal de conducción, debido a que es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción.

Es el consumo máximo que puede haber en 24 horas observado durante un año; en el caso de no tener registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de día máximo.

Ejemplo:

$$Q_{\text{conducción}} = Q_m * \text{FDM}$$

Donde:

$Q_{\text{conducción}}$ = caudal máximo diario o caudal de conducción

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

FDM = factor día máximo

$$Q_{\text{conduccion}} = 21,43 \text{ l/seg} * 1,20$$

$$Q_{\text{conduccion}} = 25,71 \text{ l/seg}$$

El caudal máximo diario o caudal de conducción para el área urbana de Samayac es de 25,71 l/seg.

2.1.5.3. Caudal máximo horario (Q_{mh})

También es conocido como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la red de distribución.

Es el consumo máximo en una hora del día, el cual se puede obtener de la observación del consumo equivalente a un año o en el caso de no tener registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

Ejemplo:

$$Q_{\text{distribución}} = Q_m * \text{FHM}$$

Donde:

$Q_{\text{distribución}}$ = caudal máximo horario o caudal de distribución

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

FHM = factor hora máxima

$$Q_{\text{distribucion}} = 21,43 \text{ l/seg} * 2,50$$

$$Q_{\text{distribucion}} = 53,37 \text{ l/seg}$$

El caudal máximo horario o caudal de distribución para el área urbana de Samayac es de 53,57 l/seg.

2.1.6. Calidad de agua

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- Inodora, insípida y fresca.
- Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes:

2.1.6.1. Análisis bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos, los cuales pueden

transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los que determinan el número más probable de bacterias presentes.

Según los resultados de los exámenes realizados, respecto de la calidad de agua, desde el punto de vista bacteriológico, no es apta para el consumo humano, para su mayor confiabilidad, se hace necesario implementar una desinfección a base de hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales del cloro. Con esto, se logrará una mayor seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación debidos a una inadecuada manipulación del agua.

2.1.6.2. Análisis fisicoquímico

Este análisis determina las características físicas del agua tales como: el aspecto, color, olor, sabor, su pH, y dureza. Para este proyecto, como se mencionó anteriormente, el agua no es apta para consumo humano, dictaminado por el Laboratorio Nacional De Salud.

2.1.7. Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para determinar las pérdidas de carga en la tubería, se recurre a la fórmula de Hazen & Williams, la cual está expresada por:

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga en metros

C = coeficiente de fricción interno (Para HG (C=100), y para PVC (C=150))

D = diámetro interno en pulgadas

L = longitud de diseño en metros

Q = caudal en litros por segundo

Conociendo la altura máxima disponible por perder se toma como H_f que permitirá encontrar el diámetro teórico necesario para la conducción del agua. Despejando el diámetro de la fórmula anterior, se tiene:

$$D = \left(\frac{1\,743,811141 * L * Q^{1,85}}{H_f * C^{1,85}} \right)^{1/4,87}$$

Obteniendo el diámetro teórico se procede a seleccionar el diámetro comercial superior y se calcula el H_f final.

- Tipo de tuberías

Generalmente en sistemas de abastecimiento de agua se utiliza tubería de policloruro de vinilo (PVC) y de hierro galvanizado (HG). La tubería PVC es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar. La tubería HG es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior por zinc, y es utilizada donde se requiera una presión mayor de 175 m.c.a., pasos de zanjón o aéreos.

- Diámetro de tubería

Los diámetros de tubería se calculan en el diseño hidráulico se hará necesario utilizar tuberías de diámetros comerciales para evitar atrasos y costos elevados.

- Coeficiente de fricción

En el caso de utilizar la fórmula de Hazen & Williams para el diseño hidráulico, siendo este el caso, se puede utilizar un coeficiente de rugosidad (C) que varía en el rango de 140 a 160 para tubería PVC.

Se recomienda un $C = 140$ cuando se duda de la topografía $C = 150$, para levantamientos topográficos de primero y segundo orden. Cuando se utiliza tubería HG, puede aplicarse un $C = 100$.

2.1.8. Presiones y velocidades

La presión hidrostática en línea de conducción es recomendable mantenerla debajo de 80 m.c.a., ya que arriba de ésta se hace necesario prestar especial atención, la máxima presión permisible bajo este cuidado es de 90 m.c.a.

En caso de no poder mantener presiones debajo de los límites se hace necesario el uso de válvulas reguladores de presión la cual proporcionara una presión tanto estática como dinámica en su salida de 30 m.c.a., para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

La presión hidrodinámica en la línea de conducción no debe ser mayor de 60 m.c.a.

Ejemplo en línea de conducción:

De: E-38 a E-19
Cota inicial de terreno: 682,85 m.
Cota final de terreno: 681,60 m.
Longitud: 60,55 m.
Qc (caudal de conduccion): 43,86 l/seg
C (coeficiente de rugosidad) : 140

Al aplicar la fórmula de Hazen & Williams y sustituir valores se puede obtener el diámetro adecuado para el tramo que se está analizando:

$$D = \left(\frac{1\,743,81 * L * Q^{1,85}}{140^{1,85} * \text{delta de cota}} \right)^{1/4,87} = 7,55 \text{ pulg.}$$

$$D = \left(\frac{1\,743,811 * 60,55 * 43,86^{1,85}}{140^{1,85} * 0,65} \right)^{1/4,87} = 7,55 \text{ pulg.}$$

El diámetro que se recomienda es D=8"

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

$$H_f = \left(\frac{1\,743,811 * 60,55 * 1,06 * 43,68^{1,85}}{140^{1,85} * 8^{4,87}} \right) = 0,52 \text{ m.}$$

Cpiezometrica= 682,85+0,31-0,52= 682,64 m.

Se le aumenta los 0,31 m de la caja desarenadora ubicada en la captación.

2.1.9. Levantamiento topográfico

En un proyecto de agua potable el levantamiento topográfico es de gran importancia, ya que define el diseño del sistema; tiene por objeto medir las extensiones del terreno, determinar la posición y elevación de puntos

situados sobre y bajo la superficie del terreno, tanto en la línea de conducción como de distribución, así como, tanques y demás obras en sistema.

La topografía se compone de planimetría y altimetría, los cuales se pueden realizar con teodolito y nivel de precisión respectivamente, dependiendo del orden del levantamiento topográfico.

- Orden de los levantamientos topográficos

Dependiendo del tamaño, tipo de proyecto, número de habitantes que serán beneficiados, características del terreno, aparatos que se utilizarán y errores permisibles, los levantamientos topográficos pueden ser: de primero, segundo o tercer orden.

- Levantamiento topográfico de primer orden

Debe usarse en levantamientos de sistema por gravedad con diferentes totales de altura entre puntos obligados críticos menores de 5 m/Km. También debe usarse en sistemas por bombeo.

El levantamiento altimétrico será efectuado con nivel de precisión de trípode, referenciado a B.M. convencional o de preferencia geodésico

El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión y cinta métrica metálica de precisión.

- Levantamiento topográfico de segundo orden

Debe usarse cuando:

- La distancia de la fuente a la comunidad sea mayor de 6 km.
- La diferencia de altura fuente-comunidad (vivienda más alta) sea hasta de 10 metros por kilómetros en sistemas por gravedad.
- El número de viviendas que se abastecerá sea mayor de 100 al momento de hacer el levantamiento.

El levantamiento altimétrico se hará por nivelación trigonométrica con teodolito, con doble lectura adelante y atrás, referenciado a un B.M. convencional o preferentemente geodésico.

El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión o taquimétricamente.

- Levantamiento topográfico de tercer orden

Se usará cuando:

- La distancia fuente-comunidad, sea hasta de 2 600 metros.
- La diferencia de altura de la fuente a la comunidad (vivienda más alta), sea de 15 metros mínima por kilómetro en sistemas por gravedad.
- El número de viviendas que se abastecerá sea de 100 como máximo, al momento de hacer el levantamiento.

El levantamiento altimétrico se hará con nivel de mano o alímetro, referenciado a un B.M. convencional o preferentemente geodésico.

El levantamiento planimétrico se referirá al meridiano magnético, utilizando brújula y cinta métrica de cualquier clase.

2.1.9.1. Altimetría

La altimetría o nivelación se realizó a través de un método indirecto, el cual es llamado taquimétrico, permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades, cambios de dirección importantes, como en lugares donde se realizarán obras.

2.1.9.2. Planimetría

Es la manifestación de la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario; para este proyecto se utilizó el método de conservación de azimut, considerando un norte arbitrario como referencia.

Se utilizó el siguiente equipo:

- Teodolito Sokkia DT 600
- Cinta métrica Stanley
- Estadal
- Plomada
- Brújula

2.1.10. Diseño hidráulico del sistema

A continuación se describe el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para el municipio de Samayac.

2.1.10.1. Captación

La captación es una estructura de concreto que sirve para proteger al manantial y recolectar el agua para abastecer a la población. Para este proyecto se hará una captación superficial.

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser transportada mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento. La fuente, en lo posible, no debe ser vulnerable a desastres naturales, en todo caso debe contemplar las seguridades del caso.

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerán de la topografía de la zona, de la textura del suelo y de la clase del manantial, buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua, ni modificar la corriente y el caudal natural del manantial, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

- Forma de captación
 - Aforo

Es el procedimiento que se utiliza para medir el caudal de una fuente, existen varios métodos según las necesidades y circunstancias específicas de la fuente.

El método que más se utiliza para aforar manantiales con corrientes menores o iguales a 5 l/seg es el volumétrico, por lo exacto que representa su aplicación. En el caso de este proyecto, se utilizó el método de velocidad superficial para realizar el aforo de río obteniendo en el estudio de campo: el área del río, profundidad y la velocidad. De estos datos se obtuvo el aforo siguiente: 438,60 l/seg, del cual solo se tomó el 10 % para el uso del proyecto, dejando el 90 % de caudal ecológico.

2.1.10.2. Línea de conducción

- Diseño de línea de conducción

Previamente a iniciar el levantamiento de la línea de conducción deberá hacerse un recorrido desde la fuente hasta las comunidades, para hacer una selección preliminar de la localización de dichas líneas.

La línea de conducción puede definirse como el conjunto de tubería que inicia desde las obras de captación, hasta el tanque de distribución, las cuales están diseñadas para trabajar a presión.

Para la línea de conducción se debe seleccionar la clase y diámetro de tubería que se ajuste a la máxima economía, siempre y cuando la capacidad de la tubería sea suficiente para transportar el caudal deseado.

Es conveniente incrementar la longitud horizontal de la misma en un porcentaje de 2 a 5 %, de acuerdo con la pendiente del terreno; cuanto más quebrado sea, mayor será el porcentaje.

Para hacer eficiente la línea de conducción puede requerirse: desarenadores, válvulas de expulsión de aire, válvulas de limpieza, llaves de paso, reductores, codos, anclajes entre otros. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño, según las condiciones y características particulares.

2.1.10.3. Almacenamiento

- Tanque de distribución

Los tanques de distribución juegan un papel importante en el diseño de un sistema de distribución de agua, tanto para el funcionamiento hidráulico del sistema como para el almacenamiento del agua y así brindar un eficiente servicio.

A todo tanque de distribución construido con mampostería de piedra, concreto ciclópeo o concreto armado, se le deberá cubrir con losa de concreto reforzada, provista con boca de inspección con tapadera sanitaria, rebalse y limpieza; para efectos de inspección y reparación, el acceso deberá estar cerca de la entrada de la tubería de alimentación, para realizar aforos cuando sea necesario.

- Requisitos sanitarios del tanque de distribución
 - Cubierta hermética que impida la penetración de aves, agua, polvo del exterior con pendiente para drenar el agua de lluvia.

- Evitar la entrada de luz para que no nazcan algas.
 - El tubo de ventilación tendrá la abertura exterior hacia abajo con rejilla, para impedir la entrada de insectos y polvo.
 - Escotilla de visita para inspección de limpieza ubicada cerca de la tubería de entrada, para facilitar el aforo del caudal en cualquier momento.
 - El diámetro mínimo de la tubería de rebalse será igual al de la tubería de entrada al tanque.
 - El tubo de salida se colocará al lado opuesto del tubo de entrada, para que el agua circule en el tanque.
 - Contará con escaleras interiores y exteriores, si el tanque excede de 1,2 metros de alto. La superficie del terreno alrededor del tanque, tendrá una pendiente que permita drenar hacia fuera el agua superficial, sobresaliendo las paredes por lo menos 30 centímetros, de la superficie del terreno.
 - El fondo del tanque estará siempre por encima del nivel freático.
- Funciones principales de un tanque de distribución
 - Suplir las demandas máximas horarias esperadas en la línea de distribución.
 - Almacenar un volumen determinado de reserva por eventualidades.

- Regular presiones en la red de distribución.
- Proporcionar una presión suficiente para que funcione el sistema.

El volumen necesario para compensar la variación de consumo puede ser establecida mediante una curva de variaciones horarias de consumo de una población, con iguales características a la población estudiada y cuando se carezca de ésta, pueden adoptarse los criterios de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), los cuales establecen que el volumen del tanque debe ser del 25 al 45 % del caudal medio diario; que se aplican de acuerdo con las restricciones siguientes:

- En poblaciones menores a a 1 000 habitantes del 25 al 35 % del consumo medio diario, sin considerar reserva por eventualidades
- Si la población está entre 1 000 y 5 000 habitantes, 35 % del consumo medio diario, más un 10 % por eventualidades
- Para poblaciones mayores a 5 000 habitantes, 30 al 40 % del consumo medio diario, más un 10 % por eventualidades.

2.1.10.3.1. Cálculo del volumen de almacenamiento

Para este proyecto que cuenta con una población mayor de 5 000 habitantes, se tomará un 30 % del caudal medio diario.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$V = 0,30 \% * Q_m$$

Donde:

$$Q_m = 21,43 \text{ l/seg}$$

$$1 \text{ día} = 86\ 400 \text{ segundos}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1\ 000 \text{ litros.}$$

$$V = 0,30 * 21,43 \text{ l/seg} * (86\ 400 / 1\ 000)$$

$$V = 555,46 \text{ m}^3 = 600,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 600 \text{ m}^3$$

2.1.10.3.2. Diseño estructural del tanque proyectado

El tanque poseerá muros contruidos de concreto armado, lo cual significa que estarán hechos de concreto y acero, las cuales conformarán los muros del tanque, utilizando una proporción de 1:2:3 concreto para obras hidráulicas.

Los muros del tanque estarán sometidos a fuerzas del agua y del suelo, por lo cual se procederá a realizar su diseño, tomando en cuenta las dimensiones propuestas.

- Diseño de losa

Las dimensiones de la losa serán de 4,00 m * 3,35 m., empleándose el método 3, de la American Concrete Institute (ACI).

Descripción	losa
A/B	0,84
Refuerzo	2 sentidos
Espesor (t)	12 cm.

El espesor mínimo recomendado por el ACI es de 9 cm., pero para su construcción se empleará un espesor de 12 cm.

- Carga muerta (CM)

Son cargas que estarán durante toda la vida útil del proyecto.

W propio de la losa	2 400,00 kg/m ³ *0,12 m	288,00 kg/m ²
Sobrecarga		90,00 kg/m ²
Total de carga muerta (Cm)		378,00 kg/m ²
Carga muerta=1,40 *Cm		
Carga muerta=	1,40*378,00 kg/m ²	530,00 kg/m ²

- Carga viva (CV)

Son cargas que soportará la losa en ocasiones eventuales por ser solo de cubierta, se asumirá una carga viva (CV) = 80 kg/m².

Carga viva última = 1,7*80 = 136 kg/m².

- Carga última (CU)

Es la carga resultante al haberse aplicado los factores que recomienda el ACI a las cargas vivas y muertas.

$$CU = 1,4*(CM) + 1,7*(CV) = 530 + 136 = 666 \text{ kg/m}^2.$$

$$CU = 666 \text{ kg/ m}^2.$$

- Cálculo de momentos

M_A = es el momento generado en el lado más corto de la losa.

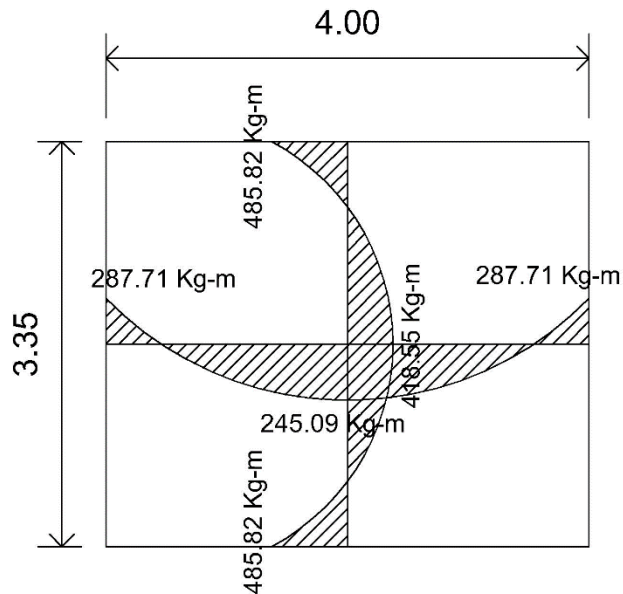
M_B = es el momento generado en el lado más largo de la losa.

CADL = factor de momentos de carga muerta.

CALL = factor de momentos de carga viva.

$M_{A(-)}$	$3,35^2(0,065*666,00)$	= 485,82 Kg-m
$M_{B(+)}$	$4,00^2(0,023*530,00+0,023*136,00)$	= 245,09 Kg-m
$M_{B(-)}$	$4,00^2(0,027*666,00)$	= 287,71 Kg-m

Figura 3. Momentos en losa



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Cálculo del área de acero

$$M_A = 485,82 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M_B = 287,71 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$t = 12 \text{ cm.}$$

$$d = t - \text{recubrimiento} = 12 - 2,50 = 9,50 \text{ cm.}$$

$$A_s = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mb}{0.003825 f' c}} \right] 0.85 \frac{f' c}{f_y}$$

$$A_s = (100 \cdot 9,5) \cdot \left[(100 \cdot 9,5)^2 - \left(\frac{485,82 \cdot 100}{0,003825 \cdot 210} \right)^{0,50} \right] \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{210}{2810} \right) = 2,06 \text{ cm}^2$$

$A_s = 2,06 \text{ cm}^2$ para momento en A (área de acero necesaria para el lado A)

$A_s = 1,21 \text{ cm}^2$ para momento en B (área de acero necesaria para el lado B)

- Chequeo del área mínima de acero que requerirá la losa

$$A_{s \text{ min}} = 0,40 \cdot (14,10 / F_y) \cdot b \cdot d$$

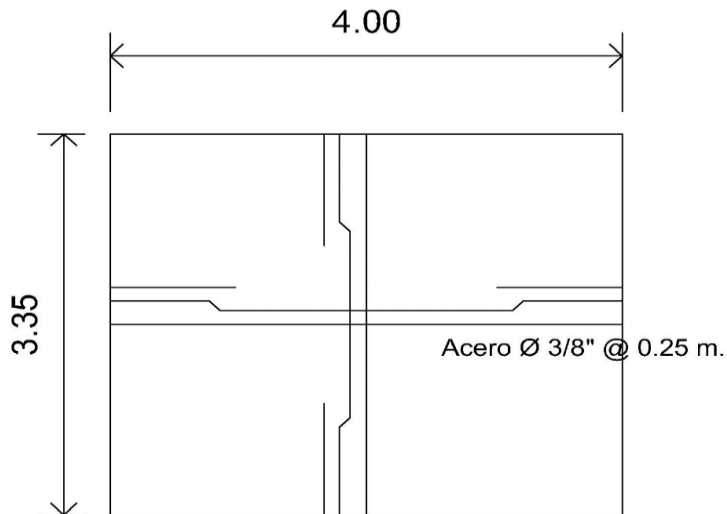
$$A_{s \text{ min}} = 1,91 \text{ cm}^2$$

Debido a que el área mínima de acero es menor que la del lado A se utilizará el área encontrada en el lado A y para el lado B se utilizará el área mínima.

Área	Espaciamiento	
2,06 cm ²	100,00 cm	Para momento en A
0,71 cm ²	S	S=34 cm=25 cm.
Área	Espaciamiento	
1,91 cm ²	100,00 cm	Para momento en B
0,71 cm ²	S	S=37 cm=25 cm.

Se utilizará un espaciamento de $S = 25 \text{ cm}$.

Figura 4. Armado de la losa



Fuente: elaboración propia.

- Diseño de viga

$f'c$ =	resistencia del concreto
Fy =	resistencia del acero
Cmu =	carga muerta última
Cvu =	carga viva última
CU =	carga última total
t =	espesor de la viga
δc =	peso específico del concreto

$f'c$ =	210 kg/cm ²	Cmu =	530 kg/m ²
Fy =	2 810 kg/cm ²	Cvu =	136 kg/m ²
t =	12 cm	CU =	666 kg/m ²
δc =	2 400 kg/m ³	Rec =	4 cm
d =	14,00 cm		
b =	20 cm		

$W_{\text{Losas}} =$	$\frac{666 \text{ kg/m}^2 * 3,35 \text{ m.}}{4,00 \text{ m}}$	$= 557,78 \text{ kg/m}$
Carga Total=	557,78 kg/m	
$M =$	$\frac{557,78 * (4,00)^2}{8}$	1 115,55 kg-m
		M= 1 115 Tn-m

$$As = (100 * 13,50) * [(100 * 13,50)^2 - ((1,115 * 100) / (0,003825 * 210))]^{0,50} * 0,85 * (210 / 2810) = 11,58 \text{ cm}^2$$

As = 11,58 cm² (área de acero que necesita la viga para poder resistir las cargas que existen sobre ella)

➤ Chequeo con el área máxima y mínima de acero

$$As \text{ min} = (14,10 / Fy) * b * d$$

$$As \text{ min} = (14,1 / 2810) * 20 * 14$$

$$As \text{ min} = 1,40 \text{ cm}^2$$

$$As \text{ max} = r_{\text{max}} * b * d$$

$$r_{\text{max}} = 0,50 * r_{\text{balanceado}}$$

$$r_{\text{balanceado}} = \frac{0,85 * b_1 * f_c}{Fy} * \frac{6\ 090}{Fy + 6\ 090}$$

$$r_{\text{balanceado}} = \frac{0,85 * 0,85 * 210}{2\ 810} * \frac{6\ 090}{2\ 810 + 6\ 090} = 0,037$$

$$r_{\text{max}} = 0,50 * 0,037 = 0,0185$$

$$As_{\text{max}} = 0,0185 * 20,00 * 14,00 = 5,18 \text{ cm}^2$$

$$1,40 \text{ cm}^2 \leq 5,18 \text{ cm}^2 \leq 11,58 \text{ cm}^2$$

Se toma $A_s=11,58 \text{ cm}^2$

Área de varilla $\emptyset 5/8'' = 1,979 \text{ cm}^2$ equivalente a 5,85 varillas, se toman 6,00 varillas de $\emptyset 5/8''$.

- Chequeo contra cortante

$V_U =$	$\frac{557,78 \cdot 4}{2,00}$	
$V_U =$	1 115,56 kg	
$V_R =$	$0,85 \cdot 0,40 \cdot (210)^{1/2} \cdot 20 \cdot 13,5$	= 1 379,58 kg

Por el reglamento de ACI espaciamiento de los estribos en área de corte, la viga debería de ser:

$$\text{Esp} = d/4$$

$$d = H - \text{rec}$$

Donde:

Esp = espaciamiento de estribos

H = altura de la viga (0,30 m)

D = altura efectiva de la viga (0,275 m)

Rec = recubrimiento de la viga (0,025 m)

$$\text{Esp} = 0,275/4$$

$$\text{Esp} = 0,06875$$

$$\text{Esp} = 0,05 \text{ m}$$

Por cuantía mínima los estribos en el resto de la viga deberías de ser:

$$\text{Esp} = d/2$$

$$d = H - \text{rec}$$

Donde:

Esp = espaciamiento de estribos

H = altura de la viga (0,30 m)

d = altura efectiva de la viga (0,275 m)

rec = recubrimiento de la viga (0,025 m)

$$\text{Esp} = 0,275/2$$

$$\text{Esp} = 0,1375$$

$$\text{Esp} = 0,15 \text{ m}$$

- Diseño de muros

Datos:

Peso específico del suelo (δ_s)	=	1 400 Kg. /m ³ .
Peso específico del agua (δ_a)	=	1 000 Kg. /m ³ .
Peso específico del concreto (δ_c)	=	2 400 Kg. /m ³ .
Ángulo de fricción (ϕ)	=	24,58°
Cohesión μ	=	1,18 ton/m ² (0.40)
Valor soporte del suelo (V_s)	=	15 000 kg/m ²
f'_c	=	210 kg/cm ²
f_y	=	2 810 kg/cm ²
Factor de corte último	=	1,70
H altura de muro	=	2,50 m.

- Dimensiones del muro

Ancho de muro: debe de estar entre valores de $H/10$ y $H/14$

t1=	25,00				
			tmuro=	20	cm
t2=	17,86				

Base de muro: deberá de estar entre los parámetros de $0,40H$ y $0,90H$

base 1=	1,00				
			Base de muro=	1,50	m
base 2=	2,25				

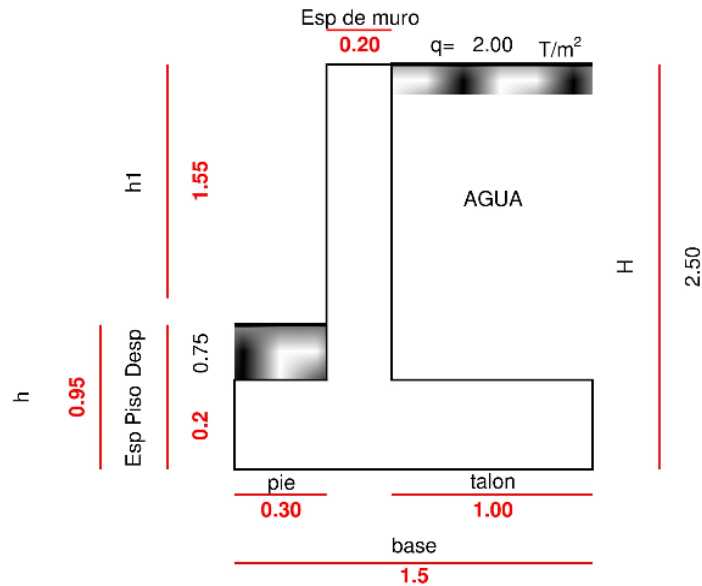
Cálculo de pie del muro: debe de ser $\text{base}/5$

$$\text{pie} = \text{base} / 5 = 0,30 \text{ m.}$$

Espesor de losa de piso: deberá de estar en el intervalo de $0,08H$ y $0,40H$

Espesor 1=	0,20				
			Espesor de piso=	0,20	m
Espesor 2=	1,00				

Figura 5. Dimensiones del muro del tanque



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Cálculo de empuje

Activo:

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen } \emptyset}{1 + \text{Sen } \emptyset} = \frac{1 - \text{Sen } 50}{1 + \text{Sen } 50} = 0,406$$

Pasivo:

$$K_p = \frac{1 + \text{Sen } \emptyset}{1 - \text{Sen } \emptyset} = \frac{1 + \text{Sen } 50}{1 - \text{Sen } 50} = 2,464$$

- Cálculo presiones horizontales

A una profundidad h del muro

$$p_1 = K_p \cdot h \cdot \delta_s = 2,464 \cdot (0,20 + 0,75) \cdot 1,40 = 2,464 \cdot 0,95 \cdot 1,00 = 3,28 \text{ T/m}^2$$

$$p_2 = K_a \cdot h \cdot \delta_a = 0,406 \cdot (2,50) \cdot 1,00 = 0,406 \cdot 2,5 \cdot 1,00 = 1,01 \text{ T/m}^2$$

$$p_3 = K_a \cdot q = 0,406 \cdot 2,00 = 0,81 \text{ T/m}^2$$

- Cálculos de cargas totales de los diagramas de presión

$$P1 = 1/2 * p1 * h = 1/2 * 3,28 * 0,95 = 1,56 \text{ T/m}$$

$$P2 = 1/2 * p2 * H = 1/2 * 1,01 * 2,50 = 1,27 \text{ T/m}$$

$$P3 = p3 * H = 0,81 * 2,50 = 2,03 \text{ T/m}$$

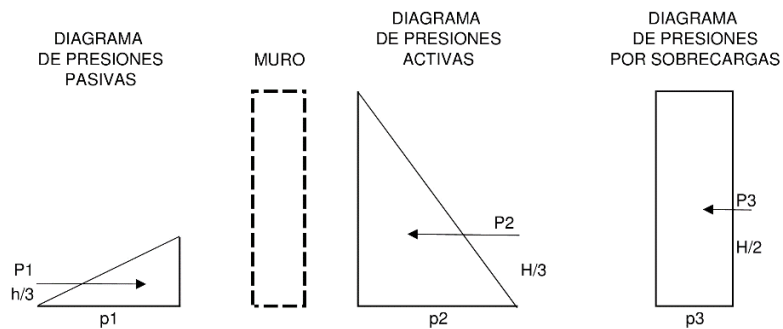
- Momentos al pie del muro

$$M1 = P1 * h/3 = 1,56 * (0,95/3) = 0,49 \text{ T/m}$$

$$M2 = P2 * H/3 = 1,27 * (2,50/3) = 1,06 \text{ T/m}$$

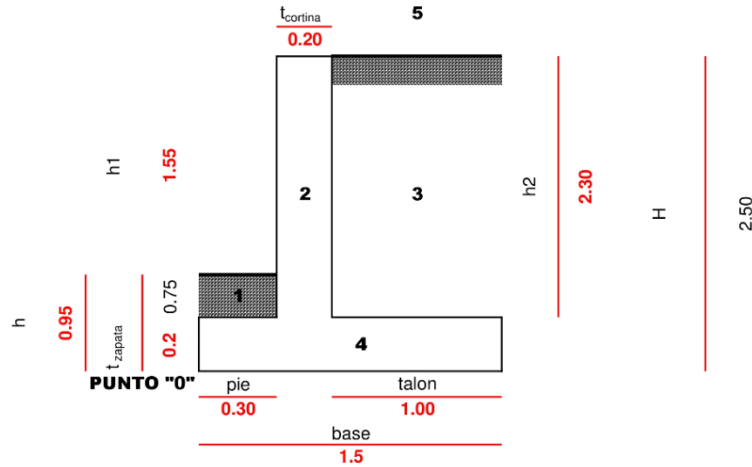
$$M3 = P3 * H/2 = 2,03 * (2,50/2) = 2,54 \text{ T/m}$$

Figura 6. Diagrama de cuerpo libre de muro



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Figura 7. Cálculo de momentos en muro



Cálculo de momentos

2	0,46	2,40	1,10	0,40	0,44
3	2,30	1,00	2,30	1,00	2,30
4	0,30	2,40	0,72	0,75	0,54
5	1,00	2,00	2,00	1,00	2,00
		ΣW	6,44	ΣM	5,33

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

- Chequeo contra volteo

$$Fsv = Mr / Mact = (0,49+5,33) / (1,06+2,54) = 5,82/3,60 = 1,62$$

Como $Fsv > 1,50$ chequea contra volteo

- Chequeo contra deslizamiento

$$Fsd = Pr / Pact = (2,54 + (6,44 * 0,40)) / (1,27 + 2,03) = 5,11/3,30 = 1,55$$

Como $Fsd > 1,50$ chequea contra deslizamiento

- Cálculo de acero

$d = 0,085 \text{ m}$

$M_{\max} = 786,55 \text{ t cm/cm}$

$$A_s = (100 \cdot 0,085) \cdot \left[(100 \cdot 0,085)^2 - \frac{(786,55 \cdot 100)}{(0,4 \cdot 210^2)} \right]^{0,50} \cdot 0,85 \cdot (210 / 2 \cdot 810) = 4,44 \text{ cm}^2$$

$A_s = 4,44 \text{ cm}^2$

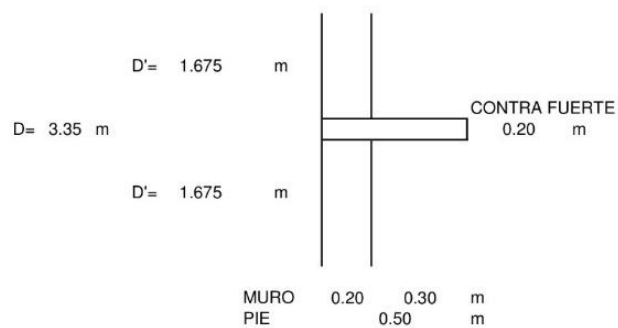
Área de varilla $\varnothing 3/8'' = 0,71 \text{ cm}^2$

En cada metro hay 6 varillas que da un espaciamiento a cada 0,16 m y se redondea en hierro $\varnothing 3/8''$ a cada 0,15 m.

- Diseño de contrafuertes

Las dimensiones en planta del contrafuerte son:

Figura 8. **Planta de contrafuerte**



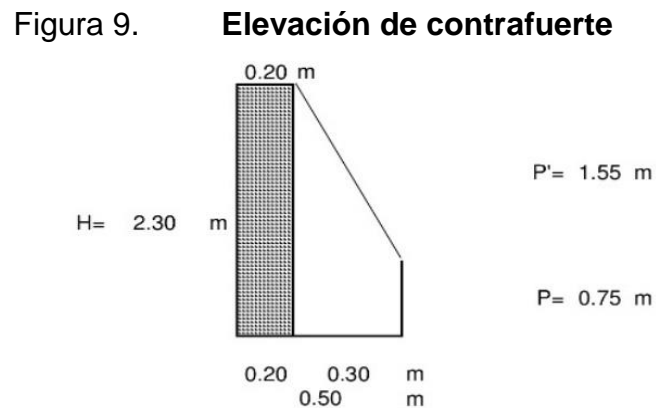
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Donde:

D = longitud crítica entre contra fuertes, el contra fuerte mide 0,50 m largo por 0,20 de ancho.

Espesor de muro 0,20 m.

La elevación del contrafuerte será:



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

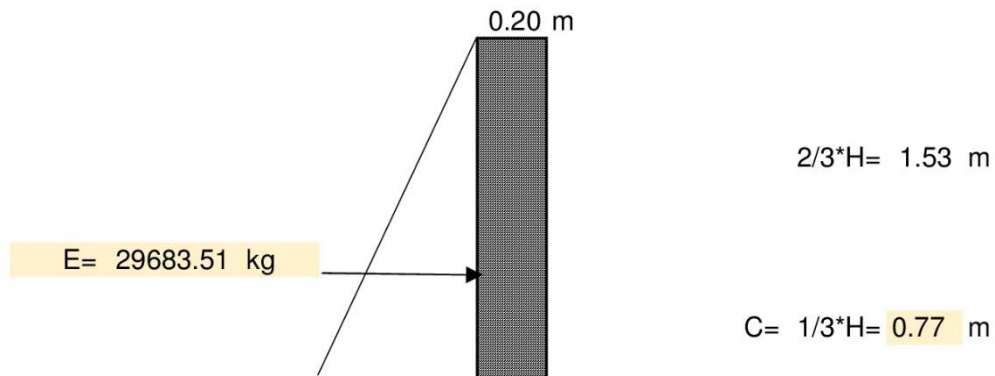
Sobre el cual esencialmente trabaja el empuje del agua, el cual intentará voltear el muro hacia afuera.

Por lo que se calcula inicialmente el empuje y la altura de aplicación de del mismo.

	A=	H*D	7,705 m ²
	E=	Pe*A*y*D	
	E=	29.683,51	kg

Estos valores calculados se muestran a continuación:

Figura 10. **Cálculo de empuje del agua en contrafuerte**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Donde C es la altura de aplicación de empuje y E es el empuje, el cual produce un momento último M_u .

MOMENTO SOBRE CONTRAFUERTE M_u		
$M_a =$	$E \cdot C$	
$M_a =$	22.757,36	kg-m
$M_u =$	$M_a \cdot 1.3$	
$M_u =$	29.584,57	kg-m

Con el cálculo de M_u se puede estimar el refuerzo de contrafuerte.

$A_s =$	$(b \cdot d) - \{ (b \cdot d)^2 - (M_u / 0.0003825 \cdot f_c) \}^{1/2}$				*85	$\frac{f_c}{f_y}$
$f_c =$	210.00	kg/cm ²				
$f_y =$	2810.00	kg/cm ²				
$b =$	20.00	cm	0.20	m		
$P_{ie} =$	50.00	cm	0.50	m		
$rec =$	3.00	cm	0.03	m		
$d =$	47.00	cm	0.47	m		

$$A_s = 12,45 \text{ cm}^2$$

El refuerzo estimado es con acero $\varnothing 1/2''$, culla área por varilla es de 1,267 cm^2 , lo cual da 10 varillas de $\varnothing 1/2''$.

El confinamiento por cuartilla será:

espaciamento=	$d/3$	
espaciamento=	15,67	cm
espaciamento=	15,00	cm

- Diseño de losa de piso y trabes

Primero se determina el espesor de losa de piso utilizando los datos de las dimensiones del tanque de almacenaje y utilizando la siguiente fórmula:

		Largo	12,40	m		
e = Espesor de losa		Ancho	6,90	m		
		Altura	2,15	m		
		e= $\frac{\text{Perimetro}}{200,00}$		$\frac{38,60}{200,00}$	0,19	m
					0,20	m

Determinando el espesor de la losa de piso de 0,20 m.

Por un elemento de concreto armado sujeto a compresión se estima el refuerzo en dos camas y el recubrimiento mínimo será de 0,03 m para las dos camas quedando una altura útil de 17,00 cms.

Se toma una cuantía mínima de acero de 0,06 y su estimado 50 % de la misma para la cama superior, o sea, una cuantía $cu_1=0,003$ y 50 % para la cama inferior $cu_2= 0,003$.

Para el acero mínimo necesario se calcula con la siguiente fórmula:

As=	$cu*d*b$	$=0,003*17*100$		5,1	cm ²
	probando con acero de Ø 1/2"				
	Diámetro en pulgada	Diámetro en cm	Radio en cm	Área en cm ²	Número de varillas por m.l.
	1/2"	1,27	0,64	1,27	4
	Espaciamiento				
	25	cm			

Dando como resultado hierro \varnothing 1/2" a cada 0,25 m. o un equivalente de \varnothing 3/8" a cada 0,15 m.

Para el diseño del trabe se establece que deberán de ir en el lado corto para aumentar la estabilidad de la estructura, su espesor como mínimo deberá ser el espesor de la losa de piso y su refuerzo deberá ser el mismo de la losa de cimentación.

2.1.10.4. Desinfección

Para asegurar la calidad del agua, esta debe someterse a tratamiento de desinfección, preferiblemente a base de cloro o compuestos clorados. El punto de aplicación de compuesto clorado deberá seleccionarse en forma tal que se garantice una mezcla efectiva con el agua y aseguren un periodo de contacto de 20 minutos como mínimo, antes de que llegue el agua al consumidor. La desinfección debe ser tal que se asegure un residual de 0,20 a 0,50 mg/L en el punto más lejano de la red.

- El cloro

Es un elemento que se utiliza como desinfectante y como blanqueador, ya sea de forma granular o líquida. Este actúa de manera prolongada en el agua destruyendo los microorganismos. De manera comercial puede encontrarse en las siguientes formas:

- Cloro gaseoso
- Cal clorada
- Hipoclorito de sodio
- Hipoclorito de calcio

En cada una de sus diferentes presentaciones el cloro se encuentra en concentraciones diferentes. Es decir, no todo el producto es 100 % cloro.

El llamado cloro activo es el que se utiliza para nombrar el porcentaje del peso de cloro puro que contienen las diferentes presentaciones.

Por ejemplo:

- El cloro gaseoso es 99,5 % cloro activo.
- El hipoclorito de sodio es entre 1 – 15 % cloro activo.
- El hipoclorito de calcio (HTH) normalmente es entre 65 – 70 % cloro activo.
- Hipoclorito de calcio

También conocido como HTH es de estructura sólida, fuerte olor, color blanco y se disuelve fácilmente en el agua. Utilizado comúnmente para el tratamiento del agua en sistemas de agua potable, ya sea de forma granulada o en forma de tabletas.

- Hipoclorador

Un hipoclorador es una bomba dosificadora de químicos que alimenta una solución de hipoclorito de calcio al sistema. La solución es una concentración conocida y la dosificación es ajustada para lograr la dosis deseada.

Se usará un solo hipoclorador, que dosifique una solución al 65,00 %, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada en el tanque de distribución.

Tomando en cuenta que el caudal de entrada al tanque de distribución es de (43,86 l/seg), se recomienda un hipoclorador modelo PPG 3015, usado para el tratamiento de aguas, en sistemas de abastecimiento por gravedad. El hipocloroso requiere de un mantenimiento simple y puede hacerlo el fontanero.

2.1.10.5. Línea de distribución

La línea de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conduce el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor y su función es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente y con calidad aceptable, por lo que, se debe tratar el agua antes de entrar a la misma.

Para el diseño de la línea será necesario considerar los siguientes criterios:

- El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el período de diseño, de acuerdo con el máximo consumo horario
- La distribución debe hacerse mediante criterios que estén de acuerdo con el consumo real de la comunidad
- La línea de distribución se debe dotar de accesorios y de obras de arte necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo con las normas establecidas, todo esto, para facilitar su

mantenimiento

- Tipo de redes de distribución

Por la forma y principio hidráulico de diseño, las redes pueden ser:

- Red ramificada o abierta

Es la que se construye en forma de árbol, la cual se recomienda cuando las casas están dispersas. En este tipo de red los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimenten a otros secundarios. Para el presente proyecto se utilizó este tipo de red.

- Red en forma de malla o de circuito cerrado

Se refiere a la red en la cual las tuberías están en forma de circuito cerrado, intercomunicados entre sí. Esta técnica funciona mejor que la red ramificada, ya que elimina los extremos muertos y permite la circulación del agua. En una red en forma de malla, la fórmula de Hazen & Williams define la pérdida de carga, la cual es verificada por el método de Hardy Cross, que se considera balanceado cuando la corrección del caudal es menor al 1 % del caudal que entra.

- Presiones y velocidades

Entre los límites recomendables para verificar la presión y velocidad del líquido dentro de las tuberías de distribución, se tiene que la presión hidrostática no debe sobrepasar los 60 m.c.a; en algunas situaciones, podrá permitirse una

presión máxima de 70 m.c.a., ya que después de alcanzarse una presión de 64 se corre el riesgo de falla en los empaques de chorros.

En cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución debe estar entre 40 m.c.a. y 10 m.c.a., aunque en muchas de las regiones donde se ubica la comunidad, la topografía es irregular y se hace difícil mantenerla por lo que se podría considerar en casos extremos una presión mínima de 6 m.c.a.

En cuanto a las velocidades en la red, se recomienda que esté entre el rango de 0,6 m/seg – 3,0 m/seg.

2.1.10.6. Red de distribución

Para el diseño de la distribución de centro urbano de Samayac se presenta el cálculo para el tramo de tubería entre las estaciones 155 y 186, que corresponden al ramal 2.

De 155 A 186

Cota inicial del terreno: 642,12 m

Cota final del terreno: 645,20 m

Longitud: 43,37 m

Caudal (Qramal 2): 0,77 l/seg.

C (coeficiente de rugosidad): 140

Cota piezométrica inicial: 667,37 m

D=	[$\frac{1743,811 * 43,37 * (0,77)^{1,85}}{140^{1,85} * 0,01}$]	^{1/4,87}	=3,29 pulg
----	---	--	---	-------------------	------------

Para chequear presiones y velocidades se usará un diámetro comercial de 4"

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,77/1\ 000}{\pi \cdot 0,0508^2} = 0,09 \text{ m/seg}$$

$$H_f = \frac{1743,811 \cdot 43,37 \cdot (0,77)^{1,85}}{140^{1,85} \cdot 4^{4,87}} = 0,006 \text{ m.}$$

D = 4"

H_f = 0,006 m

V = 0,09 m/seg

Piezométrica inicial = 667,37 m

Piezométrica final = 667,36 m

2.1.11. Obras de arte

También son llamadas obras hidráulicas, se utilizan en el recorrido de la tubería, según la necesidad que se presente en cualquier punto que pueda afectar el sistema hidráulico y con eso mejorar su funcionamiento para brindar el mejor servicio posible.

2.1.11.1. Pasos aéreos

Esta estructura se utiliza para salvar grandes depresiones de terreno o donde es imposible enterrar o revestir la tubería, quedando expuestas a la

intemperie. Estos están constituidos por dos torres de concreto debidamente cimentadas que sostienen un cable de acero, el cual va sujetado en dos pesos muertos que están enterrados uno a cada lado; con la finalidad que de este cable cuelgue la tubería, por medio de péndolas, debiendo usarse tubo HG entre las torres.

2.1.11.2. Válvulas

Antes de seleccionar las válvulas se deben considerar los siguientes factores: tipo de válvula, materiales de construcción, capacidad de presión y temperatura, así como, el costo y disponibilidad.

2.1.11.2.1. Válvula de limpieza

En un sistema de conducción de agua, siempre se considerarán dispositivos que permitan la descarga de sedimentos acumulados; estas se deben colocar en los puntos más bajos.

2.1.11.2.2. Válvula de aire

El objetivo de esta es extraer el aire que se va acumulando dentro de la tubería, debe de colocarse en la línea de conducción después de una depresión y en la parte más alta donde el diseño hidráulico lo indique. La válvula será de bronce y adaptada para tubería y accesorios de PVC, protegida con una caja de mampostería y tapadera de concreto reforzado.

2.1.11.2.3. Válvula reguladora de presión

Es la válvula de aislamiento de mayor uso en los sistemas de distribución, principalmente por su costo, disponibilidad y baja pérdida de carga, cuando están abiertas totalmente. Este tipo de válvulas se coloca en la caja rompe presión y en el tanque de distribución.

- Conexiones prediales

Se entiende por conexión predial cada servicio que se presta a una comunidad, a base de grifo instalado fuera de la vivienda, pero dentro del predio o lote que ocupa. Es el tipo de servicio más recomendable desde el punto de vista de higiene y salud para el área rural, tomando en cuenta, a la vez, razones económicas. La instalación predial se recomienda para comunidades rurales concentradas y dispersas con nivel socioeconómico regular.

También se usan para extraer todos los sedimentos que se pueden acumular en los puntos bajos de las tuberías; se deben colocar exclusivamente en la línea de conducción, ya que, en la red de distribución, los grifos realizan esta función.

Estas válvulas se componen básicamente por una T a la cual se conecta lateralmente a un niple (tubería menor de 6 m), además de una válvula de compuerta que se puede abrir para que, por medio del agua, se expulsen de la tubería los sólidos acumulados. La ubicación de las válvulas reguladoras de presión se detalla en los planos constructivos, para el cual suman un total de 2 válvulas.

2.1.12. Presupuesto

Es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista expresada en valores y términos financieros que debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones previstas.

Se integró aplicando el criterio de precios unitarios, tomando como base el precio de materiales, mano de obra calificada y no calificada de la región.

Tabla II. **Presupuesto de sistema de agua potable de Samayac**

No	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
LÍNEA DE CONDUCCIÓN					
01	Construcción de Captación Tipo Superficial	Unidad	1.00	Q 26,356.01	Q 26,356.01
02	Colocación de Tubería de Ø 8" pvc 160 psi	Tubo	25.00	Q 3,097.31	Q 77,432.63
03	Colocación de Tubería de Ø 6" pvc 160 psi	Tubo	18.00	Q 2,146.94	Q 38,644.97
04	Construcción de Caja Para Valvulas	Unidad	5.00	Q 3,698.94	Q 18,494.69
05	Accesorios de Línea de Conducción	Global	1.00	Q 40,650.48	Q 40,650.48
06	Tanque de Almacenaje para 600.00 m3	Unidad	1.00	Q 1,342,860.11	Q 1,342,860.11
07	Clorador + Caja para Clorador	Unidad	1.00	Q 5,226.39	Q 5,226.39
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN					
08	Colocación de Tubería de Ø 10" pvc 160 psi	Tubo	52.00	Q 5,374.78	Q 279,488.30
09	Colocación de Tubería de Ø 8" pvc 160 psi	Tubo	156.00	Q 3,097.31	Q 483,179.58
10	Colocación de Tubería de Ø 6" pvc 160 psi	Tubo	104.00	Q 1,884.45	Q 195,982.28
11	Colocación de Tubería de Ø 5" pvc 160 psi	Tubo	123.00	Q 2,198.51	Q 270,416.36
12	Colocación de Tubería de Ø 4" pvc 160 psi	Tubo	194.00	Q 981.54	Q 190,418.18
13	Colocación de Tubería de Ø 3" pvc 160 psi	Tubo	366.00	Q 687.06	Q 251,462.86
14	Colocación de Tubería de Ø 2 1/2" pvc 160 psi	Tubo	99.00	Q 540.87	Q 53,545.83
15	Colocación de Tubería de Ø 2" pvc 160 psi	Tubo	163.00	Q 439.95	Q 71,711.36
16	Colocación de Tubería de Ø 1 1/2" pvc 160 psi	Tubo	262.00	Q 329.10	Q 86,225.25
17	Colocación de Tubería de Ø 1 1/4" pvc 160 psi	Tubo	13.00	Q 289.99	Q 3,769.92
18	Colocación de Tubería de Ø 1" pvc 160 psi	Tubo	325.00	Q 267.32	Q 86,880.30
19	Colocación de Tubería de Ø 3/4" pvc 250 psi	Tubo	85.00	Q 250.85	Q 21,322.59
20	Colocación de Tubería de Ø 1/2" pvc 250 psi	Tubo	2834.50	Q 236.45	Q 670,228.86
21	Colocación de Tubería de Ø 8" h.g. t.l.	Tubo	6.00	Q 2,952.14	Q 17,712.84
22	Conexiones Domiciliarias	Unidad	1921.00	Q 1,162.18	Q 2,232,538.18
23	Construcción de Caja Para Valvulas	Unidad	32.00	Q 3,698.94	Q 118,366.02
24	Accesorios de Línea de Conducción	Global	1.00	Q 347,742.72	Q 347,742.72
PRECIO TOTAL DE PROYECTO					Q 6,930,656.71

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. 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, quien será el responsable del buen funcionamiento del servicio, con la colaboración de la comunidad, para lo cual se propone lo siguiente:

- La cantidad y calidad del agua

Cuidar las fuentes de agentes contaminantes y mejorar la calidad del 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 permiten 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.

Se puede mencionar dos tipos de mantenimiento: preventivo y correctivo.

- 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; 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 necesarias para dar mantenimiento a las diferentes partes del sistema de abastecimiento de agua en el área rural u otros sistemas que se adapten al mismo:

- En la obra de captación

- En época de invierno es recomendable visitar la fuente de agua por lo menos una vez al mes o cuando se crea necesario 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 encontrado; se limpiará 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, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.

- Revisión de válvulas
 - Se debe revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las mismas lentamente, para evitar daño a la tubería debido a las altas presiones, también se deberá observar que no haya fugas o rupturas; si existieran deben repararse o cambiarse. Esta actividad puede realizarse cada 4 meses o cuando sea necesario.

- 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; se debe verificar que la escalera que conduce a la parte superior y que la tapa de visita estén en buenas condiciones, además 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 es la que constituye todo el sistema de tubería desde el tanque de distribución, hasta aquellas líneas de las cuales parten tomas o cualquier tipo de conexiones, las mismas se deberán inspeccionar, recorriendo las vías por las que se encuentra enterrada la tubería de la red, con el fin de detectar y controlar fugas u otras anomalías. Esta actividad se recomienda realizarla cada cuatro meses.

Tabla III. **Programa de operación y mantenimiento**

<i>Núm.</i>	<i>Actividad</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Responsable</i>
1	Inspección del sistema de desinfección	Cada mes	Fontanero
2	Limpieza e inspección de la captación	Cada mes	Fontanero
3	Limpieza e inspección del tanque de distribución	Cada mes	Fontanero
4	Inspección del área adyacente a la fuente, para determinar agentes de contaminación	Cada 3 meses	Fontanero
5	Limpieza, chapeo e inspección de línea de conducción y red de distribución	Cada 4 meses	Fontanero y comunitarios
6	Inspección de cajas de válvulas	Cada 4 meses	Fontanero
7	Chapeo y limpieza de áreas adyacentes a la captación	Cada 6 meses	Fontanero y Comunitarios
8	Reforestar el área de la captación	Cada año	Comunitarios
9	Realizar aforo de la fuente utilizada	Cada año	Fontanero
10	Tomar muestras para análisis de laboratorio	Cada año	Técnico de Salud

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable 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 beneficiada con el proyecto, la cual está en función de la operación, mantenimiento, tratamiento, administración y reserva del mismo.

- Costo de operación (O)

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 de Samayac y las prestaciones de ley.

Pago por jornal Q 30,00

Prestaciones 66 % (vacaciones, indemnización, aguinaldo, bono 14 e IGSS).

Salario Mensual=	$\frac{Q30,00}{\text{Día}}$	*	$\frac{30 \text{ días}}{\text{mes}}$	*	1,66	= Q. 1 494,00
------------------	-----------------------------	---	--------------------------------------	---	------	---------------

El salario del fontanero es de Q1 494,00 al mes.

- 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=	$\frac{0,004 * \text{costo total del proyecto}}{\text{periodo de diseño del proyecto}}$	=	$\frac{0,004 * \text{Q. 6 930 656,71}}{22}$	=Q 1 260,12 mensual
----	---	---	---	---------------------

- Costo de tratamiento (T)

Es el costo que se requiere para la compra de tabletas de tricloro, método que se utilizará para la desinfección del agua, el cual se hará mensualmente.

$$T = (\text{costo de la tableta de tricloro}) * (\text{núm. de tabletas a utilizar en un mes})$$

$$T = (\text{Q } 0,50) * (21 \text{ tabletas por mes}) = \text{Q } 10,50 \text{ por mes}$$

- Costo de administración (A)

El costo de administración es el valor que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, entre otros, el cual debe corresponder al 15 % de la suma de los tres costos anteriores.

$$A = 15 \% * (O + M + T) = 0,15 * (1 494,00 + 1 260,12 + 10,50) =$$

$$A = \text{Q } 414,70 = \text{Q } 415,00 \text{ al mes}$$

- Costo de reserva (R)

Este costo servirá como reserva para cubrir cualquier imprevisto que afecte el proyecto, el mismo debe corresponder al 10 % de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 10 \% * (O + M + T) = 0,10 * (1 494,00 + 1 260,12 + 10,50)$$

$$R = \text{Q } 276,46 = \text{Q } 277,00 \text{ mensual}$$

- Tarifa calculada

La tarifa calculada es la suma de los costos anteriores, dividido entre el número de viviendas:

$$\text{Tarifa} = \frac{\text{O} + \text{M} + \text{T} + \text{A} + \text{R}}{\text{Núm. de viviendas}}$$

$$\text{Tarifa} = \frac{1\,494,00 + 1\,260,12 + 10,50 + 415,00 + 277,00}{1\,886}$$

$$\text{Tarifa} = \frac{3\,457}{1\,886} = \text{Q. } 1,83 = \text{Q. } 2,00 \text{ mensuales}$$

De acuerdo con el cálculo de la tarifa mensual se determinó una cuota máxima de Q 2,00 mensual, 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 Oficina Municipal de Planificación O.M.P de la municipalidad de Samayac, 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 Q17 928,00 anual; por lo tanto, para determinar si la comunidad está en condiciones de pagar la cuota mensual propuesta. Para este proyecto, se deben realizar los siguientes cálculos:

Tarifa máxima mensual < 5 % ingreso promedio mensual de la comunidad.

Cantón San Antonio Nimá es parte del área rural del municipio, por lo tanto, se asumirá un ingreso promedio mensual de 1 494,00.

$$1\,494,00 \times 0,05 = 74,70$$

$$Q\,2,00 < Q\,74,70$$

De acuerdo con el 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.

2.1.15. Evaluación socioeconómica

El análisis financiero de un proyecto es diferente al análisis económico, aunque ambos conceptos están íntimamente relacionados. El análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto; en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad.

- **Análisis económico**

Los proyectos de abastecimiento de agua potable deben de ser sometidos a un análisis económico para determinar la conveniencia de ejecutarlos y para este efecto se debe identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios.

- **Análisis costo/beneficio**

Este análisis se aplica en aquellos casos en que tanto los costos, como los beneficios pueden expresarse en términos monetarios. Los indicadores más comunes asociados a este tipo de análisis son: el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

2.1.15.1. Valor presente neto (VPN)

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del periodo de funcionamiento; la tasa de interés corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es del 11 %.

Debido a la característica del proyecto de agua potable del área urbana de Samayac, esta inversión no es recuperable y deberá ser financiada por alguna institución. Para el análisis del VPN este rubro no se considerará debido a que debe analizarse si el proyecto es auto sostenible o no.

- Cálculo de costo de operación y mantenimiento anual (CA) y valor presente (VP)

$$CA = (O + M + T + A + R) \times 12$$

$$CA = (Q 3 456,62) \times 12 = Q 41 479,44$$

$$VP_{CA} = CA * \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right)$$

- Cálculo de tarifa poblacional anual (TPA) y valor presente (VP)

$$TPA = Q 2,00 * 1 886 * 12,00 = Q 45 264,00$$

$$VP_{TPA} = TPA * \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right)$$

$VP_{TPA} = 45.264,00$	$\left(\frac{(1+0.11)^{24}-1}{0.11*(1+0.11)^{24}} \right)$	$= Q 377 870,05$
------------------------	---	------------------

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

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos} = Q 800 000,00 - Q 377 870,05 = Q 422 129,95$$

Con la tarifa propuesta el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesitan durante el periodo de funcionamiento.

2.1.15.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera:

$$\text{Costo} = \text{inversión inicial} - \text{VPN}$$

$$\text{Costo} = Q 6 930 656,71 - Q 422 129,95 = Q 6 508 526,76$$

$$\text{Beneficio} = \text{núm. de habitantes a futuro}$$

$\text{Costo/ Beneficio} =$	$\frac{Q6.508.526,76}{17 364}$	$= Q 374,83 \text{ por habitante}$
-----------------------------	--------------------------------	------------------------------------

Las instituciones de inversión social toman la decisión de invertir de acuerdo con el valor del costo/beneficio y de las disposiciones económicas que posean.

2.1.16. Aspecto de impacto ambiental

Los proyectos de infraestructura para el sector de agua potable no representan impactos ambientales adversos de gran magnitud, que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o el medio ambiente, sino por el contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad.

Durante la etapa de construcción de un sistema de agua potable es necesario preparar los terrenos donde se instalarán los diferentes componentes del sistema, desde la fuente de agua hasta el tanque de distribución y de este a las conexiones domiciliarias. Si no son bien estudiados los métodos de construcción de las diferentes partes del sistema, se pueden generar impactos ambientales adversos de mayor magnitud; sin embargo, buenas medidas constructivas y de mitigación hacen poco probable la generación de impactos.

- Plan de manejo ambiental

Para la ejecución del proyecto se deberá incorporar un plan de manejo ambiental, que consistirá en la elaboración sistemática y estructurada de una serie de medidas destinada a mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales negativos producidos en el entorno debido a la implementación de un proyecto, también deberá contemplar la elaboración de una estrategia ambiental que incluya medidas de prevención de riesgos ambientales y de control de accidentes.

- Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto en el entorno en cualquiera de sus fases de

ejecución. Estas medidas se determinan en función del análisis de cada una de las componentes ambientales afectadas por la ejecución del proyecto en cada una de las etapas de este, pudiendo ser de tres categorías diferentes:

- Medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción.
 - Medidas que minimicen o disminuyan el efecto adverso o significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de alguna de sus partes.
 - Medidas que reduzcan o eliminen el efecto adverso significativo mediante la implementación de acciones específicas.
- Medidas de reparación o restauración

Estas medidas tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado o en caso de no ser posible restablecer sus propiedades básicas.

- Medidas de compensación

Estas medidas tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

El ejecutor debe describir de forma sencilla el componente afectado y los potenciales impactos ambientales que se puedan ocasionar como producto de la ejecución y operación de su proyecto, con su respectiva medida de

mitigación, reparación o restauración y compensación, con la finalidad de que este diseño un plan de mitigación apropiado para su proyecto.

Tabla IV. Medidas de mitigación de impactos ambientales para proyectos de agua potable

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Emisiones a la atmósfera	Emisión de material particulado y polvo	<ul style="list-style-type: none"> • Humedecer periódicamente las vías de acceso a la obra. • Transportar el material de excavación cubierto y por las rutas establecidas con anticipación.
Efluentes de líquidos	Generación de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Reutilizar el efluente producido por la prueba del tanque de distribución y la tubería. • Disponer de baños químicos para personal en la obra.
Residuos sólidos	Generación de residuos sólidos (domésticos e industriales)	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener contenedores de residuos domiciliarios para un adecuado almacenamiento temporal. • Recuperar y reutilizar la mayor cantidad de residuos excavaciones. • Retirar transportar y disponer los residuos sobrantes, en lugares autorizados.
Ruidos o vibraciones	Incremento en los niveles de ruido	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar trabajos de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos. • Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.
Recursos hídricos	Alteración y utilización de agua superficial o subterránea. Contaminación de cursos de agua o cauces por sedimentos y residuos líquidos o sólidos	<ul style="list-style-type: none"> • Que las obras no perjudiquen o entorpezcan el aprovechamiento del agua para otros fines. • Dejar un caudal mínimo de agua, principalmente para la época de estiaje. • No afectar los derechos constituidos de terceros. • No almacenar temporalmente material de excavación en cauces o lechos de río o sectores que desemboquen en ellos. • No disponer efluentes en cauces o cursos de agua que sirven para abastecimiento. • Remover inmediatamente los derrames accidentales de combustible con materiales adecuados.

Continuación de la tabla IV.

Suelo	Cambios en la estructura del suelo (propiedades físico-químicas)	<ul style="list-style-type: none"> No realizar directamente en el suelo las mezclas para las obras de concreto. Realizar los trabajos de mantenimiento de equipo y maquinaria, si se requiere, sobre un polietileno que cubra el área de trabajo. Remover inmediatamente el suelo, en caso de derrames accidentales de combustible y restaurar el área afectada con materiales y procedimientos sencillos.
Vegetación y fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal	<ul style="list-style-type: none"> Separar la capa de material orgánico del material inerte. Disponer adecuadamente el material orgánico para su posible reutilización. Evitar el paso de maquinaria sobre suelo con cobertura vegetal fuera del área de la obra. Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.
Población	Alteración de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	<ul style="list-style-type: none"> Evitar la interferencia entre el tráfico peatonal y/o vehicular y los frentes de trabajo. Mantener una adecuada señalización en el área de la obra en etapa de ejecución y operación. Disponer de rutas alternativas en fechas de importancia para la población.
	Incremento en los niveles de accidentabilidad	<ul style="list-style-type: none"> Transportar el material de excavación sin superar la capacidad del vehículo de carga. Mantener una adecuada señalización en el área de la obra en etapa de ejecución y operación. Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo. Controlar la velocidad de los vehículos y que estos cuenten con la alarma de reversa.
Paisaje	Impacto visual	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.
Patrimonio cultural	Daño al patrimonio cultural	<ul style="list-style-type: none"> Suspender la obra, delimitar el área e informar a quien corresponda para una correcta evaluación, en la eventualidad de encontrar hallazgos arqueológicos. Una vez realizadas estas actividades, se puede continuar con el trabajo.

Fuente: MEDRANO CORADO, Mariela Roxana. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Carrizal y diseño del puente vehicular para la aldea Pueblo Nuevo, municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula.* p.99.

CONCLUSIONES

Del aspecto ambiental

1. El análisis ambiental de los proyectos son de vital importancia, no solo en los proyectos de este tipo, sino en cualquier índole de proyecto, ya que permitirá el correcto aprovechamiento de los recursos naturales renovables que la naturaleza brinda.
2. El cumplir con un plan ambiental bien establecido, asegura mejorar la calidad de vida de los habitantes.
3. El aspecto ambiental permitirá establecer el grado de cambios en el entorno efectuado en el desarrollo de las obras del proyecto, y así mismo plantear la metodología para poder mitigar estos mismos.
4. Los aspectos ambientales deberán de ser seguidos y cumplidos como se plantea en este documento, ya que esto redundará en beneficio de la comunidad, constructor y del entorno natural del proyecto.

Del aspecto general

1. El desarrollo del diseño hidráulico fue siguiendo las normativas de INFOM UNEPAR siendo este el ente que rige los proyectos de esta índole en la república de Guatemala, a través de la guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del 2011.

2. Dentro de la misma normativa se establece las presiones mínimas y máximas, así como las velocidades recomendadas, las cuales se pueden resumir en:
 - 2.1. Presiones mínimas en la línea de conducción podrá usar presiones hasta de 1,00 m.c.a, en la distribución se podrá usar hasta 10,00 m.c.a.
 - 2.2. Presiones máximas se recomienda en conducción y distribución no sobre pasar los 70,00 m.c.a.
 - 2.3. Las velocidades deberán de estar dentro de un rango de no menor de 0,60 m/seg y no mayor de 3,00 m/seg.
3. En todas las poblaciones en vías de desarrollo por contar con los servicios de recursos hídricos, se muestra un crecimiento de población en forma exponencial.
4. Hay varias metodologías para desinfectar el agua, una de ellas es el filtro de ozono, también está el dosificador de gas de cloro, pero la más sencilla y económica para un país en vías de desarrollo como Guatemala, es el uso de hipoclorito de calcio.
5. Con el uso de tubería de cloruro de polivinilo (PVC), se obtienen muchas ventajas, como son: eficiencia de los sistemas, la vida útil del material, la facilidad de manejo en la obra por su peso liviano y la instalación.
6. En los costos se adoptará una modalidad de aporte de la comunidad esto con el fin de promover la participación de los comunitarios y así también

mejorar el costo del proyecto. Estos aportes deberán de ser tanto en mano de obra no calificada como materiales del lugar, con un costo total de Q 142 502,63, con un aporte por persona de Q 8,21.

RECOMENDACIONES

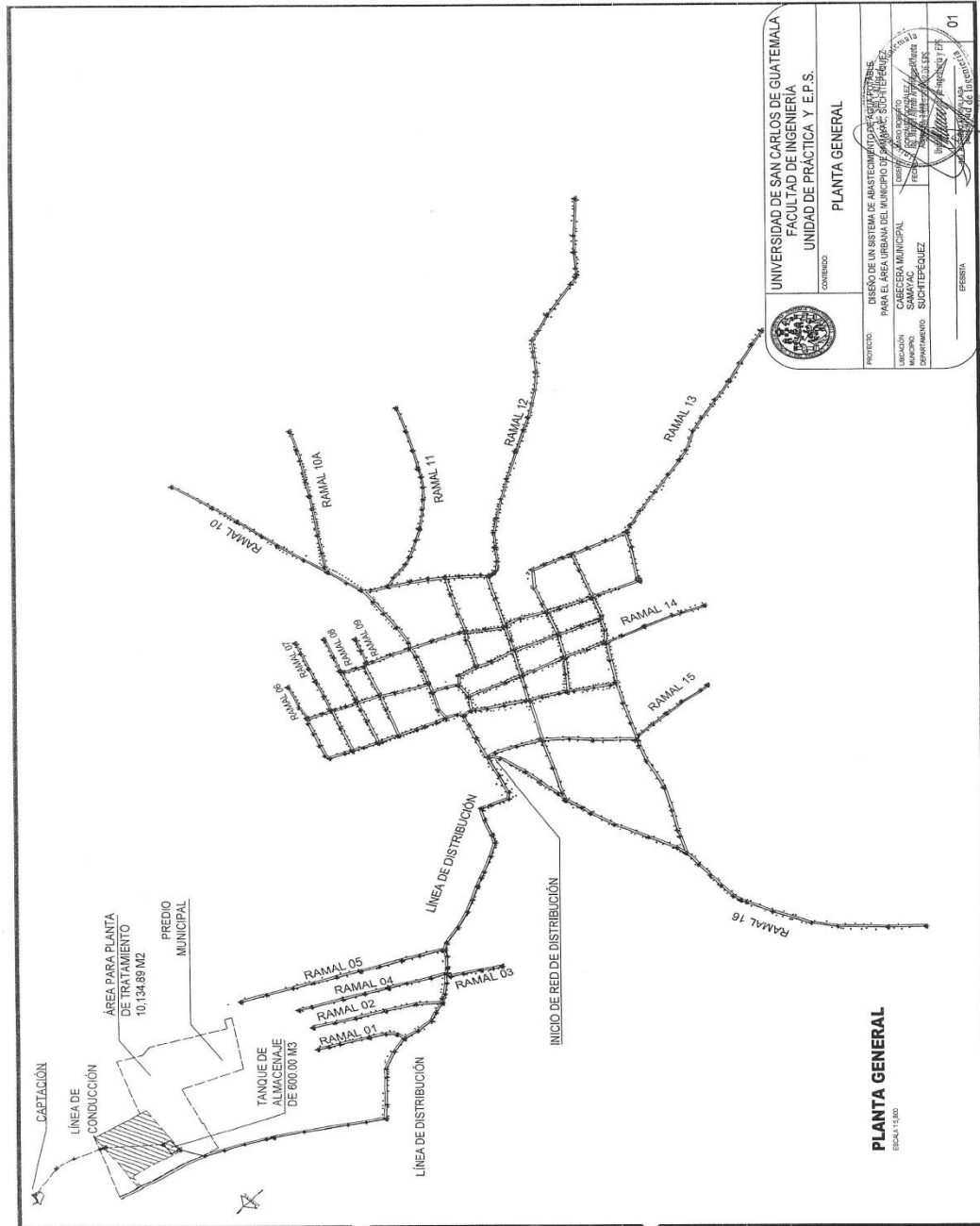
1. En todos los sistemas de abastecimiento de agua potable se deberá controlar la dosificación adecuada de cloro para evitar las enfermedades de origen hídrico.
2. Las normativas y especificaciones prevalecerá sobre el criterio del diseñador.
3. Dado que es importante el incremento de cobertura, es necesario la concientización del uso adecuado del recurso de los hídricos con que se cuentan. Siendo necesario implementar campañas de educación sanitaria referentes al uso racional del agua.
4. Los proyectos que provean beneficios básicos como: la salud a las comunidades, deberían ser priorizados, ya que, estos servirán para mejorar la calidad de vida de los usuarios.
5. En la identificación de las necesidades de la población a beneficiar en este estudio, como lo es la población de Samayac, se denota la urgencia de ejecución de este proyecto, por lo que la recomendación es de priorizar la construcción de este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVA HURTADO, Jorge. *Diseño de cimentaciones*, 1a. ed. Lima, Perú: Fondo editorial ICG, 2002. 226 p.
2. BELTRÁN RAZURA, Álvaro. *Costos y presupuesto*, 1a. ed. Nayarit, México, 2006. 167 p.
3. GÓMEZ DOMÍNGUEZ, Jorge. *Materiales de construcción*, 1a. ed. Monterrey, México: ITESM, 2000. 222 p.
4. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía para la preparación, construcción, supervisión de abastecimiento de agua potable y saneamiento*. Guatemala, 1991. 159 p.
5. LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. *Diseño de acueductos y alcantarillados*, Ingeniería Sanitaria 1. 2a. ed. Colombia: Alfa y Omega, 1998. 388 p.
6. Instituto Nacional de Fomento Municipal. *Normas Generales para el Diseño de Alcantarillados*. Guatemala: Infom, 2009. 31 p.
7. ORTEGA GARCÍA, Juan. *Concreto armado 1, con el reglamento: ACI-83*. Perú: Editorial Macro, 2000. 334 p.
8. ————. *Concreto armado 2, con el reglamento: ACI-89*. Perú: Editorial Macro, 2000. 396 p.

9. VILLALBA SÁNCHEZ. Néstor, *Topografía Aplicada*. Lima, Perú: Editorial Macro, 2015. 480 p.
10. VILLÓN, Máximo. *Hidrología*. 2a. ed. Lima, Perú: Editorial MaxSoft, 2002. 431 p.
11. GILES, Ranald. *Mecánica de los fluidos e hidráulica*. España: Mc Graw Hill, 1994. 420 p.

APÉNDICES



 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.	
CONVENIO	
PLANTA GENERAL	
PROYECTO:	DESIGNO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ
LUGAR:	CABECERA MUNICIPAL
MUNICIPIO:	SAMAYAC
DEPARTAMENTO:	SUCHITEPEQUEZ
 INGENIERO EN ELECTRICIDAD No. de Colección: 1110000111 No. de Colección: 1110000111	
Escala: 1:1000	
01	

PLANTA GENERAL
ESCALA 1:1000

BASES DE DISEÑO

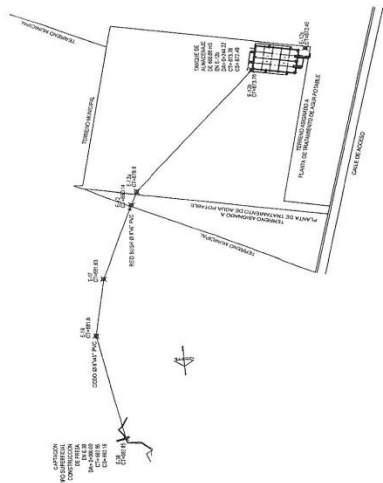
VIVIENDAS	1	1,886.00
ESCUELAS	1	10.00
IGLESIAS	1	25.00
POBLACIÓN ACTUAL (2016)	1	11,316.00 HABITANTES
DENSIDAD DE POBLACIÓN (2016)	2	6.00 HABITANTES/VIVIENDA
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	3	1.80 %
PERIODO DE DISEÑO	2	24.00 AÑOS
VIVIENDAS FUTURAS (2040)		2,894.00 VIVIENDAS
POBLACIÓN FUTURA (2040)		17,364.00 HABITANTES
DOTACIÓN	2	100.00 LITROS/HABITANTE/DÍA
AFORO DEL RÍO		438.60 LITROS/SEGUNDO
10 % DEL AFORO DEL RÍO (Agosto 2,016)		43.86 LITROS/SEGUNDO
CONSUMO MEDIO DIARIO		21.43 LITROS/SEGUNDO
CONSUMO MÁXIMO DIARIO	2	25.71 LITROS/SEGUNDO
CONSUMO MÁXIMO HORARIO	2	53.57 LITROS/SEGUNDO
FACTOR DE DÍA MÁXIMO	2	1.20
FACTOR DE HORA MÁXIMA	2	2.50
ALMACENAMIENTO	2	600.00 M3

NOTAS

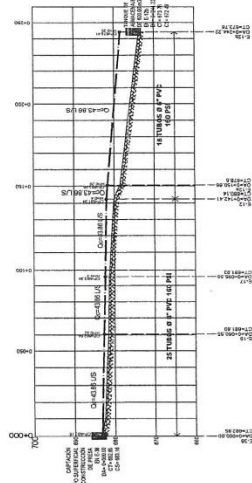
- 1.- Información de campo obtenidos del levantamiento topográfico del año 2,016.
- 2.- Parámetros de diseño nombrados por INFORM-UNEPAR + 4 años de periodo de gestión y ejecución.
- 3.- Datos obtenidos de INE de la república de Guatemala según censo del año 2002.
- 4.- La población futura se estima utilizando el método geométrico.
- 5.- La dotación para estructuras especiales como:
 Viviendas, se asigna 1 servicio
 Centros Educativos, se asignan 5 servicios
 Iglesias, se asignan 3 servicios
- 6.- Para dimensionar el tanque de almacenamiento se tomara el 30.00% de consumo medio diario (cmd)
- 7.- Para el diseño de líneas abiertas se utiliza el método de HAZEN-WILLIAMS.
- 8.- Para el diseño de las redes propuestas se utiliza el método de HARDY-CROSS.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.
CONTINUCO: BASES DE DISEÑO	
PROYECTO	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN PABLO SUCHITEPEQUEZ.
UBICACIÓN	CABECERA MUNICIPAL
DEPARTAMENTO	SUCHITEPEQUEZ
TÍTULO	BASES DE DISEÑO
FECHA	15 DE FEBRERO DE 2017
PRESENTA	 AL. AL. INGENIERIA

02



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN
ESCALA 1:2,000



PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN
ESCALA HORIZONTAL 1:2,000
ESCALA VERTICAL 1:100

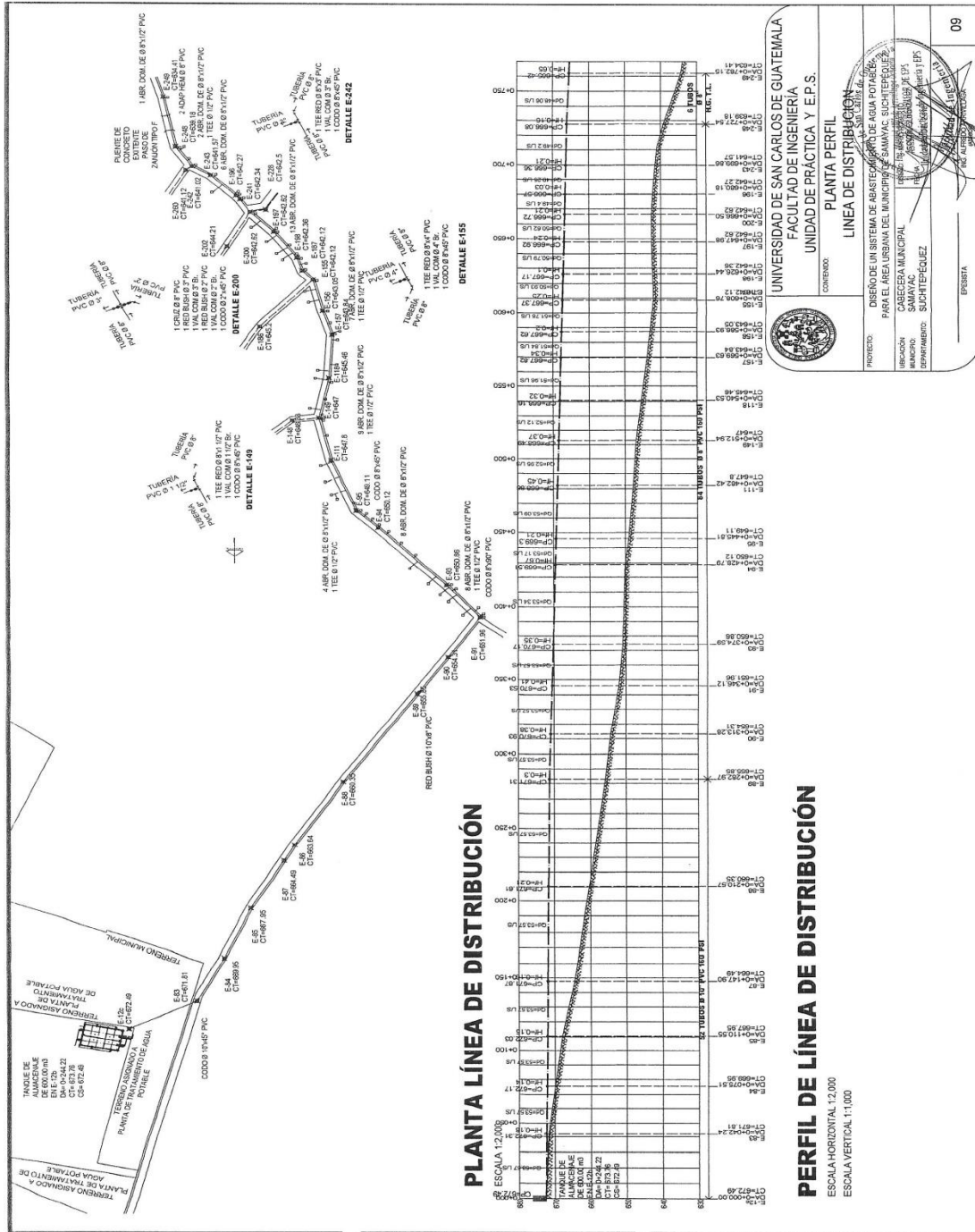
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.
CONTENIDO: **PLANTA PERFIL DE LOINEA DE CONDUCCION**

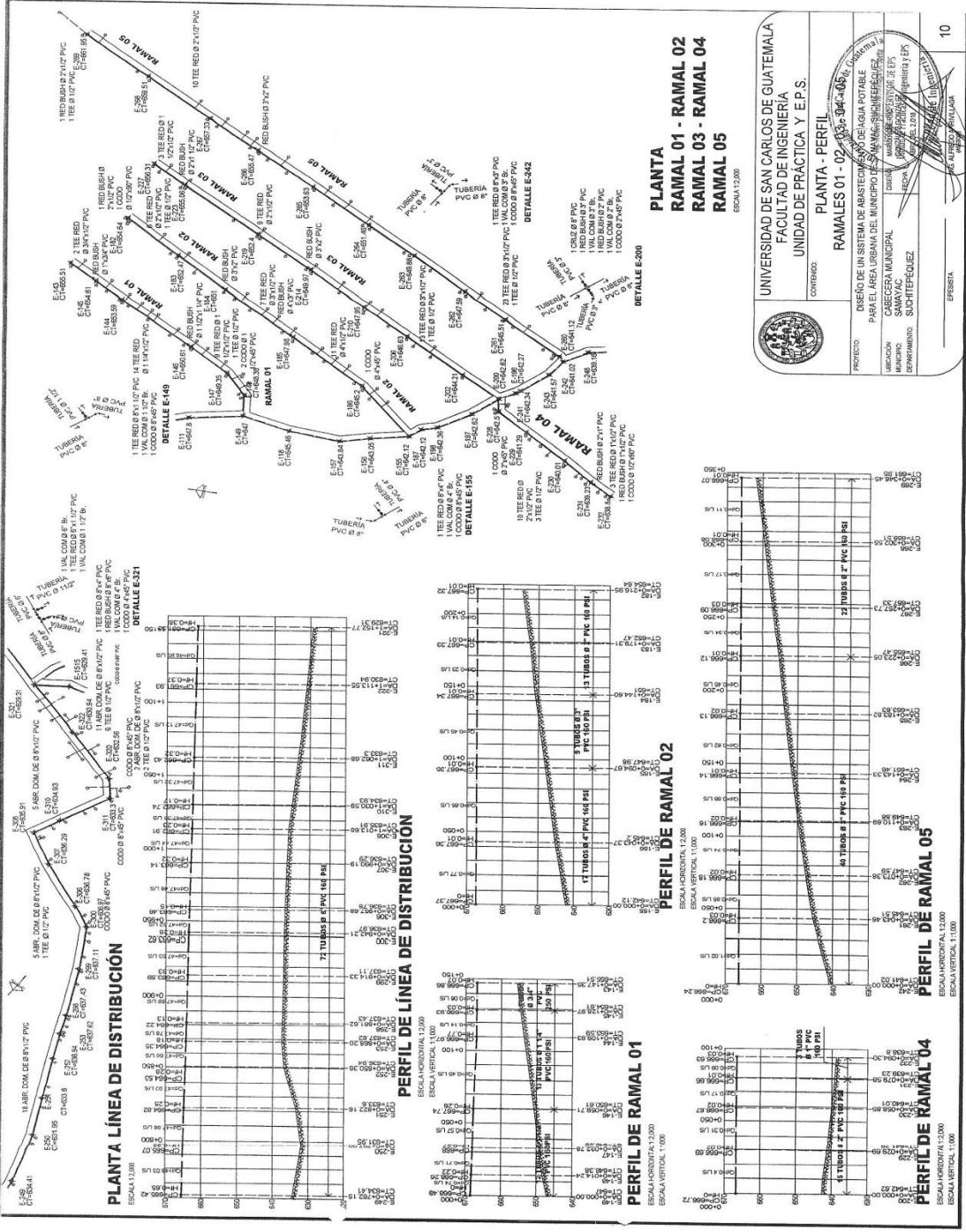
PROYECTO: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS, SUCHITEPEQUEZ**

UBICACION: **MUNICIPIO DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ**

ANEXO 13

PRESTA 08





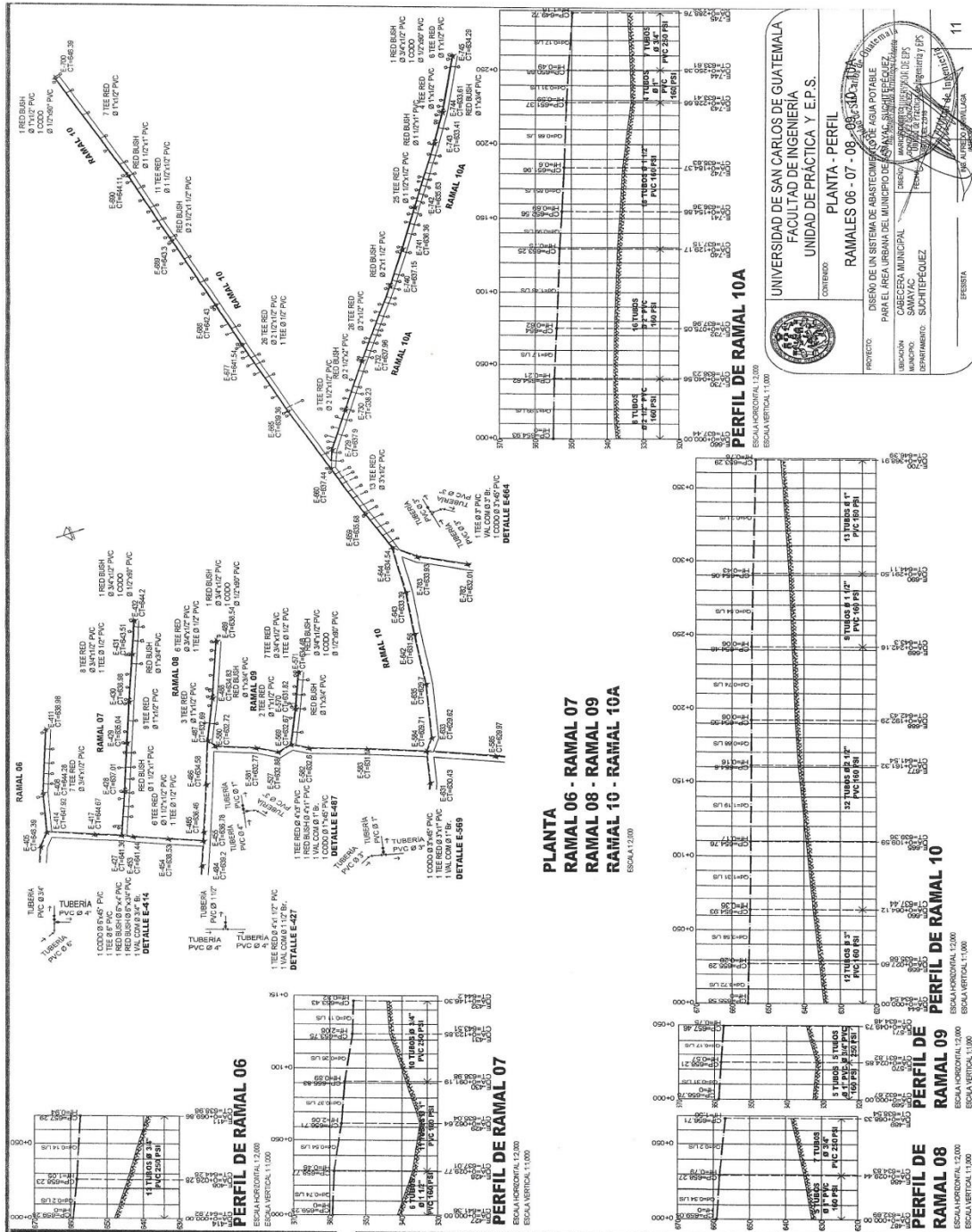
PLANTA
RAMAL 01 - RAMAL 02
RAMAL 03 - RAMAL 04
RAMAL 05
 ESCALA 1:200

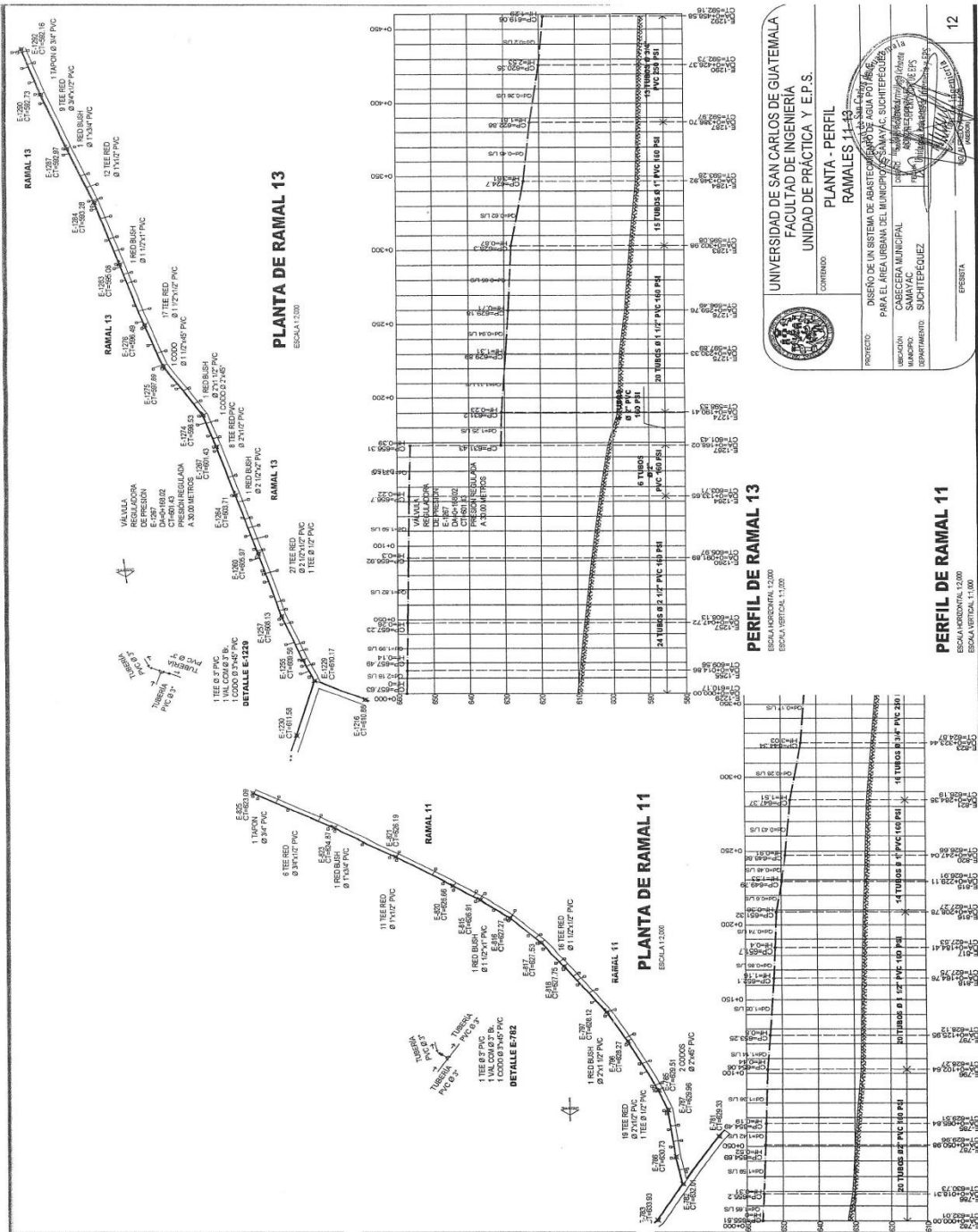
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

CONTINENTE: PLANTA - PERFIL
 RAMALES 01 - 05

PROYECTO	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS EN EL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
UBICACION	CABECERA MUNICIPAL
MUNICIPIO	SAN MARCOS
DEPARTAMENTO	SUCITEPEQUEZ

INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
 N.º 123456789
 M. A. GARCIA





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

CONTENIDO:
 RAMALES 11-13

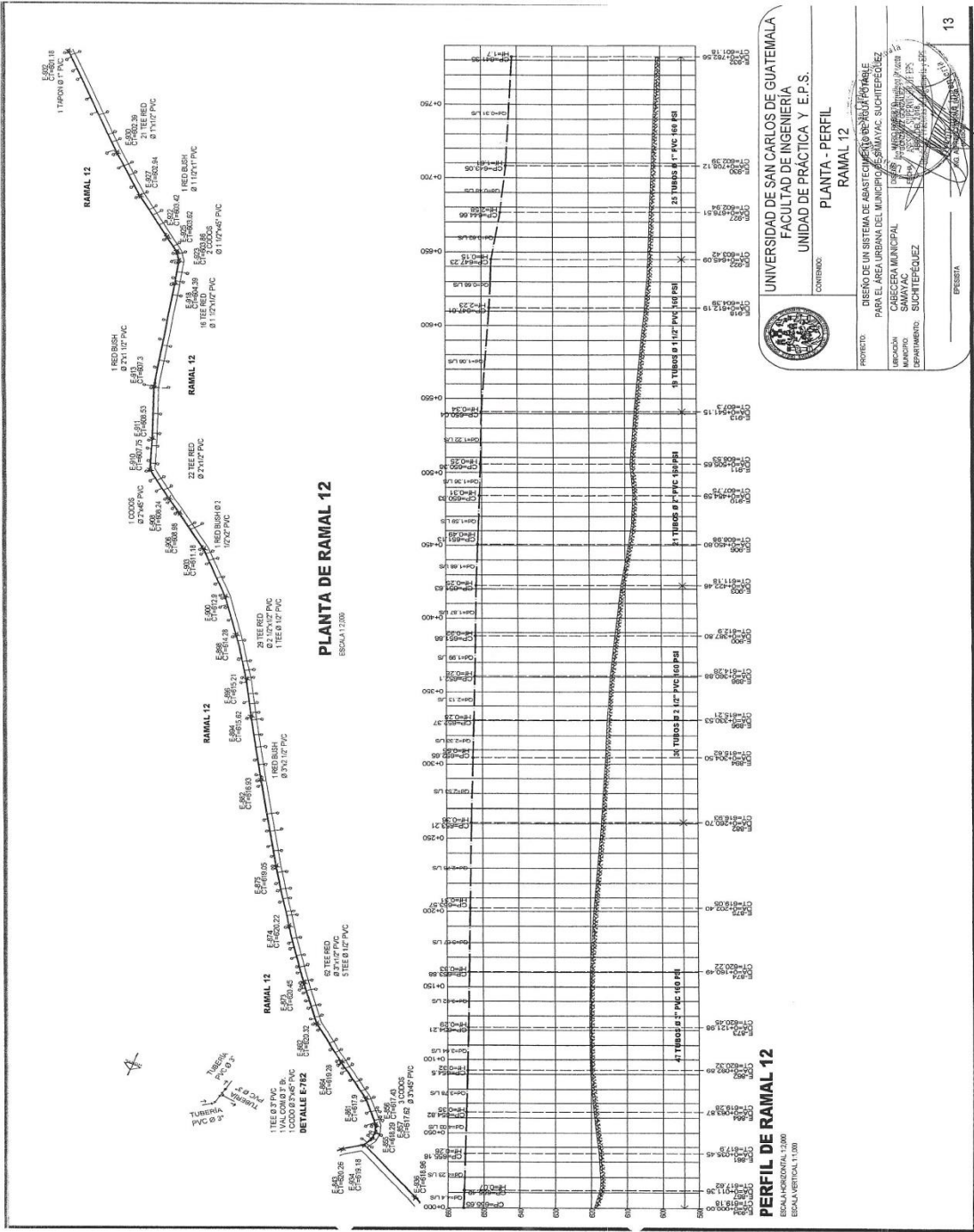
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPECQUEZ.

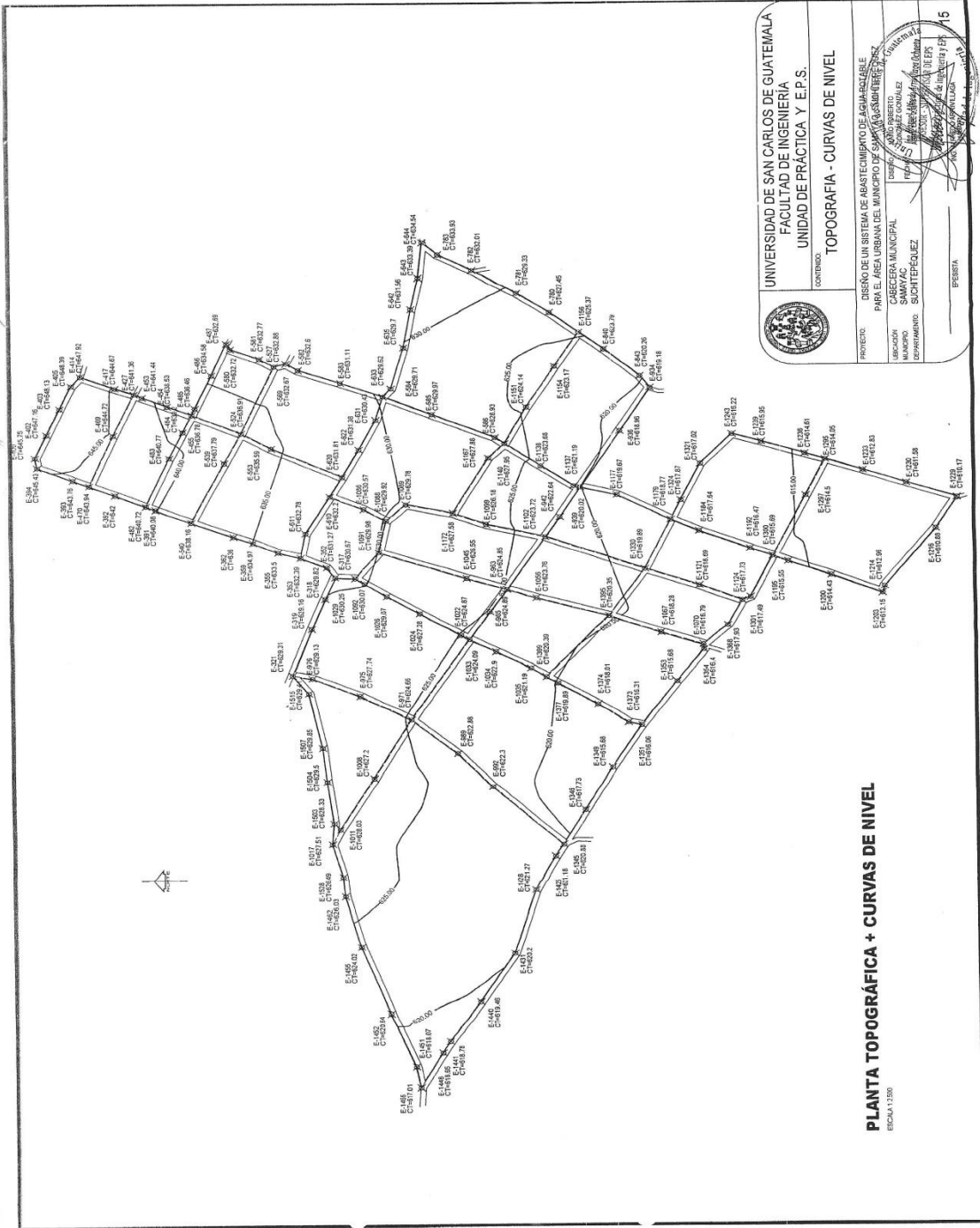
UBICACION: CABECERA MUNICIPAL

MUNICIPIO: SAMAYAC

DEPARTAMENTO: SUCHITEPECQUEZ

12





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

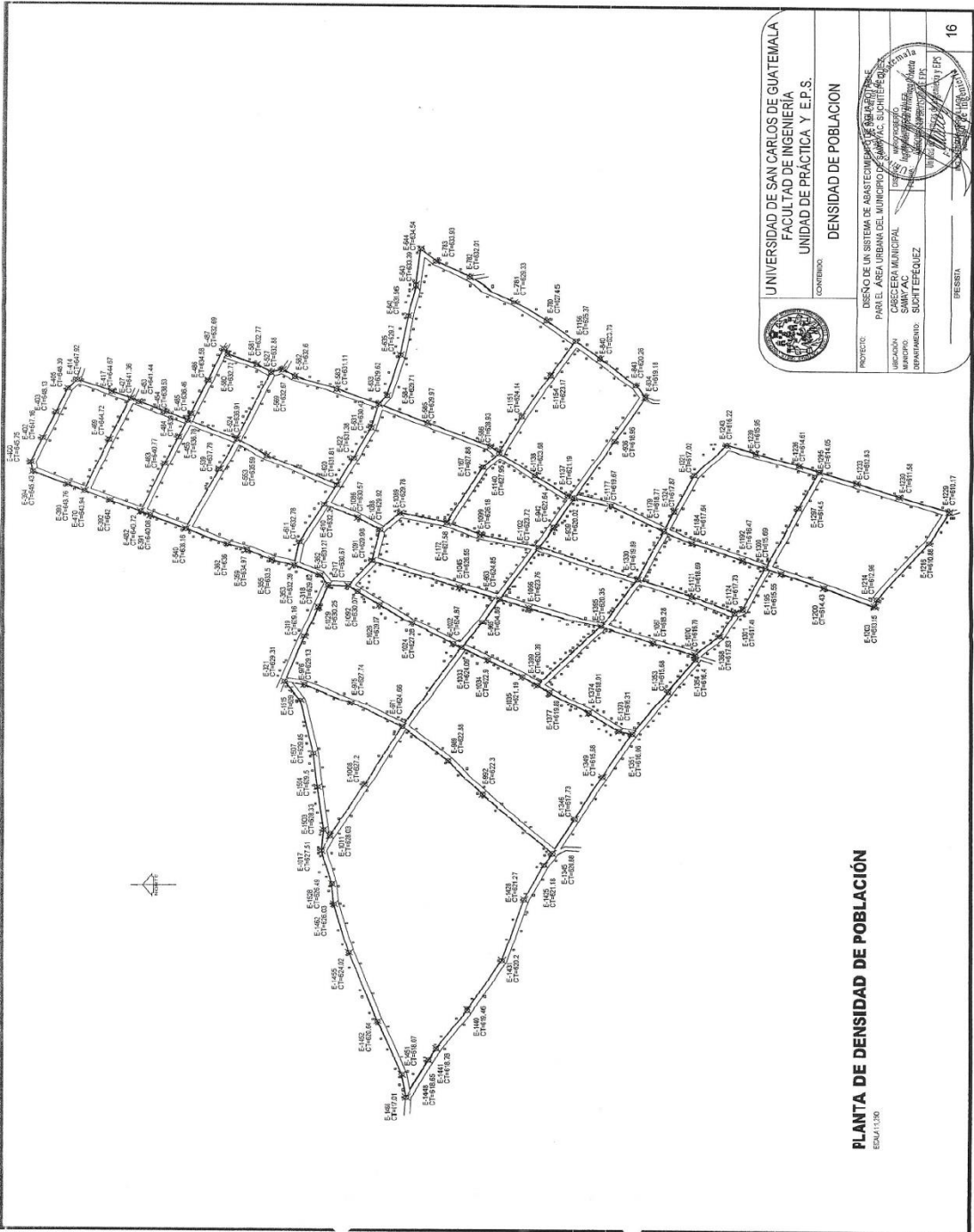
CONTINIO: **TOPOGRAFIA - CURVAS DE NIVEL**

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SAMATEPEZ, DEPARTAMENTO DE CABEZERA MUNICIPAL SAMAYAC, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ.

INTEGRANTES:
 JUAN ROBERTO GONZALEZ
 RAFAEL GONZALEZ
 JUAN CARLOS GONZALEZ
 JUAN CARLOS GONZALEZ
 JUAN CARLOS GONZALEZ

FECHA: _____
 ESCALA: 1:2000

PLANTA TOPOGRAFICA + CURVAS DE NIVEL
 ESCALA 1:2000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

DENSIDAD DE POBLACION

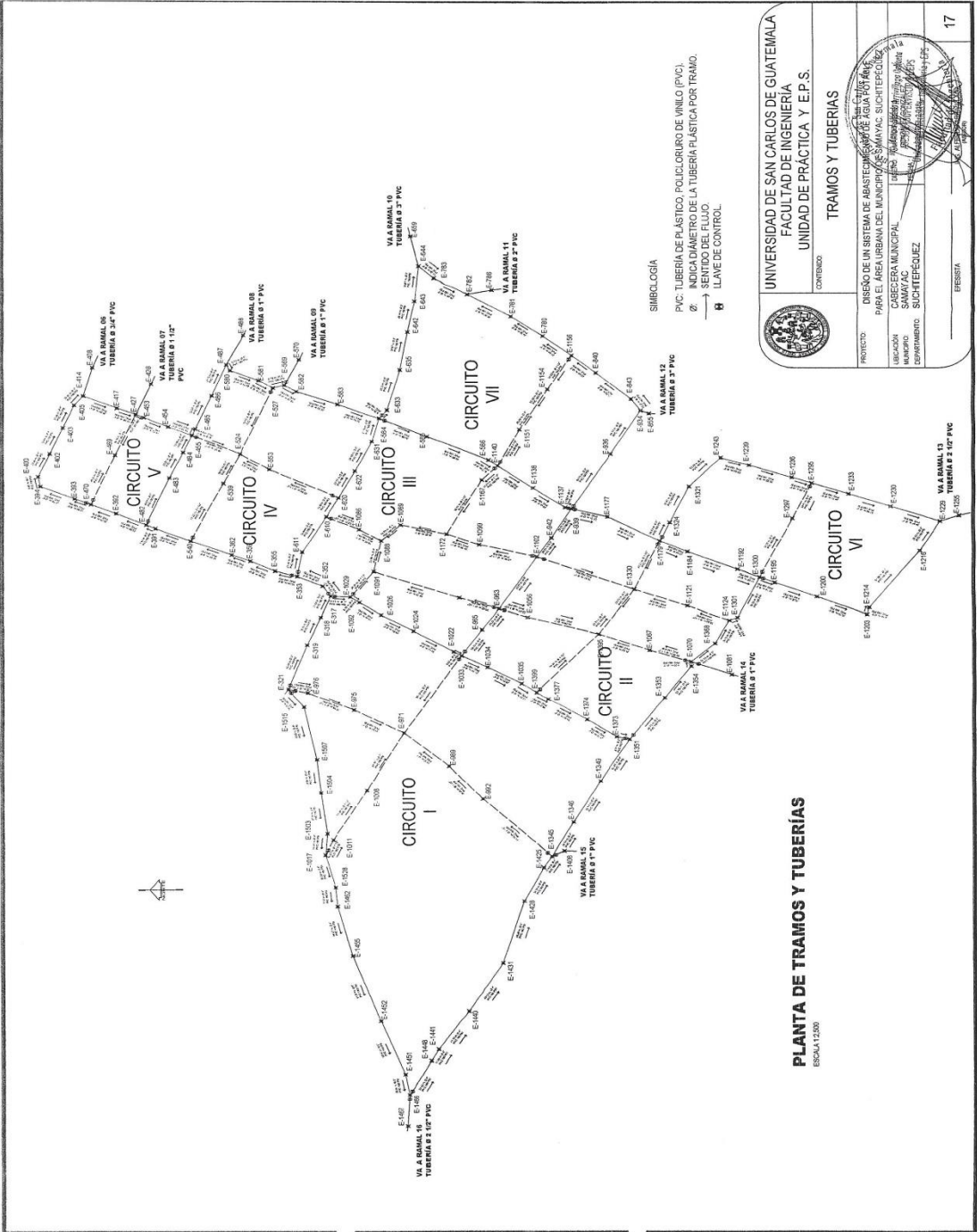
CONTENIDO:

PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE CASACERA, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS.
LUGAR:	CASACERA MUNICIPAL
MUNICIPIO:	SAN CARLOS
DEPARTAMENTO:	SAN CARLOS

FECHA: _____

16

PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION
 ECA-11-30



PLANTA DE TRAMOS Y TUBERÍAS

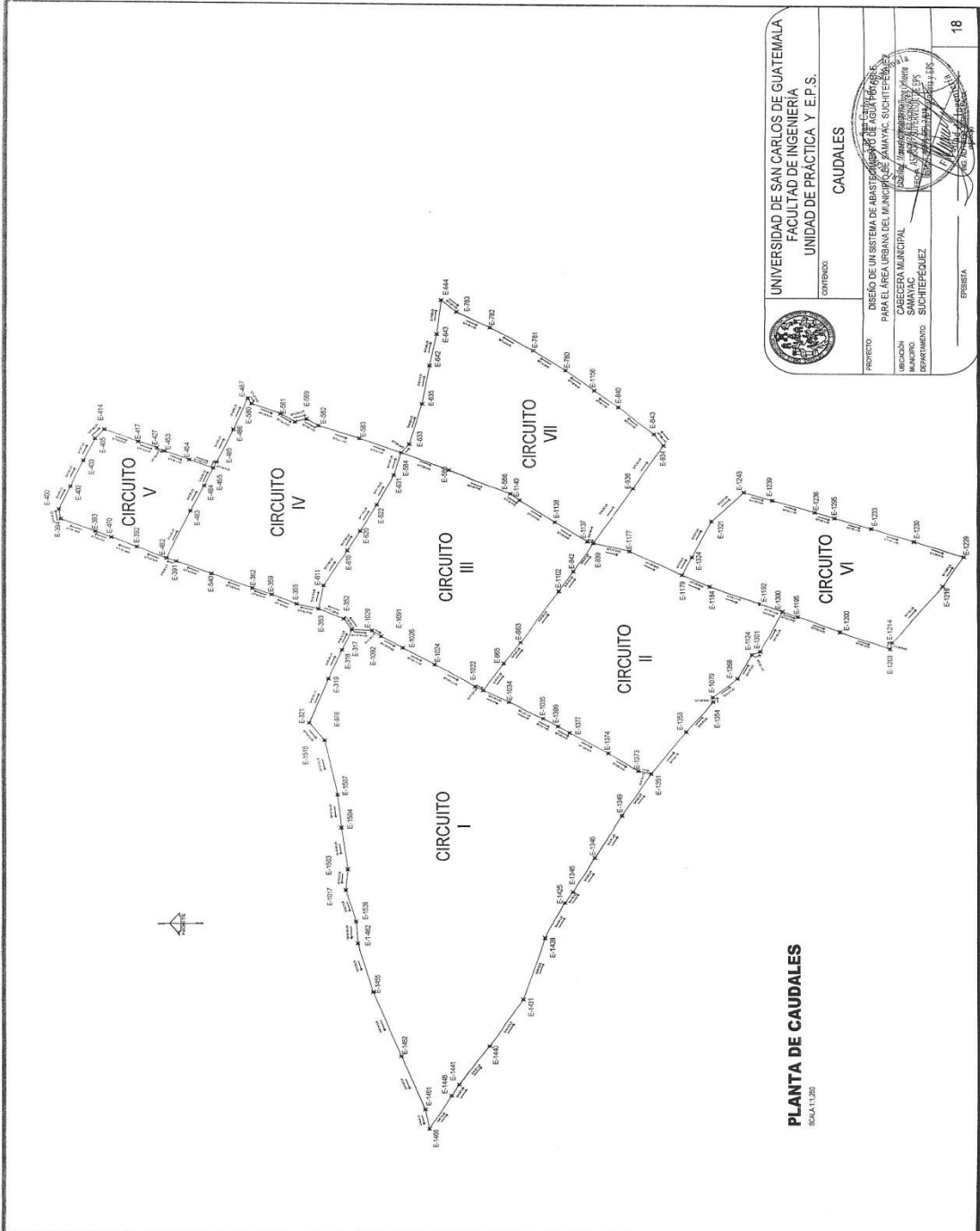
ESCALA 1:2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.

CONTENIDO:
 TRAMOS Y TUBERÍAS

PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SIMAYAC, SUCHITEPEQUEZ
UBICACIÓN:	CABECERA MUNICIPAL, SIMAYAC, SUCHITEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ
FECHA:	15/05/2018

17



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

CONTENIDO

CAUDALES

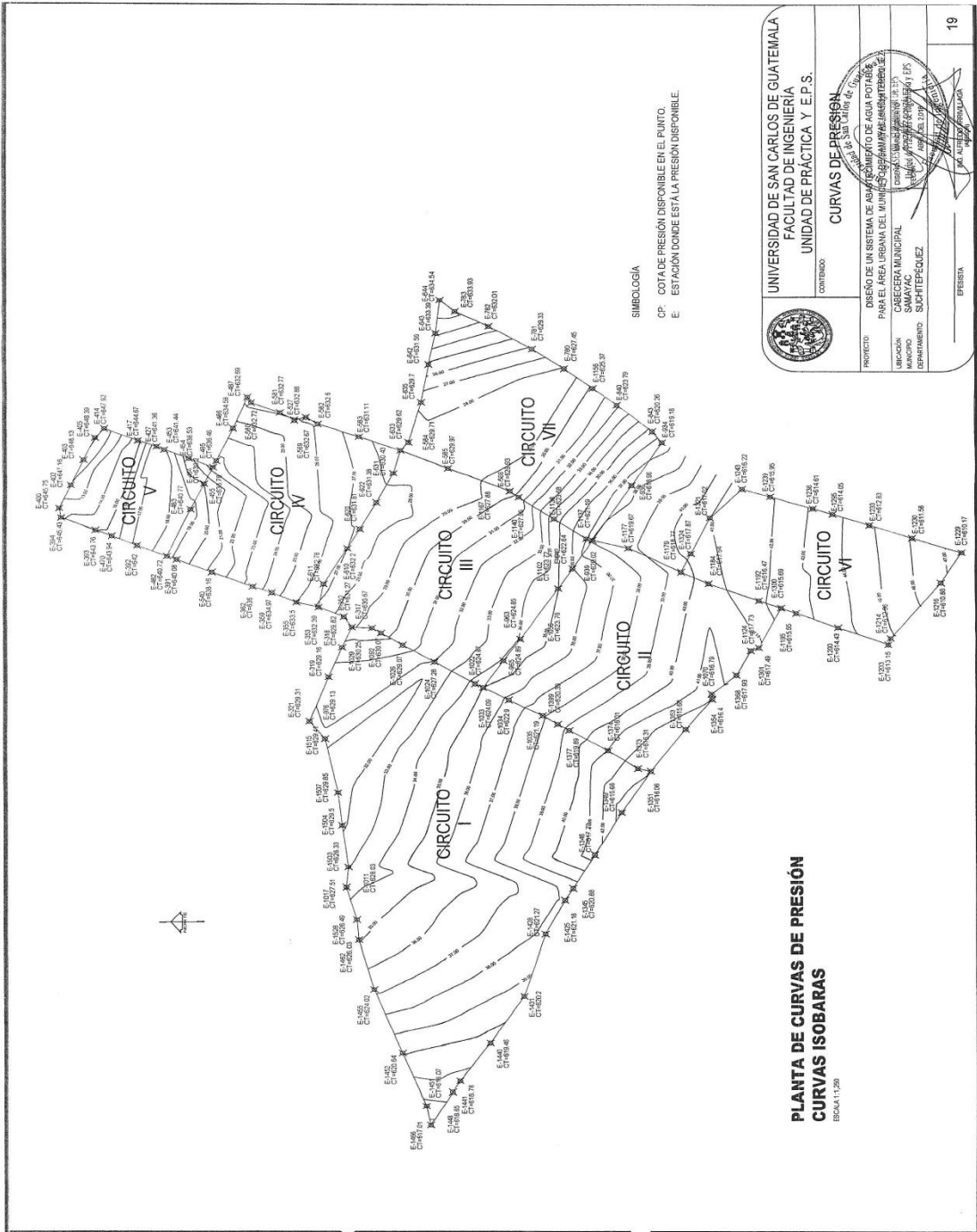
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ

UBICACION: CABECERA MUNICIPAL SAMAYAC

DEPARTAMENTO: SUCHITEPEQUEZ



E.P.S. 18

PLANTA DE CAUDALES
 SQUA.11.26

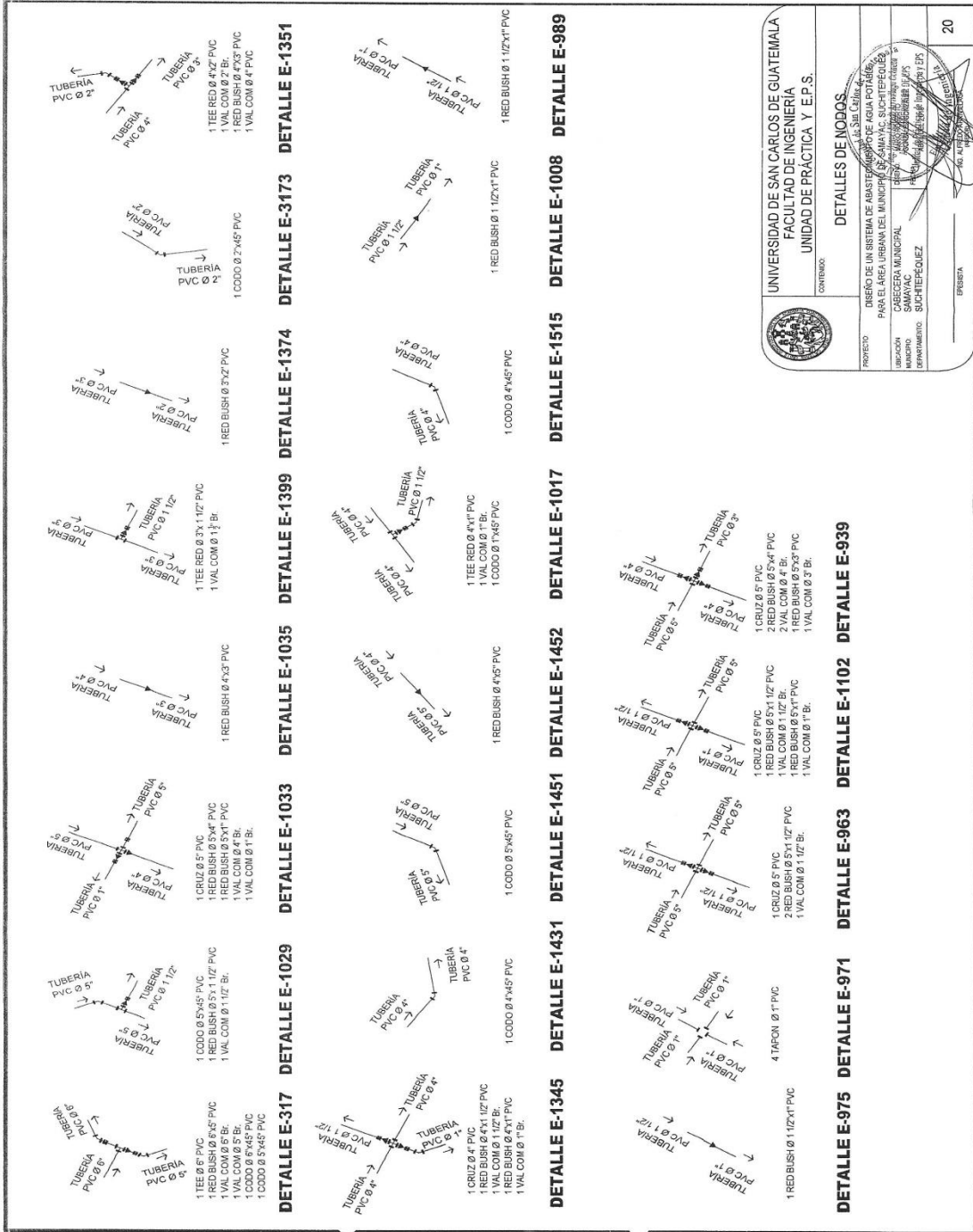


SIMBOLOGIA

- CP- COTAS DE PRESIÓN DISPONIBLE EN EL PUNTO.
- E- ESTACION DONDE ESTA LA PRESIÓN DISPONIBLE.

 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.</p>	
CONTENIDO: CURVAS DE PRESIÓN	
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS (DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS)
UBICACIÓN:	CABECERA MUNICIPAL
MANIFIESTO:	MANIFIESTO
DEPARTAMENTO:	SACATEPÉQUEZ
 Ing. JUAN CARLOS GONZALEZ	
19	

**PLANTA DE CURVAS DE PRESIÓN
CURVAS ISOBARAS**
ESCALA 1:250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.	
CONTENIDO:	
	DETALLES DE NODOS
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ
UBICACION:	CABECERA MUNICIPAL
MUNICIPIO:	SAMAYAC
DEPARTAMENTO:	SUCHITEPEQUEZ
 Ing. Aracely Rodríguez	
20	

	1 CODD Ø 1/2" PVC 1 RED BUSH Ø 1/2" PVC 1 TAPON Ø 1" PVC	DETALLE E-1137		1 CODD Ø 3/4" PVC 1 RED BUSH Ø 3/4" PVC 1 TAPON Ø 1" PVC	DETALLE E-1091		1 RED BUSH Ø 1/2" PVC	DETALLE E-989		1 RED BUSH Ø 1/2" PVC	DETALLE E-1088		1 RED BUSH Ø 1/2" PVC	DETALLE E-1086		1 RED BUSH Ø 1/2" PVC	DETALLE E-1099		1 CODD Ø 1" PVC 1 RED BUSH Ø 1" PVC 1 TAPON Ø 1" PVC	DETALLE E-1172		1 CODD Ø 1" PVC 1 RED BUSH Ø 1" PVC 1 TAPON Ø 1" PVC	DETALLE E-1089		1 CODD Ø 1" PVC 1 RED BUSH Ø 1" PVC 1 TAPON Ø 1" PVC	DETALLE E-1089		1 CODD Ø 1" PVC 1 RED BUSH Ø 1" PVC 1 TAPON Ø 1" PVC	DETALLE E-1089
	1 CODD Ø 1/2" PVC 1 RED BUSH Ø 1/2" PVC 1 VAL COM Ø 1" BK 1 CODD Ø 3/4" PVC	DETALLE E-540		1 TEE RED Ø 1/2" PVC 1 VAL COM Ø 1" BK 1 VAL COM Ø 1" BK	DETALLE E-482		1 TEE RED Ø 3/4" PVC 1 VAL COM Ø 1" BK 1 VAL COM Ø 1" BK	DETALLE E-455		1 CRUZ Ø 1" PVC 1 RED BUSH Ø 1" PVC 1 VAL COM Ø 1" BK	DETALLE E-485		1 CODD Ø 3/4" PVC	DETALLE E-580		1 TEE RED Ø 3/4" PVC 1 VAL COM Ø 1" BK 1 CODD Ø 3/4" PVC	DETALLE E-527		1 TEE RED Ø 3/4" PVC 1 VAL COM Ø 1" BK 1 CODD Ø 3/4" PVC	DETALLE E-569		1 RED BUSH Ø 1/2" PVC	DETALLE E-553		1 RED BUSH Ø 1/2" PVC	DETALLE E-539		1 RED BUSH Ø 1/2" PVC	DETALLE E-539
	1 CODD Ø 1" PVC 1 RED BUSH Ø 1" PVC 1 VAL COM Ø 1" BK 1 CODD Ø 3/4" PVC	DETALLE E-971		1 TEE RED Ø 5/4" PVC 1 VAL COM Ø 5" PVC 1 VAL COM Ø 5" PVC	DETALLE E-470		1 CODD Ø 5" PVC	DETALLE E-394		1 CODD Ø 5" PVC	DETALLE E-400		1 CODD Ø 5" PVC	DETALLE E-400		1 CODD Ø 5" PVC	DETALLE E-470		1 CODD Ø 5" PVC	DETALLE E-394		1 CODD Ø 5" PVC	DETALLE E-400		1 CODD Ø 5" PVC	DETALLE E-400		1 CODD Ø 5" PVC	DETALLE E-400

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.

CONTENIDO

DETALLES DE NODOS

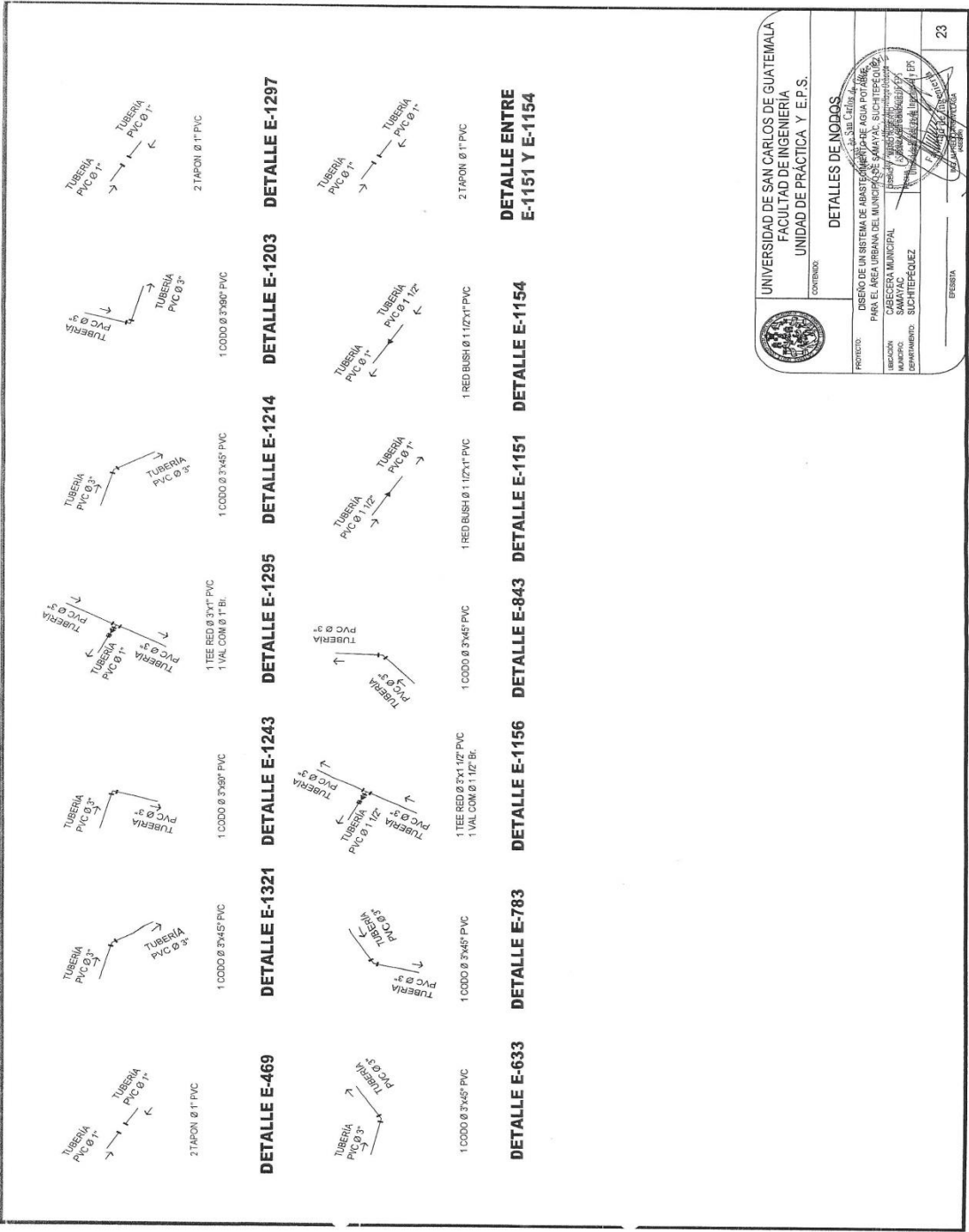
PROYECTO	DESIGNO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ.
MUNICIPIO	CABECERA MUNICIPAL SAMAYAC
DEPARTAMENTO	SUCHITEPEQUEZ

DISEÑADO POR:

VERIFICADO POR:

FECHA: 2018/07/13

PÁGINA: 22



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

CONTENIDO:

DETALLES DE NODOS

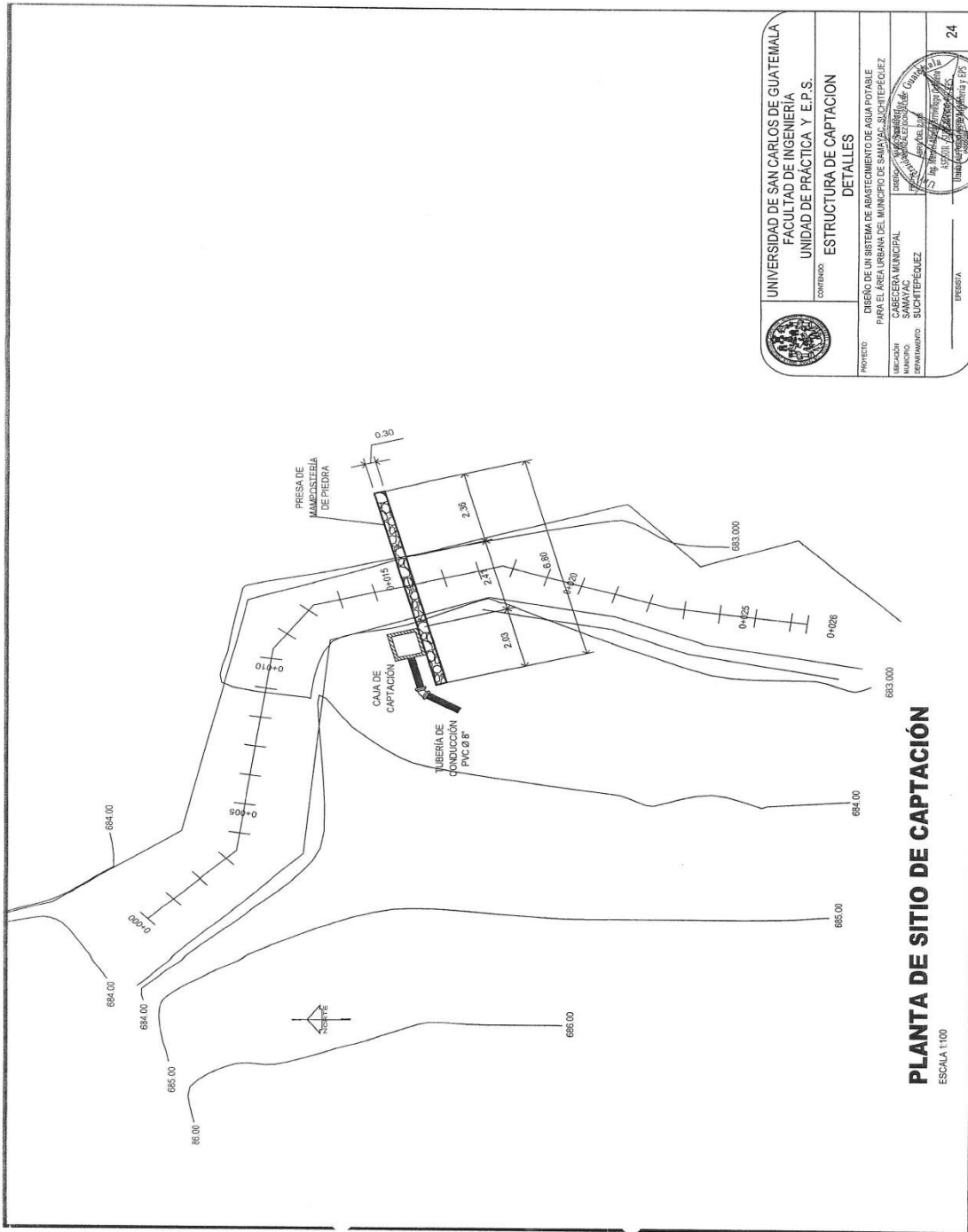
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ, CABECERA MUNICIPAL

UBICACION: CABECERA MUNICIPAL SAMAYAC

DEPARTAMENTO: SUCHITEPEQUEZ

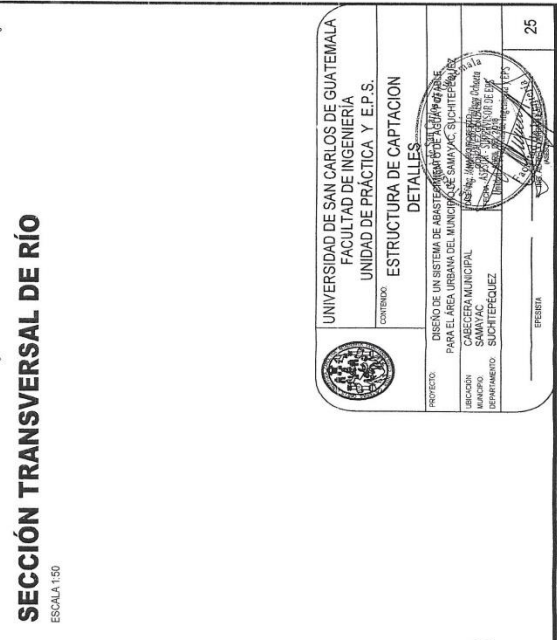
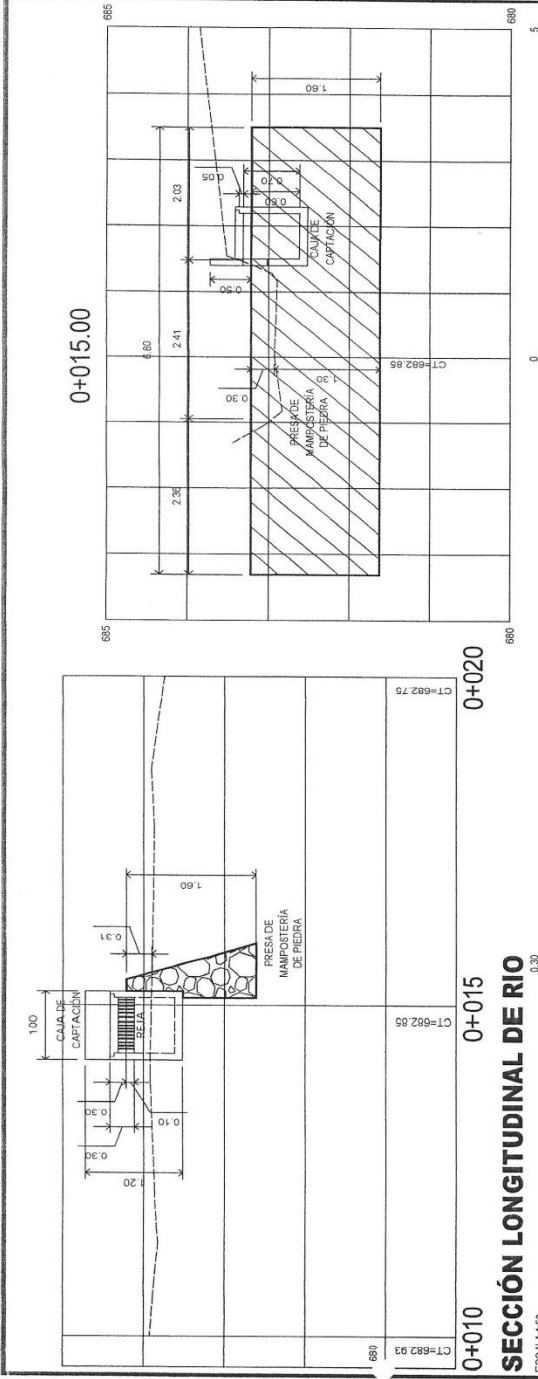
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.

23



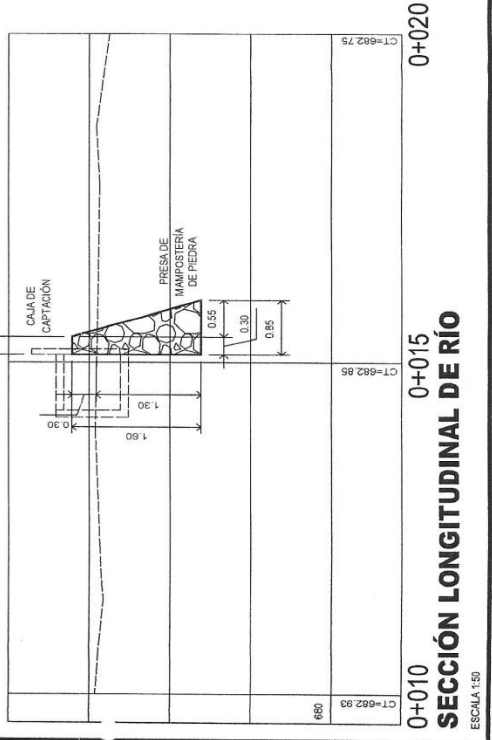
PLANTA DE SITIO DE CAPTACION
ESCALA 1:100

	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.	
CONTENIDO	
ESTRUCTURA DE CAPTACION	
DETALLES	
PROYECTO	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ
UBICACION	CABECERA MUNICIPAL
MUNICIPIO	SAMAYAC
DEPARTAMENTO	SUCHITEPEQUEZ
	
PROFESOR	
ESTUDIANTE	
24	



SECCIÓN LONGITUDINAL DE RÍO
ESCALA 1:50

SECCIÓN TRANSVERSAL DE RÍO
ESCALA 1:50



SECCIÓN LONGITUDINAL DE RÍO
ESCALA 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.

CONTENIDO: ESTRUCTURA DE CAPTACION
DETALLES

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ

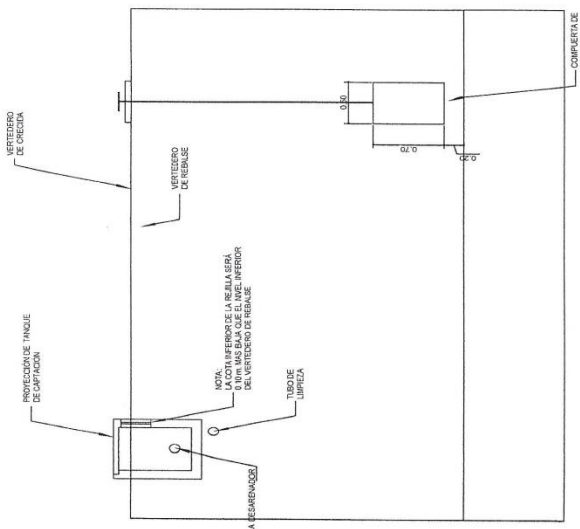
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ

DEPARTAMENTO: SUCHITEPEQUEZ

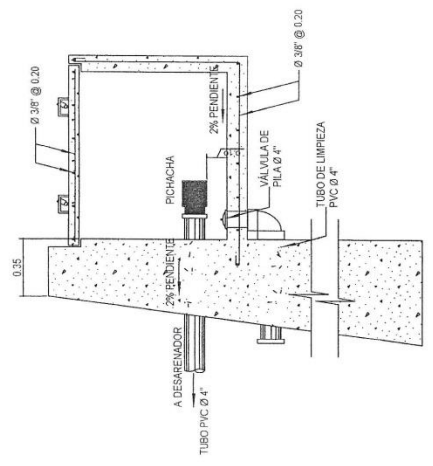
FECHA: 15/05/2017

ESCALA: 1:50

25

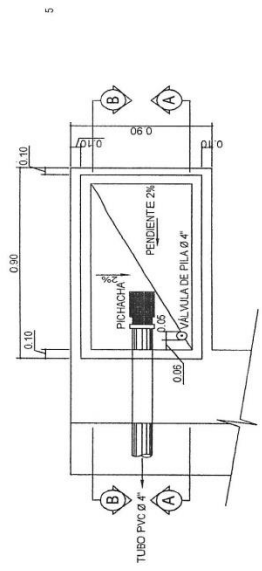


ELEVACION CAPTACION DE FUENTE SUPERFICIAL
ESCALA 1:25

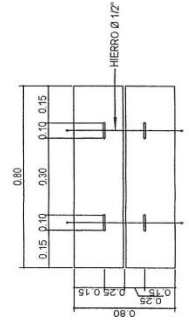


CORTE A-A
ESCALA 1:25

- NOTAS:
- EL CONCRETO A UTILIZAR EN LA CAJA DE LA CAPTACION SERA f_c=3,000 PSI
 - EL REJERZO SERA f_y = 40,000 PSI
 - EL MURO SERA DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA CON PROPORCION 67% PIEDRA, 33% SABIETA PROPORCION CEMENTO - 2 AREIA DE RIO
 - 3 CALZADA DE 1.00 M DE ANCHURA
 - LA ALTURA DE CIMENTACION SERA DE 1.00 M CON RESPECTO DEL LECHO ACTUAL DEL RIO

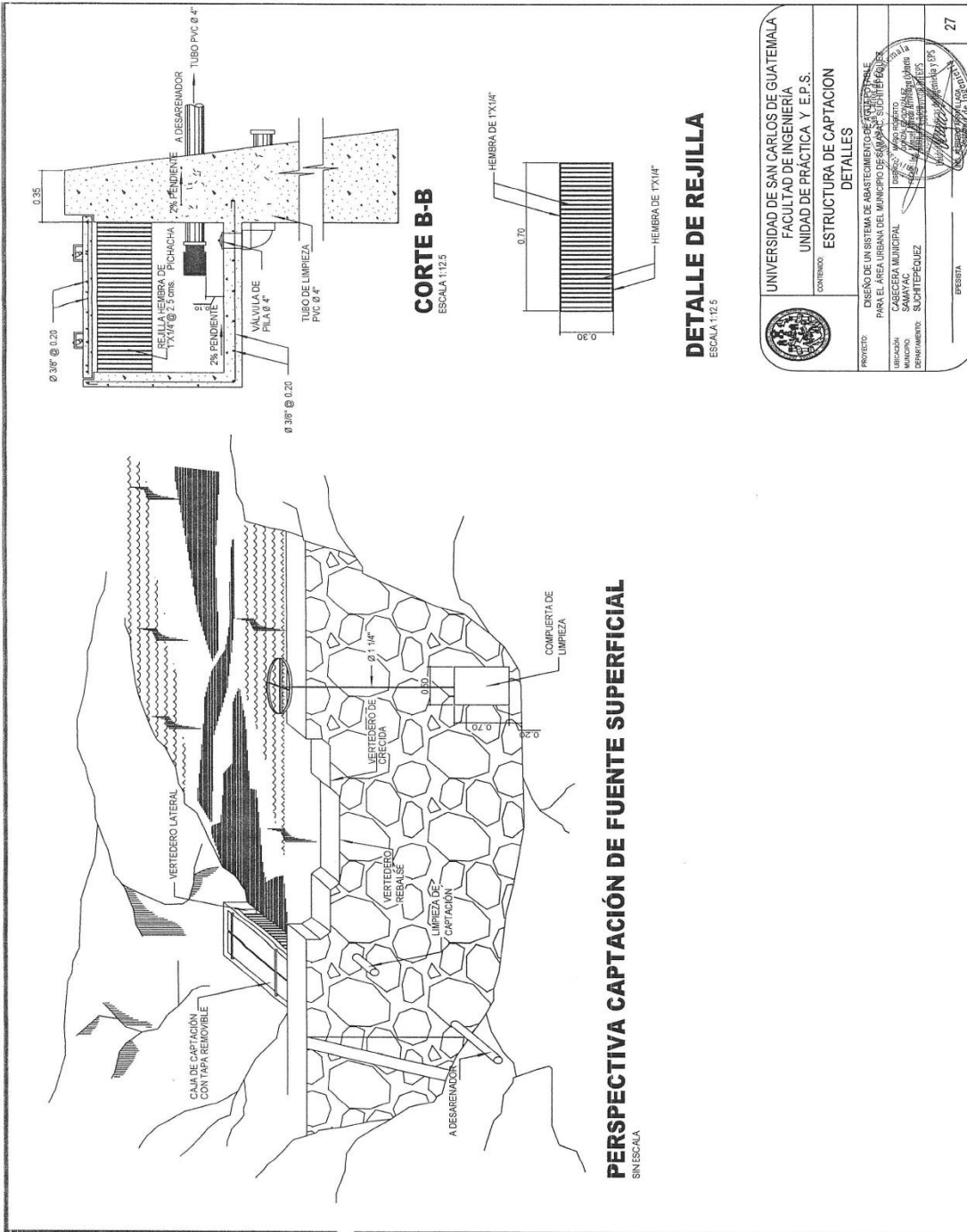


PLANTA TANQUE DE CAPTACION
ESCALA 1:25



TAPADERA REMOVIBLE
ESCALA 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE PRACTICA Y E. P. S.	
COMPROBADO ESTRUCTURA DE CAPTACION	
DETALLES	
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA P ₀ PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ
UBICACION:	CABECERA MUNICIPAL SAMAYAC
MAESTRO:	ING. MARIO SUAREZ
DISEÑADOR:	SUPRITPECQUEZ
26	

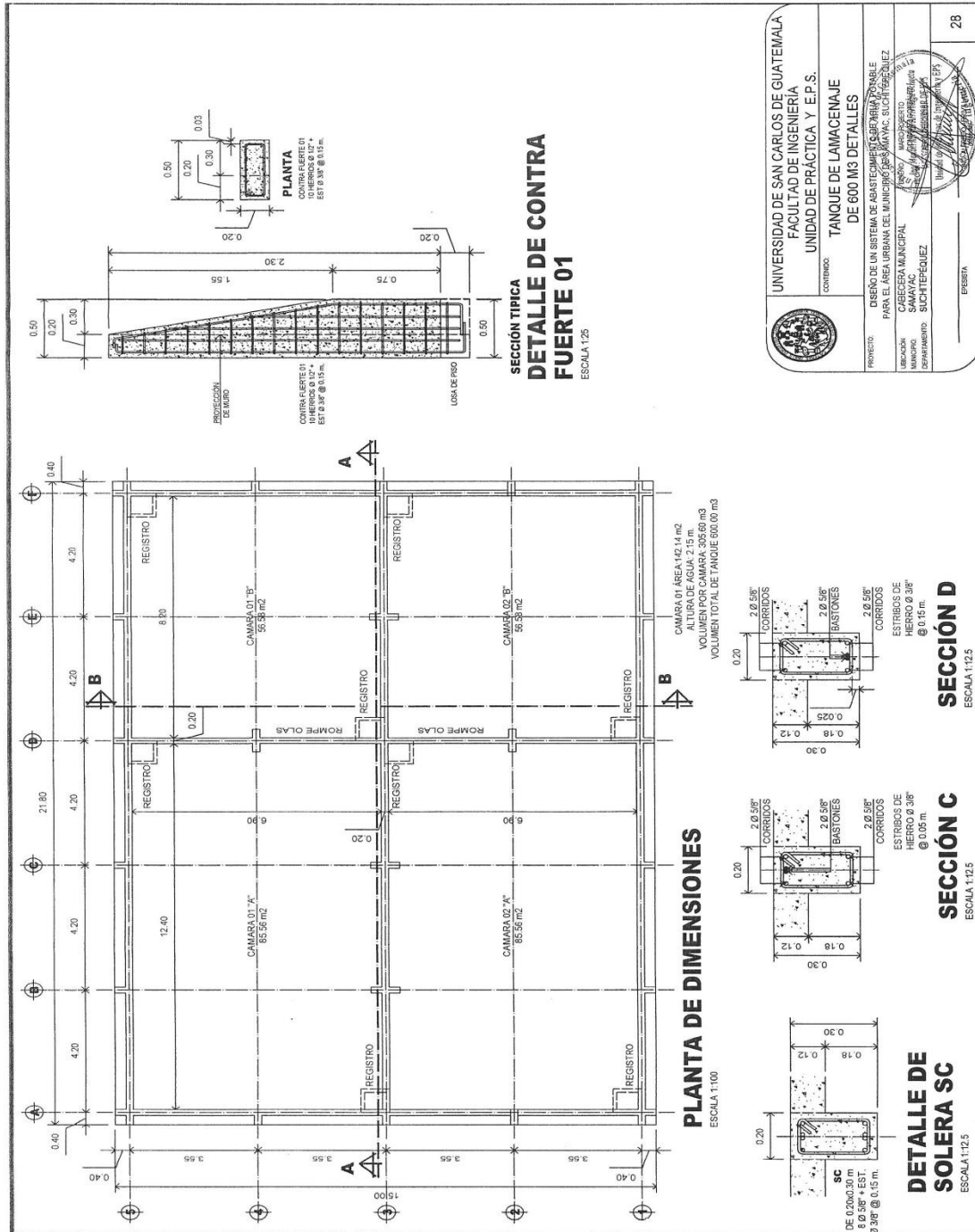


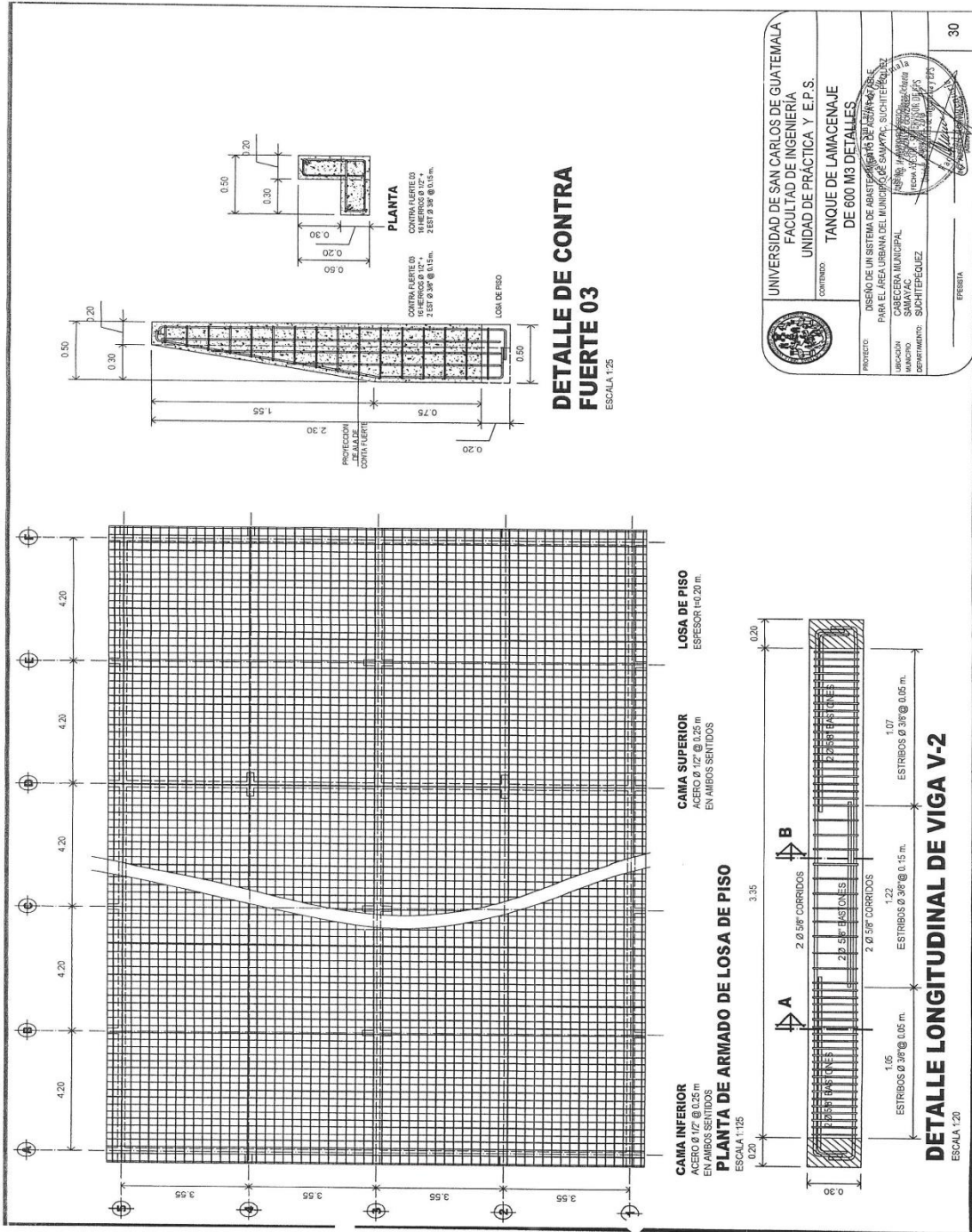
PERSPECTIVA CAPTACIÓN DE FUENTE SUPERFICIAL
SIN ESCALA

CORTE B-B
ESCALA 1:12.5

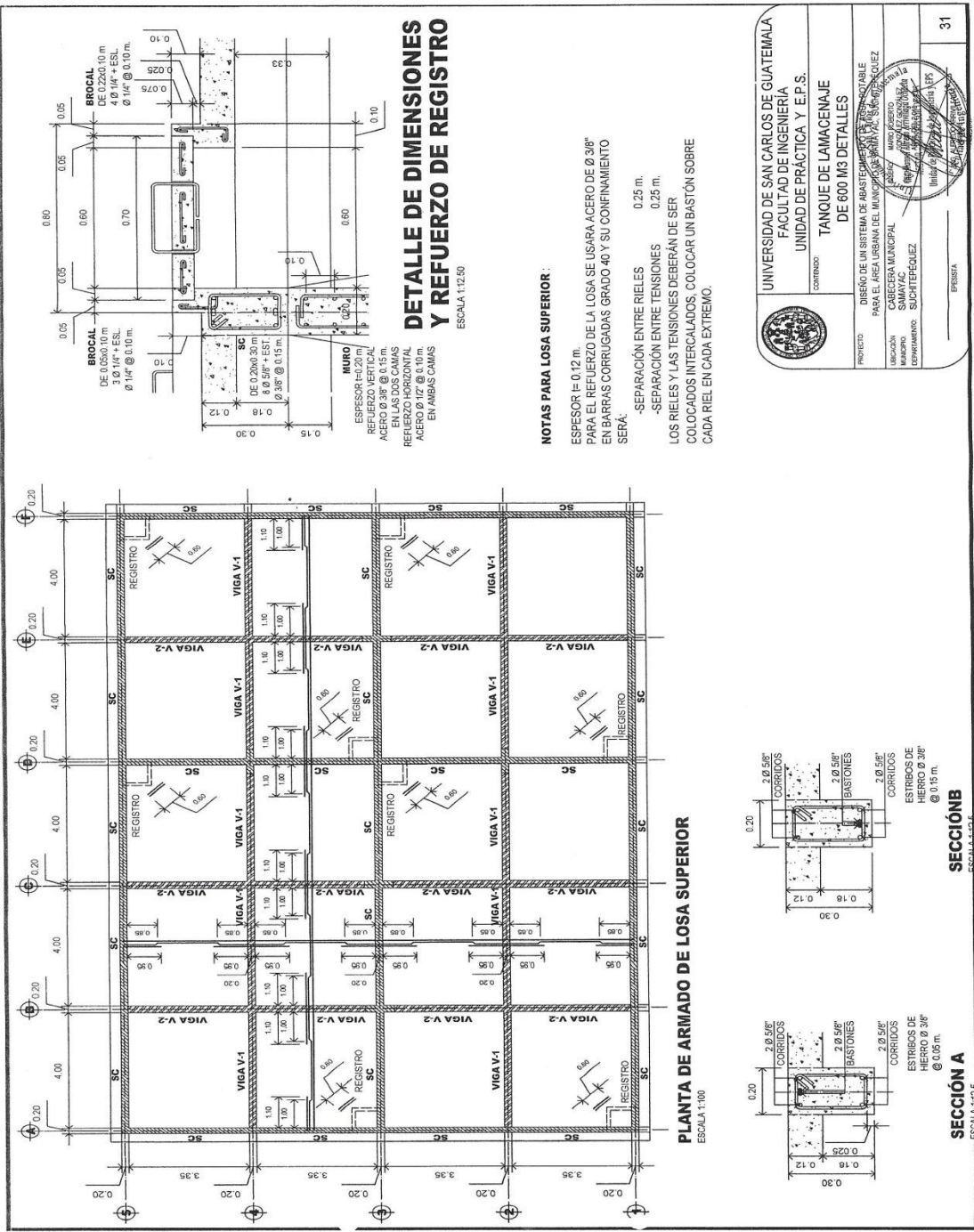
DETALLE DE REJILLA
ESCALA 1:12.5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.	
CONTENIDO: ESTRUCTURA DE CAPTACION DETALLES	
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPÉQUEZ.	DISEÑADO POR: WILSON MORALES
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAMAYAC	ESCALA: 1:12.5
DEPARTAMENTO: SUCHITEPÉQUEZ	FECHA: 15/05/2018
AUTORIZADO POR: 	
ESCALERA: 27	





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.	
COMANDO: TANQUE DE LAMENAJE DE 600 MS DETALLES	
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAY, SUCHITEPEQUEZ	
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL MUNICIPIO: SUCHITEPEQUEZ	N.º DE PLAN: 03 FECHA: 12/01/2023
EFESISA	
30	



DETALLE DE DIMENSIONES Y REFUERZO DE REGISTRO

ESCALA 1:12.50

NOTAS PARA LOSA SUPERIOR:

- ESPOSOR $t = 0.12 \text{ m}$.
- PARA EL REFUERZO DE LA LOSA SE USARA ACERO DE $\phi 3/8"$ EN BARRAS CORRUGADAS GRADO 40 Y SU CONFINAMIENTO SERA:
- SEPARACION ENTRE RIELES 0.25 m.
- SEPARACION ENTRE TENSIONES 0.25 m.
- LOS RIELES Y LAS TENSIONES DEBERAN DE SER COLOCADOS INTERCALADOS, COLOCAR UN BASTON SOBRE CADA RIEL EN CADA EXTREMO.

PLANTA DE ARMADO DE LOSA SUPERIOR

ESCALA 1:100

SECCIÓN B

ESCALA 1:50

SECCIÓN A

ESCALA 1:50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIDAD DE PRACTICA Y E.P.S.
 CONTINENTE: TANQUE DE LAMACENAJE
 DE 600 M3 DETALLES

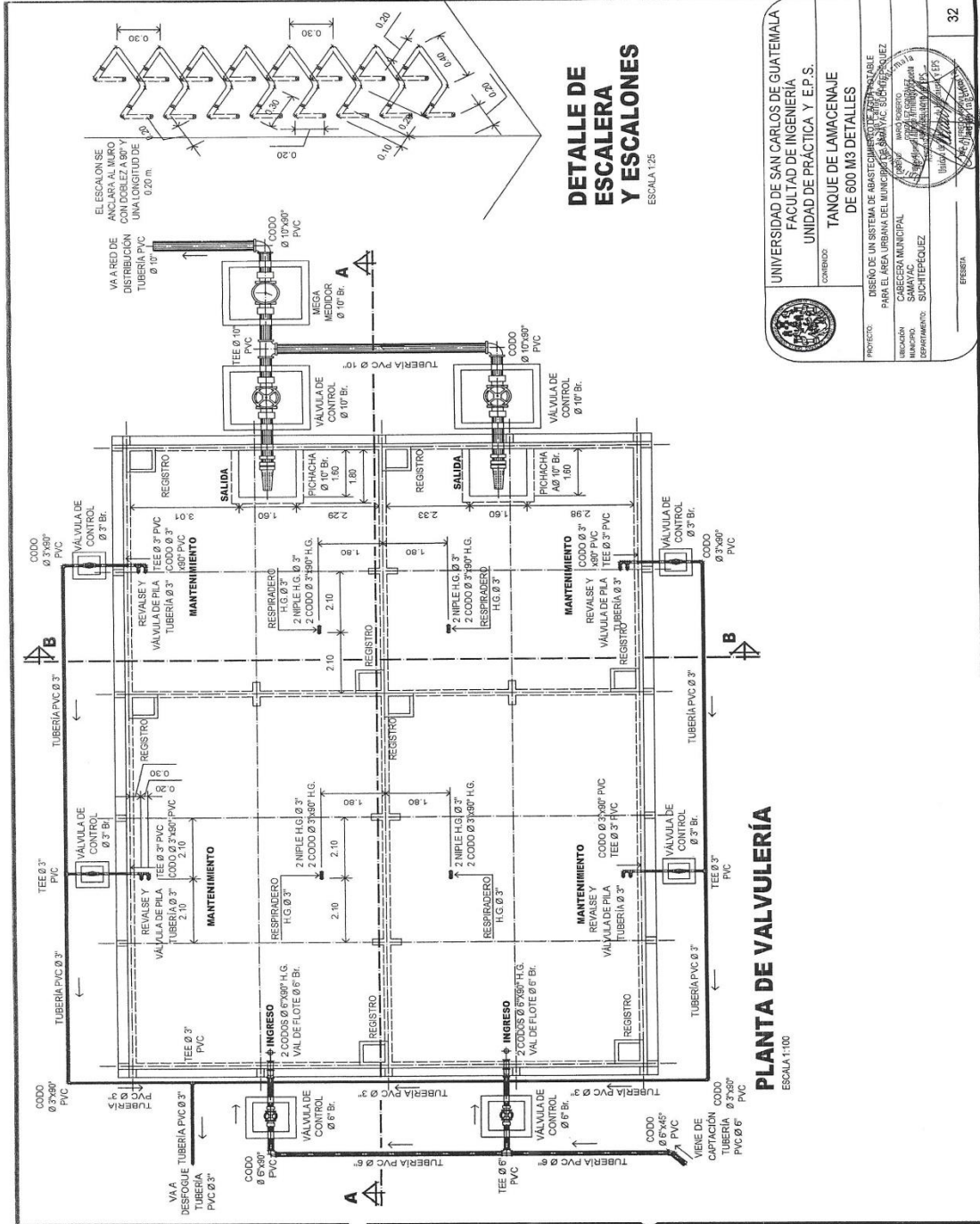
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SUCHITEPEQUEZ
 UBICACION: CABECERA MUNICIPAL
 MUNICIPIO: SUCHITEPEQUEZ
 DEPARTAMENTO: SUCHITEPEQUEZ

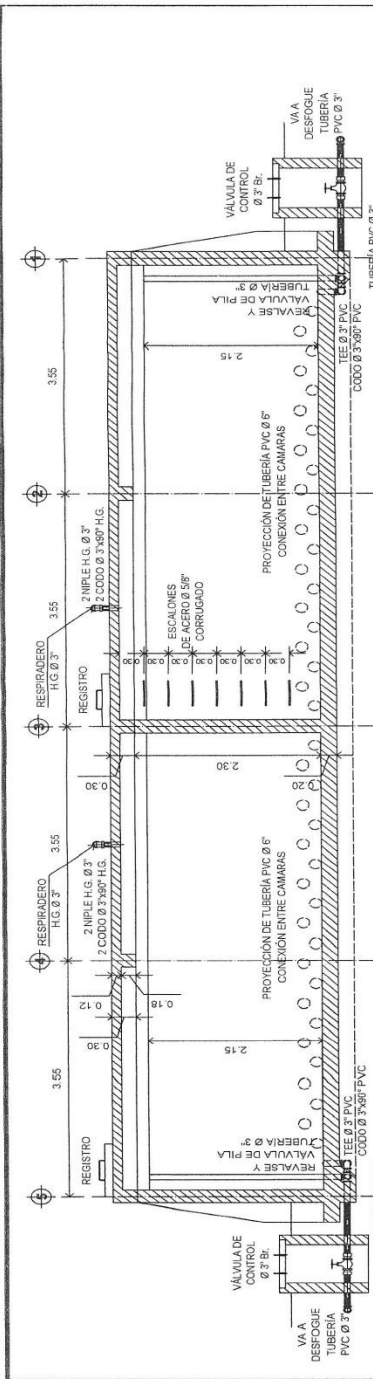
INTEGRANTES:
 ALVARO ARZUZA
 JUAN CARLOS GONZALEZ
 JUAN PABLO GONZALEZ
 JUAN CARLOS GONZALEZ
 JUAN CARLOS GONZALEZ

FECHA: 15/05/2014

PROFESOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ

31

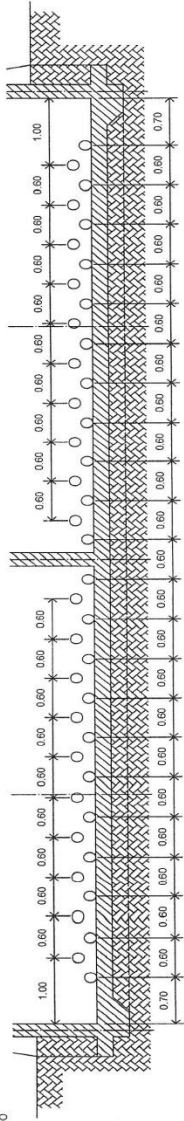




SECCIÓN TRANSVERSAL B-B DE VALVULERÍA


ESCALA 1:50

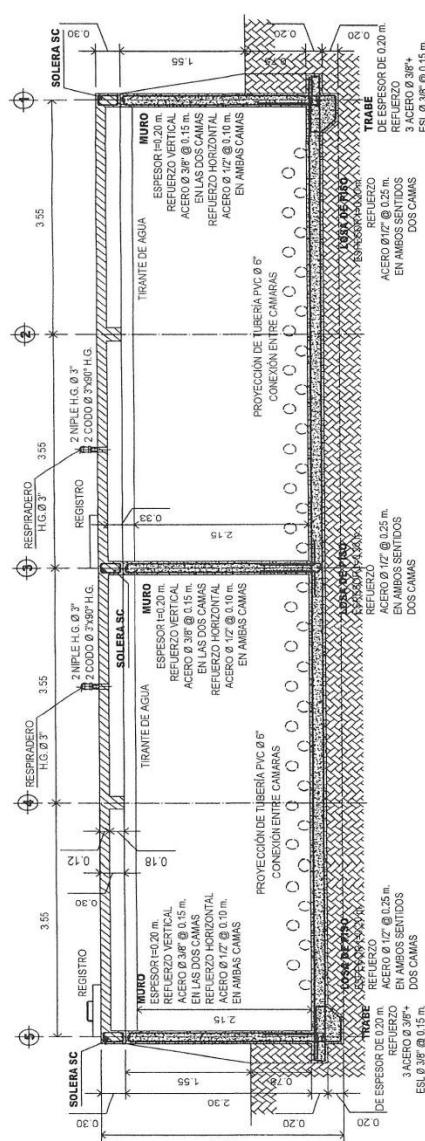
ESCALONES DE ACERO Ø 58\"/>



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B DE TUBERÍAS DE CONEXIÓN DE CAMARAS

ESCALA 1:50

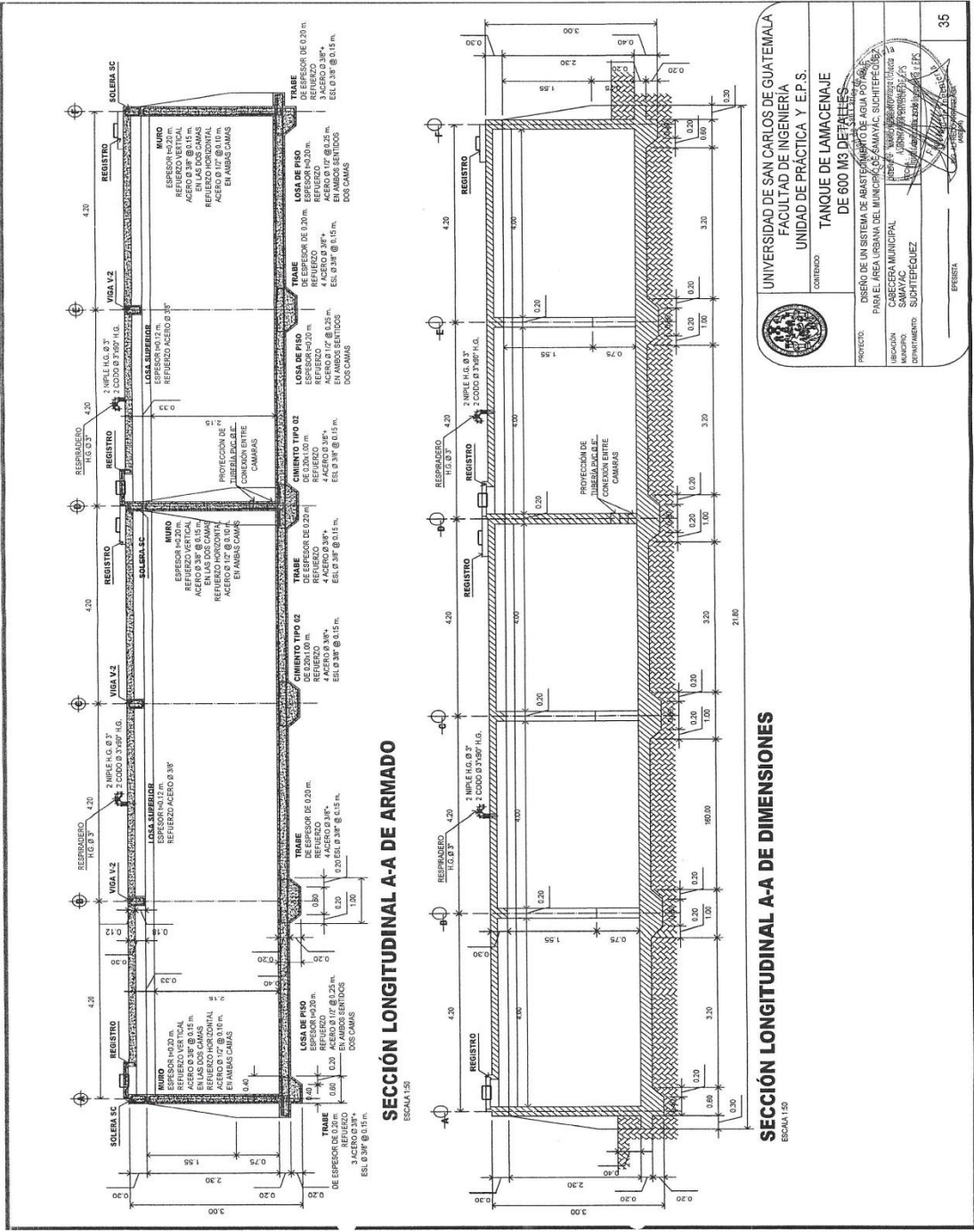
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.
	CONTENIDO: TANQUE DE LAMACENAJE DE 600 M3 DETALLES
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN MARCOS, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL DE SAN MARCOS, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ	AUTOR: INGENIERO CIVIL JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ
FECHA: 15/05/2014	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESTADÍSTICO: 33	INSTITUCIÓN: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



SECCIÓN TRANSVERSAL B-B DE DIMENSIONES + ARMADO

ESCALA 1:50

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.	
CONTENIDO: TANQUE DE LAMACENAJE DE 600 M3 DETALLES	
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE AMAYAC SUCHITEPEQUE.
UBICACION:	CABECERA MUNICIPAL
MUNICIPIO:	AMAYAC SUCHITEPEQUE
DISEÑADOR:	SUCHITEPEQUEZ
FECHA:	_____



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.

CONTENIDO:
TANQUE DE LAMACENAJE DE 600 M3 DETALLES

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SANAMAYAC, SUCHITEPEQUE.

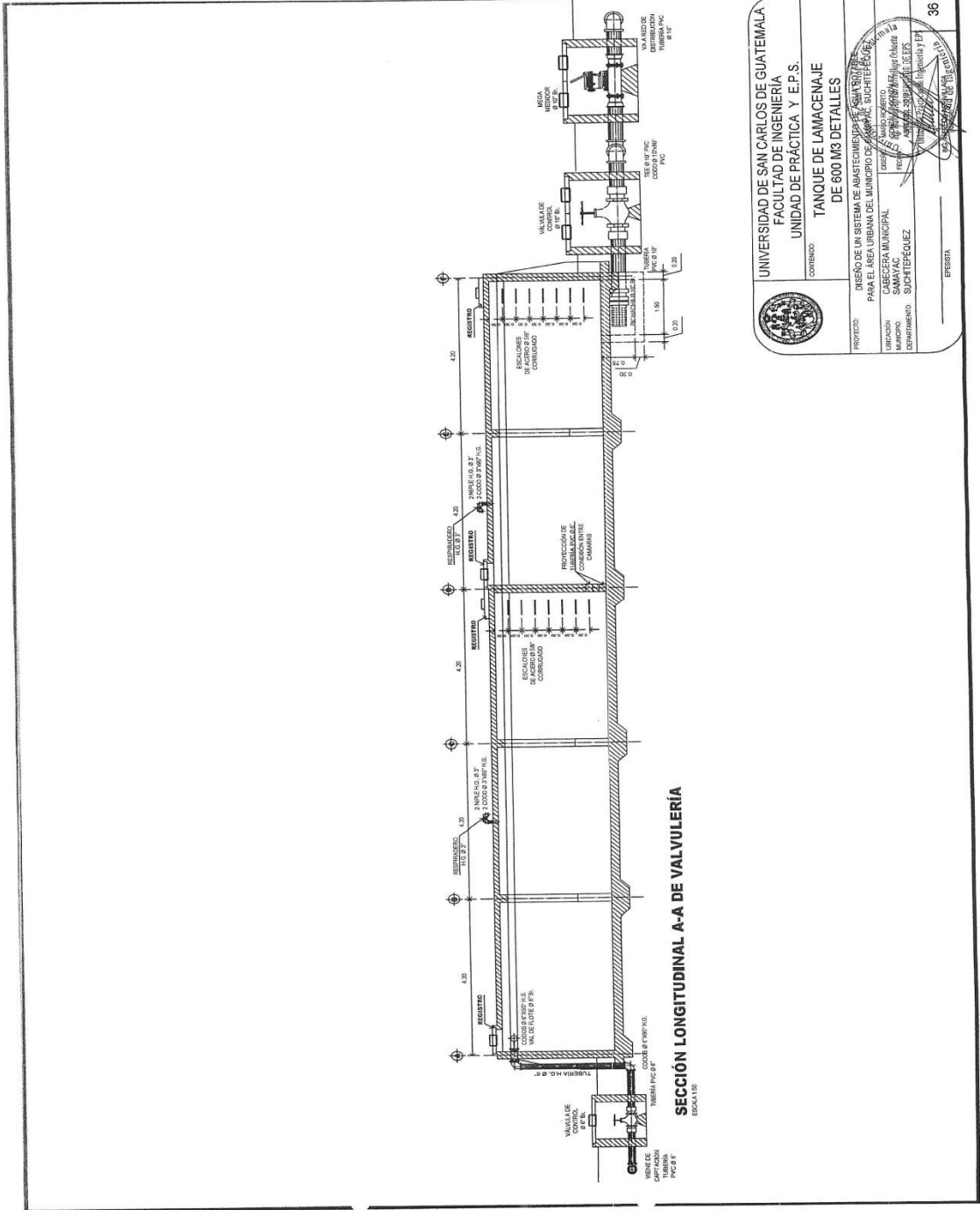
UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL

MUNICIPIO: SANAMAYAC

DEPARTAMENTO: SUCHITEPEQUE

EPISTOLA

35



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.

CONVENIO: TANQUE DE LAMENAJE
DE 600 M3 DETALLES

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL MUNICIPIO DE SAMAYAC CABECERA MUNICIPAL, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ

UBICACION: CABECERA MUNICIPAL, SAMAYAC, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ

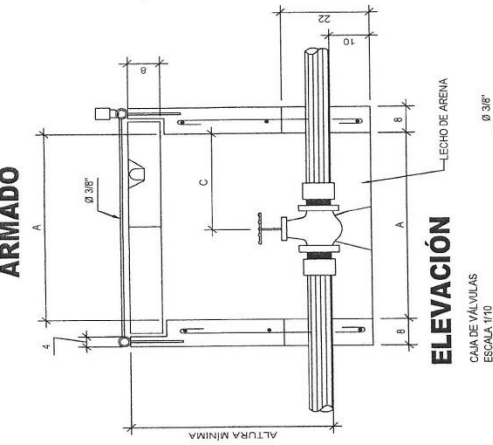
FECHA: 15/05/2018

PROFESOR: [Signature]

ESTUDIANTE: [Signature]

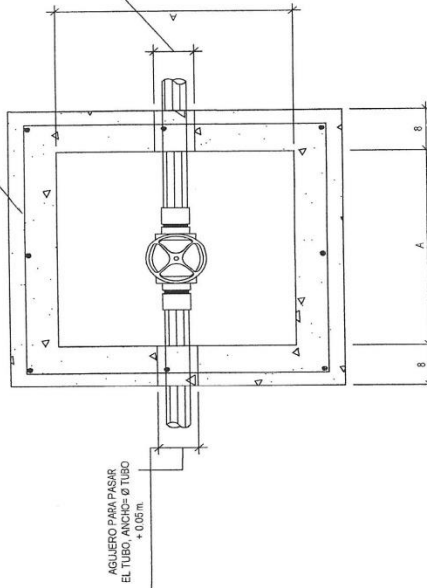
36

CAJA DE CONCRETO ARMADO



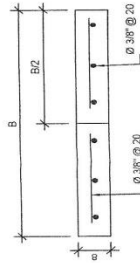
ELEVACIÓN

CAJA DE VÁLVULAS
ESCALA 1/10



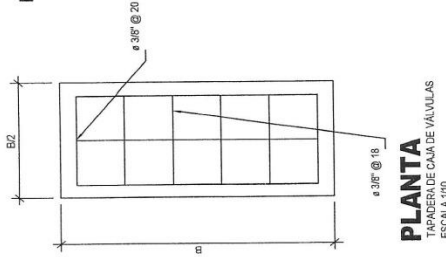
PLANTA

CAJA DE VÁLVULAS
ESCALA 1/10



SECCIÓN

TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULAS
ESCALA 1/10



PLANTA

TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULAS
ESCALA 1/10

NOTAS:

- ESTAS TAPADERAS ES LA MISMA PARA LAS CAJAS DE CONCRETO ARMADO
- VER DIMENSIONES EN CUADRO.
- RECURRIMIENTO 4 CMS.

DIMENSIONES			
Ø	A	B	C ALTURA MINIMA
1/2"	50	58	25
3/4"	50	58	25
1"	50	58	25
1 1/2"	50	58	25
2"	50	58	25
2 1/2"	60	68	30
3"	70	78	35
4"	100	108	50
6"	120	128	60
8"	140	148	60
			110

NOTAS:

- 1) LAS DIMENSIONES DE LA CAJA ESTÁN DADAS EN CENTÍMETROS
- 2) EL SUELO DE SOPORTE DE LA VÁLVULA DE SER REVISOR
- 3) LAS PAREDES Y TAPA DE LA CAJA SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO FC = 210 kg/cm²
- 4) EL ACERO DE REFUERZO SERÁ GRADO 40 kci

DIMENSIONES

Ø	B	B/2
1"	58	UNA TAPA
1 1/2"	58	UNA TAPA
2"	58	UNA TAPA
2 1/2"	68	UNA TAPA
3"	78	34
4"	108	39
6"	128	54
8"	148	64
		74



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.

CONTIENE:
CAJA PARA VÁLVULAS

DETALLES

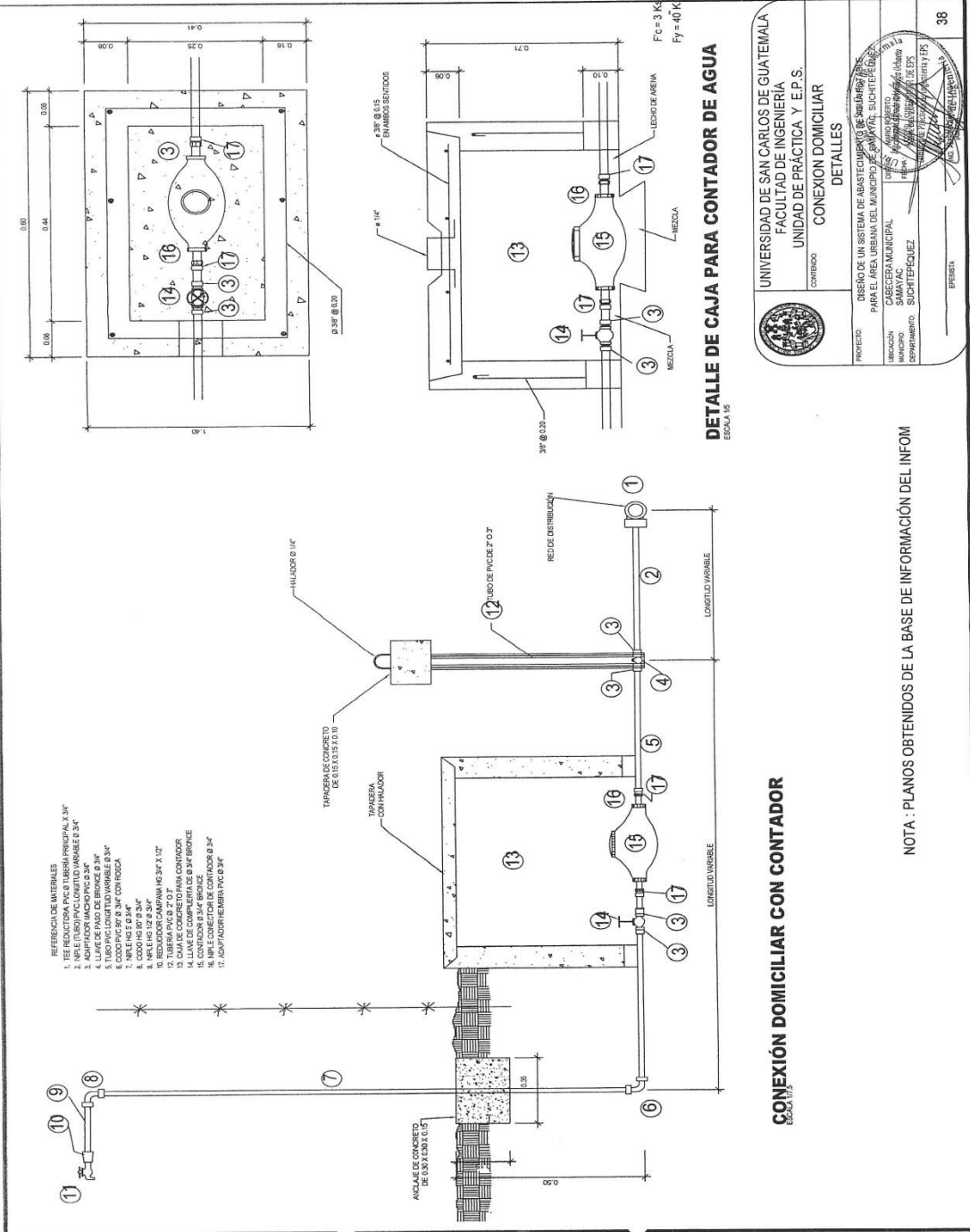
PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL ÁREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ

UBICACIÓN: CABECERA MUNICIPAL SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ

DISEÑO: ANTONIO JOSÉ ESCOBAR

REVISOR: JUAN CARLOS ESCOBAR

PROFESOR: JUAN CARLOS ESCOBAR



- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TUBERÍA DE ACERO AL CARBONO A304
 2. TUBERÍA DE PVC LONJITUDINABLE 3/4"
 3. ADAPTADOR ANCHO PVC 3/4"
 4. TUBERÍA DE PVC LONJITUDINABLE 3/4"
 5. TUBO PVC LONJITUDINABLE 3/4"
 6. CODO PVC 90° 3/4" CON ROSCA
 7. NIPLE HG 2" 3/4"
 8. NIPLE HG 2" 3/4"
 9. REDUCTOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
 10. REDUCTOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
 11. CODO PVC 90° 3/4" CON ROSCA
 12. TUBO DE COMPUESTO PARA CONTADOR
 13. LLAVE DE CIERRE DE 3/4" BRONCE
 14. LLAVE DE CIERRE DE 3/4" BRONCE
 15. CONTADOR 3/4" BRONCE
 16. ADAPTADOR NIPLE PVC 3/4"
 17. ADAPTADOR NIPLE PVC 3/4"

DETALLE DE CAJA PARA CONTADOR DE AGUA
ESCALA 1/5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.

CONEXION DOMICILIAR

DETALLES

PROFECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN, SUCHITEPEQUEZ

UBICACION: CABECERA MUNICIPAL SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ

DEPARTAMENTO: SUCHITEPEQUEZ

FECHA: 15/05/2018

ESCALA: 1/5

38

NOTA: PLANOS OBTENIDOS DE LA BASE DE INFORMACIÓN DEL INFOM

EST	P.O.	DISTANCIA ADICIONAL [M]	COSTO DE TERMINO		COTA DE PRESERVA ESTADICA	COTA DE PRESERVA LOCAL	CALOR DE LUB	MATERIAL DEL TUBO C	VACIO DE TUBERIA C	D O DE LA TUBERIA	CANTIDAD DE TUBOS LA TUBERIA	VOLUMEN DE TUBERIA [M ³]	H	CANTIDAD DE TUBOS LA TUBERIA		OBSERVACION	
			LOCAL	FINAL										FINAL	FINAL		
281.00	263.00	43.46	73.36	645.51	647.59	672.49	0.85	P.V.C	140	3	160	0.19	0.02	666.18	24.90	20.69	18.59
282.00	263.00	73.36	110.60	647.59	649.88	672.49	0.74	P.V.C	140	3	160	0.15	0.02	668.16	24.90	20.61	18.59
283.00	264.00	110.60	143.33	649.88	651.66	672.49	0.69	P.V.C	140	3	160	0.15	0.01	668.14	27.61	21.03	16.26
284.00	265.00	143.33	181.62	651.66	653.63	672.49	0.62	P.V.C	140	3	160	0.14	0.02	668.13	21.03	18.86	14.68
285.00	266.00	181.62	223.05	653.63	655.47	672.49	0.45	P.V.C	140	2	160	0.10	0.01	666.12	16.86	17.02	12.50
286.00	267.00	223.05	267.73	655.47	657.33	672.49	0.34	P.V.C	140	2	160	0.07	0.01	666.08	17.02	15.16	10.65
287.00	268.00	267.73	302.55	657.33	659.51	672.49	0.17	P.V.C	140	2	160	0.06	0.01	666.08	15.16	12.98	8.76
288.00	269.00	302.55	346.45	659.51	661.95	672.49	0.11	P.V.C	140	2	160	0.06	0.01	666.07	12.98	10.54	6.56
RAMAL 6																	
414.00	403.00	0.00	847.92	672.49	672.49	672.49	0.20	P.V.C	140	3/4	250	0.70	0.05	659.28	24.57	28.21	11.36
415.00	403.00	0.00	847.92	672.49	672.49	672.49	0.20	P.V.C	140	3/4	250	0.70	0.05	659.28	24.57	28.21	11.36
416.00	411.00	26.28	859.86	674.26	678.08	672.49	0.14	P.V.C	140	3/4	250	0.50	0.04	657.29	28.21	33.51	13.95
417.00	411.00	26.28	859.86	674.26	678.08	672.49	0.14	P.V.C	140	3/4	250	0.50	0.04	657.29	28.21	33.51	13.95
RAMAL 7																	
427.00	428.00	0.00	281.77	641.36	637.01	672.49	0.74	P.V.C	140	1/2	160	0.65	0.46	658.77	31.13	35.48	17.87
428.00	428.00	0.00	281.77	641.36	637.01	672.49	0.54	P.V.C	140	1	160	1.07	2.06	656.71	35.48	37.45	21.77
429.00	430.00	62.64	91.19	635.04	638.98	672.49	0.37	P.V.C	140	1	160	0.73	0.89	655.93	37.45	33.51	21.67
430.00	431.00	91.19	123.85	638.98	643.51	672.49	0.26	P.V.C	140	3/4	250	0.90	2.09	653.75	33.51	28.98	16.85
431.00	432.00	123.85	146.30	643.51	644.20	672.49	0.11	P.V.C	140	3/4	250	0.40	0.32	653.43	28.98	28.29	10.23
RAMAL 8																	
487.00	487.00	0.00	532.69	672.49	672.49	672.49	0.34	P.V.C	140	1	160	0.67	0.79	658.27	39.80	37.66	26.36
488.00	488.00	0.00	532.69	672.49	672.49	672.49	0.34	P.V.C	140	1	160	0.67	0.79	658.27	39.80	37.66	26.36
489.00	493.00	29.44	65.33	634.83	638.54	672.49	0.20	P.V.C	140	3/4	250	0.70	1.56	656.71	37.66	33.95	23.44
490.00	493.00	29.44	65.33	634.83	638.54	672.49	0.20	P.V.C	140	3/4	250	0.70	1.56	656.71	37.66	33.95	23.44
RAMAL 9																	
569.00	570.00	0.00	485.43	632.67	627.49	672.49	0.31	P.V.C	140	1	160	0.62	0.57	658.21	39.82	40.67	26.11
570.00	571.00	24.85	487.3	632.67	631.66	672.49	0.17	P.V.C	140	3/4	250	0.60	0.75	657.46	40.67	38.01	26.39
RAMAL 10																	
644.00	644.00	0.00	634.54	672.49	672.49	672.49	3.72	P.V.C	140	3	160	0.82	0.29	655.29	37.95	36.81	21.05
645.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
646.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
647.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
648.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
649.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
650.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
651.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
652.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
653.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
654.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
655.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
656.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
657.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
658.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
659.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
660.00	650.00	27.80	641.12	635.68	637.44	672.49	3.58	P.V.C	140	3	160	0.78	0.36	654.93	36.81	35.05	19.51
RAMAL 10 A																	
660.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
661.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
662.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
663.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
664.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
665.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
666.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
667.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
668.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
669.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
670.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
671.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
672.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
673.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
674.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
675.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
676.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
677.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
678.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160	0.63	0.10	654.83	35.05	34.59	17.48
679.00	660.00	0.00	637.44	672.49	672.49	672.49	1.96	P.V.C	140	2 1/2	160						

EST.	RD.	DISTANCIA ACUMULADA		COTA DE DESNIVEL		COTA DE RESERVA ESTADISTICA	COTA PSICOMETRICA	CAPA DE LIT.	MATERIAL DEL TUBO	VALORES C	DIFERENCIA TUBERIA	COMANDO DE PROYECTO LA TUBERIA	MEDIANO DE PROYECTO 0.0-3.0	H	COTA FRECUENCIA		PRESION EN TUBERIA		PRESION DINAMICA		OBSERVACION
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL										INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL			
732.00	740.00	75.05	128.17	637.96	637.15	672.49	654.00	1.48	P.V.C	140	2	160	0.73	0.75	655.25	34.53	35.34	16.03	16.11		
740.00	741.00	103.17	154.86	637.15	636.35	672.49	653.25	0.99	P.V.C	140	1	110	0.87	0.89	652.95	35.34	36.13	16.11	16.20		
741.00	742.00	154.86	184.37	636.35	635.53	672.49	652.50	0.85	P.V.C	140	1	102	0.75	0.60	651.96	36.13	36.86	16.20	16.33		
742.00	743.00	208.66	228.37	635.53	633.41	672.46	651.96	0.68	P.V.C	140	1	102	0.60	0.59	651.37	36.86	39.08	16.33	17.96		
743.00	744.00	228.66	259.38	633.41	633.51	672.46	651.37	0.31	P.V.C	140	1	100	0.62	0.49	650.88	39.08	39.88	17.96	17.27		
744.00	745.00	259.38	288.78	633.51	634.28	672.49	650.88	0.17	P.V.C	140	3/4	250	0.60	1.16	649.72	39.88	39.20	17.27	15.43		
RAMAL 11																					
782.00	782.00	0.00	632.01	632.01	632.01	672.49	655.51	1.65	P.V.C	140	2	160	0.81	0.31	655.20	40.46	41.76	23.50	24.47		
782.00	786.00	0.00	18.31	632.01	630.73	672.49	655.20	1.59	P.V.C	140	2	160	0.78	0.62	654.69	41.76	42.53	24.47	24.73		
786.00	787.00	18.31	50.98	630.73	629.96	672.49	654.69	1.42	P.V.C	140	2	160	0.70	0.19	654.49	42.53	42.98	24.73	24.89		
787.00	788.00	50.98	65.84	629.96	629.51	672.49	654.69	1.36	P.V.C	140	2	160	0.67	0.44	654.06	42.98	44.22	24.89	25.19		
788.00	797.00	102.64	125.95	629.51	628.27	672.49	654.06	1.14	P.V.C	140	1	102	1.00	0.80	653.25	44.22	44.37	25.19	25.14		
797.00	816.00	125.95	164.78	628.27	628.12	672.49	653.25	1.05	P.V.C	140	1	102	0.92	1.16	652.10	44.37	44.74	25.14	24.35		
816.00	817.00	164.78	184.41	628.12	627.53	672.49	652.10	0.85	P.V.C	140	1	102	0.75	0.40	651.70	44.74	44.96	24.35	24.17		
817.00	816.00	184.41	208.78	627.53	627.27	672.49	651.70	0.74	P.V.C	140	1	102	0.65	0.38	651.32	44.96	45.22	24.17	24.05		
816.00	815.00	208.78	229.11	627.27	626.95	672.49	651.32	0.60	P.V.C	140	1	100	0.95	0.91	649.79	45.22	45.58	24.05	23.88		
815.00	820.00	229.11	247.04	626.95	626.19	672.49	649.79	0.48	P.V.C	140	1	100	0.84	1.51	647.37	45.58	46.30	23.88	22.22		
820.00	821.00	247.04	284.35	626.19	626.19	672.49	649.88	0.43	P.V.C	140	1	100	0.84	1.51	647.37	46.30	46.30	22.22	21.18		
821.00	824.00	284.35	323.44	626.19	624.87	672.49	647.37	0.28	P.V.C	140	3/4	250	1.00	3.03	644.34	46.30	47.62	21.18	19.47		
824.00	825.00	323.44	374.03	624.87	623.09	672.49	644.34	0.17	P.V.C	140	3/4	250	0.60	1.52	642.82	47.62	49.40	19.47	19.72		
RAMAL 12																					
824.00	824.00	0.00	619.19	619.19	619.19	672.49	655.65	4.40	P.V.C	140	3	160	0.97	0.10	655.65	53.31	54.20	36.47	37.26		
824.00	855.00	0.00	6.70	619.19	618.29	672.49	655.65	4.33	P.V.C	140	3	160	0.96	0.07	655.46	54.20	54.87	37.26	37.87		
855.00	857.00	6.70	11.36	618.29	617.62	672.49	655.36	4.29	P.V.C	140	3	160	0.94	0.07	655.42	54.87	55.06	37.87	37.96		
857.00	858.00	11.36	16.27	617.62	617.43	672.49	655.42	4.23	P.V.C	140	3	160	0.93	0.28	655.16	55.06	54.68	37.96	37.27		
858.00	861.00	16.27	35.45	617.43	619.28	672.49	655.16	4.03	P.V.C	140	3	160	0.88	0.38	654.82	54.68	53.21	37.27	35.53		
861.00	864.00	35.45	63.87	619.28	620.32	672.49	654.82	3.78	P.V.C	140	3	160	0.83	0.32	654.50	53.21	52.17	35.53	34.18		
864.00	862.00	63.87	92.89	620.32	620.45	672.49	654.21	3.64	P.V.C	140	3	160	0.80	0.29	654.21	52.17	52.04	34.18	33.76		
862.00	873.00	82.89	121.98	620.45	620.22	672.49	653.88	3.07	P.V.C	140	3	160	0.73	0.33	653.88	52.04	52.27	33.76	33.66		
873.00	874.00	121.98	160.49	620.22	619.05	672.49	653.88	3.07	P.V.C	140	3	160	0.67	0.31	653.21	53.44	53.66	34.52	34.52		
874.00	875.00	160.49	202.40	619.05	618.83	672.49	653.57	2.78	P.V.C	140	3	160	0.61	0.38	653.21	53.44	55.56	36.27	37.04		
875.00	882.00	202.40	290.70	618.83	618.83	672.49	653.57	2.78	P.V.C	140	3	160	0.60	0.55	652.65	55.56	56.87	36.27	37.04		
882.00	884.00	290.70	304.30	618.83	615.62	672.49	653.21	2.53	P.V.C	140	2	102	0.74	0.28	652.37	56.87	57.28	37.04	37.16		
884.00	886.00	304.30	330.53	615.62	615.21	672.49	652.65	2.33	P.V.C	140	2	102	0.67	0.28	652.10	57.28	58.21	37.16	38.81		
886.00	890.00	330.53	387.80	615.21	614.28	672.49	652.37	2.13	P.V.C	140	2	102	0.60	0.59	651.53	58.21	59.59	38.81	39.97		
890.00	900.00	387.80	422.46	614.28	612.90	672.49	651.88	1.87	P.V.C	140	2	102	0.59	0.25	651.53	59.59	61.31	39.97	40.45		
900.00	903.00	422.46	450.80	612.90	611.18	672.49	651.63	1.68	P.V.C	140	2	102	0.63	0.49	651.13	61.31	63.51	40.45	42.15		
903.00	906.00	450.80	484.59	611.18	608.98	672.49	651.63	1.59	P.V.C	140	2	102	0.78	0.19	650.98	63.51	64.25	42.15	42.71		
906.00	908.00	484.59	508.00	608.98	608.24	672.49	650.85	1.51	P.V.C	140	2	102	0.74	0.31	650.63	64.25	64.74	42.71	42.88		
908.00	910.00	508.00	556.65	608.24	607.75	672.49	650.63	1.36	P.V.C	140	2	102	0.67	0.25	650.38	64.74	63.96	42.88	41.86		
910.00	911.00	556.65	607.75	607.75	608.53	672.49	650.63	1.22	P.V.C	140	2	102	0.67	0.34	650.04	63.96	65.19	41.86	42.74		
911.00	913.00	607.75	641.15	608.53	607.30	672.49	650.38	1.22	P.V.C	140	2	102	0.60	0.60	650.04	65.19	65.19	41.86	42.74		

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.
CONTENIDO:
MEMORIA DE BIENIO
HANZEN-WILKENS


PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN JACINTO SUCITEPEQUEZ
UBICACION: CABECERA MUNICIPAL
MUNICIPIO: SAN JACINTO SUCITEPEQUEZ
DEPARTAMENTO: SUCITEPEQUEZ

INSTRUMENTOS: ESTACION TOTAL
NIVELAMENTO
PLANIMETRÍA
ALTA MENSURACION
E.P.S.

ING. RICARDO ROSALES
ING. RICARDO ROSALES

ESCALA: _____

ERT	R.O.	DISTANCIA ACUMULADA MTCM	DISTANCIA ACUMULADA MTCM	COTIZACION MTCM	COTIZACION MTCM	COTA DE PERFORACION MTCM	COTA DE PERFORACION MTCM	CALDA MTCM	MATERIAL DEL TUBO	VALORES C	QUANTIDAD DE TUBOS LA TUBERIA DE	MEJORADO DE TUBOS R.O. 3.00	H	VALOR REDUCTOR FINAL	PRENSION ESTADICA MTCM	PRENSION ESTADICA MTCM	PRENSION DINAMICA MTCM	OBSERVACION
911.00	918.00	541.15	612.19	607.30	604.38	672.49	650.01	1.00	P.V.C	140	1.102	160	0.85	2.23	647.81	651.19	648.10	43.42
918.00	925.00	572.19	627.75	604.39	603.86	672.49	647.81	0.88	P.V.C	140	1.102	160	0.77	0.33	647.49	681.00	681.00	43.62
925.00	925.00	572.19	627.75	603.86	603.02	672.49	647.49	0.74	P.V.C	140	1.102	160	0.65	0.10	647.39	681.00	681.00	43.77
925.00	922.00	631.92	645.09	603.02	602.42	672.49	647.39	0.68	P.V.C	140	1.102	160	0.60	0.15	647.29	681.00	681.00	43.81
922.00	927.00	645.09	676.51	602.42	602.94	672.49	647.29	0.62	P.V.C	140	1.102	160	1.23	2.38	646.66	681.00	681.00	41.71
927.00	930.00	676.51	708.12	602.94	602.39	672.49	644.66	0.48	P.V.C	140	1.102	160	0.95	1.61	645.05	681.00	681.00	40.68
930.00	932.00	708.12	782.56	602.39	601.18	672.49	643.05	0.31	P.V.C	140	1.102	160	0.62	1.70	644.35	701.10	71.31	40.66
RAMAL 13																		
1229.00	1229.00	0.00	610.17	672.49	672.49	672.49	657.63	2.16	P.V.C	140	2.102	160	0.68	0.14	657.49	652.32	621.93	47.46
1229.00	1265.00	0.00	14.86	610.17	609.56	672.49	657.63	2.16	P.V.C	140	2.102	160	0.68	0.14	657.49	652.32	621.93	47.93
1265.00	1267.00	14.86	47.72	609.56	608.13	672.49	657.49	1.90	P.V.C	140	2.102	160	0.63	0.26	657.23	621.93	641.36	49.09
1267.00	1260.00	47.72	61.89	608.13	605.97	672.49	657.23	1.82	P.V.C	140	2.102	160	0.57	0.30	656.92	641.36	665.52	50.05
1260.00	1285.00	61.89	133.65	605.97	603.71	672.49	656.92	1.59	P.V.C	140	2.102	160	0.50	0.22	656.70	665.52	661.79	50.95
1285.00	1287.00	133.65	168.02	603.71	601.43	672.49	656.70	1.33	P.V.C	140	2.102	160	0.66	0.39	656.31	661.79	671.05	52.99
1287.00	1287.00	168.02	168.02	601.43	601.43	672.49	656.31	1.25	P.V.C	140	2.102	160	0.62	0.43	656.15	661.79	671.05	54.88
1287.00	1274.00	168.02	190.41	601.43	598.53	672.49	656.15	1.25	P.V.C	140	2.102	160	0.62	0.43	656.15	661.79	671.05	54.88
1274.00	1275.00	190.41	230.33	598.53	597.89	672.49	656.15	1.11	P.V.C	140	1.102	160	0.67	0.31	656.09	661.79	671.05	52.87
1275.00	1276.00	230.33	295.76	597.89	596.49	672.49	656.09	0.94	P.V.C	140	1.102	160	0.62	0.11	655.16	661.79	671.05	32.00
1276.00	1283.00	295.76	302.86	596.49	595.08	672.49	656.09	0.85	P.V.C	140	1.102	160	0.75	0.87	656.30	661.79	671.05	32.69
1283.00	1284.00	302.86	348.92	595.08	593.28	672.49	656.09	0.62	P.V.C	140	1.102	160	1.23	3.61	624.70	661.79	671.05	33.22
1284.00	1287.00	348.92	386.70	593.28	593.43	672.49	656.09	0.45	P.V.C	140	1.102	160	0.90	1.81	622.88	661.79	671.05	31.42
1287.00	1290.00	386.70	426.37	593.43	592.97	672.49	656.09	0.26	P.V.C	140	3.4	250	0.80	2.53	620.35	661.79	671.05	27.62
1290.00	1292.00	426.37	458.58	592.97	592.16	672.49	656.09	0.20	P.V.C	140	3.4	250	0.70	1.29	618.06	661.79	671.05	26.90
RAMAL 14																		
1070.00	1070.00	0.00	616.79	672.49	672.49	672.49	658.42	0.51	P.V.C	140	1.102	160	1.01	1.62	658.00	557.00	574.60	41.63
1070.00	1081.00	0.00	32.15	616.79	615.00	672.49	658.42	0.51	P.V.C	140	1.102	160	0.73	1.26	655.34	574.60	602.28	41.60
1081.00	1080.00	32.15	72.79	615.00	612.21	672.49	655.60	0.37	P.V.C	140	1.102	160	0.67	1.36	655.98	602.28	621.36	43.87
1080.00	1082.00	72.79	103.76	612.21	610.10	672.49	655.34	0.34	P.V.C	140	1.102	160	1.24	2.24	652.74	621.36	628.89	43.13
1082.00	1383.00	103.76	138.79	610.10	609.61	672.49	655.34	0.28	P.V.C	140	3.4	250	0.70	1.59	651.15	628.89	648.81	43.13
1383.00	1384.00	138.79	179.40	609.61	607.68	672.49	652.74	0.20	P.V.C	140	3.4	250	0.70	1.59	651.15	628.89	648.81	43.13
RAMAL 15																		
1345.00	1345.00	0.00	620.89	672.49	672.49	672.49	659.28	0.46	P.V.C	140	1.102	160	0.90	0.47	658.81	511.61	511.61	38.25
1345.00	1408.00	0.00	70.24	620.89	620.56	672.49	659.28	0.46	P.V.C	140	1.102	160	0.84	1.17	657.54	511.61	521.31	39.25
1408.00	1412.00	70.24	141.74	620.56	620.16	672.49	658.81	0.43	P.V.C	140	1.102	160	0.58	0.56	656.66	521.31	531.32	37.82
1412.00	1414.00	141.74	171.29	620.16	619.16	672.49	657.54	0.28	P.V.C	140	1.102	160	1.12	5.33	651.65	531.32	531.32	34.18
1414.00	1420.00	171.29	105.71	619.16	617.47	672.49	656.98	0.14	P.V.C	140	1.102	160	0.45	1.09	659.55	531.32	566.68	34.18
1420.00	1422.00	105.71	144.14	617.47	615.81	672.49	651.65	0.06	P.V.C	140	1.102	160	0.22	0.12	659.43	566.68	584.18	34.75
1422.00	1423.00	144.14	159.50	615.81	615.95	672.49	650.55	0.03	P.V.C	140	1.102	160	0.22	0.12	659.43	566.68	584.18	34.88


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE PRÁCTICA Y E.P.S.
 CONTENIDO:
MEMORIA DE DISEÑO
HANZEN - WILLIAMS

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL AREA URBANA DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO, SUCHITEPEQUEZ.
 UBICACION: CABECERA MUNICIPAL, CANTON DE SAN ANTONIO, DEPARTAMENTO DE SUCHITEPEQUEZ.

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 TALLER DE DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
 43

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de calidad de agua

Serie "B"

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
 DIRECCION GENERAL DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD
 INFORME DE ANÁLISIS, UNIDAD DE ALIMENTOS

Nº: 0003897

Informe de Análisis
Muestra(s) Particular(es)

UGCF096
 Rev. 4 (1 de 1)
Página 4 de 4

No. del LNS: AP16-0833	Remitente: VALERIANO RODRIGUEZ COS	Procedencia: MUNICIPALIDAD DE SAMAYAC, SUCHITEPEQUEZ
Nombre del Producto: AGUA	Marca: -----	Envase: FRASCO DE VIDRIO
Tipo de Muestra: AGUA	Lote: -----	Fecha de Vencimiento: -----
Condición de la Muestra: APROPIADA	Fecha de Ingreso: 04/10/2016	Fecha de Egreso: 19/10/2016
Nombre del Fabricante: -----		
Dirección del Fabricante: -----		
Nombre del Distribuidor: -----		
Dirección del Distribuidor: -----		

Resultado de Análisis

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
RIO PUMA - CANTON SAN ANTONIO NIMA 1	> 2.4 x 10 ³ NMP/100mL	> 2.4 x 10 ³ NMP/100mL

RESULTADO DE ANALISIS
 LNS DGRVCS MSPAS
 Guatemala, C. A.

Area Microbiología de Alimentos

Licda. Indira Marroquín
 Coordinadora Unidad de Alimentos

Método:
 AOAC 17 ed. Método Oficial 991.15 Cap. 17.3.06 p 25. Coliformes totales y *Escherichia coli* en agua. Tecnología de Substrato Definido (Collitert).

NMP: Número Más Probable
 ml: mililitro

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:
 REFERENCIA NORMATIVA: NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE). ESPECIFICACIONES", COLIFORMES TOTALES Y *ESCHERICHIA COLI* NO DEBEN SER DETECTABLES EN 100mL DE AGUA.

Analista/Supervisor o Coordinador	Código Laboratorio
DR/IM	MIALR-MP02-16/382

JMCG

ÚLTIMA LÍNEA

"El LNS avala únicamente el contenido del documento original, el manejo de la reproducción es responsabilidad del propietario"

Km. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A. • PBX: 6644-0599 FAX: 6644-0599 ext. 241. • E-mail: informacion@lns.gob.gt

Continuación del anexo 1.

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION GENERAL DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD
INFORME DE ANÁLISIS, UNIDAD DE ALIMENTOS

Nº 0003896

Informe de Análisis
Muestra(s) Particular(es)

No. del LNS: AP16-0833
Nombre del Producto: AGUA
Tipo de Muestra: AGUA
Condición de la Muestra: APROPIADA
Nombre del Fabricante: -----
Dirección del Fabricante: -----
Nombre del Distribuidor: -----
Dirección del Distribuidor: -----

UGCF096
Rev.4 (1 de 1)
Página 3 de 4

Remitente: VALERIANO RODRIGUEZ COS
Procedencia: MUNICIPALIDAD DE SAMAYAC,
SUCHITEPEQUEZ
MUESTRA No. 2
RIO PUMA, CANTON SAN ANTONIO
NIMA 1.

Marca: -----
Envase: GALON PLASTICO
Lote: -----
Fecha de Vencimiento: -----
Fecha de Ingreso: 04/10/2016
Fecha de Egreso: 19/10/2016

Resultado de Análisis

ANÁLISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA****	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽⁴⁾ :	7,79	7,0 - 7,5	6,5 - 8,5
Conductividad Eléctrica ⁽⁴⁾ :	78 µS/cm	750 µS/cm	< 1500 µS/cm
Turbiedad ⁽⁴⁾ :	6,5 UNT	5,0 UNT**	15,0 UNT**
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	< 0,03 mg/L	-----	3,0 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ :	< 0,03 mg/L	0,3 mg/L	-----
Nitrato (NO ₃) ⁽⁴⁾ :	3,37 mg/L	-----	50,0 mg/L
Color ⁽³⁾ :	4,1 u	5,0 u***	35,0 u***
Calcio (Ca) ^(1,5) :	7,45 mg/L	75,0 mg/L	150,0 mg/L
Magnesio (Mg) ^(1,2) :	2,15 mg/L	50,0 mg/L	100,0 mg/L
Dureza Total (CaCO ₃) ⁽⁴⁾ :	27,43 mg/L	100,0 mg/L	500,0 mg/L

Area Contaminantes de Ambiente y Salud:

Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora

Método:

⁽¹⁾ Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 21st, Edition 2005.
⁽²⁾ Método Spectroquant Merck Nitrites Test 1.14776.0002.
⁽³⁾ Método Spectroquant Merck. Iron Test 1.14761.0001
⁽⁴⁾ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition, Maryland, USA. 2012. Nitrogen (Nitrate)(4500-NO₃).
⁽⁵⁾ Perkin Elmer Instruments Analytical Techniques for Flame AAS.

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 22,8°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO
 **** TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE). ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor o Coordinador

CCh/MdeM

Código Laboratorio

CT81-CAS/160

JMCG

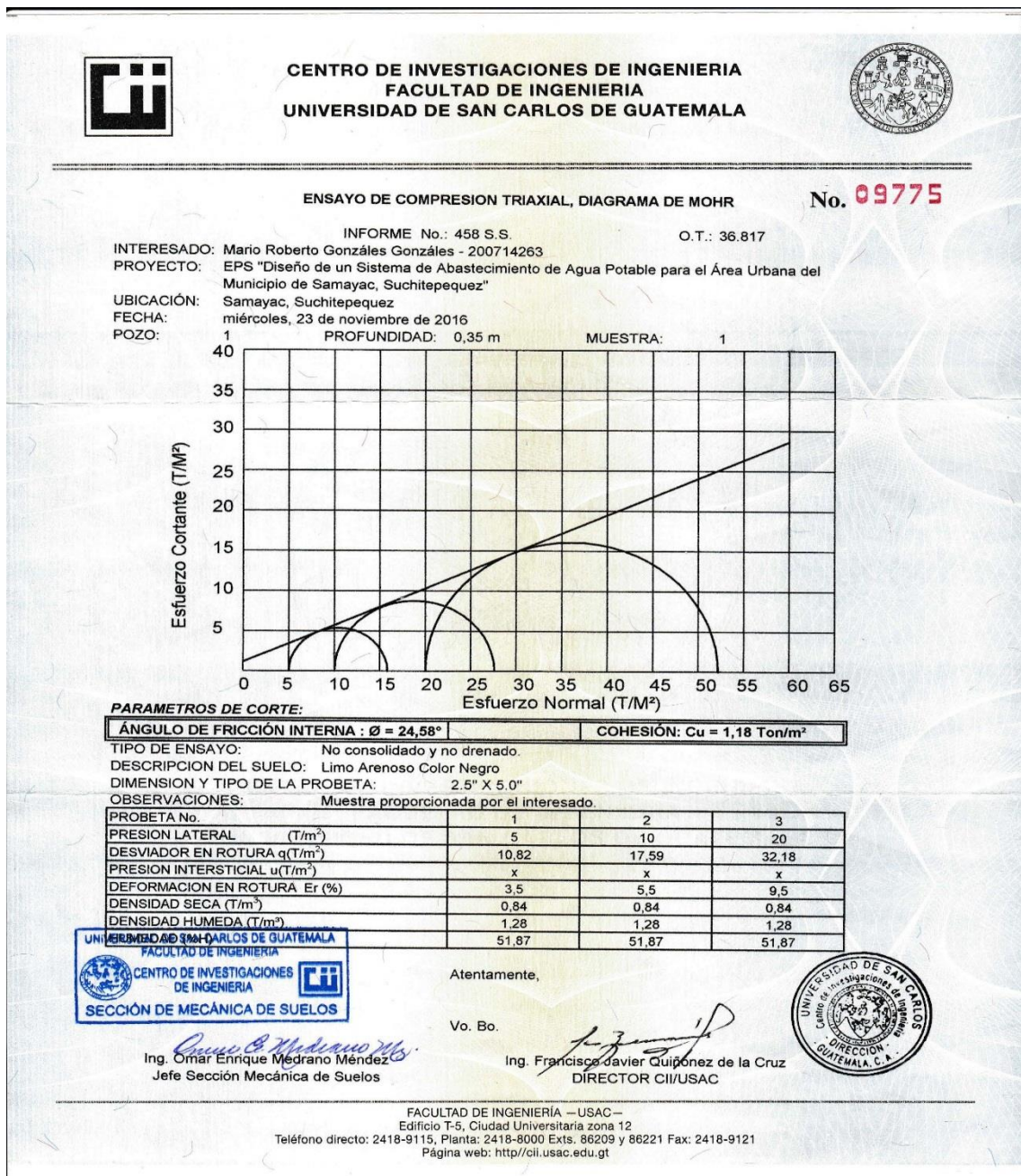
CONTINÚA

"El LNS avala únicamente el contenido del documento original, el manejo de la reproducción es responsabilidad del propietario"

Km. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A. • PBX: 6644-0599 FAX: 6644-0599 ext. 241, • E-mail: informacion@lms.gob.gt

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala

Anexo 2. Estudio de suelos



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala

