



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO Y DRENAJE
SANITARIO EN LA ALDEA CHYUC, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

Hagi Donal Ical Cal

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO Y DRENAJE
SANITARIO EN LA ALDEA CHIYUC, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HAGI DONAL ICAL CAL

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2015

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO Y DRENAJE
SANITARIO EN LA ALDEA CHIYUC, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 10 de junio del 2014.



Hagi Donat Icaí Cal

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 13 de abril de 2015
Ref.EPS.DOC.285.04.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Hagi Donal Ical Cal** con carné No. **200925285**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO Y DRENAJE SANITARIO EN LA ALDEA CHIYUC, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ.**

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
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
24 de abril de 2015

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 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO Y DRENAJE SANITARIO EN LA ALDEA CHIYUC, SAN CRISTOBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hagi Donal Ical Cal, con Carnet No. 200925285, 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

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 29 de abril de 2015
Ref.EPS.D.195.04.15

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO Y DRENAJE SANITARIO EN LA ALDEA CHYUC, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Hagi Donal Ical Cal, carné 200925285**, 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 parte del Asesor - Supervisor de EPS, en mi calidad de Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



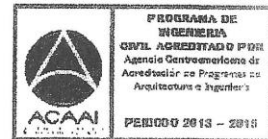
El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Hagi Donal Ical Cal, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO Y DRENAJE SANITARIO EN LA ALDEA CHYUC, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro


Guatemala, julio 2015.

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala

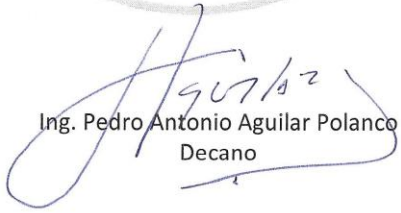


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 337.2015

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 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO Y DRENAJE SANITARIO EN LA ALDEA CHIYUC, SAN CRISTÓBAL VERAPAZ, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario: **Hagi Donal Ical Cal**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, 15 de julio de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Mi querido padre, por su amor, cariño, misericordia; por ser fortaleza, guía espiritual; por cada una de las bendiciones recibidas a lo largo de los años. Por permitirme culminar una etapa de mi vida y cumplir un sueño anhelado.

Mi querida madre

Juana Cal Choc, quien con su ayuda incondicional, constante sacrificio, consejos, cariño, amor, entrega, paciencia y dedicación, me ayudó a seguir adelante y no darme por vencido; culminando así una etapa de sacrificio y constantes bendiciones.

Mi querida tía

Ana Cal Choc, por su cariño, amor, consejos, guía y paciencia. Por ser un ejemplo de vida, que con sus cualidades, valores, aptitudes y principios me guió en el sentido del trabajo y responsabilidad un impulso para salir adelante y culminar una etapa satisfactoria llena de bendiciones.

Mi querida abuela

María Choc, por su amor, cariño y gran ejemplo de vida; por sus sabias enseñanzas de humildad, honradez, entrega, lucha, coraje, sacrificio y perseverancia para salir adelante a pesar de la circunstancias de la vida. Sus consejos de amor me ayudaron a no darme por vencido, a luchar por mis sueños y un mejor futuro.

Mis amigos

Por los consejos, convivencias, experiencias, apoyo incondicional a lo largo de la carrera y por ser un impulso constante para culminar mis estudios. A cada uno de ellos, gracias.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por todas las bendiciones derramadas, su inmenso amor y misericordia.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por brindarme la oportunidad de cumplir uno de mis sueños más anhelados y otorgarme las herramientas necesarias para ejercer la carrera de ingeniería civil.
Facultad de Ingeniería	Por todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, además de la formación ética, académica y profesional.
Asesor	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por la amistad, la disposición y el apoyo incondicional hacia mi persona durante la elaboración del trabajo de graduación.
Municipalidad de San Cristóbal Verapaz	Por abrirme las puertas para realizar el Ejercicio Profesional Supervisado y brindarme apoyo incondicional.
ADICAY	ONG que me brindó su amistad, colaboración desinteresada y ayuda técnica incondicional en la realización de ambos proyectos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Aspectos monográficos, aldea El Rancho	1
1.1.1. Localización geográfica	1
1.1.2. Vías de acceso	2
1.1.3. Aspectos climáticos	3
1.1.4. Topografía del terreno	3
1.1.5. Límites y colindancias.....	4
1.1.6. Tipo de vivienda.....	5
1.1.7. Actividad económica.....	6
1.2. Aspectos monográficos, aldea Chiyuc.....	6
1.2.1. Localización geográfica	6
1.2.2. Vías de acceso	7
1.2.3. Aspectos climáticos	8
1.2.4. Topografía del terreno	8
1.2.5. Límites y colindancias.....	9
1.2.6. Tipo de vivienda.....	10
1.2.7. Actividad económica.....	10

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1.	Diseño del sistema de agua potable para la aldea El Rancho, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.....	13
2.1.1.	Descripción general del proyecto	13
2.1.2.	Calidad del agua y sus normas	15
2.1.2.1.	Análisis bacteriológico.....	16
2.1.2.2.	Análisis fisicoquímico sanitario.....	17
2.1.3.	Levantamiento topográfico	18
2.1.3.1.	Altimetría	18
2.1.3.2.	Planimetría	19
2.1.4.	Diseño del sistema	20
2.1.4.1.	Descripción del sistema a utilizar	21
2.1.5.	Bases de diseño.....	21
2.1.5.1.	Tasa de crecimiento poblacional	22
2.1.5.2.	Población de diseño	22
2.1.5.3.	Período de diseño	23
2.1.5.4.	Cálculo de la población futura	23
2.1.5.5.	Dotación y aforo	24
2.1.5.6.	Factores de consumo.....	27
2.1.5.7.	Caudal medio diario	28
2.1.5.8.	Caudal de día máximo	29
2.1.5.9.	Caudal de hora máximo	30
2.1.6.	Diseño hidráulico.....	30
2.1.6.1.	Ecuaciones, coeficientes y tuberías	31
2.1.6.2.	Velocidades y presiones máximas	32
2.1.7.	Diseño general del proyecto de abastecimiento de agua	33
2.1.7.1.	Captación	33
2.1.7.2.	Conducción	34

	2.1.7.2.1.	Ejemplo de cálculo, tramo de conducción. ...	34
	2.1.7.3.	Tanque de distribución	36
	2.1.7.3.1.	Volumen del tanque.....	38
	2.1.7.4.	Línea de distribución.....	41
	2.1.7.4.1.	Ejemplo de cálculo, tramo de distribución. ...	41
	2.1.7.5.	Red de distribución	43
2.1.8.		Presupuesto.....	44
2.1.9.		Cronograma ejecución físicofinanciero	45
2.1.10.		Elaboración de planos	47
2.1.11.		Evaluación de impacto ambiental	47
2.1.12.		Medidas de mitigación, impacto ambiental	48
2.1.13.		Análisis socioeconómico.....	50
	2.1.13.1.	Valor presente neto	50
	2.1.13.2.	Tasa interna de retorno	51
2.2.		Diseño del sistema de drenaje sanitario en la aldea Chiyuc, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz	52
2.2.1.		Descripción general del proyecto.....	52
2.2.2.		Levantamiento topográfico	53
	2.2.2.1.	Altimetría.....	54
	2.2.2.2.	Planimetría.....	55
2.2.3.		Diseño del sistema	56
	2.2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar.....	56
2.2.4.		Bases de diseño	56
	2.2.4.1.	Tasa de crecimiento poblacional	57
	2.2.4.2.	Período de diseño.....	57
	2.2.4.3.	Cálculo de población futura	58
	2.2.4.4.	Factor de Hardmon.....	59

2.2.4.5.	Caudal sanitario	59
2.2.4.6.	Factor de caudal medio	63
2.2.4.7.	Caudal de diseño	64
2.2.5.	Velocidades recomendadas	65
2.2.5.1.	Máximo y mínimo	65
2.2.5.2.	Fórmula de Manning	65
2.2.6.	Diámetros recomendados	66
2.2.6.1.	Máximo y mínimo	66
2.2.7.	Cotas invert	67
2.2.8.	Pendientes máxima y mínima	68
2.2.9.	Relación hidráulica	69
2.2.9.1.	Parámetros de diseño	69
2.2.9.2.	Relaciones hidráulicas	70
2.2.10.	Diseño del alcantarillado	70
2.2.10.1.	Ejemplo de cálculo de un tramo	70
2.2.11.	Partes de un sistema de alcantarillado sanitario	82
2.2.11.1.	Colector central	82
2.2.11.1.1.	Profundidad del colector.....	82
2.2.11.1.2.	Profundidad mínima del colector según carga vehicular	83
2.2.11.2.	Pozos de visita	84
2.2.11.3.	Conexión domiciliar	86
2.2.11.3.1.	Candela domiciliar.....	86
2.2.11.3.2.	Tubería secundaria	86
2.2.11.4.	Desfogue final o punto de descarga	87
2.2.12.	Consideraciones generales	87
2.2.12.1.	Material para tuberías	87

2.2.12.2.	Volumen de excavación.....	88
2.2.12.3.	Ancho mínimo de zanja angosta.....	88
2.2.13.	Tratamiento de aguas negras.....	90
2.2.13.1.	Fosa séptica	90
2.2.13.2.	Diseño de fosa séptica	91
2.2.13.3.	Dimensionamiento de los pozos de absorción	93
2.2.13.4.	Programa de operación y mantenimiento	94
2.2.14.	Presupuesto.....	94
2.2.15.	Cronograma de ejecución físico-financiero.....	95
2.2.16.	Elaboración de planos	97
2.2.17.	Evaluación de impacto ambiental	97
2.2.18.	Medidas de mitigación, impacto ambiental	98
2.2.19.	Análisis socioeconómico.....	101
2.2.19.1.	Valor presente neto	101
2.2.19.2.	Tasa interna de retorno	102
CONCLUSIONES		105
RECOMENDACIONES.....		109
BIBLIOGRAFÍA.....		111
APÉNDICES		115
ANEXOS.....		235

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del proyecto en estudio 1	2
2.	Colindancias de la aldea El Rancho.....	5
3.	Ubicación del proyecto en estudio 2	7
4.	Colindancias de la aldea Chiyuc	9
5.	Tanque de distribución con salida doble	40
6.	Secciones típicas de zanja.....	90

TABLAS

I.	Dotaciones indicadas, norma de diseño	25
II.	Aforo Cerro Verde 1.....	26
III.	Aforo Cerro Verde 2.....	27
IV.	Presiones de trabajo y de ruptura en tubería PVC	32
V.	Porcentajes de consumo	38
VI.	Ejemplo de cálculo, volumen compensador.....	39
VII.	Presupuesto general, agua potable	45
VIII.	Cronograma de ejecución físico-financiero	46
IX.	Medidas de mitigación 1	49
X.	Medidas de mitigación, efectos adversos al proyecto.....	50
XI.	Parámetros de diseño.....	75
XII.	Diseño hidráulico, línea principal (estaciones 7 a 14)	76
XIII.	Diseño hidráulico, ramal 1 (estaciones 0 a 7)	78
XIV.	Diseño hidráulico, ramal 3 (estaciones 32 a 29)	81

XV.	Profundidad máxima del colector para tubería PVC	84
XVI.	Ancho de zanja mínima	89
XVII.	Presupuesto general drenaje sanitario	95
XVIII.	Cronograma de ejecución físico-financiero.....	96
XIX.	Medidas de mitigación 2.....	100

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HG	Acero galvanizado
A	Área
d	Altura tirante en la alcantarilla
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal de diseño
Q_{max. diario}	Caudal máximo diario
Q_{max. horario}	Caudal máximo horario
Q_{md}	Caudal medio diario
cm	Centímetro
C	Coeficiente de fricción
n	Coeficiente de rugosidad Manning
CT	Cota de terreno
CP	Cota piezométrica
CIE	Cota Invert de entrada
CIS	Cota Invert de salida
PVC	Cloruro de polivinilo (PVC)
4"	Cuatro pulgadas
∅	Diámetro hidráulico
D	Diámetro de tubería
∅_{int}	Diámetro interno tubería
2 1/2"	Dos un medio de pulgada
2"	Dos pulgadas

Dot	Dotación
E	Estación
fqm	Factor de día máximo
fhm	Factor de hora máximo
FH	Factor de Harmod
PSI	Libra por pulgada cuadrada (lb/plg ²)
lt/hb/dia	Litro por habitante por día
lt/seg	Litro por segundo
L	Longitud
m	Metro
m³	Metros cúbicos
mca	Metro columna de agua (presión)
mm	Milímetro
m	Minutos
US\$	Moneda dólar de Estados Unidos de América
Q	Moneda quetzal de Guatemala
π	Número PI: 3,141592654
S	Pendiente tubería
hf	Pérdida de carga
n	Período de diseño
Pie³	Pie cúbico
%	Porcentaje
PV	Pozo de visita
R_h	Radio hidráulico
seg	Segundos
T.C.	Tanque de captación
T.D.	Tanque de distribución
¾“	Tres cuartos de pulgada
3”	Tres pulgadas

1¼"	Uno un cuarto de pulgada
1 ½ "	Uno un medio de pulgada
½"	Un medio de pulgada
v	Velocidad de diseño
V	Velocidad sección llena

GLOSARIO

Aforo	Operación para medir el caudal (volumen de agua por unidad de tiempo).
Agua	Es fuente de vida, incolora y no tiene olor ni gusto definido.
Aguas negras	También denominadas aguas residuales, son aquellas constituidas por excretas, sólidos y otras sustancias, producto de la actividad humana que se desecha después de haber servido para un fin.
Altimetría	Rama de la topografía que estudia los métodos que tienen como finalidad la representación de las alturas de los puntos de un terreno.
Candela	Caja que se recibe las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo, se mide en lt/seg.
Cocode	Consejo Comunitario de Desarrollo.

Colector	Tubería que conduce el agua residual de la población a un punto de desalojo o descarga.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente, donde se encuentra la candela.
Cota de terreno	Indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior del diámetro interno de una tubería.
Cota piezométrica	Es la máxima presión dinámica en cualquier punto de una línea de conducción o distribución.
Descarga	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector.
Desinfección	Proceso físico o químico de tratamiento que previene la presencia de organismos patógenos, los cuales son causantes de enfermedades en el organismo humano.
DMP	Dirección Municipal de Planificación.
Dotación	Es el volumen de agua asignado por persona en un día.

Norma	Conjunto de reglas o especificaciones técnicas destinadas al control de calidad.
Período de diseño	Es el tiempo durante el cual la obra brindará un servicio en forma satisfactoria.
Pozo de visita	Elemento que verifica el buen funcionamiento del sistema, así como efectuar limpieza y mantenimiento.
Tirante	Altura de las aguas dentro del alcantarillado sanitario.
Válvula	Aparato mecánico con el cual se inicia, detiene o regula la circulación de líquidos o gases.

RESUMEN

Luego de un diagnóstico en campo y de identificar las principales necesidades de las comunidades del municipio de San Cristóbal Verapaz, se ven hechos que demandan atención, debido al impacto positivo que generan al beneficiar a la población rural y solventar los problemas básicos de infraestructura: el diseño del sistema de agua potable por gravedad para la aldea El Rancho y del drenaje sanitario para la aldea Chiyuc.

El diseño de los proyecto durante el Ejercicio Profesional Supervisado tiene la finalidad de cubrir las necesidades y solventar la problemática de ambas comunidades, al reducir los índices de morbilidad y mejorar el nivel de vida de la población. A continuación se detalla los capítulos del presente trabajo:

Capítulo1: muestra la fase de investigación. Las características monográficas del lugar en cuestión, sus aspectos físicos como: localización, vías de acceso, clima, topografía, tipo vivienda, entre otros.

Capítulo 2: contiene la fase de servicio técnico profesional, el cual está compuesto por dos secciones. La primera detalla el diseño del sistema de agua potable para la aldea El Rancho, previo al diseño se desarrollaron actividades entre las cuales están: visita de campo, levantamiento topográfico, aforo de fuente, análisis de laboratorio del agua.

Este será un sistema por gravedad, por lo tanto se determinarán los elementos que lo conforman como línea de conducción y distribución, obras de arte, válvula de limpieza, válvula de control de flujo, tanque de captación típico y tanque de almacenamiento de 50 m³.

La segunda parte describe el diseño del drenaje sanitario de la aldea Chiyuc. Previo al diseño se realizó un estudio tomando varias consideraciones sanitarias del lugar. Para definir estas condiciones, se efectuó una visita de campo con lo cual se determinó en gabinete, el sistema idóneo a utilizar y los parámetros de diseño que intervienen. Este será un sistema convencional de alcantarillado sanitario, tubería PVC Norma ASTM F 949, con pozos de visita de ladrillo tayuyo, por características como economía, rentabilidad, y durabilidad.

Además se describen los aspectos técnicos que intervienen, así como los criterios utilizados y las normas de diseño para el cálculo de ambos proyectos, detallando planos, presupuesto, cronograma de actividades, medidas de mitigación, entre otros.

OBJETIVOS

General

Proveer un sistema de agua potable que reduzca los índices de mortalidad y morbilidad, y proporcionar un entorno agradable a los sentidos que satisfaga las necesidades para el bien común de los habitantes del lugar.

Específicos

1. Realizar una investigación de la situación actual de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz y priorizar las necesidades de servicios básicos e infraestructura.
2. Diseñar un sistema de agua potable en la aldea El Rancho y drenaje sanitario en la aldea Chiyuc, ambas de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.
3. Desarrollar un diseño con normas y especificaciones técnicas que permita a la comunidad mejorar el nivel y calidad de vida.
4. Contribuir con la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz para resolver problemas de interés que fueron planteadas por parte de las comunidades durante la investigación realizada, las cuales permitirán el crecimiento y desarrollo del municipio.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el sector rural de Guatemala carece de servicios básicos que impiden un desarrollo con condiciones de vida segura, agradables y de calidad. Por ello es necesario implementar proyectos básicos de infraestructura que permitan solventar esta problemática, contribuyendo al progreso del país.

Al realizar un diagnóstico de las principales necesidades de las comunidades, clasificándolas en orden de importancia, se ve reflejado que el agua, líquido vital y esencial para el ser humano, demanda alta prioridad. Por ello, se plantea el rediseño del sistema de agua potable por gravedad para la aldea El Rancho, donde un diseño ineficiente genera problemas. El proyecto pretende brindarle el servicio a 123 viviendas, reduciendo índices de morbilidad y mejorando la calidad de vida de los habitantes.

Otro proyecto importante es el diseño del sistema de drenaje sanitario para la aldea Chiyuc, sistema que plantea evacuar desechos provenientes de viviendas y comercios perjudiciales para el medio ambiente, ya que las aguas servidas portadoras de gérmenes patógenos son expuestas a flor de tierra. Con la intención de mejorar el nivel de vida y el saneamiento de los habitantes, el proyecto pretende brindarle el servicio a 132 viviendas, eliminando malos olores, enfermedades parasitarias y evitando de este modo un daño considerable a la salud y medio ambiente.

Este trabajo de graduación plantea el diseño de ambos proyectos, tomando en cuenta normas y especificaciones técnicas que rigen a la ingeniería sanitaria; ofreciendo así una solución desde el punto de vista técnico, económico y social.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Aspectos monográficos, aldea El Rancho

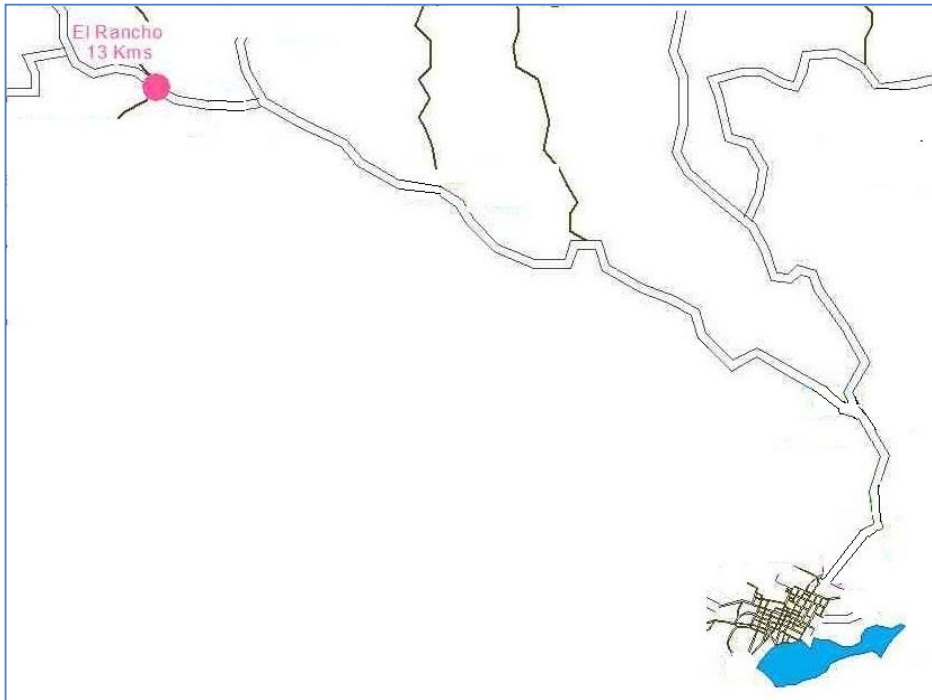
La aldea El Rancho del municipio San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz, está incluida dentro de la región II de ese departamento. La aldea y sus alrededores más próximos conforman una población de 1 281 habitantes, de los cuales 794 son hombres y 497 son mujeres, el idioma materno es el poqomchi.

1.1.1. Localización geográfica

La aldea El Rancho de San Cristóbal Verapaz se encuentra ubicada en la parte noroeste del casco urbano del municipio, al sur de la cabecera departamental de Alta Verapaz, dentro del valle de la Sierra Panpacché. Está incluida en la región norte del departamento de Alta Verapaz.

Se localiza en la latitud 15° 25' 31,49" y en la longitud 93°02' 54,48". Se encuentra a una altura de 1 494 metros sobre el nivel del mar. A una distancia de 13 km de la cabecera municipal, por una carretera de terracería, 37 km de la cabecera departamental, por una carretera asfaltada y a 224 km de la ciudad capital, por una carretera asfaltada.

Figura 1. Ubicación del proyecto en estudio 1



Fuente: Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

1.1.2. Vías de acceso

Las vías de acceso para la aldea El Rancho son terrestres, se encuentra ubicada a una distancia de 13 km de la cabecera municipal, por una carretera de terracería.

Dada su ubicación geográfica, tiene comunicación por la ruta nacional 7-W al este, a 20 km con Santa Cruz Verapaz, municipio aledaño a San Cristóbal Verapaz, donde se enlaza con la ruta nacional CA-14.

De igual forma, con la ruta 7-W, posee conectividad con el occidente del país, con los departamentos de Quiché y Huehuetenango.

1.1.3. Aspectos climáticos

La aldea El Rancho se caracteriza por un clima templado con alto grado de humedad y precipitación debido al área boscosa, típica de las tierras altas en la región norte del departamento de Alta Verapaz. Uno de los rasgos de este tipo de clima son las lluvias intensas de corta duración que se presentan a lo largo del año, sobre todo en los meses junio, julio, agosto, septiembre y octubre. El inicio de las lluvias se presenta a finales de mayo y durante noviembre y diciembre hay un clima frío con grado de humedad y poca precipitación.

Por la cercanía del municipio a Cobán, las condiciones climáticas se asemejan.

La estación meteorológica de Cobán registra las temperaturas máximas y mínimas promedio, que van de 13 °C a 24,5 °C. Las temperaturas anuales máximas absolutas promedio van de 0,8 °C a 34,2 °C, con una precipitación promedio superior a los 2 074,9 mm anuales y una humedad relativa promedio del 88 %, la velocidad del viento es de 4,2 kms/hr y la evaporación 93,1 mm.

1.1.4. Topografía del terreno

El poblado rural está conformado por viviendas a lo largo de la carretera de terracería, calles y veredas no asfaltadas. Los suelos del municipio, en su mayoría, son de tres tipos: suelos arcillosos color marrón, terrenos montañosos,

quebrados y accidentados sobre materiales rocosos, y suelo orgánico color negro.

A pesar de la tala de árboles, aun posee un alto grado de reforestación. Caber resaltar que en cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales, dista de cumplir lo necesario, provocando erosión y disminución en la fertilidad de suelo.

1.1.5. Límites y colindancias

Está delimitada de la siguiente manera: al norte con el caserío Pamboncito (17 km); al sur con el caserío Chisiguán (13 km); al este con el caserío Panajmay (11,5 km); y al oeste con el caserío Cerro Verde (13 km). Se indica la distancia que separa cada una de las comunidades con el casco urbano, San Cristóbal Verapaz.

La aldea está ubicada al oeste de la cabecera municipal, al sur de la cabecera departamental y al norte de la ciudad capital.

Figura 2. **Colindancias de la aldea El Rancho**



Fuente: Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

1.1.6. Tipo de vivienda

En su mayoría, son casas de tipo formal construidas con *block*, madera y concreto. El material predominante en las paredes exteriores *block* y madera, aunque también se usa ladrillo y adobe en un mínimo porcentaje. Algunos comercios, tiendas, garajes y bodegas poseen paredes exteriores de lámina metálica. En lo que respecta al techo de las viviendas el material predominante es la lámina metálica y en su minoría el asbesto de cemento.

El material del suelo es, en su mayoría, la tierra, algunas viviendas o, por ejemplo, iglesias, escuela y mercado poseen torta de cemento.

1.1.7. Actividad económica

Por los principios de trabajo comunitario, sobresalen las fuentes de producción agrícola, destacando el maíz, el cual genera ingresos económicos al pueblo de San Cristóbal Verapaz.

Productos importantes a mencionar: café, cardamomo, pimienta, pacaya y aguacate, a pesar de no ser de exportación, generan comercio e intercambio de moneda a nivel local.

Otras actividades que se realizan en la comunidad son la fabricación de tejidos, jarcia, muebles de madera, petates de palma, lazos y canastos utilizando el maguey como materia prima. Estas actividades se realizan en la actualidad, pero no se obtienen mayores ingresos económicos, ya que los productos se quedan en la cabecera municipal.

1.2. Aspectos monográficos, aldea Chiyuc

La aldea Chiyuc del municipio de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz, está incluida dentro de la región II de ese departamento. La aldea y sus alrededores más próximos conforman una población de 3 127 habitantes, de los cuales 1 939 son hombres y 1 188 son mujeres.

1.2.1. Localización geográfica

La aldea Chiyuc de San Cristóbal Verapaz está ubicada en la parte este de la cabecera municipal, al sur de la cabecera departamental de Alta Verapaz. Se localiza en la latitud 15° 22' 7,76" y en la longitud 93° 00' 25,96", a una altura de 1 455,08 metros sobre el nivel del mar y su clima es templado. Ubicada a

una distancia de 5 km de la cabecera municipal, por una carretera terracería, a 29 km de la cabecera departamental, por una carretera asfaltada y a 216 km de la ciudad capital, por una carretera asfaltada.

Figura 3. **Ubicación del proyecto en estudio 2**



Fuente: Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

1.2.2. **Vías de acceso**

Se encuentra ubicada a una distancia de 5 km de la cabecera municipal, por una carretera de terracería.

Dada su ubicación geográfica tiene comunicación por la ruta nacional 7-W al este, a 11 km, con Santa Cruz Verapaz, municipio aledaño a San Cristóbal Verapaz, donde se enlaza con la ruta nacional CA-14.

Por la ruta 7-W posee conectividad con el occidente del país, con los departamentos de Quiché y Huehuetenango. Sin embargo, se mantiene poca comunicación, por la amenaza latente que existe en la carretera debido al cerro

Los Chorros, que se encuentra a inmediaciones de finca Aquil Grande y aldea Chiyuc, limitando el acceso al comercio, salud y educación, entre otros.

1.2.3. Aspectos climáticos

Las condiciones climáticas que caracterizan a la aldea Chiyuc del municipio de San Cristóbal Verapaz, están influenciadas por la altura sobre el nivel del mar, dotándola de un clima templado.

Uno de los rasgos de este clima a lo largo del año, son las lluvias de corta duración durante junio, julio, agosto, septiembre y octubre. El inicio de las lluvias se presentan a finales de mayo; en noviembre y diciembre el clima es frío, con grado de humedad y poca precipitación. De enero a mayo, el clima se torna cálido templado, haciéndolo propicio para la siembra de café y para la floricultura.

Debido a la cercanía del municipio con la cabecera departamental, las condiciones climáticas se asemejan.

La estación meteorológica que registra las temperaturas máximas y mínimas promedio, que van de 13 °C a 24,5 °C. Las temperaturas anuales máximas absolutas promedio van de 0,8 °C a 34,2 °C, con una precipitación promedio superior a los 2 074,9 mm anuales y una humedad relativa promedio del 88 %, la velocidad del viento es de 4,2 kms/hr y la evaporación de 93,1 mm.

1.2.4. Topografía del terreno

El poblado rural está conformado por viviendas a lo largo de la carretera 7-W de terracería, calles y veredas no asfaltadas, con un terreno montañoso y

quebrado. Los suelos del municipio, en su mayoría, son de dos tipos: terreno arcilloso y suelos orgánicos de color oscuro, que los hace propicios para cultivo y siembra.

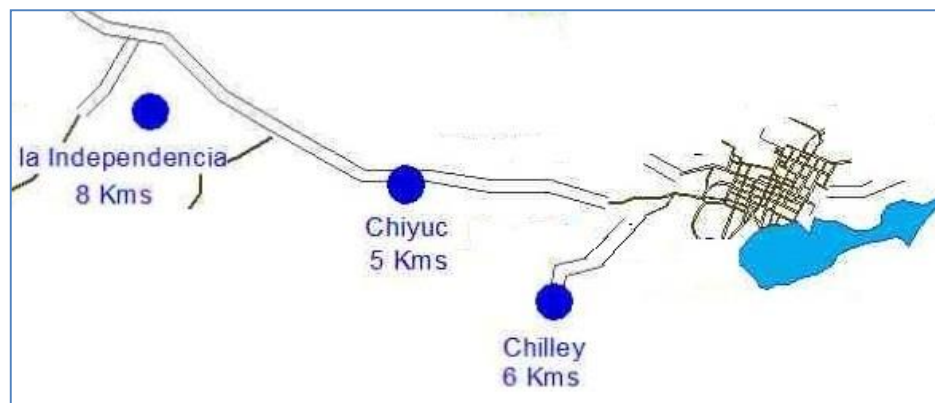
A lo largo de la carretera, se encuentra un suelo bastante consolidado, constituido por arcilla blanca y roca.

1.2.5. Límites y colindancias

La aldea Chiyuc se encuentra delimitada de la siguiente manera: al norte con aldea Las Pacayas (8 km), al sur con el caserío Chilley (6 km) al este con el casco urbano del municipio de San Cristóbal Verapaz (5 km) al oeste con la finca la Independencia (8 km). Se indica la distancia que separa a cada una de las comunidades con el casco urbano, San Cristóbal Verapaz.

La aldea está ubicada al oeste de la cabecera municipal, al sur de la cabecera departamental y al norte de la ciudad capital.

Figura 4. **Colindancias de la aldea Chiyuc**



Fuente: Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

1.2.6. Tipo de vivienda

Las viviendas en la aldea Chiyuc son de tipo formal, en su mayoría. El material predominante en las paredes exteriores es *block* y concreto, en algunas viviendas dispersas están construidas con madera y lámina metálica.

El material predominante en el techo es la lámina metálica, algunos otros son de concreto. El suelo de las viviendas puede ser de dos tipos: de tierra y con torta de cemento.

1.2.7. Actividad económica

Las actividades económicas más importantes son la producción de café y la floricultura. La tendencia hacia estos productos favorecen en gran medida a mejorar las condiciones de vida de las personas, ya que crean importantes fuentes de trabajo al competir en el mercado internacional, porque son productos de exportación que generan importantes ingresos económicos al pueblo de San Cristóbal Verapaz.

Por la cercanía al casco urbano del municipio, sus habitantes se trasladan allí para prestar sus servicios a las instituciones o empresas, con el fin de generar utilidades y vivir en mejores condiciones que les permitan satisfacer sus necesidades. Entre las empresas que son una importante fuente de trabajo en el municipio, además de ser una de las principales industrias exportadoras, se puede mencionar la fábrica de calzado Cobán, la cual ha influido en el desarrollo del municipio. Calzado Cobán lleva más de cien años de existencia, produciendo aproximadamente 60 000 pares de zapatos al mes, de los cuales exporta más del 60 % a Centroamérica, México, Estados Unidos y Europa.

Otros productos que se cultivan en pequeña escala son la pacaya y el aguacate. También se producen lazos y canastos utilizando el maguey como materia prima y muebles de madera.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de agua potable para la aldea El Rancho, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz

A continuación se detallan las generalidades más relevantes del proyecto del diseño del sistema de agua potable para la aldea El Rancho, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.

2.1.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de agua potable para la aldea El Rancho, del municipio de San Cristóbal Verapaz. La necesidad se identificó mediante visitas preliminares para detectar la problemática real que viven los pobladores del área en cuestión. Se encontraron deficiencias en la infraestructura básica del sistema, el cual, por necesidad, fue instalado empíricamente, utilizando tuberías de diferente diámetro, perjudicando así la distribución del agua en el ramal en la parte alta.

Actualmente, el sistema beneficia aproximadamente a un 50 % de la población, la cual habita en las partes bajas. Debido a esto, el sector de la parte alta, carece del vital líquido, se vio en la necesidad de solicitar a la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz un estudio para elaborar un diseño completo del sistema.

Con el objetivo de solventar esta problemática, se plantea la propuesta de un diseño completo que podrá brindar un servicio eficiente aproximadamente al 77 % de la población, ya que por las características del terreno no se puede ofrecer el servicio al total de familias.

Se pretende darle una solución técnica, con un diseño estable que permita a la población reducir los índices de morbilidad. El proyecto cumple con las condiciones para un sistema por gravedad que pueda satisfacer la demanda actual y a futuro, ya que existe un caudal necesario en dos nacimientos, uno que actualmente beneficia al sector rural y un nacimiento nuevo denominado Cerro Verde 2.

Se pretende conducir los dos nacimientos a un tanque de distribución de 50 m³, las longitudes de de la línea de conducción son: nacimiento Cerro Verde 1 635,53 m, nacimiento Cerro Verde 2 573,37 m.

Se construirán dos líneas de distribución ya que el tanque contará con dos salidas que serán independientes una de la otra, esto para evitar conflictos entre los pobladores, destinando una línea de distribución para el sector bajo y otra para el sector alto.

- Línea de distribución uno: cuenta con una longitud aproximada de 998,26 metros de tubería principal y subramales, con la cual se beneficiará a 48 viviendas a lo largo del recorrido. La tubería a utilizar será de AMANCO, PVC tipo 1, grado 1, PVC 1 120, Norma ASTM D2241.
- La línea de distribución dos: cuenta con una longitud aproximada de 2 072,65 metros de tubería principal y subramales, con la cual se beneficiará a 77 viviendas a lo largo de su recorrido. La tubería a utilizar

será de AMANCO, PVC tipo 1, grado 1, PVC 1 120, Norma ASTM D2241.

Los elementos y criterios técnicos a tomar en cuenta para el diseño de los sistemas son: diámetros de tubería, velocidades máximas y mínimas, pérdidas de energía, entre otros.

2.1.2. Calidad del agua y sus normas

Para determinar la calidad del agua se debe cumplir con ciertas condiciones sanitarias. El agua sanitariamente segura es aquella que no debe transmitir enfermedades, debe estar libre de sustancias tóxicas, de concentración de sustancias minerales y materia orgánica. El agua potable debe ser agradable a los sentidos, inodora, incolora, y de sabor agradable.

En Guatemala, para garantizar la calidad del agua potable y que esta pueda ser consumida por el ser humano, se debe cumplir con los requerimientos de las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Para determinar la calidad del agua es indispensable realizar dos tipos de exámenes, los cuales detallan las características físicas, químicas y bacteriológicas de la fuente.

- Análisis fisicoquímico
- Análisis bacteriológico

2.1.2.1. Análisis bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de determinar si el agua posee contaminación por organismos transmisores de enfermedades.

Se realizaron dos estudios de agua, ya que en la aldea El Rancho existen dos nacimientos: Cerro Verde 1 y Cerro Verde 2.

Los resultados de ambos exámenes muestran la calidad del agua (ver anexos). Las observaciones a destacar, desde el punto de vista bacteriológico, son las siguientes:

- Nacimiento Cerro Verde 1: bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I, calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección, según las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.
- Nacimiento Cerro Verde 2: bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I, calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección, según las normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Para ambos nacimientos, el agua cumple con lo necesario para consumo humano, por ese motivo se sugiere implementar una desinfección mínima con cloro o hipoclorito de calcio; para lograr un mayor nivel de calidad, al disminuir riesgos de contaminación.

2.1.2.2. Análisis fisicoquímico sanitario

El examen fisicoquímico se emplea en las fuentes para determinar la calidad del agua. Las características físicas que intervienen en el estudio son: color, olor, temperatura, sabor, turbiedad, entre otros. Las características químicas son: cloruros, conductividad, dureza total, entre otros. Estos estudios son de importancia, puesto que permiten determinar la cantidad de materia mineral y orgánica presente en la fuente, la cual causa daños a la salud del consumidor.

Se realizaron dos estudios de agua, ya que en la aldea El Rancho existen dos nacimientos: Cerro Verde 1 y Cerro Verde 2.

Los resultados de ambos exámenes muestran la calidad del agua (ver anexos). Las observaciones a destacar, desde el punto de vista fisicoquímico son las siguientes:

- Nacimiento Cerro Verde 1: desde el punto de vista de la calidad física, el aspecto ligeramente rechazable. Desde el punto de vista de la calidad química, el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.
- Nacimiento Cerro Verde 2: desde el punto de vista de la calidad física y química, el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

2.1.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico para un sistema de agua es el conjunto de operaciones necesarias para medir extensiones de terreno con el propósito de unir la fuente de abastecimiento de agua con la población a beneficiar.

Para realizar una correcta representación gráfica de planimetría y altimetría en gabinete y diseñar un sistema eficiente, es necesario llevar una correcta representación gráfica en la libreta de campo, anotando los detalles a lo largo del levantamiento topográfico, tales como accidentes geográficos, riachuelos, ríos, quebradas, zanjones, entre otros.

Para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito marca TopconDT-209, King Precision, estatal de aluminio de 4M.

2.1.3.1. Altimetría

Se refiere al conjunto de acciones necesarias para representar gráficamente las alturas medidas a partir de un plano de referencia horizontal. Para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del terreno, se utilizó el método taquimétrico que se basa en la nivelación rápida e indirecta, la cual calcula la altura entre dos puntos a partir de triángulos, rectángulos, ángulos verticales y distancias horizontales.

A continuación se describen las fórmulas usadas en la diferencia de nivel entre dos puntos:

$$CPO = CEA + AI - HM + DH * (\tan (90 - \beta))$$

Donde:

CPO = cota del punto observado

CEA = cota de la estación anterior

AI = altura del instrumento

HM = lectura del hilo medio

β = ángulo vertical

2.1.3.2. Planimetría

Se refiere al conjunto de acciones necesarias para representar gráficamente la superficie de la tierra. El levantamiento empleado en el sistema de agua potable, se ejecutó con una poligonal abierta, tomando como referencia el norte, para su orientación.

El método de conservación de azimut con vuelta de campana, debido a las condiciones que soporta es el ideal para el levantamiento en el área rural, la facilidad en su manejo lo hace propicio tanto en campo como en gabinete, ahorrando tiempo y recursos.

La fórmula para el cálculo de distintas horizontales, es la siguiente:

$$Dh = (H_s - H_i) * 100 * \text{seno}^2 \beta$$

Donde:

Dh = distancia horizontal

Hs = diferencia de hilo superior

H_i = diferencia de hilo inferior

β = ángulo vertical

2.1.4. Diseño del sistema

Para el diseño del sistema de agua potable se tomaron en cuenta varios criterios según norma, para brindar un servicio óptimo y de calidad a la comunidad.

Con los datos monográficos del lugar y el levantamiento topográfico, se determinó aproximadamente el total beneficiarios con el proyecto, siendo este el 77 % de habitantes.

Según el Instituto Nacional de Estadística, la tasa de crecimiento poblacional para el 2014 es de 3,07 %. Con este dato, se determinó la población futura de diseño, manejando un factor de habitantes por vivienda de 8 personas, y se dedujo que el caudal de fuente cumple con lo necesario para brindar el servicio al total de viviendas previstas en el diseño.

Con la información obtenida, se determinaron los parámetros de diseño, tales como dotación, periodo de diseño, caudal medio, caudal de día máximo, caudal de hora máximo, entre otros.

2.1.4.1. Descripción del sistema a utilizar

Para este proyecto, se diseñará un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, se utiliza el régimen forzado para trasladar el agua de ambos nacimientos al tanque de distribución, la distribución en la comunidad se hará por un régimen abierto, que podría beneficiar a la mayor parte de la población.

Por cuestiones de diseño y criterio, se tomó un tanque con dos salidas que trabajen de forma independiente, lo cual permite tener una distribución eficiente. Las tuberías conducen el agua del tanque de almacenamiento a las distintas viviendas con conexiones domiciliarias. Dichas viviendas están ubicadas tanto en sectores altos como sectores bajos y están distribuidas de manera dispersa.

Las condiciones de flora y clima de la comunidad, la hacen rica en recursos hídricos, contando con dos nacimientos que poseen caudal suficiente para beneficiarla a corto, mediano y largo plazo.

Para el diseño de la línea de distribución, conducción y obras de arte se tomaron varias consideraciones y aspectos como: tubería PVC, HG, válvulas, accesorios y pegamento.

2.1.5. Bases de diseño

Las bases técnicas necesarias para el diseño eficiente de un sistema de agua potable por gravedad, requieren de una serie de pasos, lineamientos y normas que contribuyen a definir con exactitud los parámetros óptimos.

Las bases de diseño se presentan continuación, detallando cada una de sus características.

2.1.5.1. Tasa de crecimiento poblacional

Este factor es indispensable para el cálculo de la población de diseño en un proyecto determinado, la tasa proporciona el índice de crecimiento poblacional del área en estudio.

En Guatemala, generalmente se utilizan los datos estadísticos de la Oficina Municipal de Planificación (DPM), ya que en ella se lleva el registro de los datos estadísticos del censo de cada una de las microregiones del municipio. Cuando no se tiene el dato exacto de la comunidad en estudio, se utiliza el dato proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), ya sea del municipio o departamento. Para la aldea El Rancho, se utilizó una tasa de crecimiento poblacional de 3,07 %, según datos estadísticos de los distintos censos elaborados en Alta Verapaz.

2.1.5.2. Población de diseño

La población de diseño determina el total de habitantes y/o viviendas máximas a servir que contarán con el servicio del sistema de agua potable por gravedad, según el período de diseño previsto.

La población de diseño para este proyecto es de 1 817 personas, con la siguiente consideración: en cada una de las viviendas habitan familias de 8 integrantes, por el índice de crecimiento poblacional que se registra en el sector norte de Alta Verapaz.

2.1.5.3. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual la obra prestará el servicio adecuado y satisfactorio a la comunidad. Este período empieza a transcurrir cuando la obra es puesta en marcha, cuando se ejecuta la prueba del sistema. Según la norma de la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (Unepar), se tomó un período de diseño de 20 años.

Unepar recomienda períodos de diseño de 20 a 30 años por obra civil, por lo cual el período de diseño del sistema para la comunidad El Rancho cumple con los requisitos.

Se tomó este período de diseño debido a los factores que influyen en él, vida útil de los materiales, equipo, población a servir, comportamiento de la obra, entre otros.

2.1.5.4. Cálculo de la población futura

Para el cálculo de la población futura de la comunidad El Rancho se utilizó el método de incremento geométrico. A continuación se detalla la fórmula empleada, así como los parámetros utilizados para el cálculo.

Para el cálculo de la población actual de diseño, se determinó un estimado de 8 personas, según datos obtenidos en el levantamiento topográfico, descritos en libreta de campo (22 de mayo de 2014).

Juntamente con los datos registrados en la Dirección Municipal de Planificación, se determinó que con el proyecto se beneficiará a un 77 % del total de habitantes que residen actualmente en la comunidad.

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

Donde:

P_o = población actual de diseño: 992 habitantes, año 2014

r = tasa de crecimiento poblacional: 3,07 %

n = período de diseño: 20 años

P_f = población futura

$$P_f = 992 * (1 + 0,0307)^{20}$$

$$P_f = 1\ 816,17 \text{ habitantes} \approx 1\ 817 \text{ habitantes}$$

2.1.5.5. Dotación y aforo

A continuación se realizan especificaciones en lo que se refiera a la dotación y el aforo para el proyecto.

- Dotación

Es la cantidad de volumen de agua por unidad de tiempo que se asigna a una persona para su consumo, se expresa enlt/hab/día. Algunos factores que influyen al momento de determinar la dotación en el diseño del proyecto son: el clima, recursos hídricos, nivel de vida, actividad productiva, consumo doméstico, entre otros. Esto sirve para estimar la cantidad promedio de agua que consume una persona a lo largo del día para cubrir sus necesidades.

Cada uno de los factores y características de ambas fuentes dieron lugar a utilizar en el diseño una dotación de 100 lt/hab/día. Volumen ubicado en el rango de conexiones prediales o domiciliarias, establecido por el Instituto de

Fomento Municipal (Infom), es cual es factible para beneficiar al total de viviendas rurales.

Tabla I. **Dotaciones indicadas, norma de diseño**

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN
Servicio con base en llenacántaros exclusivamente	30 a 60 lts
Servicio mixto de llenacántaros y conexiones prediales	60 a 90 lts
Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda.	60 a 120 lts
Servido de conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda.	90 a 170 lts
Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual	20 lts

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía Técnica de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. p. 6.

- **Aforo**

Es la operación para medir el volumen de agua por unidad de tiempo en época de verano o estiaje. Esto sirve para determinar el caudal en la época crítica donde se presenta menor cantidad de agua, con el objetivo de mejorar el diseño del sistema. Para determinar el caudal en ambos nacimientos se utilizó el método de incremento volumétrico.

A continuación se detalla la fórmula empleada, así como los parámetros utilizados para el cálculo del caudal de ambas fuentes. La información obtenida se presenta en los cuadros de llenado en un recipiente de 23,1 litros.

$$Q = \frac{\text{volumen}}{t_1 - t_0}$$

$$t_1 - t_0$$

Donde:

t1 = tiempo cuando el recipiente está lleno

t0 = tiempo cuando se pone el recipiente

Tabla II. **Aforo Cerro Verde 1**

Muestra	Volumen	Tiempo	Caudal
1	23,1 litros	11,06 seg	2,09 lt/seg
2	23,1 litros	11,14 seg	2,07 lt/seg
3	23,1 litros	10,84 seg	2,13 lt/seg
4	23,1 litros	11,20 seg	2,06 lt/seg
5	23,1 litros	11,34 seg	2,04 lt/seg
Q Promedio = 2,08 litros/segundo			

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Aforo Cerro Verde 2**

Muestra	Volumen	Tiempo	Caudal
1	23,1 litros	20,34 seg	1,10lt/seg
2	23,1 litros	20,74 seg	1,08lt/seg
3	23,1 litros	20,43 seg	1,09lt/seg
4	23,1 litros	20,20 seg	1,10lt/seg
5	23,1 litros	20,07 seg	1,11lt/seg
$Q_{\text{Promedio}} = 1,09 \text{ litros/segundo}$			

Fuente: elaboración propia.

2.1.5.6. Factores de consumo

Para realizar la estimación de la cantidad de agua requerida a lo largo de la línea de distribución en cada una de las viviendas previstas en el diseño del proyecto, se describen los factores de consumo a utilizar.

- Factor de día máximo: los días de mayor consumo a lo largo del año, su factor varía de 1,2 a 1,8.
- Factor de hora máxima: las horas de mayor consumo a lo largo del día, su factor varia de 2 a 3.

El factor de día máximo en el proyecto fue de 1,3, se utilizó un valor pequeño por el total de familias a beneficiar, con el objetivo de prever el uso simultáneo del sistema.

El factor de hora máximo en el proyecto fue de 2,3, se utilizó un valor pequeño por el total de familias a beneficiar, con el objetivo de prever el uso simultáneo del sistema.

Estos factores son parámetros que deben tomarse en cuenta para el diseño, ya que los mismos varían de acuerdo al uso que se le dé al vital líquido. Con ello, se pretende prever las variaciones de demanda del caudal.

2.1.5.7. Caudal medio diario

Se define como la cantidad del vital líquido consumida por los habitantes de la comunidad a lo largo de 24 horas.

Al no contar con datos técnicos del consumo diario a lo largo de un año en la comunidad El Rancho, se procede calcular el caudal medio por la siguiente ecuación: se multiplica la dotación antes descrita en el inciso 2.1.5.5. por el número de habitantes estimado en el período de diseño, dividiendo este producto en el total de segundos que tiene un día. Este dato se expresa en litros por segundo (l/seg).

$$Q_m = \frac{D * P}{86\ 400}$$

Donde:

D = dotación

P = población futura o de diseño

86 400 = segundos que posee un día

Q_m = caudal medio diario

$$Q_m = \frac{100 \text{ lt/hab/día} * 1\,817 \text{ habitantes}}{86\,400 \text{ seg}}$$

$$Q_m = 2,10 \text{ lt/seg}$$

2.1.5.8. Caudal de día máximo

Caudal de conducción de agua potable desde la fuente de captación hasta el tanque de distribución o almacenamiento, está en función del factor de día máximo y el caudal medio diario.

Se calcula por las variaciones de consumo de agua en un día a lo largo del año, especialmente en época de verano donde se consume más para satisfacer las necesidades de la población. Para estimar el caudal se tiene la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{max. diario}} = \text{fdm} * Q_m$$

Donde:

$Q_{\text{max diario}}$ = caudal máximo diario

fdm = factor de día máximo

Q_m = caudal medio diario

$$Q_{\text{max. diario}} = 1,30 * 2,10 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{\text{max. diario}} = 2,73 \text{ lt/seg}$$

2.1.5.9. Caudal de hora máximo

Caudal de distribución de agua potable desde el tanque de almacenamiento hasta las conexiones domiciliarias, está en función del factor de hora máximo y el caudal medio diario.

Se calcula por las variaciones de consumo de agua en una hora a lo largo del día en un período de un año, especialmente en horas de la mañana cuando se consume más que en horas de la tarde-noche, para satisfacer necesidades como aseo personal, trabajo de campo, agricultura, entre otros.

$$Q_{\text{max. horario}} = f_{\text{hm}} * Q_{\text{m}}$$

Donde:

$Q_{\text{maxhorario}}$ = caudal máximo horario

f_{hm} = factor de hora máximo

Q_{m} = caudal medio diario

$$Q_{\text{max.horario}} = 2,3 * 2,10 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{\text{max. horario}} = 4,83 \text{ lt/seg}$$

2.1.6. Diseño hidráulico

Se presenta un sistema forzado de agua potable por gravedad en el área rural del municipio de San Cristóbal Verapaz. En el área rural es muy frecuente utilizar redes abiertas, por la forma en que se encuentran localizadas y distribuidas cada una de las viviendas.

El diseño contempla la sincronización y dimensionamiento de un conjunto de elementos para el bien común del diseño de agua potable, tornándose de beneficio, tanto económico como funcional, para la comunidad.

2.1.6.1. Ecuaciones, coeficientes y tuberías

Las ecuaciones utilizadas en el diseño del presente proyecto se describen a continuación:

- Ecuación de incremento geométrico, población futura: $P_f = P_o * (1 + r)^n$
- Ecuación de aforo volumétrico: $Q = V / (t_1 - t_0)$
- Ecuación de caudal medio diario: $Q_m = (D * P) / 86\ 400$
- Ecuación de caudal de día máximo: $Q_{\text{max. diario}} = f_{dm} * Q_m$
- Ecuación de caudal de hora máximo: $Q_{\text{max. horario}} = f_{hm} * Q_m$
- Ecuación de continuidad: $v = Q / A$
- Fórmula de Hazen & Williams: $h_f = (1743,811 * L * Q^{1,85}) / (C^{1,85} * D^{4,87})$
- Cálculo de piezométrica final: $P = \text{cota terreno} - \text{pérdida tramo}$
- Presión = Cota terreno - Cota piezométrica
- Fórmula volumétrica del tanque de distribución $V = A * h$
- Total de tubería: $\text{tubos} = L_{\text{tramo}} / l_{\text{tubo}}$

El coeficiente que se deberá tomar en cuenta para este proyecto es el coeficiente de fricción del plástico 150.

Las características de la tubería a utilizar en este proyecto son: diámetro de tubería que varía de ½” pulgada a 4” pulgada, Novaloc, AMANCO Norma ASTM D2241, usada por características como resistencia, fortaleza y flexibilidad.

2.1.6.2. Velocidades y presiones máximas

A continuación se describen las velocidades y presiones máximas del proyecto, las cuales consisten en:

- Velocidades

Por efectos de diseño, en conducciones forzadas se consideran velocidades que varían de 0,4 a 3 m/seg y serán las que se tomarán en cuenta para este proyecto.

- Presiones

A continuación se detalla la presión máxima que puede soportar una tubería PVC, según la norma del fabricante AMANCO. La tabla IV detalla las presiones de tubería utilizadas en el proyecto.

Tabla IV. **Presiones de trabajo y de ruptura en tubería PVC**

Diámetro nominal		Presión de trabajo		Presión de ruptura	
mm	Pulg	lb/pulg ²	kg/cm ²	kg/cm ²	lb/pulg ²
12	½	315	22,1	70,3	1 000
18	¾	250	17,6	56,2	800
25	1	160	11,2	35,2	500
31	1 ¼	160	11,2	35,2	500
38	1 ½	160	11,2	35,2	500
50	2	160	11,2	35,2	500
62	2 ½	160	11,2	35,2	500
75	3	160	11,2	35,2	500
100	4	160	11,2	35,2	500

Fuente: AMANCO. *Catálogo de precios 2014.*

2.1.7. Diseño general del proyecto de abastecimiento de agua

El diseño del sistema de agua potable por gravedad en el área rural de la aldea El Rancho, es abierto, mucho más complejo de trabajar que un circuito cerrado, por la forma en que se encuentran distribuidas las viviendas en la comunidad. Además, debe cumplir criterios básicos de saneamiento y normas establecidas en el país, entre las que se encuentran las de INFOM y UNEPAR. Estas inciden en los criterios técnicos y parámetros de diseño.

Las generalidades de los componentes de un sistema de agua potable por gravedad se describen a continuación, con ejemplos del dimensionamiento, a fin de satisfacer las necesidades de la población.

2.1.7.1. Captación

Obras destinadas a recolectar el agua de una fuente con el fin de proveer un sistema de calidad. Para tal efecto existe una o varias obras de un mismo tipo con diferentes características.

El proyecto de sistema de agua potable por gravedad para la aldea El Rancho cuenta con dos nacimientos de brote definido.

- Captación existente, nacimiento, Cerro Verde 1.
- Captación nueva, se tomará como captación típica, nacimiento, Cerro Verde 2).

2.1.7.2. Conducción

Se refiere al régimen para transportar el caudal de la fuente por una serie de dispositivos que intervienen en su trayecto, a un punto de desfogue final, siendo este un tanque de almacenamiento o distribución.

2.1.7.2.1. Ejemplo de cálculo, tramo de conducción

Este detalla el procedimiento a seguir para cada uno de los tramos en estudio. Ejemplo: conducción del nacimiento Cerro Verde 2 al tanque de distribución o almacenamiento, tramo 1 y 2 del levantamiento topográfico.

- Caudal de día máximo

$$Q_{\text{max. diario}} = f_{\text{dm}} * Q_m$$

$$Q_{\text{max. diario}} = 1,3 * 0,70$$

$$Q_{\text{max. diario}} = 0,91 \text{ lt/seg}$$

Cálculo de diámetro por el método Hazen & Willian: parámetro para identificar un posible diámetro comercial a utilizar en el sistema. (Estación 1 - 2).

- Longitud de tuberías de diseño: longitud real por factor de incremento de 1,05.

$$D = \left(\frac{1.743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * (Cota_{\text{inicial}} - Cota_{\text{final}})} \right)^{1/4,87}$$

$$D = \left(\frac{1.743,811 * 21,82 * 1,05 * 0,91^{1,85}}{150^{1,85} * (996,62 - 994,47)} \right)^{1/4,87}$$

$$D = 1,08 \text{ pulgadas}$$

- Caudal de velocidad:

Se determina usando la fórmula de continuidad:

$$Q = 0,91 \text{ lt/seg} = 0,00091 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$A = \pi D^2/4$$

$$D = 2,66 \text{ pulgadas diámetro teórico} = 0,067564 \text{ metros}$$

$$A = \pi (0,067564)^2/4$$

$$A = 0,00359 \text{ m}^2$$

Con la fórmula de continuidad:

$$V = Q / A$$

$$V = 0,00091 / 0,00359$$

$$V = 0,26 \text{ m/seg}$$

- Pérdida de carga: utilizando el diámetro teórico según el fabricante.

$$hf = (1\,743,811 * L * Q^{1,85}) / (C^{1,85} * D^{4,87})$$

$$hf = (1\,743,811 * 21,82 * 1,05 * 0,91^{1,85}) / (150^{1,85} * 2,66^{4,87})$$

$$hf = 0,03 \text{ metros}$$

- Piezométrica inicial: se toma la piezométrica final del tramo anterior: 999,91 metros.

- Piezométrica final:

$$P = \text{Piezométrica}_{\text{inicial}} - \text{Pérdida}_{\text{tramo}}$$

$$P = 999,91 \text{ metros} - 0,03 \text{ metros}$$

$$P = 999,88 \text{ metros}$$

- Total de tubos a utilizar:

$$\text{Tubos} = L_{\text{tramo}} * 1,05 / l_{\text{tubo}}$$

$$\text{Tubos} = 21,82 \text{ metros} / 6 \text{ metros}$$

$$\text{Tubos} = 3,8$$

Total de tubos a utilizar: 4

Presión PSI: 7,95 lb/pulg²

Nota: la presión de llegada al tanque de distribución o almacenamiento para el tramo de conducción 1 y tramo de conducción 2:

7,73 metros de columna de agua

6,42 metros de columna de agua

En obras de arte, la presión dinámica de llegada deberá ser de 5 metros columna de agua o menor por lo cual, ambas presiones de llegada varían ligeramente, esto para fines de protección y funcionalidad del sistema.

2.1.7.3. Tanque de distribución

Elemento encargado de almacenar y regular el caudal obtenido de la fuente o nacimiento, con el fin de distribuirlo a la comunidad en un tiempo determinado, cubriendo las variaciones de demanda por la población.

Están fabricados de concreto reforzado o mampostería, cubierta de loza de concreto reforzado, boca de inspección sanitaria, de preferencia metálica, hermética y con cierre de seguridad. Consideraciones a tomar en cuenta:

- Acceso cercano a la entrada de la tubería de alimentación, para fines de aforo.
- Tubería de rebalse debe descargar libremente y estar en una cota menor a la cota de tubería de entrada.
- El nivel mínimo del tanque debe ser suficiente para conseguir las presiones adecuadas en el sistema.
- Dispositivos de ventilación protegidos ubicados uno por cada 30 m² de la superficie, como mínimo.
- Escaleras en su interior y exterior para alturas de tanque mayores a 1,20 metros.
- Todas las tuberías deben estar protegidas para evitar la presencia de insectos o animales. Tubería de desagüe y rebose.

El presente proyecto cuenta con un tanque semi enterrado, que permite una estructura más liviana, además, el terreno alrededor puede compensar el empuje ejercido por el agua en las paredes del tanque. Consideraciones a tomar en cuenta:

- Establecer un cerco perimetral, para evitar la entrada de personas o animales o ser usado para disposición de desechos.
- El nivel del tanque debe estar siempre por encima del nivel freático.

- Las paredes del tanque deben salir por lo mínimo, 30 cm de la superficie del tanque.

2.1.7.3.1. Volumen del tanque

Se calcula el volumen del tanque por el método de volumen compensador.

La población tiene un consumo medio de 2,10 lt/seg = 0,00210 m³/seg. Los horarios de consumo se indican en la siguiente tabla, según registro de pobladores de la comunidad El Rancho.

Tabla V. **Porcentajes de consumo**

Hora	Qs %
0-4	8
4-8	12
8-12	31
12-16	26
16-20	15
20-24	8

Fuente: Apuntes del curso de Ingeniería Sanitaria 1.

Tabla VI. **Ejemplo de cálculo, volumen compensador**

	Hora	Qs	Qe %	Diferencia	∑ Dif	
0	4	8	16,7	8,7	8,7	
4	8	12	16,7	4,7	13,3	(a)
8	12	30	16,7	-13,3	0,0	
12	16	26	16,7	-9,3	-9,3	(b)
16	20	16	16,7	0,7	-8,7	
20	24	8	16,7	8,7	0,0	

Fuente: Apuntes del curso de Ingeniería Sanitaria 1.

Volumen compensador, en porcentaje

$$\text{Vol}_{\text{comp}} = \text{Consumo}_{\text{max}} - \text{Consumo}_{\text{min}}$$

$$\text{Vol}_{\text{comp}} = 113,31 - 90,01$$

$$\text{Vol}_{\text{comp}} = 22,7 \%$$

Volumen compensador, en metros cúbicos

$$\text{Vol}_{\text{comp}} = 0,00252 \text{ m}^3/\text{seg} * 22,7 \% * 86\ 400 \text{ seg}$$

$$\text{Vol}_{\text{comp}} = 50 \text{ m}^3$$

Según la norma, el volumen compensador debe estar entre un 25 % y un 40 % del volumen medio diario. Esto, de no contar con un estudio de demanda comunitario.

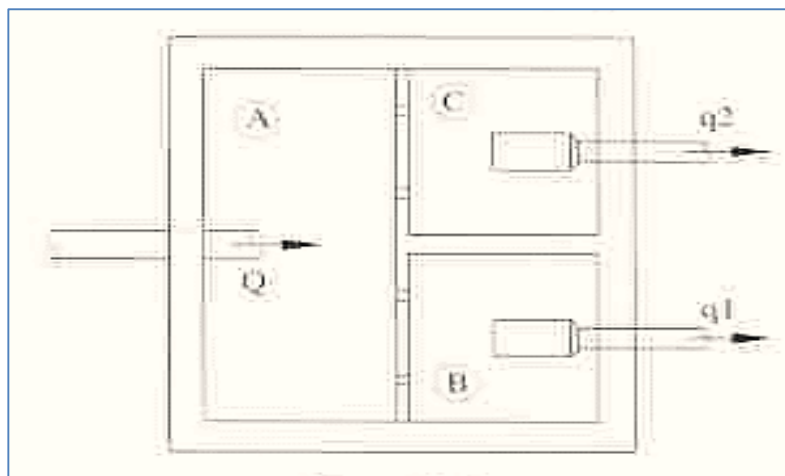
$$\text{Vol}_{\text{comp}} = 0,0021 \text{ m}^3/\text{seg} * 30 \% * 86\ 400 \text{ seg}$$

$$\text{Vol}_{\text{comp}} = 54,43 \text{ m}^3$$

Con los datos obtenidos se determinó emplear un tanque semienterrado, cuyo volumen de almacenamiento y regulación de caudal sea de 50 m^3 . Sus dimensiones son:

Relación 2 a 1: se determina denominando la base a como dos veces la longitud b. La altura es de 1,60 metros para instalar escalares interiores y exteriores.

Figura 5. **Tanque de distribución con salida doble**



Fuente: Comité Sectorial de Agua y Saneamiento. *Boletín informativo*. p. 32.

$$V = A * h$$

$$V = 2a * a * h$$

$$50 \text{ m}^3 = 2a * a * 1,60$$

$$a = 3,9 \text{ m}$$

$$b = 8,10 \text{ m}$$

Base = 3,9 metros

Longitud = 8,10 metros

Altura = 1,60 metros

2.1.7.4. Línea de distribución

La distribución se refiere al régimen de transportar el caudal del tanque de distribución (caudal de hora máximo), por una serie de líneas, redes, válvulas y otros dispositivos de control de flujo que intervienen en el trayecto del sistema, a un punto de llegada que generalmente es una conexión domiciliar.

2.1.7.4.1. Ejemplo de cálculo, tramo de distribución

A continuación se detalla el procedimiento a seguir para cada uno de los tramos en estudio.

Ejemplo: distribución de línea de conducción del ramal número 1 a la conexión domiciliar, tramo 13 y 14 del levantamiento topográfico.

- Caudal de día máximo

$$Q_{\text{max. horario}} = f_{\text{hm}} * Q_m$$

$$Q_{\text{max. horario}} = 2,3 * 0,81$$

$$Q_{\text{max. horario}} = 1,87 \text{ lt/seg}$$

Cálculo de diámetro por el método Hazen & Willian: parámetro a utilizar para determinar un posible diámetro comercial a utilizar. (Estación 13 -14).

- Longitud de tuberías de diseño: longitud real por factor de incremento 1,05.

$$D = (((1\ 743,811 * L * Q^{1,85}) / (C^{1,85} * (Cota\ inicial - Cota\ final))))^{1/4,87}$$

$$D = (((1\ 743,811 * 12,40 * 1,05 * 1,87^{1,85}) / (150^{1,85} * (969,81 - 965,83))))^{1/4,87}$$

$$D = 1,11\ \text{pulgadas}$$

- Caudal de velocidad

Se determina usando la fórmula de continuidad:

$$Q = 1,87\ \text{lt/seg} = 0,00187\ \text{m}^3/\text{seg}$$

$$D = 2,66\ \text{pulgadas diámetro teórico} = 0,067564\ \text{metros} \quad A = \pi D^2/4$$

$$A = \pi (0,067564)^2/4$$

$$A = 0,003585\ \text{m}^2$$

Fórmula de continuidad:

$$V = Q / A$$

$$V = 0,00187 / 0,003585$$

$$V = 0,53\ \text{m/seg}$$

- Pérdida de carga: utilizando el diámetro teórico según el fabricante.

$$hf = (1\ 743,811 * L * Q^{1,85}) / (C^{1,85} * D^{4,87})$$

$$hf = (1\ 743,811 * 12,40 * 1,05 * 1,87^{1,85}) / (150^{1,85} * 2,66^{4,87})$$

$$hf = 0,06\ \text{metros}$$

- Piezométrica inicial: se toma la piezométrica final del tramo anterior: 971,80 metros.
- Piezométrica final:

$$P = \text{Piezométrica}_{\text{inicial}} - \text{Pérdida}_{\text{tramo}}$$

$$P = 971,80 \text{ metros} - 0,06 \text{ metros}$$

$$P = 971,74 \text{ metros}$$

- Total de tubos a utilizar:

$$\text{Tubos} = L_{\text{tramo}} * 1,05 / l_{\text{tubo}}$$

$$\text{Tubos} = 12,40 \text{ metros} * 1,05 / 6 \text{ metros}$$

$$\text{Tubos} = 2,17$$

$$\text{Total de tubos a utilizar: } 3$$

- Presión PSI: 8,69 lb/pulg²

2.1.7.5. Red de distribución

El proyecto cuenta con una distribución abierta por ser área rural, el cálculo se establece considerando que las presiones de servicio en cualquier punto están limitadas entre 10 y 60 metros columna de agua según la norma.

Consideraciones: presiones mínimas con respecto a la menor altura en viviendas rurales, en la red de distribución.

- Mínima 10 metros (presión de servicio)
- Máxima 60 metros (presión de servicio)

2.1.8. Presupuesto

- Costos directos: mano de obra calificada, no calificada, prestaciones laborales, materiales de construcción y transporte de materiales.
- Costos indirectos: supervisión técnica, imprevistos, costos de administración, utilidad, asumiendo un costo total indirecto del 40 %.
- Consideraciones: para mano de obra se estimó el salario mínimo establecido por la ley. Precio de los materiales, se tomó con base en el precio que se maneja en la cabecera municipal o departamental.

En la tabla VII se indican los renglones de trabajo, los cuales fueron tomados con base en el cálculo y cuantificación de materiales según planos, además, levan la secuencia lógica de ejecución.

Tabla VII. **Presupuesto general, agua potable**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo por renglón
1	Captación típica sellada				
1.1	Captación típica sellada	1	Unidad	Q 15 595	Q 15 594,80
2	Línea de conducción				
2.1	Instalación tubos PVC Ø VARIABLE	1 269	ML	Q 42	Q 53 936,07
3	Hipoclorador				
3.1	Hipoclorador	1	Unidad	Q 6 297	Q 6 296,68
4	Tanque de distribución de 50 m3				
4.1	Tanque de distribución de 50 m3	1	Unidad	Q 171 991	Q 171 991,03
5	Línea de distribución				
5.1	Instalación tubos PVC Ø VARIABLE	3 224	ML	Q 37	Q 120 354,27
6	Conexiones domiciliars				
6.1	Conexiones domiciliars	123	Unidad	Q 732	Q 90 029,70
8	Caja válvula control de flujo				
8.1	Caja válvula control de flujo	4	Unidad	Q 3 440	Q 13 759,46
9	Caja válvula de limpieza				
9.1	Caja válvula de limpieza	1	Unidad	Q 2 598	Q 2 597,89
10	Varios				
10	Transporte, maquinaria y otros.	1	Global	Q 23 390	Q 23 389,87
					Q490 983,89

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Cronograma ejecución físico-financiero

A continuación se detalla el cronograma físico-financiero, el cual sirve para organizar los tiempos de trabajo de cada una de las actividades de ejecución y operación del proyecto. En él se prevé un sistema de calidad adecuado para el ahorro de recursos, favoreciendo el factor tiempo.

Tabla VIII. Cronograma de ejecución físico-financiero

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Porcentaje de Renglon	Costo por renglon	Duración de la Obra 5 meses 1/2											
						MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6						
						S-1 S-2 S-3 S-4	S-5 S-6 S-7 S-8	S-9 S-10 S-11 S-12	S-13 S-14 S-15 S-16	S-17 S-18 S-19 S-20	S-21 S-22 S-23 S-24						
1	Captación típica sellada																
1.1	Captación típica sellada	1	Unidad	3.18	Q. 15,594.80												
2	Línea de conducción																
2.1	Instalación tubos PVC Ø VARIABLE	1269	ML	9.57	Q. 46,970.20												
3	Hipoclorador																
3.1	Hipoclorador	1	Unidad	1.28	Q. 6,296.68												
4	Tanque de distribución de 50 m3																
4.1	Tanque de distribución de 50 m3	1	Unidad	35.03	Q.171,991.03												
5	Línea de distribución																
5.1	Instalación tubos PVC Ø VARIABLE	3224	ML	24.51	Q.120,354.27												
6	Conexiones domiciliare																
6.1	Conexiones domiciliare	123	Unidad	18.34	Q. 90,029.70												
8	Caja válvula control de flujo																
8.1	Caja válvula control de flujo	4	Unidad	2.80	Q. 13,759.46												
9	Caja válvula de limpieza																
9.1	Caja válvula de limpieza	1	Unidad	0.53	Q. 2,597.89												
10	Varios																
10	Transporte, maquinaria y otros.	1	Global	4.76	Q. 23,389.87												
				100.00	Q. 490,984												
Porcentaje Mensual Ejecutado						11.13	21.27	35.26	20.88	9.17	2.29						
Porcentaje Mensual Acumulado						11.13	32.40	67.66	88.54	97.71	100.00						
Desembolso mensual						Q. 54,641.4	Q. 104,418.11	Q. 173,120.82	Q. 102,535.00	Q. 45,014.85	Q. 11,253.71						
Desembolso mensual acumulado						Q. 54,641.4	Q. 159,059.51	Q. 332,180.33	Q. 434,715.33	Q. 479,730.18	Q. 490,983.89						
Tiempo trabajado																	

Fuente: Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

2.1.10. Elaboración de planos

Los planos del proyecto de agua potable por gravedad presentan los detalles de cada uno de los elementos que componen el sistema, los cuales son topografía, conjunto hidráulico, planta y perfiles.

Los planos del sistema se presentan al final del informe, (ver apéndice) y son los siguientes:

- Planta general del sistema de agua potable por gravedad
- Plantas y perfiles (conducción y distribución)
- Detalle de tanque de distribución 50 m³
- Detalle de tanque de captación típica
- Detalle de válvula de control de flujo
- Detalle de válvula de limpieza
- Detalle de hipoclorador
- Conexión domiciliar

2.1.11. Evaluación de impacto ambiental

Es la determinación de los posibles daños generados por la actividad humana al momento de la ejecución del proyecto, con el fin de identificar y describir las acciones a tomar en cuenta para solucionar y solventar este hecho. Para este proyecto se describen las medidas de mitigación que minimizan los efectos en la comunidad.

El área de influencia para el proyecto es la aldea El Rancho, sector rural ubicado a 13 kilómetros del casco urbano del municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.

Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde proteger los sistemas naturales y de sustento a la vida en toda manifestación, para lo cual se crearon criterios técnicos y consideraciones. Se pretende solventar este hecho con medidas de mitigación, las cuales deben tomarse en cuenta en la evaluación del impacto generado por el proyecto, valorando así los efectos que ocasione, ya sean directos o indirectos, afectando por ejemplo las condiciones del suelo, cultivos, flora, paisaje, entre otros, como daño auditivo generado por las máquinas, vibraciones.

Estas consideraciones ambientales deben estar incluidas en la planificación y asegurar que se cumplan al momento de la ejecución y operación del proyecto.

El proyecto pretende brindar un mejor servicio a la comunidad aumentando el número de beneficiarios, estos valores reflejan y hacen ver el impacto positivo que tendrá el proyecto. Sin embargo, al momento de ejecución del proyecto se afectará al medio ambiente y se generarán dificultades en el tránsito, además de un cambio reversible en el suelo, eventos que sean considerados como negativos.

2.1.12. Medidas de mitigación, impacto ambiental

Mediante la utilización de las medidas de mitigación se pretende reducir el daño que cause el proyecto en cada una de sus etapas.

Algunos de los elementos ambientales que pueden ser afectados directa o indirectamente son: suelo, atmósfera, ambiente sonoro, paisaje, flora, entre otros. Algunas de las causas de estos daños son el polvo o la basura.

Mediante las visitas de campo y el levantamiento topográfico de la comunidad se pudo observar el área de influencia, con ello se pretende evaluar tanto las variables y características físicas como culturales, basándose en elementos de la *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente* 68-86.

A continuación se describen las medidas de mitigación del informe técnico, para monitoreo de las fases del proyecto, con alternativas para evitar un daño severo al medio ambiente.

Tabla IX. **Medidas de mitigación 1**

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Ruido	Nivel de ruido	Realizar trabajos de mezcla y excavación en horarios diurnos (en caso de utilizar mezcladora o algún otro equipo).
Vial	Accesibilidad	Señalizar la etapa ejecución y operación, para reducir el congestionamiento vehicular.
Suelo	Estructura del suelo	Ejecución del proyecto en tiempo de cosecha. Daños mínimos en agricultura, siembra de maíz. Realizar el trabajo en áreas estrictamente necesarias.
Vegetación	Cubierta vegetal	Recuperar el entorno donde se vea afectada directamente la vegetación.
Paisaje	Visual	Recuperar el entorno visual, retirando materiales y residuos luego de finalizado el proyecto
Paisaje	Desecho sólido	Para evitar contaminación de excretas y aguas servidas por mano de obra que presta sus servicios para la ejecución del proyecto, se debe instalar letrinas móviles

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Medidas de mitigación, efectos adversos al proyecto**

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Flora	Deforestación, en áreas aledañas a ambos nacimientos	Reforestar aguas arriba del nacimiento. Motivar y capacitar a la población en el manejo de la conservación de las fuentes de agua.
Suelo	Contaminación de suelo y agua por actividad agrícola en áreas aledañas al nacimiento Cerro Verde 1.	Reducir el uso de plaguicidas por actividad agrícola, capacitando a la comunidad para reducir la contaminación del suelo. Incentivar a la comunidad en el daño que puede ocasionar, para un manejo adecuado e integral del área de influencia.
Calidad de agua	Enfermedades	Por la actividad agrícola se recomienda potabilizar el agua de manera que sea apta para el consumo humano.

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. Análisis socioeconómico

El análisis socioeconómico de proyectos se realiza por medio de métodos matemáticos que permiten conocer la rentabilidad, evaluando la inversión a largo plazo. A continuación se detalla el análisis financiero del proyecto de agua potable para la aldea El Rancho.

2.1.13.1. Valor presente neto

Consiste en transformar la inversión monetaria, a través del tiempo en valores actuales, con el fin determinar si el proyecto es rentable o no.

Costo de ejecución: Q 498 057,55

Costo de operación y mantenimiento: 1 000 * 12 meses = 12 000,00

Pago de conexión domiciliar: Q 50,00 * 123 viviendas = Q 6 150,00

Pago de tarifa anual: Q 10,00 * 123 viviendas * 12 meses = Q 14 760,00

Valor presente neto = ingresos – egresos

$$\text{VPN} = 6\,150 + 14\,760 (1+0,11)^{20} - 498\,057,55 - 12\,000 (1 + 0,11)^{20}$$

$$\text{VPN} = 125\,149,72 - 587\,731,63$$

$$\text{VPN} = - 469\,655,57$$

Tal como se muestra, el valor es negativo, por lo tanto el proyecto tendrá una inversión no recuperable, ya que se trata de un proyecto de carácter social.

2.1.13.2. Tasa interna de retorno

Es un método de valoración que determina si el proyecto generado por una inversión, es rentable o no.

Por el orden en que se encuentran tanto el ingreso como el egreso, el período de tiempo se simplifica, quedando de la siguiente manera.

- Se utiliza una tasa de interés del 13 %
 $\text{VPN} = - 491\,907,55 + 2\,760 (1 + 0,13)^{20}$
 $\text{VPN} = - 460\,103,83$
- Se utiliza una tasa de interés del 30 %
 $\text{VPN} = - 491\,907,55 + 2,760 (1 + 0,30)^{20}$
 $\text{VPN} = 32\,629,45$
- Interpolación

32 629,45	i = 30 %
0	i
- 460 103,83	i = 13 %

i = 29 % tasa efectiva mensual de retorno.

2.2. Diseño del sistema de drenaje sanitario en la aldea Chiyuc, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz

El proyecto tiene lugar en la aldea Chiyuc del municipio de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz. La propuesta de diseño se plantea por el ordenamiento sanitarista efectuado por la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, que pretende reducir el índice de enfermedades y contaminación que se registra actualmente en la comunidad por la exposición de aguas servidas.

2.2.1. Descripción general del proyecto

Este problema no solo afecta a la comunidad en cuestión, ya que genera daño directo e indirecto a personas, flora, fauna y recursos hídricos. Este deterioro se evidencia por el riachuelo que cruza las inmediaciones de la comunidad y recorre la carretera donde confluye con otros riachuelos, desembocando en la laguna Chichojo, ubicada en el casco urbano.

La población se vio en la necesidad de pedirle a la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, que le permita contar con un diseño completo de drenaje sanitario, ya que afecta a los pobladores de distintos sectores. Se pretende brindar el servicio a 810 personas que actualmente residen en la comunidad, por las condiciones del terreno el sistema solo podrá satisfacer a cierto

porcentaje de familias, ya que algunas viviendas se encuentra ubicadas en partes bajas y la pendiente no lo permite.

El diseño permitirá reducir los índices de morbilidad y contaminación ambiental. El proyecto se realizará a lo largo de la carretera principal, contando con tres subramales para los sectores periféricos de la comunidad.

La red tiene una longitud de 2 245 metros a lo largo de la carretera 7-W que comunica a la aldea Chiyuc con el casco urbano del municipio de San Cristóbal Verapaz. Debido a las condiciones del terreno (montañoso, accidentado y con pendientes muy pronunciadas), la línea principal del colector no puede conectarse con el colector del casco urbano, por lo cual se plantearon tratamientos primarios y secundarios en terrenos próximos a la comunidad.

Se diseñaron 41 pozos de visita, los cuales se construirán según especificaciones técnicas, normas de diseño, normas de materiales según fabricante y reglamento de construcción.

La tubería a utilizar será PVC, Norma ASTM F 949, con variación de diámetro de 4" a 6" pulgadas. La pendiente donde tendrá cabida la tubería, así como velocidades máximas y mínimas y el tirante en tubería se tomaron de acuerdo a las normas del Instituto de Fomento Municipal (Infom). Sin embargo, algunos criterios de diseño como profundidad del colector, ancho de zanja y otros, se tomaron con base en la norma del fabricante (AMANCO).

2.2.2. Levantamiento topográfico

Es el conjunto de operaciones necesarias para medir extensiones de terreno, con el propósito de unir la línea principal donde circularán las aguas

servidas a un punto de desfogue, incluyendo todo elemento que pueda influir en el diseño, como calles, edificaciones, postes de luz, entre otros.

Para realizar una correcta representación gráfica de planimetría y altimetría en gabinete, y diseñar un sistema eficiente, es necesario llevar una correcta representación gráfica en la libreta de campo con los detalles como accidentes geográficos, riachuelos, ríos, quebradas, zanjones, entre otros.

Para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito marca Topcon DT-209, King Precision, estatal de aluminio de 4M.

2.2.2.1. Altimetría

Se refiere al conjunto de acciones necesarias para representar gráficamente las alturas medidas a partir de un plano de referencia horizontal. Para determinar las diferentes elevaciones y pendientes del terreno, se utilizó el método taquimétrico que se basa en la nivelación rápida e indirecta, la cual calcula la altura entre dos puntos a partir de triángulos rectángulos, ángulos verticales y distancias horizontales.

A continuación se describen las fórmulas usadas en la diferencia de nivel entre dos puntos:

$$CPO = CEA + AI - HM + DH * (\tan (90 - \beta))$$

Donde:

CPO = cota del punto observado

CEA = cota de la estación anterior

AI = altura del instrumento
HM = lectura del hilo medio
 β = ángulo vertical

2.2.2.2. Planimetría

Se refiere al conjunto de acciones necesarias para representar gráficamente la superficie de la tierra. El levantamiento empleado en el sistema de drenaje sanitario se ejecutó con una poligonal abierta, tomando como referencia el norte, para su orientación.

El método de conservación de azimut con vuelta de campana, debido a las condiciones que soporta, es el ideal para el levantamiento en área rural. La facilidad en su manejo lo hace propicio tanto en campo como en gabinete, ahorrando tiempo y recursos.

La fórmula para el cálculo de distancias horizontales, es la siguiente:

$$D_h = (H_s - H_i) * 100 * \text{seno}^2 \beta$$

Donde:

D_h = distancia horizontal
 H_s = diferencia de hilo superior
 H_i = diferencia de hilo inferior
 β = ángulo vertical

2.2.3. Diseño del sistema

Para el diseño del sistema de recolección y disposición de excretas, se deben tomar en cuenta parámetros que sean accesibles, aceptado social y culturalmente. Además, deben cumplir con las características de rentabilidad y ser capaces de satisfacer las necesidades de saneamiento de las comunidades.

2.2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

Por las condiciones de densidad poblacional y de las viviendas el sistema a utilizar será un sistema sanitario convencional.

Este proyecto pretende captar las aguas servidas de cada una de las viviendas previstas en el diseño, para luego recolectarlas y conducir las a lo largo de la línea principal a un punto de desfogue para su tratamiento respectivo, ubicado en un terreno aledaño a la carretera 7-W.

Se excluyen las aguas pluviales provenientes de las viviendas u otras superficies de la comunidad.

2.2.4. Bases de diseño

Las bases técnicas necesarias para el diseño eficiente de un sistema de drenaje sanitario requieren de una serie de pasos, lineamientos y normas que contribuyen a definir con exactitud los parámetros óptimos.

Las bases técnicas del diseño de drenaje sanitario se presentan a continuación, detallando cada una de sus características.

2.2.4.1. Tasa de crecimiento poblacional

Este factor es indispensable para el cálculo de la población en un proyecto determinado, la tasa proporciona el índice de crecimiento poblacional del área en estudio.

En Guatemala, generalmente se utilizan los datos estadísticos de la Oficina Municipal de Planificación (DPM), ya que en ella se lleva el registro de los datos estadísticos del censo de cada una de las microregiones del municipio.

Cuando no se cuenta con el dato exacto de la comunidad en estudio, se utiliza el dato proporcionado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) ya sea del municipio o departamento. Para la aldea Chiyuc, se utilizó una tasa de crecimiento poblacional de 3,07 %, según datos estadísticos de los distintos censos elaborados en Alta Verapaz.

2.2.4.2. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual la obra prestará el servicio adecuado y satisfactorio en la comunidad. Este período empieza a transcurrir cuando la obra es puesta en marcha.

El Infom recomienda períodos de diseño de 30 a 40 años por obra civil. Para el diseño del alcantarillado sanitario se tomó un período de 35 años debido a los factores que lo influyen, como vida útil de los materiales, equipos, población a servir, comportamiento de la obra, entre otros.

2.2.4.3. Cálculo de población futura

La aldea Chiyuc, ubicada a 5 km del casco urbano, es una de las comunidades más pobladas del municipio de San Cristóbal Verapaz. El promedio de habitantes por vivienda es de 6 personas, según cálculo obtenido en el levantamiento topográfico, descrito en la libreta de campo (11 de julio de 2014). Es una comunidad estable, con alto grado de escolaridad en comparación con las demás comunidades, lo cual influye en los índices de crecimiento poblacional. El método geométrico se asemeja más al área rural, por el crecimiento exponencial de la gráfica.

A continuación se detalla la fórmula empleada, así como los parámetros que influyen en el cálculo.

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

Donde:

P_o = población actual de diseño: 810 habitantes, año 2014

r = tasa de crecimiento poblacional: 3,07 %

n = período de diseño: 35 años

P_f = población futura

$$P_f = 810 * (1 + 0,0307)^{35}$$

$$P_f = 2\,334,08 \text{ habitantes} \approx 2\,335 \text{ habitantes}$$

2.2.4.4. Factor de Hardmon

Es el valor estadístico de flujo instantáneo que determina la probabilidad de usuarios que estarán haciendo uso simultáneo del servicio.

A continuación se detalla el cálculo del factor.

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

Donde:

FH = factor de Hardmon

P = población actual o futura, acumulada en miles

Se deberá realizar el cálculo para cada uno de los tramos de diseño que va a lo largo de la línea de conducción.

2.2.4.5. Caudal sanitario

Es el caudal que circula en el drenaje sanitario a lo largo de la línea de conducción hasta un punto de descarga o desfogue.

El caudal sanitario está constituido por las suma de los caudales que puedan influir en el aumento del volumen de cauce en determinada tubería. Los caudales que contribuyen al aumento de volumen de arrastre de aguas servidas son: el domiciliario, el comercial, el industrial, el de conexiones ilícitas y el de infiltración.

La fórmula para el cálculo del caudal sanitario se describe a continuación:

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

Donde:

Q_{san} = caudal sanitario

Q_{dom} = caudal doméstico

Q_{com} = caudal comercial

Q_{ind} = caudal industrial

Q_{ci} = caudal por conexiones ilícitas

Q_{inf} = caudal de infiltración

Por ser un área rural no se tomaron en cuenta algunos caudales, por ejemplo:

- Caudal industrial: se desprecia por no presentar industrias o plantas que generen fuentes de empleo y desarrollo. De no contar con un estimado de dotación a servir, puede utilizarse una variación 1 600 a 1 800 lt/industria/día.
- Caudal comercial: se desprecia por no presentar ningún comercio como hoteles, restaurantes, entre otros. De contar con este caudal se estima en una dotación de 600 a 300 lt/comercio/día.
- Caudal de infiltración: el caudal de infiltración se desprecia al no presentar ingreso de agua freática en la tubería, por el tipo de juntas, la mano de obra y tipo de material ya que el diseño contempla tubería PVC, norma ASTM F 949. En caso de tener previsto en el diseño el uso de tubería de concreto se tomará en cuenta este caudal.

Según sección 2.2.4.5.1 y sección 2.2.4.6, el caudal sanitario es:

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{ci}$$

$$Q_{san} = 2,11\text{lt/seg} + 0,211\text{lt/seg}$$

$$Q_{san} = 2,11\text{lt/seg}$$

- Dotación

Es la cantidad de volumen de agua por unidad de tiempo que se asigna a una persona por consumo, se expresa en lt/hab/día. Algunos factores que influyen al momento de determinar la dotación en el diseño del proyecto son: clima, recursos hídricos, nivel de vida, actividad productiva, consumo doméstico, entre otros. La dotación asignada fue de 100 lt/hab/día por las características de la comunidad, aledaña al casco urbano, la cual cuenta con servicios como energía eléctrica, capacidad productiva, es una comunidad en vías de desarrollo.

- Factor de retorno

Es el porcentaje de desfogue al sistema de drenaje sanitario, se considera que oscila alrededor del 75 % al 90 %. Por la dotación de litros consumidos a lo largo del día por persona, se sabe que el consumo es por lo general para fines domésticos, aseo personal, lavado de alimentos, entre otros. Por ser área rural se determina un factor de retorno del 80 %, valor alto, ya que el uso es por lo general en vivienda familiar, no contando con industrias, comercios ni agricultura por lo cual el desfogue de agua no repercute en la cubierta natural del suelo.

- Caudal doméstico

Es el utilizado en cada una de las viviendas, también puede definirse como la cantidad de agua drenada en el alcantarillado sanitario por los habitantes de la comunidad en un período determinado. Este se calcula multiplicando la dotación, a criterio del diseñador, por el número de habitantes de la comunidad, por el factor de retorno, dividido los segundos que tiene un día.

Fórmula para el cálculo de caudal domiciliar:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * Núm. hab * F.R}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (lts/seg)

Dot = dotación (lts/hab/día)

Núm. hab = número de habitantes

FR = factor de retorno

$$Q_{dom} = \frac{100 \text{ lt/hab/seg} * 2\ 284 \text{ hab} * 0,8}{86\ 400}$$
$$Q_{dom} = 2,11 \text{ lt/seg}$$

- Caudal por conexiones ilícitas

Para el cálculo del caudal por conexiones ilícitas se toma como parámetros de diseño el coeficiente de escorrentía, área factible ilícitamente entre otros. Pero, por ser un área rural y no contar con datos técnicos en cuanto

a información hidrológica, se tomó un factor del 10 % del caudal domiciliar, generado por patios y canales de viviendas, las cuales involuntariamente son drenadas al drenaje sanitario.

$$Q_{ci} = 10 \% * Q_{dom}$$

$$Q_{ci} = 10 \% * 2,11 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{ci} = 0,211 \text{ lt/seg}$$

2.2.4.6. Factor de caudal medio

Al tener el cálculo de cada uno de los caudales antes mencionados, se procede a integrar los factores para obtener el caudal medio, el cual mantiene relación con la descarga de aguas servidas por persona en la tubería. Según el Infom, el rango varía de 0,002 a 0,005.

Para el diseño se debe tomar como prioridad el calculado, en caso que sea menor o mayor, el dato a utilizar es el límite más cercano entre 0,002 y 0,005.

$$f_{qm} = \frac{Q_{san}}{P_f}$$

Donde:

f_{qm} = factor de caudal medio

Q_{san} = caudal sanitario

P_f = población futura

$$f_{qm} = \underline{2,11\text{lt/seg}}$$

2 335 hab

$$f_{qm} = 0,0009$$

Por el valor obtenido, el factor de caudal medio a utilizar es de 0,002

2.2.4.7. Caudal de diseño

Se define como la cantidad de agua servida que descarga cada una de las viviendas, comercios o industrias a lo largo de la línea de conducción, donde esta fluye. Se calcula integrando el número de habitantes por el factor de Hardmon y por el factor de caudal medio.

A continuación se detalla el cálculo de diseño:

$$Q_{dis} = \text{Núm. hab} * FH * f_{qm}$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño

Núm. hab = número de habitantes futuros acumulados

FH = factor de Hardmon

f_{qm} = factor de caudal medio

Este cálculo debe realizarse para cada uno de los tramos de diseño.

2.2.5. Velocidades recomendadas

Las velocidades recomendadas son aquellas que se encuentran entre un mínimo de transporte o arrastre para sólidos en suspensión, de tal manera que no sedimenten en el alcantarillado, y un máximo que no tenga efectos dañinos en la tubería, las cuales podrían causar problemas como taponamientos o desgaste en las paredes del acueducto.

2.2.5.1. Máximo y mínimo

Las velocidades máximas y mínimas que indica el Instituto de Fomento Municipal varían de 0,6 a 2,5 m/seg, estas se aplican para efectos de diseño, tanto para tubería de concreto como PVC

Cabe resaltar que, para efectos de diseño y por características del material, el fabricante recomienda los límites de velocidad con los que pueda trabajar la tubería Novafort, las cuales varían de 0,6 a 5 m/seg. En tramos iniciales podría utilizarse una velocidad menor (0,4 m/seg) debido a la influencia de varios elementos, por ejemplo caudal de arrastre de sólidos en suspensión.

Para efectos de diseño del proyecto, la velocidad mínima a utilizar será de 0,6 m/seg y la máxima de 5 m/seg, tomando en cuenta la norma del fabricante.

2.2.5.2. Fórmula de Manning

Se utiliza para el cálculo de velocidades a sección llena, en cada uno de los tramos del drenaje sanitario para tubería circular tipo PVC.

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

Donde:

V = velocidad de flujo a sección llena

Rh = radio hidráulico

S = pendiente de la gradiente hidráulica

n = coeficiente de rugosidad de Manning (concreto 0,014 y PVC 0,009)

2.2.6. Diámetros recomendados

Los diámetros recomendados son los necesarios para que el sistema trabaje de forma eficiente, por razones de limpieza, evitando socavamiento y desgaste de las paredes de tubería, entre otros. Este es un factor determinante para el diseño al igual que las velocidades, el cambio de pendiente del terreno y las nuevas conexiones a lo largo del tramo.

2.2.6.1. Máximo y mínimo

El Instituto Nacional de Fomento indica que los diámetros mínimos a utilizar en un proyecto de alcantarillado sanitario, varían según las características del material a utilizar:

- Tubería de concreto de 8”.
- Tubería PVC será de 6”.
- Para las conexiones domiciliarias, el diámetro mínimo de tubería de concreto será de 6” y tubería PVC de 4”.

Para efectos de diseño, el diámetro mínimo a utilizar será de 4" en conexiones domiciliarias y el máximo de 6", con tubería Novafort, norma ASTM F949.

2.2.7. Cotas invert

Es la altura media desde la parte inferior de la tubería, hasta la superficie del terreno, lo cual determina la profundidad a la cual será colocado el tubo. Se calcula con base en la pendiente y distancia del terreno.

Para el cálculo de cotas invert se debe tener en cuenta los perfiles del terreno, para ello es necesario abocarse al estudio altimétrico, obtenido en gabinete por el método de taquimetría.

A continuación se describen los cálculos de las cotas invert de entrada y salida de aguas servidas, a lo largo del alcantarillado sanitario.

$$CIE = CT_{\text{inicial}} - H_{\text{pozo inicial}}$$

$$CIS = CT_{\text{final}} - H_{\text{pozo final}}$$

Donde:

CIE = cota invert de entrada

CIS= cota invert de salida

CT_{inicial} = cota de terreno al inicio del tramo

CT_{final} = cota de terreno al final del tramo

$H_{\text{pozo inicial}}$ = altura del pozo, aguas arriba

$H_{\text{pozo final}}$ = altura del pozo, aguas abajo

El cálculo se realiza para cada uno de los tramos de diseño.

2.2.8. Pendientes máxima y mínima

Una pendiente es la inclinación que adopta el suelo con respecto a la horizontal. En un proyecto de alcantarillado sanitario, el manejo de pendientes determina el tener pozos de visita de gran dimensión. Los terrenos montañosos, quebrados y accidentados, influyen al momento del diseño. La pendiente de la tubería debe seguir la pendiente del terreno, para reducir recursos.

La pendiente de tubería utilizada en la línea de drenaje sanitario se calcula restando ambos puntos de referencia, dividido por la longitud que los separa.

Para efecto de diseño, es primordial contar con las cotas invert tanto de salida como de llegada. Los elementos hidráulicos a tomar en cuenta para el cálculo de pendiente son el caudal, la velocidad y el tirante. El cálculo se realiza para cada uno de los tramos de diseño.

$$P \% = \frac{(CIE - CIS) * 100}{L}$$

Donde:

P % = pendiente de tubería

CIE = cota invert aguas arriba

CIS = cota invert aguas abajo

L = longitud en estudio

Según norma de diseño, la pendiente utilizada no debe ser mayor a 11 %.

2.2.9. Relación hidráulica

Para el cálculo hidráulico es necesario tener valores que representen en las relaciones q/Q , v/V , d/D , las cuales indican los parámetros de caudal parcialmente lleno con caudal a sección llena, velocidad de diseño con velocidad a sección llena. Estas relaciones indican los lineamientos a seguir para un funcionamiento correcto del sistema.

También debe tomarse en cuenta el caudal que circula en cada una de las tuberías, o el tirante hidráulico, el cual debe estar en un 74 %, como máximo, para evitar daños en la tubería por arrastre de sólidos en suspensión, como arena, grava, o algún otro material.

2.2.9.1. Parámetros de diseño

Los datos que influyen en el cálculo de bases hidráulicas en una sección de tubería parcialmente llena son: área, velocidad y radio hidráulico.

Para facilitar este cálculo se utiliza la tabla de relaciones hidráulicas, la cual relaciona las bases hidráulicas de una alcantarilla de sección transversal circular a sección parcialmente llena, con el caudal de diseño, indicando un dato que determina los valores de las relaciones v/V , d/D , a/A .

No debe olvidarse que estos parámetros deben cumplir con las condiciones de diseño antes descritas.

2.2.9.2. Relaciones hidráulicas

A continuación se describe el uso de la tabla de relaciones hidráulicas para el diseño del proyecto. Se determina primero el caudal a sección llena y el caudal de diseño, su relación determina el dato q/Q . Se verifica en la tabla, si no fuese posible encontrar el dato, se toma el valor más próximo.

En la columna de la derecha se ubica la relación v/V , este valor se multiplica por la velocidad a sección llena, para determinar la velocidad a sección parcialmente llena, luego, se procede a verificar los valores antes mencionados, comprobando que cumplan con los rangos de velocidad y tirante necesarios para poder asegurar el diseño eficiente del sistema.

2.2.10. Diseño del alcantarillado

A continuación se detalla el formato de diseño hidráulico utilizado para la red de drenaje sanitario de la aldea Chiyuc, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.

2.2.10.1. Ejemplo de cálculo de un tramo

Se describe el procedimiento a seguir para cada uno de los tramos en estudio especificando que este es a futuro. El procedimiento, tanto actual como a futuro, es similar, lo único que varía es la población de diseño.

Los datos que se utilizarán para los cálculos son los siguientes:

- Cota terreno inicio = 997,348 metros
- Cota terreno final = 990,216 metros

- Distancia = 67,151 metros
- Viviendas del tramo = 2 unidades
- Población actual = 2 * 6 = 12 habitantes
- Población futura = 35 habitantes
- Factor del caudal de diseño = 0,002

Los pasos a seguir para el cálculo de un tramo son los siguientes:

- Cálculo del factor de Hardmon futuro:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{35/1\ 000}}{4 + \sqrt{35/1\ 000}}$$

$$FH = 4,34$$

- Cálculo de caudal de diseño

$$Q_{dis} = \text{Núm. hab} * FH * f_{qm}$$

$$Q_{dis} = 35 * 4,34 * 0,002$$

$$Q_{dis} = 0,301$$

El resultado es el caudal proveniente de la estación 2, sumado el caudal proveniente de la estación 1, se obtiene el caudal de diseño acumulado entre los tramos 1 y 2.

$$Q_{dis} = 0,59 + 0,301$$

$$Q_{dis} = 0,9$$

- Velocidad a sección llena

Se procede a calcular la velocidad a sección llena, para lo cual se utiliza la fórmula de Manning. Los elementos que intervienen en el cálculo son el diámetro de la tubería pendiente y el coeficiente de rugosidad.

Tubería de PVC 6" pulgadas de diámetro Novafort, norma ASTM F949, coeficiente de rugosidad de 0,009 y pendiente de 10,58 %.

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

$$V = \frac{((0,0254 * 6) / 4)^{2/3} (0,1058)^{1/2}}{0,009}$$

$$V = 4,09 \text{ m/seg}$$

- Área de tubería

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi (6)^2}{4}$$

$$A = 28,28 \text{ pulgadas}^2$$

$$A = 0,01824 \text{ metros}^2$$

- Caudal sección llena

$$Q = V * A$$

$$Q = 4,09 \text{ m/seg} * 0,01824 \text{ m}^2$$

$$Q = 0,0746 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q = 74,63 \text{ lt/seg}$$

- Relaciones hidráulicas

Relación hidráulica con datos calculados: caudal de diseño y caudal a sección llena.

$$q/Q = 0,90 / 74,63 = 0,0120$$

Con esto, se procede a buscar los datos v/V y d/D , en la tabla de elementos hidráulicos de una alcantarilla a sección transversal circular.

$$v/V = 0,34$$

$$V = 0,34 \text{ m/seg (la velocidad debe estar entre 0,6 y 5. Cumple.)}$$

$$d/D = 0,08$$

$$D = 008$$

$$7,60 \% \text{ de tirante (el tirante debe ser menor a 74 \%. Cumple.)}$$

Ambos resultados cumplen con las normas de diseño establecidas.

- Cálculo de cotas invert: se necesita la profundidad del pozo de visita, la cual queda a criterio del diseñador, según las condiciones de pendientes normadas, no mayor al 11 %.
 - Cota invert de entrada

$$CIE = CT_{\text{inicial}} - H_{\text{pozo inicial}}$$

$$CIE = 997,35\text{m} - 0,75 \text{ m}$$

$$\text{CIE} = 996,60 \text{ m}$$

- Cota invert de salida

$$\text{CIS} = \text{CT}_{\text{final}} - \text{H}_{\text{pozo final}}$$

$$\text{CIS} = 990,22\text{m} - 0,75 \text{ m}$$

$$\text{CIS} = 989,47 \text{ m}$$

- Pendiente de tubería

$$P \% = \frac{(\text{CIE} - \text{CIS}) * 100}{L}$$

$$P \% = \frac{(996,60 \text{ m} - 989,47\text{m}) * 100}{67,15 \text{ m}}$$

P % = 10,60 (según las normas establecidas debe ser menor a 11 %.

Cumple.)

- Volumen de excavación: se debe tener en cuenta el ancho mínimo de la zanja según norma.

$$V = \frac{(\text{H1} + \text{H2}) * d * t}{2}$$

$$V = \frac{(0,75 \text{ m} + 0,75 \text{ m}) * 67,15\text{m} * 0,60 \text{ m}}{2}$$

$$V = 30,22 \text{ m}^3$$

Tabla XI. **Parámetros de diseño**

PARÁMETROS DE DISEÑO	
Período de diseño	35 años
Habitantes/vivienda	6 hab
Tasa de crecimiento	3,07 %
Dotación	100 lt/hab/día
Factor de retorno	80 %
Coefficiente de rugosidad: (PVC)	0,009 T.C.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. Diseño hidráulico, línea principal (estaciones 7 a 14)

De	A	cota inicia	cota final	long. m	Longitud Acumulada	S % terreno	No. casas	Po. Futura	Po. Actual	fajm	FH		q	∅	s %	A m ²	V llena m/se	Q llena lt/seg	
											futuro	actual							actual
7	8	968.9	966.6	37.8	414.0947706	6.18	2	35	12	0.002	4.34	4.41	0.83	2.39	6	6.11	0.02	3.11	56.71
8	9	966.6	959.2	69.1	483.1977229	10.68	0	0	0	0.002	4.50	4.50	0.83	2.39	6	10.64	0.02	4.10	74.86
9	10	959.2	954.1	79.6	562.8116777	6.39	2	35	12	0.002	4.34	4.41	0.94	2.69	6	6.35	0.02	3.17	57.82
10	11	954.1	950.2	63.7	626.5079805	6.18	3	52	18	0.002	4.31	4.39	1.09	3.14	6	6.14	0.02	3.12	56.85
11	12	950.2	949	47.9	674.4542863	2.45	3	52	18	0.002	4.31	4.39	1.25	3.59	6	2.39	0.02	1.94	35.46
12	13	949	947.1	41.9	716.3220472	4.52	5	86	30	0.002	4.26	4.35	1.50	4.32	6	4.45	0.02	2.65	48.41
13	14	947.1	943.1	63.7	780.0054221	6.25	3	52	18	0.002	4.31	4.39	1.66	4.77	6	6.20	0.02	3.13	57.16
14	15	943.1	941.1	43.8	823.8536794	4.70	5	86	30	0.002	4.26	4.35	1.92	5.51	6	4.63	0.02	2.71	49.37
15	16	941.1	939.9	62	885.8092862	1.89	5	86	30	0.002	4.26	4.35	2.17	6.25	6	1.84	0.02	1.71	31.11
16	17	939.9	938.3	63.9	949.7518512	2.47	5	86	30	0.002	4.26	4.35	2.43	6.98	6	2.42	0.02	1.96	35.69
17	18	938.3	937.9	60	1009.740155	0.63	8	138	48	0.002	4.20	4.32	2.83	8.14	6	0.58	0.02	0.96	17.47
18	28	937.9	937.5	80	1089.731863	0.49	9	156	54	0.002	4.19	4.31	4.36	12.56	6	0.46	0.02	0.85	15.49
28	29	937.5	936.8	30	1119.686305	2.43	3	52	18	0.002	4.31	4.39	4.52	13.01	6	2.33	0.02	1.92	35.04
29	33	936.8	934.2	83.9	1203.571716	3.15	8	138	48	0.002	4.20	4.32	5.84	16.81	6	3.11	0.02	2.22	40.48
33	34	934.2	933.1	47.9	1251.521691	2.27	4	69	24	0.002	4.28	4.37	6.04	17.40	6	2.21	0.02	1.87	34.10
34	35	933.1	932.2	44	1295.507381	1.89	5	86	30	0.002	4.26	4.35	6.30	18.14	6	1.83	0.02	1.70	31.01
35	36	932.2	929.3	59.8	1355.310565	4.97	3	52	18	0.002	4.31	4.39	6.45	18.58	6	4.92	0.02	2.79	50.89
36	37	929.3	922.9	69.3	1424.636062	9.19	2	35	12	0.002	4.34	4.41	6.56	18.89	6	9.14	0.02	3.80	69.39
37	38	922.9	919.7	35.6	1460.264193	8.90	0	0	0	0.002	4.50	4.50	6.56	18.89	6	8.81	0.02	3.73	68.13
38	39	919.7	915.2	69.6	1529.903451	6.46	5	86	30	0.002	4.26	4.35	6.81	19.62	6	6.42	0.02	3.19	58.16
39	a	915.2	912.6	69.9	1599.804931	3.78	0	0	0	0.002	4.50	4.50	6.81	19.62	6	3.74	0.02	2.43	44.38
40	a	912.6	910	69.9	1669.706411	3.78	1	17	6	0.002	4.39	4.43	6.87	19.77	6	3.31	0.02	2.29	41.76
40	41	910	910.9	82	1751.694747	-1.12	1	17	6	0.002	4.39	4.43	6.92	19.93	6	0.25	0.02	0.62	11.39

Continuación de la tabla XII.

relacion	relacion	verificar	tirante	Ø	verificar	relacion	relacion	verificar	tirante	Ø	verificar
q/Q	v/V	v(m/s)	d/D	%	d/D	q/Q	v/V	v(m/s)	d/D	%	d/D
actual	actual	actual	actual	%	actual	futuro	futuro	futuro	futuro	%	futuro
0.01472	0.36	1.12	0.08	8.40	correcto	0.0422	0.50	1.54	correcto	0.14	14.00
0.01115	0.33	1.36	0.07	7.40	correcto	0.0320	0.45	1.87	correcto	0.12	12.20
0.01624	0.37	1.17	0.09	8.80	correcto	0.0466	0.51	1.61	correcto	0.15	14.60
0.01925	0.39	1.22	0.10	9.60	correcto	0.0553	0.54	1.67	correcto	0.16	15.90
0.03524	0.47	0.91	0.13	12.80	correcto	0.1012	0.64	1.24	correcto	0.21	21.40
0.03109	0.45	1.19	0.12	12.00	correcto	0.0893	0.62	1.64	correcto	0.20	20.10
0.02905	0.44	1.39	0.12	11.70	correcto	0.0835	0.61	1.90	correcto	0.20	19.50
0.03880	0.48	1.30	0.13	13.40	correcto	0.1116	0.66	1.78	correcto	0.23	22.50
0.06980	0.57	0.98	0.18	17.80	correcto	0.2008	0.78	1.33	correcto	0.30	30.30
0.06801	0.57	1.11	0.18	17.60	correcto	0.1956	0.77	1.52	correcto	0.30	29.90
0.16202	0.74	0.70	0.27	27.20	correcto	0.4662	0.98	0.94	correcto	0.48	47.90
0.28168	0.86	0.73	0.36	36.30	correcto	0.8109	1.11	0.95	correcto	0.68	68.30
0.12896	0.69	1.32	0.24	24.20	correcto	0.3713	0.92	1.78	correcto	0.42	42.10
0.14419	0.71	1.58	0.26	25.60	correcto	0.4152	0.95	2.12	correcto	0.45	44.90
0.17720	0.75	1.41	0.28	28.40	correcto	0.5103	1.01	1.88	correcto	0.51	50.60
0.20308	0.78	1.33	0.31	30.50	correcto	0.5848	1.04	1.77	correcto	0.55	54.90
0.12681	0.68	1.91	0.24	24.00	correcto	0.3652	0.92	2.57	correcto	0.42	41.80
0.09451	0.63	2.39	0.21	20.70	correcto	0.2722	0.85	3.24	correcto	0.36	35.60
0.09626	0.63	2.36	0.21	20.90	correcto	0.2772	0.85	3.19	correcto	0.36	35.90
0.11716	0.67	2.13	0.23	23.10	correcto	0.3374	0.90	2.88	correcto	0.40	40.00
0.15352	0.72	1.76	0.26	26.40	correcto	0.4421	0.97	2.36	correcto	0.47	46.50
0.16443	0.74	1.69	0.27	27.40	correcto	0.4735	0.99	2.26	correcto	0.48	48.40
0.60720	1.05	0.65	0.56	56.20	correcto	1.7486	1.12	0.70	correcto	0.90	90.00
											revisar

Fuente: Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

Tabla XIII. **Diseño hidráulico, ramal 1 (estaciones 0 a 7)**

De	A	cota		long.	Longitud	S %	No.	Po.	Po.	fpm	FH		q	Ø	s	A	V	Q	
		inicia	final								futuro	actual							l/s
					0														
0	1	1000	997.3	51.9	51.8831832	5.11	4	69	24	0.002	4.28	4.37	0.21	6	5.11	0.02	2.84	51.88	
1	2	997.3	990.2	67.2	119.0338733	10.62	2	35	12	0.002	4.34	4.41	0.31	6	10.58	0.02	4.09	74.63	
2	3	990.2	987	71.8	190.8431747	4.54	0	0	0	0.002	4.50	4.50	0.31	6	7.49	0.02	3.44	62.82	
3	4	987	983.7	35.6	226.4563365	9.13	2	35	12	0.002	4.34	4.41	0.42	6	10.73	0.02	4.12	75.18	
4	5	983.7	981.3	29.7	256.1807442	8.11	2	35	12	0.002	4.34	4.41	0.52	6	10.71	0.02	4.12	75.09	
5	6	981.3	970.1	74.2	330.3616611	15.07	3	52	18	0.002	4.31	4.39	0.68	6	10.51	0.02	4.08	74.40	
6	7	970.1	968.9	45.9	376.3018386	2.63	1	17	6	0.002	4.39	4.43	0.73	6	2.56	0.02	2.01	36.75	

relacion	q/Q	relacion		v(m/s)	verificar	Ø	tirante		relacion	q/Q	relacion		v(m/s)	verificar	Ø	tirante		relacion	v(m/s)	verificar	Ø
		v/V	actual				d/D	actual			d/D	futuro				futuro	futuro				
0.00404	0.24	0.24	0.69	correcto	0.05	4.60	0.05	0.05	0.0114	0.33	0.33	0.95	correcto	7.50	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	7.50
0.00421	0.24	0.24	1.00	correcto	0.046	4.60	0.046	0.046	0.0120	0.34	0.34	1.38	correcto	7.60	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	7.60
0.00500	0.26	0.26	0.88	correcto	0.05	5.00	0.05	0.05	0.0142	0.36	0.36	1.23	correcto	8.30	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	8.30
0.00556	0.27	0.27	1.10	correcto	0.053	5.30	0.053	0.053	0.0159	0.37	0.37	1.51	correcto	8.70	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	8.70
0.00696	0.29	0.29	1.18	correcto	0.06	5.90	0.06	0.06	0.0199	0.39	0.39	1.62	correcto	9.70	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	9.70
0.00911	0.31	0.31	1.27	correcto	0.07	6.70	0.07	0.07	0.0261	0.43	0.43	1.75	correcto	11.10	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	11.10
0.01988	0.39	0.39	0.79	correcto	0.10	9.70	0.10	0.10	0.0570	0.54	0.54	1.09	correcto	16.10	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	16.10

Continuación de la tabla XIII.

cota invert agua arriba	cota invert agua abajo	altura pozo		S %	condicion	Ancho de Zanja	Volumen excavacion m3	velocidad
		agua arriba	agua abajo					
	999.25							
999.25	996.60	0.75	0.75	5.11	continuar	0.60	23.35	0.95
996.57	989.47	0.75	0.75	10.58	continuar	0.60	30.22	1.38
989.44	984.06	0.75	2.90	7.49	continuar	0.60	78.63	1.23
984.03	980.20	2.90	3.50	10.73	continuar	0.60	68.38	1.51
980.17	976.99	3.50	4.30	10.71	continuar	0.60	69.56	1.62
976.96	969.17	4.30	0.95	10.51	continuar	0.60	116.83	1.75
969.14	967.96	0.95	0.95	2.56	continuar	0.60	26.19	1.09

De	A	cota inicia	cota final	long. m	Longitud Acumulada	S % terreno	No. casas	Po. Futura	Po. Actual	fqm	FH		q	q	∅	s	A	V	Q	
											futuro	actual								
					0															
25	24	962.8	955.6	67.2	67.22375773	10.75	4	69	24	0.002	4.28	4.37	0.21	0.59	6	10.75	0.02	4.12	75.23	
24	23	955.6	953.8	31.9	99.16205892	5.65	2	35	12	0.002	4.34	4.41	0.31	0.89	6	5.55	0.02	2.96	54.08	
23	22	953.8	952	42	141.1150765	4.28	3	52	18	0.002	4.31	4.39	0.47	1.34	6	4.20	0.02	2.58	47.06	
22	21	952	951.8	24	165.1133687	0.74	0	0	0	0.002	4.50	4.50	0.47	1.34	6	2.07	0.02	1.81	33.04	
21	20	951.8	950.9	12	177.0926169	7.67	5	86	30	0.002	4.26	4.35	0.72	2.08	6	4.50	0.02	2.67	48.66	
20	19	950.9	947.6	31.7	208.8263891	10.26	2	35	12	0.002	4.34	4.41	0.83	2.38	6	10.17	0.02	4.01	73.18	
19	18	947.6	937.9	87	295.8380907	11.14	5	86	30	0.002	4.26	4.35	1.08	3.11	6	11.11	0.02	4.19	76.48	

Continuación de la tabla XIII.

relacion	relacion	verificar	tirante	Ø	verificar	relacion	relacion	verificar	tirante	Ø	verificar
q/Q	v/V	v	d/D	tirante	d/D	q/Q	v/V	v(m/s)	d/D	tirante	d/D
actual	actual	actual	actual	%	actual	futuro	futuro	futuro	futuro	%	futuro
0.00273	0.21	correcto	0.04	3.80	correcto	0.0079	0.30	1.23	0.06	6.30	correcto
0.00573	0.27	correcto	0.05	5.40	correcto	0.0165	0.37	1.10	0.09	8.90	correcto
0.00988	0.32	correcto	0.07	7.00	correcto	0.0285	0.44	1.13	0.12	11.50	correcto
0.01408	0.35	correcto	0.08	8.20	correcto	0.0406	0.49	0.89	0.14	13.70	correcto
0.01481	0.36	correcto	0.08	8.40	correcto	0.0427	0.50	1.32	0.14	14.00	correcto
0.01127	0.33	correcto	0.07	7.40	correcto	0.0325	0.46	1.83	0.12	12.30	correcto
0.01413	0.36	correcto	0.08	8.30	correcto	0.0407	0.49	2.05	0.14	13.70	correcto

Fuente: Municipalidad de San Cristóbal Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

Tabla XIV. **Diseño hidráulico, ramal 3 (estaciones 32 a 29)**

32	31	942.1	939.1	47.9	47.86559035	6.24	7	121	42	0.002	4.22	4.33	0.35	1.02	6	6.24	0.02	3.14	57.32
31	30	939.1	938.1	60	107.8597216	1.76	6	104	36	0.002	4.24	4.34	0.66	1.90	6	1.71	0.02	1.64	29.97
30	29	938.1	936.8	90	197.8519236	1.42	5	86	30	0.002	4.26	4.35	0.92	2.64	6	1.39	0.02	1.48	27.02

0.00618	0.28	0.87	correcto	0.06	5.60	correcto	0.0178	0.38	1.20	correcto	0.09	9.20	correcto
0.02201	0.41	0.67	correcto	0.10	10.20	correcto	0.0634	0.56	0.92	correcto	0.17	17.00	correcto
0.03387	0.46	0.69	correcto	0.13	12.60	correcto	0.0976	0.63	0.94	correcto	0.21	21.10	correcto

941.18	938.19	0.95	0.95	6.24	continuar	0.60	27.28	1.20
938.16	937.14	0.95	0.95	1.71	continuar	0.60	34.20	0.92
937.11	935.86	0.95	0.95	1.39	continuar	0.60	51.30	0.94

Fuente: Municipalidad de San Cristobal Verapaz, departamento de Alta Verapaz.

2.2.11. Partes de un sistema de alcantarillado sanitario

Elementos indispensables de un sistema cuya finalidad es recolectar, conducir y desalojar en forma segura y eficaz, las aguas servidas provenientes de cada una de las viviendas de la aldea Chiyuc.

2.2.11.1. Colector central

El colector central, o principal, es la línea de alcantarillado sanitario donde se conectan distintos ramales afluentes de viviendas y comercios. Es el encargado de transportar las aguas servidas a un punto de desfogue final, para su tratamiento respectivo. Se ubica generalmente en el centro de las calles, pero en casos especiales, donde el terreno no lo permita, su trayecto será diferente.

Los colectores de secciones circulares varían de diámetro, según fabricante comercial, por lo general se utiliza tubería PVC o concreto.

2.2.11.1.1. Profundidad del colector

La profundidad del colector depende en gran parte de la pendiente del terreno, cabe resaltar que en tramos donde la pendiente sea muy pronunciada, o accidentada la profundidad del pozo tiende a aumentar. Para efectos de diseño, es necesario tener en cuenta las profundidades máximas y mínimas a las que puede estar sometido un colector, dependiendo de factores como tránsito vehicular.

Para el diseño del proyecto se utilizó una altura mínima de 0,8 para tráfico vehicular y 0,5 sin tráfico vehicular; altura sobre el coronamiento de la tubería,

garantizando rigidez y resistencia a impacto. Esto se basa en las normas ASTM F 949, ASTM F 2307, INTE16-03-01.99, para tuberías AMANCO y NOVAFORT.

Con el fin de reducir el volumen de excavación y la profundidad de algunos pozos, se establecen profundidades mínimas según norma, evitando así el peligro de socavación y desprendimiento del material al momento del zanjeo.

2.2.11.1.2. Profundidad mínima del colector según carga vehicular

La profundidad máxima depende de la carga aplicada así como la reacción del suelo (E'), para distintos diámetros de tubería PVC. La profundidad máxima, según el fabricante, es de 9 m.

El presente proyecto cuenta con una profundidad máxima de 2,7 metros, lo cual cumple lo establecido según las normas técnicas del fabricante.

Tabla XV. **Profundidad máxima del colector para tubería PVC**

Módulo de reacción del suelo E´ kg/cm ² (psi)	NOVAFORT		NOVALOC	
	Sin carga viva, metros (pies)	Carga viva, metros (pies)	Sin carga viva, metros (pies)	Carga viva en metros
3,5 (50)	3 (10)	No recomendable	1,2 (4)	No recomen- dable
14 (200)	5,1 (17)	5,1 (17)	3,6 (12)	3,6 (12)
28 (400)	7,5 (25)	7,5 (25)	7,5 (25)	7,5 (25)
70 (1 000)	9 (30)	9 (30)	9 (30)	9 (30)
140 (2 000)	9 (30)	9 (30)	9 (30)	9 (30)
210 (3 000)	9 (30)	9 (30)	9 (30)	9 (30)

Fuente: AMANCO. *Manual de diseño de tubo sistemas AMANCO, para alcantarillado sanitario.*
p. 46.

2.2.11.2. Pozos de visita

Elemento del sistema que verifican el buen funcionamiento del mismo, y efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento.

Para el diseño del sistema de alcantarillado se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intersección de colectores
- Al comienzo de todo colector
- En todo cambio de sección o diámetro
- En todo cambio de dirección o pendiente
- En tramos rectos, a distancias no mayores de 100 a 120 metros
- En las curvas de colectores visitables, a no más de 30 metros

La profundidad de los pozos de visita aguas arriba y aguas abajo del tramo en estudio, depende de las condiciones de pendiente antes descritas. Estas deben cumplir con el rango permitido que varía de 1 % a 11 %, para no provocar socavamiento y que el sistema posea un límite de velocidad de arrastre según la norma. En el presente proyecto, las alturas de pozos de visita son establecidas por el diseñador con base en las condiciones y normas.

- Consideración de diseño

Regularmente están contruidos de ladrillo tayuyo o concreto, también existen pozos de visita prefabricados por AMANCO.

El fondo es de concreto reforzado, generalmente plano en pozos iniciales y en tramos de continuidad tienen una ligera pendiente. Las paredes de mampostería proporcionan condiciones de impermeabilidad y durabilidad. Una tapadera fundida de concreto para la entrada al pozo (inspección y limpieza), esta descansa sobre las paredes cuyo diámetro tiende a variar hasta alcanzar 1,20 metros. La altura del pozo es variable y depende del criterio del diseñador según los parámetros de diseño. Por lo general son contruidos de ladrillo tayuyo (profundidades pequeñas) y de concreto (profundidades mayores). Poseen escalones de hierro en las paredes, para bajar al fondo del pozo.

2.2.11.3. Conexión domiciliar

Es la encargada de conducir las aguas servidas que se producen en el interior de la vivienda a un punto de descarga, colector principal, para luego ser transportadas a lo largo de la línea principal hasta un punto de desfogue. Se divide en dos partes: candela o caja domiciliar y tubería secundaria.

2.2.11.3.1. Candela domiciliar

Caja domiciliar de inspección, primer elemento encargado de distribuir las aguas servidas provenientes de la vivienda a la tubería secundaria, es una especie de recolector intermediario, para fines de desfogue en el colector principal. Construida de mampostería o con tubos de concreto colocados en forma vertical. Las dimensiones de la candela domiciliar son: el lado menor de la caja mide 45 cm, es impermeable por dentro para fines de durabilidad, evitando así la presencia de agua, raíces o cualquier otro elemento. Si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12". La base fundida con desnivel para que las aguas fluyan por la tubería secundaria. La altura mínima de la candela es 1 metro.

2.2.11.3.2. Tubería secundaria

Es el segundo elemento encargado de conducir las aguas provenientes de la vivienda al colector central, tiene conexión tanto con la caja domiciliar como el colector principal. Tiene un diámetro de 6" en tubería de concreto y de 4" en tubería PVC. La pendiente que caracteriza a este elemento debe tener como mínimo un 2 %, para fines de diseño.

Debido a los terrenos montañosos, quebrados y la localización de las viviendas a diferentes altitudes, no todas las conexiones a emplear contarán con entrada a 45 °, algunas estarán a 90 °, para fines de diseño.

2.2.11.4. Desfogue final o punto de descarga

El punto de desfogue, o punto de descarga final, pretende tratar las aguas servidas recolectadas de cada una de las viviendas en estudio. Por las condiciones del terreno se pretende desfogar este caudal en un terreno aledaño a la carretera 7-W, con el fin de tratarlo según la ley de tratamiento de aguas residuales. Se plantea el diseño de un tratamiento primario y secundario que permita reducir los índices de contaminación ambiental y evitar así daños al entorno.

2.2.12. Consideraciones generales

Los materiales que se requieren en obras de construcción deben poseer características como durabilidad; resistencia contra la presión interna, agentes químicos y la corrosión; permeables; entre otros.

2.2.12.1. Material para tuberías

El material idóneo y más utilizado en proyectos de alcantarillado sanitario es la tubería de PVC. Cabe mencionar que en el mercado se puede encontrar también tubos de concreto, tubos de concreto reforzado y tubos de arcilla vitrificada.

El proyecto de alcantarillado sanitario fue diseñado con tubería de PVC con diámetros que van de 4" a 6", marca Novafort AMANCO.

2.2.12.2. Volumen de excavación

Es el volumen generado por la relación entre la altura de los pozos de visita, el ancho de zanja angosta y la distancia que los separa. Es la cantidad de material, en metros cúbicos, retirada para la colocación de tubería, esto depende del diámetro de la misma.

A continuación se describe la fórmula para el cálculo del volumen de excavación, la cual se utiliza para cada tramo de diseño.

$$V = \frac{(H_1 + H_2) * d * t}{2}$$

Donde:

V = volumen de excavación

H₁ = profundidad del primer pozo de visita

H₂ = profundidad del segundo pozo de visita

d = distancia entre pozos de visita

t = ancho de la zanja

2.2.12.3. Ancho mínimo de zanja angosta

La mano de obra que presta sus servicios debe trabajar bajo condiciones seguras.. Por lo tanto, se debe dar un uso adecuado al material retirado, para prever posibles derrumbes o desprendimiento de material en la superficie.

Se recomienda que el volumen de material producto de la excavación, sea colocado a una distancia no menor de 0,6 metros del borde del área de trabajo, y una altura no mayor de 1,25 metros.

Por las inclemencias del tiempo que se registran en el municipio, se recomienda tapar el material, producto de la excavación, para no alterar sus propiedades físicas, esto para la posible reutilización del suelo, si cumple con las condiciones idóneas.

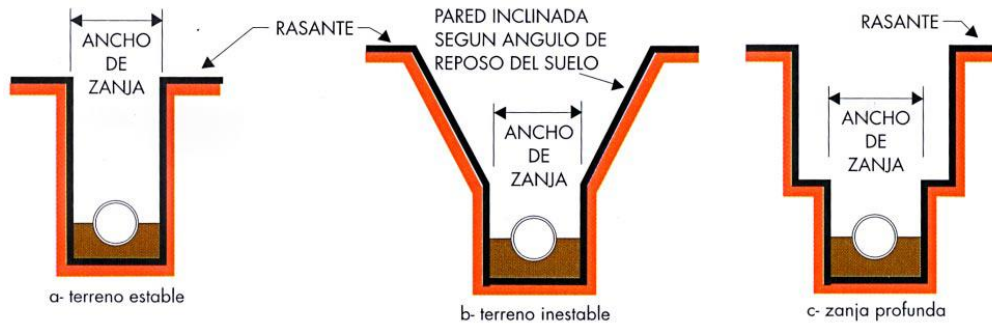
A continuación se detallan los anchos de zanja mínimos con relación al diámetro de tubería Novafort y Novaloc, para suelos estables.

Tabla XVI. Ancho de zanja mínima

Diámetro nominal		Ancho de zanja	
mm	Pulg	metros	pulg
100	4	0,5	20
150	6	0,55	22
200	8	0,62	24
250	10	0,67	26

Fuente: AMANCO. *Manual de diseño de tubo sistemas para alcantarillado sanitario*. p. 46.

Figura 6. Secciones típicas de zanja



Fuente: AMANCO. *Manual de diseño de tubo sistemas para alcantarillado sanitario*. p. 46.

En algunos tramos del proyecto es necesario implementar una excavación de tipo B, zanja inestable, ya que no se cuenta con un estudio de suelos para el proyecto, esto con líneas de seguridad.

2.2.13. Tratamiento de aguas negras

El diseño del proyecto tiene contemplado conducir las aguas servidas que se generan en la comunidad a un punto de desfogue para el tratamiento respectivo, sistema que prevee reducir los índices de contaminación y morbilidad que se registran en la comunidad actualmente.

2.2.13.1. Fosa séptica

La fosa séptica se construye generalmente de ladrillo, piedra, concreto reforzado o electromalla. Su forma, por lo general, es rectangular, de tal manera que las aguas negras se mantengan a velocidades menores por un tiempo de 12 a 72 horas, en este lapso se efectúa un proceso anaeróbico, definido como la eliminación de sólidos o sedimentos.

La función principal de la fosa séptica es la eliminación de sólidos, proceso biológico de descomposición que almacena lodos y natas. Esto permite a las aguas negras una fácil filtración al suelo, evitando el daño a la capa filtrante del subsuelo.

Al estar dentro del tanque de almacenamiento (fosa séptica) a velocidades menores, las materias en suspensión de las aguas negras sufren una sedimentación, entonces la materia orgánica se descompone en varias sustancias simples por la acción de las bacterias anaeróbicas, que realizan su trabajo sin necesidad de oxígeno.

2.2.13.2. Diseño de la fosa séptica

Al momento de diseño de la fosa séptica se deben tener en cuenta varios parámetros:

- El período de retención mínimo 12 horas
- Relación largo-ancho de la fosa de 2/1 a 4/1
- Lodos acumulados por habitante y por período de limpieza de 30 a 60 l/hab/año.
- Capacidad máxima recomendable para fosas sépticas es de 60 viviendas, para que el elemento sea funcional.
- Las fórmulas empleadas en el cálculo del período de retención, volumen y caudal de aguas negras, son las siguientes:

$$T = \frac{V}{Q}$$

Donde:

T = período de retención

V = volumen en litros

Q = caudal litros/día

$$Q = q * N$$

Donde:

Q = caudal litros/día

q = gasto de flujo volumétrico de desechos (domiciliar)

N = número de habitantes servidos

$$V = N * \text{Lodos}$$

Donde:

V = volumen para lodos

N = número de habitantes servidos

Q = lodos acumulados

Se determinan las dimensiones del elemento con base en el caudal de lodos obtenido, quedando de la siguiente manera, relación L/A de 2/1, asumiendo una altura H útil desde del piso a nivel de agua.

Dimensión de fosa para volumen de lodos.

H = 3 metros, A = 4 metros, L = 8 metros.

Para las dimensiones del muro, se tomó 0,5 metros aguas arriba, con el fin de un óptimo desempeño del sistema, trabajando a cabalidad el volumen obtenido por las fórmulas antes descritas.

Los parámetros para el cálculo de la fosa del proyecto de drenaje sanitario son:

- Período de retención: 24 horas.
- Gasto, flujo volumétrico de diseño: 100 lt/hab/día
- Número de habitantes: 405 habitantes (mitad de la población)
- Lodos acumulados: 45 lt/hab/año
- Relación largo/ancho: 2/1
- Período de limpieza: 3 años

Se construirán dos fosas sépticas con la misma dimensión según los planos (ver apéndices). El diseño fue contemplado para la mitad de la población, por ser el máximo de viviendas a diseñar de 60.

2.2.13.3. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Es un sistema de filtración que consiste en aprovechar la capacidad absorbente del subsuelo. Están diseñados con un diámetro variable, al igual que la profundidad. El diseño está en función de la capacidad absorbente, el tipo de suelo y la altura sobre el nivel freático.

La capacidad absorbente se debe realizar en campo, verificando las características del suelo con una prueba de filtración.

2.2.13.4. Programa de operación y mantenimiento

El proyecto tiene contemplado un sistema por gravedad, el cual no requiere de una inversión significativa por parte de la población para el mantenimiento de sistema.

Cabe resaltar que se requiere una inversión mensual por servicios del fontanero para el mantenimiento de cada uno de los elementos que componen el sistema (colector principal, pozos de visita, caja distribuidora de caudales y fosa séptica), para que el proyecto sea sostenible durante el período de diseño (35 años). El fondo de operación y mantenimiento es de 1 500 mensuales y 18 000 anual.

2.2.14. Presupuesto

En la integración del presupuesto:

- Costos directos: mano de obra calificada, no calificada, prestaciones laborales, materiales de construcción y transporte de materiales.
- Costos indirectos: supervisión técnica, imprevistos, costos de administración, utilidad, asumiendo un costo de indirecto de 40 %.
- Consideraciones: mano de obra, se estimó el salario mínimo establecido por la ley. Precio de los materiales, se tomaron los que se manejan en la cabecera municipal o departamental.

En la tabla XVI se indican los renglones de trabajo que fueron tomados con base en cálculos y cuantificación de materiales según los planos. El

presupuesto contempla los renglones de trabajo según la secuencia lógica de ejecución.

Tabla XVII. **Presupuesto general drenaje sanitario**

No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Costo por renglón
1	Trabajos preliminares				
1.1	Replanteo topográfico y trazo	2 245	ml	Q 6,97	Q 15 654,82
1.2	Excavación de zanja	1 500	m ³	Q 52,74	Q 79 092,89
2	Colocación de la tubería				
2.1	Colocación de tubería PVC 6"	2 245	ml	Q 227,10	Q 509 922,25
2.1	Relleno y compactación de capa	1 456	m ³	Q 70,24	Q 102 299,05
3	Pozo de visita				
3.1	Pozos de visitas altura menor 1,50	36	Unidad	Q 3 727,89	Q 134 204,06
3.2	Pozos de visita altura mayor a 1,50	3	Unidad	Q 10 356,01	Q 31 068,04
4	Conexiones domiciliarias				
4.1	Conexión domiciliar a 90 grados	12	Unidad	Q 4 190,96	Q 50 291,52
4.1	Conexión domiciliar a 45 grados	123	Unidad	Q 3 447,95	Q 424 098,30
5	Pozos de absorción				
5.1	Pozos de absorción	2	Unidad	Q 13 098,36	Q 26 196,73
6	Fosa séptica				
6.1	Fosa séptica	2	Unidad	Q 101 031,9	Q 202 063,80
7	Caja derivadora				
7.1	Caja derivadora	1	Unidad	Q 12 872,17	Q 12 872,17
8	Varios				
8.1	Transporte, maquinaria y otros.	1	Global	Q 12 815,91	Q 12 815,91
					Q1 600 579,54

Fuente: elaboración propia.

2.2.15. Cronograma de ejecución físico-financiero

A continuación se detalla el cronograma físico-financiero, el cual es el encargado de emplear los tiempos de trabajo para cada una de las actividades de ejecución y operación del proyecto. Este preve un sistema de calidad adecuado para el ahorro de recursos, favoreciendo el factor tiempo.

2.2.16. Elaboración de planos

Los planos del proyecto de alcantarillado sanitario presentan detalles de cada uno de los elementos que componen el sistema, conformados por topografía, conjunto hidráulico, planta y perfiles.

Los planos del sistema se presentan en el apéndice y son:

- Planta general de la red de alcantarillado sanitario
- Plantas y perfiles
- Detalle de pozo de visita
- Detalle de fosa séptica
- Detalle de pozo de absorción
- Conexión domiciliar

2.2.17. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental determina los posibles daños generados por la actividad humana al momento de la ejecución del proyecto, con el fin de identificar y describir las acciones a tomar en cuenta para solucionar y solventar este hecho. Para este proyecto se describen las medidas de mitigación que minimizan los efectos en la comunidad.

El área de influencia para el proyecto es la aldea Chiyuc, sector rural ubicado a 5 kilómetros del casco urbano del municipio de San Cristóbal Alta Verapaz.

Al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales le corresponde proteger los sistemas naturales y de sustento a la vida en toda manifestación, para lo cual se crearon criterios técnicos considerados en este proyecto.

Se pretende solventar este hecho con medidas de mitigación, las cuales se deben tomar en cuenta en la evaluación del impacto generado por el proyecto, valorando así los efectos que pueda ocasionar, ya sean directos o indirectos, afectando por ejemplo las condiciones del suelo, cultivos, flora, paisaje, entre otros, como daño auditivo generado por las maquinas, vibraciones y congestión vehicular. Estos criterios deben estar incluidos y asegurar que se cumplan al momento de la ejecución y operación del proyecto, para minimizar los daños generados por la acción del hombre.

El proyecto pretende reducir las aguas servidas a flor de tierra, la proliferación de zancudos, el índice de morbilidad, la contaminación ambiental, valores que reflejan y hacen ver el impacto positivo que tendrá el proyecto. Sin embargo, al momento de ejecución del proyecto se puede afectar el ambiente y el suelo, sufrirán un leve cambio reversible, se generarán dificultades en el tránsito. Pero a mediano plazo se logrará la reintegración de la capa vegetal, el suelo estará en condiciones aceptables, y el tránsito vehicular será fluido.

2.2.18. Medidas de mitigación, impacto ambiental

Mediante la utilización de las medidas de mitigación, se pretende reducir el daño que cause el proyecto en cada una de sus etapas, de tal manera que se afronte y resuelva la operación de construcción.

Algunos de los elementos ambientales que son afectados directa o indirectamente son: el suelo, la atmósfera, el ambiente sonoro, el paisaje, la flora, entre otros. Algunas de las causas de estos daños son el polvo, el congestionamiento vehicular y la basura.

Mediante las visitas de campo y el levantamiento topográfico de la comunidad se pudo observar el área de influencia, con ello se pretende evaluar las variables y características físicas como culturales, basándose en elementos de la *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente 68-86*.

A continuación se describen las medidas de mitigación del informe técnico, para monitoreo de las fases del proyecto, con alternativas para evitar un daño severo al medio ambiente.

Tabla XIX. **Medidas de mitigación 2**

Componente	Impacto	Medida de mitigación
Atmósfera	Nivel de ruido	Realizar trabajos de movimiento de tierras o cualquier otro tipo, en horarios diurnos (maquinaria pesada).
	Suelo fino en el aire (polvo)	Transportar adecuadamente el material de excavación (movimiento de tierras).
	Malos olores	Reforestar áreas aledañas donde se tiene previsto la construcción del sistema (tratamiento de aguas servidas).
	Nivel de ruido	Tener orden vehicular en la etapa operación, para reducir el nivel sonoro por parte de los vehículos.
Vial	Accesibilidad	Señalizar y tener un orden en la etapa ejecución y operación para reducir el congestionamiento vehicular.
	Prevención	Señalizar tramos en construcción para evitar accidentes, tanto de personas como vehículos, en horarios nocturnos.
Suelo	Incremento del suelo en determinados lares	Disponer de forma adecuada el material sobrante de excavación (movimiento de tierras).
	Cambio cubierta del suelo	Realizar el trabajo en áreas estrictamente necesarias.
	Cambio cubierta del suelo.	Realizar el trabajo con equipo especializado que evite dañar el suelo natural (mezcladora).

Continuación de la tabla XIX.

Flora	Cubierta forestal	Recuperar el entorno donde se vea afectada directamente la cubierta forestal (reforestar).
	Cubierta vegetal	Reducir el uso de maquinaria pesada con el fin de evitar daño en la cubierta (terrenos privados).
Paisaje	Visual	Recuperar el entorno visual, con el manejo adecuado de residuos y sobrantes del material, luego de finalizado el proyecto.
	Desecho de sólidos	Para evitar contaminación de excretas y aguas servidas, por mano de obra que presta sus servicios para la ejecución del proyecto (instalar letrinas móviles).
		Realizar un manejo adecuado de excretas, (letrinas utilizadas durante la ejecución del proyecto).

Fuente: elaboración propia.

2.2.19. Análisis socioeconómico

El análisis socioeconómico de proyectos se hace por medio de métodos matemáticos que permiten conocer la rentabilidad, evaluando la inversión de proyectos a largo plazo. A continuación se detalla el análisis financiero del drenaje sanitario para la aldea Chiyuc.

2.2.19.1. Valor presente neto

El valor presente como su nombre lo indica consiste en transformar la inversión monetaria a través del tiempo a valores actuales con el fin determinar si el proyecto es rentable o no.

Costo de ejecución: 1 600 579,54

Costo de operación y mantenimiento: 1 500 * 12 meses = 18 000,00

Pago de conexión domiciliar: Q 200,00 * 134 viviendas = Q 26 800,00

Pago de tarifa anual: Q 20,00 * 134 viviendas * 12 meses = Q 32 160,00

Valor presente neto = Ingresos – egresos

$$\text{VPN} = 26\,800 + 32\,160(1 + 0,11)^{35} - 1\,600\,579,54 - 18\,000(1 + 0,11)^{35}$$

$$\text{VPN} = 1\,267\,367,21 - 2\,294\,926,86$$

$$\text{VPN} = - 1\,027\,559\,65$$

Tal como se muestra el valor es negativo, por lo tanto el presente proyecto tendrá una inversión no recuperable, ya que es de carácter social.

2.2.19.2. Tasa interna de retorno

Es un método de valoración que determina si el proyecto, generado por una inversión, es rentable o no.

Por el orden en que se encuentran tanto el ingreso como egresos en el mismo periodo de tiempo se simplifica quedando de la siguiente manera.

- Se utiliza una tasa de interés del 13 %

$$\text{VPN} = - 1\,573\,779,54 + 14\,160 (1 + 0,13)^{35}$$

$$\text{VPN} = - 553\,289,48$$

- Se utiliza una tasa de interés del 16 %

$$\text{VPN} = - 1\,573\,779,54 + 14\,160 (1 + 0,16)^{35}$$

$$\text{VPN} = 979\,467,73$$

- Interpolación
979 467,.73 $i = 16 \%$
0 i
- 553 289,48 $i = 13 \%$

$i = 14 \%$ tasa efectiva mensual de retorno.

CONCLUSIONES

1. El proyecto de saneamiento ambiental que actualmente se registra en el municipio de San Cristóbal Verapaz, prevee la introducción de drenaje sanitario, sistema que pretende reducir los índices de contaminación registrados en el municipio, por los afluentes provenientes de dicha comunidad.
2. La realización del proyecto del sistema de drenaje tiene un costo total de Q1 600 579,54, el proyecto será de beneficio para los comunitarios de la aldea Chiyuc. Tendrá un impacto positivo y de beneficio directo para 810 personas actualmente y 2 335 habitantes a futuro, por lo cual la Municipalidad deberá gestionar el financiamiento necesario para que se ejecute en el menor tiempo. También tendrá un impacto de carácter social y cultural, al reducir los índices de morbilidad registrados en el municipio.
3. El diseño del sistema de agua potable solventa la problemática y necesidad de la población, ya que se trata de un diseño eficiente que puede suplir al actual y que beneficiará a un alto porcentaje de pobladores que residen en la comunidad. El sistema de agua potable cuenta con una línea de conducción, un tanque de almacenamiento, una línea de distribución y conexiones domiciliarias. Con esto se podrá favorecer a 992 personas, permitiendo conexiones futuras con el fin de satisfacer a 1 817 personas.

4. La realización del proyecto del sistema de agua potable por gravedad tiene un costo total de Q 498 057,55, por lo cual la Municipalidad deberá gestionar el financiamiento necesario para que se ejecute en el menor tiempo, debido al impacto de carácter social y cultural.
5. Se determinaron periodos de diseño cortos por la situación económica, social y cultural de la comunidad, al igual que se prevé la vida útil de los materiales, población a servir y comportamiento de la obra. Al ser un sistema nuevo se determinó un período de 20 para el sistema de agua potable y 35 años para el sistema de drenaje sanitario. Se prevé que el sistema que brinde un servicio eficiente en su periodo de vida útil, de igual forma darle mantenimiento adecuado para prolongar la vida del proyecto.
6. Al implementar ambos proyectos, las comunidades podrán contar con un diseño eficiente de infraestructura que mejore las condiciones y calidad de vida que actualmente se registra en el área de influencia.
7. Cada uno de los criterios tomados para el diseño de ambos sistemas están basados en norma que prevén la calidad del sistema, dando como resultado un proyecto técnico, económico y funcional.
8. Para la ejecución del proyecto, la Municipalidad de San Cristóbal Verapaz aportará mano de obra calificada, supervisión de obra y materiales de construcción. La comunidad prestará sus servicios de mano de obra no calificada con el fin de reducir costos.

9. Para potabilizar el agua, se hará una desinfección mínima con cloro o hipoclorito de calcio, para lograr una mayor calidad y disminuir riesgos de contaminación. Según el resultado del examen fisicoquímico y bacteriológico del agua, realizado en el Centro de Investigaciones de Ingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
10. Las presiones en el tramo de conducción 2 (estación 0 a estación 8), son bajas, siendo la menor de 3,28 metros columna de agua, la cual es la máxima presión alcanzada. Se disminuyó la velocidad mínima de 0,40 metros por segundo, permitida según guía técnica, a 0,26 metros por segundo, para fines de diseño y de protección que garanticen que la línea de presión hidrostática supere la línea de perfil del terreno.
11. La presión de salida en el tramo de distribución, ramal 1, es de 1,99 metros columna de agua, siendo esta la máxima presión alcanzada. Se disminuye la velocidad mínima de 0,40 metros por segundo, permitida según guía técnica, a 0,37 metros por segundo, para fines de diseño y de protección que garanticen que la línea de presión hidrostática supere la línea de perfil del terreno.
12. La presión de salida en el tramo de distribución ramal 2, es de 1,99 metros columna de agua, siendo la máxima presión alcanzada. Se disminuye la velocidad mínima de 0,40 metros por segundo, permitida según guía técnica, a 0,35 metros por segundo, para fines de diseño y de protección que garanticen que la línea de presión hidrostática supere la línea de perfil del terreno.

13. Se tiene contemplado el tratamiento de aguas servidas, con un tratamiento primario (fosa séptica) y otro secundario (pozo de absorción), será reducir los incidencias de contaminación y morbilidad que afectan a los comunitarios actualmente, aunque el tratamiento idóneo es una planta de tratamiento para desfogar de aguas servidas. Se plantea el diseño tanto de la fosa y pozo para no realizar un daño significativo, afectando flora, fauna y recursos hídricos.

RECOMENDACIONES

1. La comunidad debe de realizar un acuerdo escrito para obtener el derecho de construcción de la fosa séptica y pozo de absorción, en el sector aledaño a la carretera principal 7-W. Cabe destacar que el derecho fue concedido por parte del propietario, de forma verbal para el levantamiento topográfico, por lo tanto un acuerdo escrito evitaría conflictos en un futuro, si el sistema llega a ser implementado.
2. Realizar la construcción del sistema de alcantarillado sanitario en el menor tiempo posible, con el fin de evitar congestiónamiento de vehículos por un tiempo prolongado, ya que la carretera comunica al occidente del país y, a pesar de incidente Los Chorros, es principal fuente de comercio para los pequeños productores y comerciantes.
3. Capacitar a los comunitarios, que saldrán beneficiados con el proyecto de alcantarillado sanitario, con el fin de alargar el tiempo de vida de cada uno de los elementos que componen el sistema, por ejemplo que las tuberías se mantengan libres de basura o cualquier objeto que pueda dañarlas.
4. Si el proyecto se ejecuta en un futuro, la Municipalidad debe actualizar el presupuesto para tener presente el listado de precios de materiales que se distribuyen en el mercado regional.

5. Al momento de ejecutar la obra se debe tener un control de calidad por parte de los supervisores, para evitar modificaciones en el diseño y todo esté basado en los planos.
6. Se debe brindar un mantenimiento adecuado al drenaje sanitario, para que el sistema cumpla un periodo de vida útil mayor.
7. Par el tanque de almacenamiento o distribución, por ser un tanque semienterrado, se debe construir un muro o cerco perimetral que impida la entrada de animales o personas al lugar, evitando así el uso del área como botadero de basura.
8. La solución idónea para el tratamiento de la descarga de aguas servidas en la aldea Chiyuc es una planta de tratamiento diseñada por un ingeniero sanitarista; ya que el suelo no es muy permeable y el pozo de absorción no podrá trabajar de forma eficiente.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el Curso de Ingeniería Sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
2. AMANCO. *Manual de diseño de tubo sistemas Amanco, para sistemas de alcantarillado sanitario y pluvia*. Guatemala: AMANCO, 2011. 42 p.
3. CABRERA RIEDELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*
2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 135 p.
4. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. *Especificaciones técnicas para diseño de zanjas y pozas de infiltración*. Guatemala: MSPAS, 2003. 11 p.
5. Consejo Municipal de Desarrollo Municipal de San Cristóbal Verapaz Alta Verapaz, Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Dirección Municipal de Planificación Territorial. *Plan de desarrollo, San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz*. Guatemala: SEGEPLAN/DTP, 2010. 97 p.

6. DE LA CRUZ ARRIAZA, Edwin Margarito. *Diseño de carretera comunidades Pampacché-Pambón y sistema de abastecimiento de agua potable comunidad Aquil Pequeño, Municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 93 p.
7. Dirección General de Caminos de Guatemala. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*. Guatemala: DGC, 2001. 690 p.
8. GUTIÉRREZ SAMAYOA, Juan Manuel. *Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea El Capulín y diseño de drenaje sanitario de la colonia Los Naranjales, ubicadas en Siquinalá, departamento de Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 89 p.
9. Instituto de Fomento Municipal. *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: INFOM, 2011. 31 p.
10. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía técnica de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala*. Guatemala: MSPAS, 2011. 38 p.

11. _____. *Guía técnica de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: MSPAS. 2011. 68 p.
12. _____. *Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individual de aguas negras y grises*. El Salvador: MSPAS, 2009. 63 p.
13. PASTOR CAAL, Herberth Estuardo Roberto. *Diseño de carretera hacia la comunidad Cerro Verde y puente vehicular para la comunidad Pampur la Providencia, Municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 85 p.
14. RUANO TÉLLEZ, David Roberto. *Diseño de la introducción de agua, drenaje sanitario y pavimento rígido del "Caserío de Zaculeu" del municipio de la Libertad, Petén*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 197 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Diseño de tanque de distribución o almacenamiento**

Diseño tanque de distribución agua potable

Losa (tapadera)

✓ Relación losa.

$$\frac{a}{b} = \frac{4.20}{4.20} = 1$$

Como $a/b \geq 0.5$ la losa debe diseñarse en dos sentidos

✓ Espesor

$$t = \frac{2 * (4.20 + 4.30)}{180} = 0.094 \text{ mts}$$

✓ Carga muerta

$$\text{Peso propio de la losa } 2400 \text{ kg/m}^3 * 0.10 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Acabados} = 70 \text{ kg/m}^2$$

$$310 \text{ kg/m}^2$$

✓ Carga viva

$$200 \text{ kg/m}^2$$

La fosa séptica se encuentra enterrada, el empuje del suelo no afecta a esta losa, en gran magnitud, solo a los muros laterales.

✓ Carga última

$$C_u = 1.4C_M + 1.7C_V$$

$$C_u = 1.4(310 \text{ kg/m}^2) + 1.7(200 \text{ kg/m}^2)$$

$$C_u = 434 \text{ kg/m}^2 + 340 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 774 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando el método 3, para el cálculo de momentos del ACI

$$M(+)_a = C_a W_{CV} L_a^2 + C_a W_{CM} L_a^2$$

$$M(+)_a = 0.032 * 340 * 4.20^2 + 0.027 * 434 * 4.20^2$$

$$M(+)_a = 398.63 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+)_b = C_b W_{CV} L_b^2 + C_b W_{CM} L_b^2$$

$$M(+)_b = 0.035 * 340 * 4.20^2 + 0.033 * 434 * 4.20^2$$

$$M(+)_b = 462.56 \text{ kg} - \text{m}$$

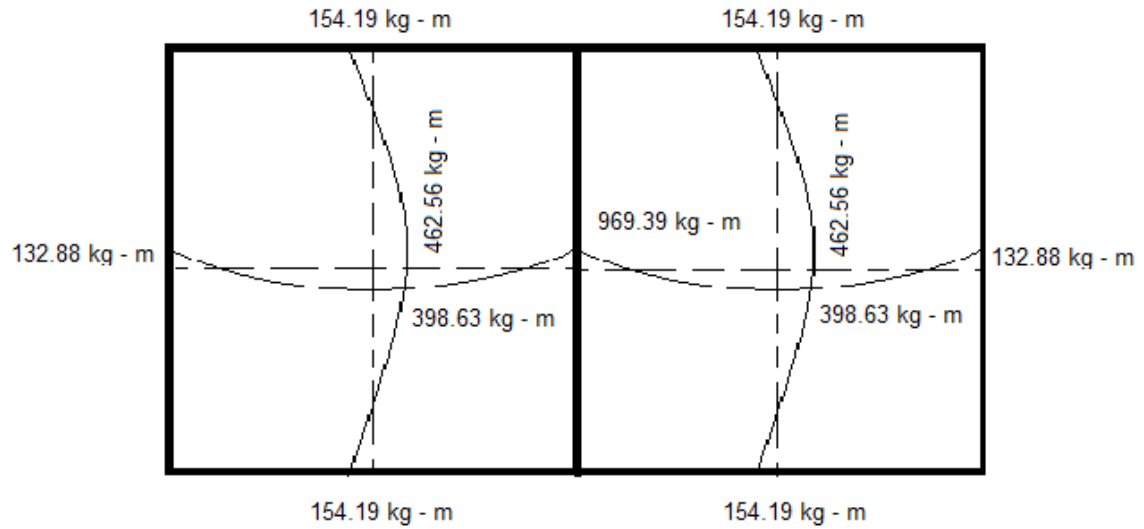
$$M(-)_a = \frac{M(+)_a}{3} = \frac{398.63 \text{ kg} - \text{m}}{3} = 132.88 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(-)_b = \frac{M(+)_b}{3} = \frac{462.56 \text{ kg} - \text{m}}{3} = 154.19 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(-)_b = C_b (W_{CV} + W_{CM}) L_b^2$$

$$M(-)_b = 0.071 * 774 * 4.20^2$$

$$M(-)_b = 969.39$$



✓ Peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 10\text{cm} - 2\text{cm} - 0.5\text{cm} = 7.5 \text{ cm}$$

✓ Calculando refuerzo

Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg}/\text{m}^2$

Esfuerzo de ruptura del acero $F_y = 2810 \text{ kg}/\text{m}^2$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$t = 10 \text{ cm}$$

$$\phi = \frac{3}{8}'' = 0.95 \text{ cm}$$

Asumiendo $\phi = \frac{3}{8}''$

Área de acero mínimo($A_{s_{min}}$)

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 100 * 7.5 = 3.76 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

$$S_{max} = 3 * t = 3 * 0.10 \text{ m} = 0.3\text{m}$$

Acero requerido

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

$$A_s = \left[100 * 7.5 - \sqrt{(100 * 7.5)^2 - \frac{462.56 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[750 - \sqrt{562,500 - \frac{46,256}{0.80325}} \right] * 0.063523$$

$$A_s = 2.50 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo($A_{s_{max}}$)

$$A_{s_{max}} = 0.5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s_{max}} = 0.5 * 0.03694 * 100 * 7.5$$

$$A_{s_{max}} = 13.85 \text{ cm}^2$$

Se diseña con el acero mínimo $A_s = 3.76 \text{ cm}^2$

✓ Calculando

$$3.76 - 100 \text{ (Base)}$$

$$0.71 - x$$

$$S = 18.88 \text{ cm}$$

$$S_{max} = 3 * 0.10 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

$$19 \text{ cm} < S_{max} \rightarrow \text{Si cumple}$$

✓ Calculando el momento que resiste con $A_{s_{min}}$

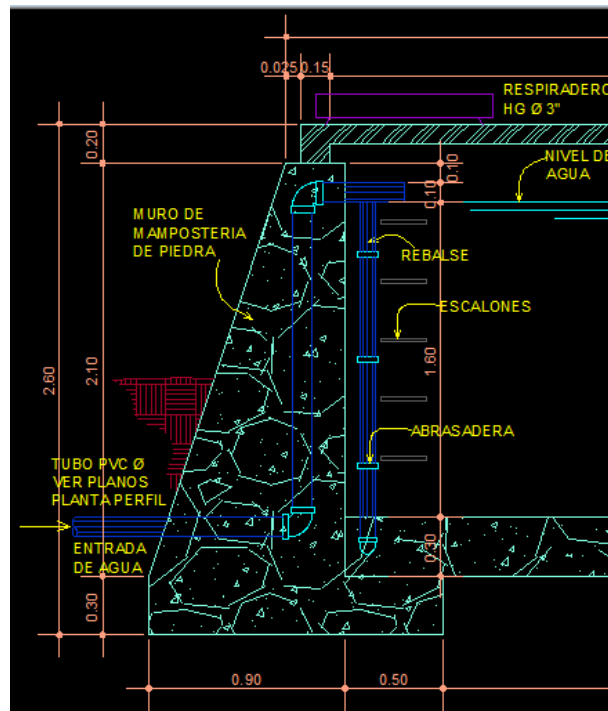
$$M_{A_{s_{min}}} = 0.90 * \left[A_s * F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1.7F'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0.90 * \left[3.76 * 2810 \left(7.5 - \frac{3.76 * 2810}{1.7(210) * 100} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 685.06 \text{ kg} - \text{m}$$

El esfuerzo serán varillas corrugadas No. 3 (3/8") @ 0.19 mts con tensiones a L/5 y bastones a L/4 en cada sentido, una losa de espesor de 0.10 metros.

Muro de mampostería.



Nota:

- ✓ Los muros del tanque de distribución se encuentran 1.2 metros enterrados, por lo que es considerado el empuje del suelo.

Valor soporte del suelo: 20,000 kg/m²

Peso específico del suelo: 1700 kg/m³

- ✓ Con base en resultados a estudios de suelos efectuados en comunidades propias del municipio de San Cristóbal, Verapaz, Alta Verapaz.
- ✓ El ángulo de fricción interna 30° .
 - W lo establecemos como carga puntual.

$$P_c = 1,733.4 \text{ kg/ m}$$

- El momento que ejerce la carga puntual sobre el punto A.

$$M_c = 1,733.4 \text{ kg/ m} * (0.7 + (0.20/2))$$

$$M_c = 1,386.72 \text{ kg – m}$$

- Fuerza activa que ejerce el agua

$$\rho_q = \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 K_q$$

$$K_q = \frac{1 - \text{sen}\theta}{1 + \text{sen}\theta}$$

$$K_q = \frac{1 - \text{sen}0}{1 + \text{sen}0} = 1$$

$$\rho_a = \frac{1}{2} (1000 \text{ kg/m}^3) (1.6)^2 (1) = 1280 \text{ kg /m Presión activa}$$

- ✓ Fuerza pasiva que ejerce el suelo

$$\rho_q = \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 K_q$$

$$K_q = \frac{1 + \text{sen}\theta}{1 - \text{sen}\theta}$$

$$K_q = \frac{1 + \text{sen}30}{1 - \text{sen}30} = 3.00$$

$$\rho_p = \frac{1}{2} (1700 \text{ kg/m}^3) (1.2)^2 (3.00) = 3,672 \text{ kg/m Presión pasiva}$$

- ✓ Momento de Volteo respecto al punto "A" fuerza pasiva

$$M_c = 1280 \text{ kg/m} * ((1.60/3) + 0.60)$$

$$M_c = 1,450.67 \text{ kg - m}$$

Calculo de momento estabilizante respecto al Punto A			
Figura	W (Kg)	Brazo (m)	Momento (Kg -m)
1	1837.5	0.47	857.5
2	1050	0.8	840
3	1050	0.7	735
4	800	1.15	920
5	375	1.15	431.25
	5112.5		3783.75

- ✓ Carga total actuante:

$$W_T = P_c + W_{\text{Hormigón}}$$

$$W_T = 1,733.4 \text{ kg} + 5,112.5 \text{ kg} = 6,845.90 \text{ kg}$$

- ✓ Chequeo estabilidad contra volteo.

$$FSV = \frac{Me}{Mv}$$

$$FSV = \frac{3,783.75 \text{ kg} - m + 1,386.72 \text{ kg} - m}{1,450.67 \text{ kg} - m} = 3.56 > 2$$

Si cumple.

- ✓ Chequeo estabilidad contra deslizamiento.

$$FSD = \frac{(WT * f) + \rho_p}{\rho_a}$$

f = fricción del suelo. = 0.9 tan 30

$$FSD = \frac{(6,845.90 \text{ kg} * 0.52) + 3,672 \text{ kg}}{1,280 \text{ kg} - m} = 5.6 > 2$$

Si cumple.

- ✓ Seguridad ante falla por capacidad de carga

$$e = \frac{B}{2} - \frac{Me - Mv}{WT}$$

$$e = \frac{1.40}{2} - \frac{3,783.75 \text{ kg} - m + 1,386.72 \text{ kg} - m - 1,450.67 \text{ kg} - m}{6,845.90 \text{ kg}}$$

$$e = 0.16$$

B/6 = 1.40/6 = 0.23 Si cumple.

- ✓ Esfuerzo máximo transmitido por la zapata al suelo.

$$q_{\max} = \frac{WT}{B} * \left(1 + \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{\max} = \frac{6,845.90 \text{ kg}}{1.4} * \left(1 + \frac{6 * 0.16}{1.4} \right) = 8,243.02 \text{ kg/m}^2$$

- ✓ Esfuerzo mínimo transmitido por la zapata al suelo.

$$q_{\min} = \frac{WT}{B} * \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

$$q_{\min} = \frac{6,845.90 \text{ kg}}{1.4} * \left(1 - \frac{6 * 0.16}{1.4} \right) = 1,536.83 \text{ kg/m}^2$$

Si cumple.

La capacidad de carga máxima en el suelo es de 8,243.02 kg/m² con lo cual cumple con la capacidad máxima de carga y valor soporte del suelo de 20,000 kg/m²

Viga

- ✓ Calculando el peralte

$$h = L/16$$

$$h = 0.00625(4.20) = 0.26 \text{ m}$$

- ✓ Calculando la base

$$h = 2\text{base}$$

$$\text{base} = \frac{h}{2} = \frac{0.26}{2} = 0.13 \text{ m}$$

- ✓ Calculando el pre dimensionamiento

$$\text{Viga} = \text{base} * \text{altura} * \text{longitud}$$

$$\text{Viga} = 0.15 * 0.30 * 4.20$$

- ✓ Cargas sobre la viga

$$\text{Área tributaria} = \left(\frac{l}{2}\right) * l$$

$$\text{Área tributaria} = \left(\frac{4.20}{2}\right) (4.20) = 8.82 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga muerta (CM)} = W_{\text{propio}} + W_{\text{losas}}$$

$$\text{CM} = [(2400)(0.15 * 0.30 * 1 \text{ m})] + [(774)(8.82)/(4.20)]$$

$$\text{CM} = 1,733.4 \text{ kg/m}$$

$$\text{CM} = 1.73 \text{ Ton/m}$$

- ✓ Calculando momentos

$$M(-) = \frac{WL^2}{14} = \frac{(1.73)(4.20^2)}{14} = 2.18 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M(+) = \frac{WL^2}{10} = \frac{(1.73)(4.20^2)}{10} = 3.05 \text{ Ton} * \text{m}$$

- ✓ Peralte efectivo

$$d = h - 4$$

$$d = 30 \text{ cm} - 4 = 26 \text{ cm}$$

✓ Calculando refuerzo

Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo de ruptura del acero $Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 26 \text{ cm}$$

$$MU = 3,057.72 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$As = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * F'c}} \right] * \frac{0.85 * F'c}{Fy}$$

$$As = \left[15 * 26 - \sqrt{(15 * 26)^2 - \frac{3,057.72 * 15}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$As = \left[390 - \sqrt{152,100 - \frac{45,865.80}{0.80325}} \right] * 0.0635231$$

$$As = 5.19 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo (As_{min})

$$As_{min} = \left(\frac{14.1}{Fy} \right) * b * d$$

$$As_{min} = \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 15 * 26 = 1.96 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo ($A_{s_{max}}$)

$$\begin{aligned}A_{s_{max}} &= 0.5 * \rho_b * b * d \\A_{s_{max}} &= 0.5 * 0.03694 * 15 * 26 \\A_{s_{max}} &= 7.20 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Se diseña con el acero mínimo $A_s = 1.96 \text{ cm}^2$

4 No. 3 corridas. Tensiones a L/5.

✓ Momento de corte

$$V = \frac{WL}{2} = \frac{(1.73)(4.20)}{2} = 3.64 \text{ Ton}$$

$$V_{cm} = (0.85)(0.53)\sqrt{210}(15)(26) = 2.55 \text{ Ton}$$

✓ Calculando (x')

$$x' = \frac{(2,546.06)(4.20/2)}{3,640.14} = 1.47 \text{ cm}$$

✓ Calculando S

$$S = \frac{2AV * F_y}{(V_a - V_{cm}) * b}$$

Corte actuante

$$V_a = \frac{V_u}{bd}$$

$$V_a = \frac{3,640.14}{15 * 26} = 9.33 \text{ kg/cm}^2$$

Corte que resiste el concreto

$$V_{cm} = \phi * 0.53\sqrt{F_c}$$

$$V_{cm} = 0.85 * 0.53\sqrt{210} = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \frac{2(0.32)(2,810)}{(9.33 - 6.53) * 15} = 42.82 \text{ cm}$$

$$S_{\text{max}} = d/2$$

$$S_{\text{max}} = 26/2 = 13 \text{ cm}$$

Debido a que la separación de estribos por corte es mayor a la separación por armado, se toma por armado para fines de diseño, siendo esta: de 13 cm y encontrando el primer estribo a $S/2 = 6.5 \text{ cm}$.

El refuerzo serán varillas corrugadas No. 3 (3/8") y estribos No. 2 @ 0.13 cm.

Según: ACI 318-05

11.4.5.1. El espaciamiento del refuerzo de cortante colocado perpendicularmente al eje del elemento no debe exceder de $d/2$ en elementos de concreto no preesforzados, de $0.75h$ en elementos preesforzados, ni de 600 mm. Según American Concrete Institute.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Integración de costos unitarios del sistema de abastecimiento de agua potable.

Renglones de trabajo

REGLON:	Captacion tipica	PRECIO	OBRA: Sistema de agua potable
CANTIDAD:	1	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea el Rancho
UNIDAD DE MEDID.	Unidad	Q 15,594.80	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento 4000 psi (UGC)	28	Sc.	Q 80.00	Q 2,226.24
Arena de Rio lavada	1.56	m ³	Q 190.00	Q 295.84
Piedrin 3/4	2.35	m ³	Q 300.00	Q 705.60
Hierro No.3	22	varillas	Q 40.00	Q 878.40
Codo pvc de Ø 2 1/2" a 90° liso	2	Unidad	Q 80.30	Q 168.63
Piedra (solida)	4.34	m ³	Q 150.00	Q 650.48
Tubo pvc de Ø 3" 160 psi	0.5	Unidad	Q 397.00	Q 187.58
Tubo pvc de Ø 2 1/2" 160 psi	0.5	Unidad	Q 269.00	Q 133.22
Tubo pvc de Ø 2" 160 psi	0.5	Unidad	Q 182.00	Q 95.55
Adaptador macho pvc de Ø 2"	2	Unidad	Q 11.00	Q 23.10
Valvula de compuerta de Ø 2" (MATCO)	1	Unidad	Q 280.00	Q 294.00
Alambre de amarre	7	lb	Q 6.00	Q 41.61
Madera, Regla de 2" * 3" * 8'	137	p-t	Q 7.00	Q 961.27
Madera, Tabla de 1" * 10" * 10'	199	p-t	Q 7.00	Q 1,389.56
Clavo de 2 1/2"	11	lb	Q 7.15	Q 78.66
Clavo de 3"	14	lb	Q 7.15	Q 96.97
Clavo de 4"	22	lb	Q 7.15	Q 158.10
Candado de 2" (yale)	3	Unidad	Q 156.00	Q 491.40
TOTAL MATERIALES				Q 8,876.20

MANO DE OBRA:				
Armado de tapaderas	87.8	ml	Q 1.25	Q 109.80
Colocado y centrado	87.8	ml	Q 0.50	Q 43.92
Hacer concreto	3.16	m ³	Q 20.00	Q 63.10
Fundicion	9.33	m ³	Q 60.00	Q 559.51
Formaleta	1	Unidad	Q 50.00	Q 50.00
Retirar Formaleta	1	Unidad	Q 10.00	Q 10.00
Factor ayudante	63%	%		Q 526.89
Prestaciones	66%	%		Q 899.72
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 2,262.94

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 11,139.14
-----------------------------	--------------------

IMPREVISTOS:	Q 334.17
ADMINISTRACIÓN:	Q 445.57
UTILIDAD:	Q 1,670.87
IVA (12%):	Q 2,005.05
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 4,455.66
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 15,594.80
PRECIO UNITARIO:	Q 15,594.80

REGLON:	Caja hipoclorador	PRECIO		OBRA: Sistema de agua potable
CANTIDAD:	1	UNITARIO:		LOCALIZACION: Aldea el Rancho
UNIDAD DE MEDID.	Unidad	Q	6,296.68	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento 4000 psi (UGC)	3	Sc.	Q 80.00	Q 256.37
Arena de Rio lavada	0.18	m ³	Q 190.00	Q 34.07
Piedrin 3/4"	0.27	m ³	Q 300.00	Q 81.90
Hierro No.3	7	varillas	Q 40.00	Q 279.30
Alambre de amarre	2	lb	Q 6.00	Q 13.23
Madera, Regla de 2" * 3" * 8"	9	p-t	Q 7.00	Q 64.61
Madera, Tabla de 1" * 10" * 10"	37	p-t	Q 7.00	Q 260.23
Clavo de 2 1/2"	3	lb	Q 7.15	Q 18.85
Clavo de 3"	3	lb	Q 7.15	Q 18.31
Candado de 2" (Yale)	1	Unidad	Q 156.00	Q 163.80
Codo pvc de Ø 1/2" a 90° liso	11	Unidad	Q 1.90	Q 19.95
Piedra (solida)	0.12	m ³	Q 150.00	Q 17.33
Tubo pvc de Ø 1/2" 350 psi	2	Unidad	Q 43.00	Q 90.30
Puerta de la mina negra lisa 1/16"	1	Unidad	Q 1,000.00	Q 1,050.00
Tee reductora pvc de Ø 1 1/2" a 1/2" lisa	1	Unidad	Q 27.70	Q 29.09
Tee reductora pvc de Ø 3/4" a 1/2" lisa	1	Unidad	Q 6.20	Q 6.51
Tee pvc 1/2	1	Unidad	Q 2.50	Q 2.63
Válvula de compuerta de Ø 1/2" (MATCO)	1	Unidad	Q 60.00	Q 63.00
Adaptador macho pvc de Ø 1/2"	2	Unidad	Q 1.70	Q 3.57
Hipoclorador	1	Unidad	Q 1,500.00	Q 1,575.00
Clorador de pastilla	20	Unidad	Q 10.00	Q 199.50
TOTAL MATERIALES				Q 4,247.54

MANO DE OBRA:				
Armado de tapadera y coronamiento caja	39.9	ml	Q 1.25	Q 49.88
Colocado y centrado	39.9	ml	Q 0.50	Q 19.95
Hacer concreto	0.36	m ³	Q 20.00	Q 7.27
Fundicion	0.53	m ³	Q 10.00	Q 5.34
Formaleta	1	Unidad	Q 8.00	Q 8.00
Retirar Formaleta	1	Unidad	Q 2.00	Q 2.00
Factor ayudante	63%	%		Q 58.23
Prestaciones	66%	%		Q 99.43
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 250.09

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 4,497.63
----------------------	------------

IMPREVISTOS:	Q 134.93
ADMINISTRACIÓN:	Q 179.91
UTILIDAD:	Q 674.64
IVA (12%):	Q 809.57
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 1,799.05
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 6,296.68
PRECIO UNITARIO:	Q 6,296.68

RENGLON:	Tanque de distribucion 50 m ³	PRECIO	OBRA: Sistema de agua potable
CANTIDAD:	1	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea el Rancho
UNIDAD DE MEDID.	Unidad	Q 171,991.03	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento 4000 psi (UGC)	371	Sc.	Q 80.00	Q 29,695.11
Arena de Rio lavada	20.77	m ³	Q 190.00	Q 3,946.09
Piedrin 3/4"	31.37	m ³	Q 300.00	Q 9,412.20
Hierro No.2	6	varillas	Q 15.00	Q 92.00
Hierro No.3	165	varillas	Q 40.00	Q 6,602.33
Hierro No.4	0.4	varillas	Q 65.00	Q 27.30
Piedra (solida)	80.05	m ³	Q 150.00	Q 12,007.80
Alambre de amarre	53	lb	Q 6.00	Q 319.43
Regla de 2" * 3" * 8'	859	p-t	Q 7.00	Q 6,010.93
Tabla de 1" * 10" * 10'	2746	p-t	Q 7.00	Q 19,219.43
Candado de 2" (yale)	1	Unidad	Q 156.00	Q 163.80
Codo pvc de Ø 3" a 90° liso	1	Unidad	Q 83.60	Q 87.78
Tubo pvc de Ø 3" 160 psi	0.4	Unidad	Q 397.00	Q 138.95
Codo pvc de Ø 3/4" a 90° liso	2	Unidad	Q 3.20	Q 6.72
Tubo pvc de Ø 3/4" 160 psi	1	Unidad	Q 52.00	Q 27.30
Codo pvc de Ø 1 1/2" a 90° liso	2	Unidad	Q 10.20	Q 21.42
Tubo pvc de Ø 1 1/2" 160 psi	1	Unidad	Q 125.00	Q 65.63
Codo HG TL de Ø 3" a 90°	3	Unidad	Q 159.50	Q 502.43
Niple HG TL de Ø 3" de 0.30 mts	3	Unidad	Q 201.85	Q 635.83
Niple HG TL de Ø 3" de 0.10 mts	3	Unidad	Q 84.50	Q 266.18
Pintura anticorrosiva roja (buena calidad)	1	Galon	Q 165.00	Q 173.25
Abrazadera 3 X 3/4"	3	Unidad	Q 162.30	Q 511.25
Sifon PVC 3"	1	Unidad	Q 99.33	Q 104.30
Clavo de 2 1/2"	11	lb	Q 7.15	Q 81.52
Clavo de 3"	15	lb	Q 7.15	Q 108.69
Clavo de 4"	14	lb	Q 7.15	Q 101.93
Clavo de 5"	18	lb	Q 7.15	Q 131.91
TOTAL MATERIALES				Q 90,461.49

MANO DE OBRA:				
Armado de columna	980.6	ml	Q 1.25	Q 1,225.80
Colocado y centrado	980.6	ml	Q 0.50	Q 490.32
Hacer concreto	42.08	m ³	Q 20.00	Q 841.70
Fundicion	155.87	m ³	Q 60.00	Q 9,352.49
Formaleta	1	Unidad	Q 50.00	Q 50.00
Retirar Formaleta	1	Unidad	Q 10.00	Q 10.00
Factor ayudante	63%	%		Q 7,541.29
Prestaciones	66%	%		Q 12,877.65
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 32,389.25

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 122,850.74
----------------------	--------------

IMPREVISTOS:	Q 3,685.52
ADMINISTRACIÓN:	Q 4,914.03
UTILIDAD:	Q 18,427.61
IVA (12%):	Q 22,113.13
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 49,140.30
PRECIO TOTAL DEL RENGLON:	Q 171,991.03
PRECIO UNITARIO:	Q 171,991.03

REGLON:	Conexiones domiciliarias	PRECIO	OBRA: Sistema de agua potable
CANTIDAD:	123	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea el Rancho
UNIDAD DE MEDID.	Unidad	Q 731.95	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento 4000 psi (UGC)	47	Sc.	Q 80.00	Q 3,753.12
Arena de Rio lavada	2.63	m ³	Q 190.00	Q 498.75
Piedrin 3/4"	3.97	m ³	Q 300.00	Q 1,190.70
Hierro No.3	4	varillas	Q 40.00	Q 150.68
Alambre de amarre	1	lb	Q 6.00	Q 7.14
Tubo pvc de Ø 1/2" 315 psi	445	Unidad	Q 43.00	Q 19,143.60
Adaptador macho pvc de Ø 1/2"	254	Unidad	Q 1.70	Q 431.97
Codo HG TL de Ø 1/2" a 90°	129	Unidad	Q 6.00	Q 774.90
Codo pvc de Ø 1/2" a 90° c/rosca	129	Unidad	Q 3.20	Q 413.28
Copla HG TL de Ø 1/2"	129	Unidad	Q 8.25	Q 1,065.49
Llave de chorro de Ø 1/2" (MATCO)	129	Unidad	Q 37.00	Q 4,778.55
Llave de paso de Ø 1/2"	129	Unidad	Q 47.00	Q 6,070.05
Niple HG TL de Ø 1/2" de 0.30 mts.	129	Unidad	Q 24.00	Q 3,099.60
Niple HG TL de Ø 1/2" de 1.50 mts.	129	Unidad	Q 69.30	Q 8,950.10
Teflon de Ø 3/4"	14	Rollo	Q 3.50	Q 47.78
Tabla de 1" * 10" * 10"	1177	p-t	Q 7.00	Q 8,236.90
Clavo de 2 1/2"	25	lb	Q 7.15	Q 175.91
Pegamento	0.2	Galon	Q 600.00	Q 94.50
TOTAL MATERIALES				Q 58,883.00

MANO DE OBRA:				
Hacer concreto	5.32	m ³	Q 20.00	Q 106.37
Fundicion	5.32	m ³	Q 10.00	Q 53.19
Formaleta	123	Unidad	Q 8.00	Q 984.00
Retirar Formaleta	123	Unidad	Q 2.00	Q 246.00
Colocado y centrado de tuberia PVC	123	Unidad	Q 4.00	Q 492.00
Colocado y centrado de accesorios PVC	123	Unidad	Q 1.00	Q 123.00
Factor ayudante	63%	%		Q 1,262.87
Prestaciones	66%	%		Q 2,156.50
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 5,423.93

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 64,306.93
-----------------------------	--------------------

IMPREVISTOS:	Q 1,929.21
ADMINISTRACIÓN:	Q 2,572.28
UTILIDAD:	Q 9,646.04
IVA (12%):	Q 11,575.25
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 25,722.77
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 90,029.70
PRECIO UNITARIO:	Q 731.95

REGLON:	Linea de conduccion	PRECIO	OBRA: Sistema de agua potable
CANTIDAD:	1269	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea el Rancho
UNIDAD DE MEDID.	ML	Q 42.49	FECHA:

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

MATERIALES:				
Reductor bushing pvc de Ø 2 1/2" a 2"	1	Unidad	Q 37.60	Q 39.48
Reductor bushing pvc de Ø 2" a 1 1/2"	2	Unidad	Q 11.60	Q 24.36
Reductor bushing pvc de Ø 1 1/2" a 1 1/4"	2	Unidad	Q 8.20	Q 17.22
Reductor bushing pvc de Ø 1 1/4" a 3/4"	1	Unidad	Q 7.50	Q 7.88
Tubos PVC de 2 1/2" de 160 psi.	53	Unidad	Q 269.00	Q 14,122.50
Tubos PVC de 2" de 160 psi.	35	Unidad	Q 182.00	Q 6,306.30
Tubos PVC de 1 1/2" de 160 psi.	72	Unidad	Q 125.00	Q 9,056.25
Tubos PVC de 1 1/4" de 160 psi.	55	Unidad	Q 90.00	Q 4,914.00
Tubos PVC de 3/4" de 250 psi.	23	Unidad	Q 52.00	Q 1,201.20
Pegamento	0.4	Galon	Q 600.00	Q 252.00
TOTAL MATERIALES				Q 35,941.19

MANO DE OBRA:				
Colocado y centrado tubería PVC	237	Unidad	Q 4.00	Q 949.20
Colocado y centrado accesorios PVC	6	Unidad	Q 1.00	Q 6.00
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Factor ayudante	63%	%		Q 601.78
Prestaciones	66%	%		Q 1,027.60
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 2,584.58

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 38,525.77
----------------------	-------------

IMPREVISTOS:	Q 1,155.77
ADMINISTRACIÓN:	Q 1,541.03
UTILIDAD:	Q 5,778.86
IVA (12%):	Q 6,934.64
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 15,410.31
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 53,936.07
PRECIO UNITARIO:	Q 42.49

REGLON:	Linea de distribucion	PRECIO	OBRA: Sistema de agua potable
CANTIDAD:	3,224	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea el Rancho
UNIDAD DE MEDID.	ML	Q 37.33	FECHA:

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

MATERIALES:				
Reducidor bushing pvc de Ø 4" a 3"	1	Unidad	Q 85.70	Q 89.99
Reducidor bushing pvc de Ø 3" a 2 1/2"	2	Unidad	Q 53.70	Q 112.77
Reducidor bushing pvc de Ø 2 1/2" a 2"	1	Unidad	Q 37.60	Q 39.48
Reducidor bushing pvc de Ø 2" a 1 1/2"	2	Unidad	Q 11.60	Q 24.36
Reducidor bushing pvc de Ø 1 1/2" a 1 1/4"	1	Unidad	Q 8.20	Q 8.61
Reducidor bushing pvc de Ø 1 1/4" a 1"	1	Unidad	Q 7.50	Q 7.88
Reducidor bushing pvc de Ø 1 1/2" a 3/4"	1	Unidad	Q 8.20	Q 8.61
Tee reductora 2 1/2" a 1 1/2"	1	Unidad	Q 115.40	Q 121.17
Tee reductora 2" a 1/2"	2	Unidad	Q 33.10	Q 69.51
Tee PVC campana cementada de 1 1/2"	1	Unidad	Q 20.10	Q 21.11
Tubo pvc de Ø 4" 160 psi	2	Unidad	Q 655.00	Q 1,375.50
Tubo pvc de Ø 3" 160 psi	7	Unidad	Q 397.00	Q 2,917.95
Tubo pvc de Ø 2 1/2" 160 psi	48	Unidad	Q 269.00	Q 12,992.70
Tubo pvc de Ø 2" 160 psi	161	Unidad	Q 182.00	Q 29,238.30
Tubo pvc de Ø 1 1/2" 160 psi	183	Unidad	Q 125.00	Q 22,837.50
Tubo pvc de Ø 1 1/4" 160 psi	47	Unidad	Q 90.00	Q 4,252.50
Tubo pvc de Ø 1" 160 psi	14	Unidad	Q 71.00	Q 969.15
Tubo pvc de Ø 3/4" 250 psi	32	Unidad	Q 52.00	Q 1,638.00
Tubo pvc de Ø 1/2" 315 psi	61	Unidad	Q 43.00	Q 2,618.70
Pegamento	1	Galon	Q 600.00	Q 588.00
TOTAL MATERIALES				Q 79,931.78

MANO DE OBRA:				
Colocado y centrado tubería PVC	554	Unidad	Q 4.00	Q 2,217.60
Colocado y centrado accesorios PVC	13	Unidad	Q 1.00	Q 13.00
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Factor ayudante	63%	%		Q 1,405.28
Prestaciones	66%	%		Q 2,399.68
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 6,035.56

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 85,967.33
----------------------	-------------

IMPREVISTOS:	Q 2,579.02
ADMINISTRACIÓN:	Q 3,438.69
UTILIDAD:	Q 12,895.10
IVA (12%):	Q 15,474.12
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 34,386.93
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 120,354.27
PRECIO UNITARIO:	Q 37.33

REGLON:	Caja de valvula de limpieza	PRECIO		OBRA: Sistema de agua potable
CANTIDAD:	1	UNITARIO:		LOCALIZACION: Aldea el Rancho
UNIDAD DE MEDID.	Unidad	Q	2,597.89	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento gris 4000 psi (UGC)	3	Sc.	Q 80.00	Q 248.38
Arena de Rio (lavada)	0.17	m ³	Q 190.00	Q 33.01
Piedrin de Ø 3/4"	0.26	m ³	Q 300.00	Q 78.75
Hierro corrugado de Ø 3/8" (legitimo)	5	varillas	Q 40.00	Q 187.04
Hierro liso de Ø 1/4" (legitimo)	1	varillas	Q 15.00	Q 17.96
Piedra (solida)	0.49	m ³	Q 150.00	Q 74.03
Clavo de 2 1/2"	0.8	lb	Q 7.15	Q 5.72
Clavo de 3"	0.3	lb	Q 7.15	Q 1.91
Regla de 2" * 3" * 8'	5	p-t	Q 7.00	Q 32.14
Tabla de 1" * 10" * 10'	38	p-t	Q 7.00	Q 267.87
Tubo pvc de Ø 1 1/2" 160 psi	0.3	Unidad	Q 125.00	Q 35.00
Adaptador macho pvc de Ø 1 1/2"	2	Unidad	Q 7.60	Q 15.96
Tee pvc de Ø 1 1/2" lisa	1	Unidad	Q 20.10	Q 21.11
Valvula de compuerta de Ø 1 1/2" (MATCO)	1	Unidad	Q 190.00	Q 199.50
Candado de 2" (yale)	1	Unidad	Q 156.00	Q 163.80
Alambre de amarre	2	lb	Q 6.00	Q 12.89
TOTAL MATERIALES				Q 1,395.05

MANO DE OBRA:				
Armado de tapadera y corona de caja	33.6	ml	Q 1.25	Q 41.95
Colocado y centrado	201.4	ml	Q 0.50	Q 100.68
Hacer concreto	0.35	m ³	Q 20.00	Q 7.04
Fundicion	1.06	m ³	Q 10.00	Q 10.55
Formaleta	1	Unidad	Q 8.00	Q 8.00
Retirar Formaleta	1	Unidad	Q 2.00	Q 2.00
Factor ayudante	63%	%		Q 107.24
Prestaciones	66%	%		Q 183.12
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 460.58

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 1,855.63
-----------------------------	-------------------

IMPREVISTOS:	Q 55.67
ADMINISTRACIÓN:	Q 74.23
UTILIDAD:	Q 278.35
IVA (12%):	Q 334.01
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 742.25
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 2,597.89
PRECIO UNITARIO:	Q 2,597.89

REGLON:	Caja de valvula de control flujo	PRECIO		OBRA: Sistema de agua potable
CANTIDAD:	4	UNITARIO:		LOCALIZACION: Aldea el Rancho
UNIDAD DE MEDID.	Unidad	Q	3,439.86	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento gris 4000 psi (UGC)	29	Sc.	Q 80.00	Q 2,352.31
Arena de Rio (lavada)	1.65	m ³	Q 190.00	Q 312.59
Piedrin de Ø 3/4"	2.49	m ³	Q 300.00	Q 746.55
hierro corrugado de Ø 3/8" (legitimo)	16	varillas	Q 40.00	Q 649.60
hierro liso de Ø 1/4" (legitimo)	4	varillas	Q 15.00	Q 64.26
Piedra (solida)	1.56	m ³	Q 150.00	Q 234.68
regla de 2" * 3" * 8'	37	p-t	Q 7.00	Q 257.15
tabla de 1" * 10" * 10'	153	p-t	Q 7.00	Q 1,071.47
valvula de compuerta de Ø 3" (MATCO)	1	Unidad	Q 730.00	Q 766.50
valvula de compuerta de Ø 4" (MATCO)	1	Unidad	Q 1,130.00	Q 1,186.50
valvula de compuerta de Ø 1 1/2" (MATCO)	1	Unidad	Q 190.00	Q 199.50
valvula de compuerta de Ø 3/4" (MATCO)	1	Unidad	Q 80.00	Q 84.00
adaptador macho pvc de Ø 3"	2	Unidad	Q 41.10	Q 86.31
adaptador macho pvc de Ø 4"	2	Unidad	Q 58.30	Q 122.43
adaptador macho pvc de Ø 1 1/2"	2	Unidad	Q 7.60	Q 15.96
adaptador macho pvc de Ø 3/4"	2	Unidad	Q 2.70	Q 5.67
clavo de 2 1/2"	3	lb	Q 7.15	Q 22.88
clavo de 3"	2	lb	Q 7.15	Q 15.26
candado de 2" (yale)	4	unidad	Q 156.00	Q 655.20
Alambre de amarre	8	lb	Q 6.00	Q 45.18
TOTAL MATERIALES				Q 8,894.00

MANO DE OBRA:				
Armado de tapadera y coronamiento caja	117.3	ml	Q 1.25	Q 146.60
Colocado y centrado	117.3	ml	Q 0.50	Q 58.64
Hacer concreto	3.33	m ³	Q 20.00	Q 66.68
Fundicion	3.33	m ³	Q 10.00	Q 33.34
Formaleta	4	Unidad	Q 8.00	Q 32.00
Retirar Formaleta	4	Unidad	Q 2.00	Q 8.00
Factor ayudante	63%	%		Q 217.51
Prestaciones	66%	%		Q 371.42
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 934.19

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 9,828.18
----------------------	------------

IMPREVISTOS:	Q 294.85
ADMINISTRACIÓN:	Q 393.13
UTILIDAD:	Q 1,474.23
IVA (12%):	Q 1,769.07
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 3,931.27
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 13,759.46
PRECIO UNITARIO:	Q 3,439.86

Resumen general de materiales

- **Proyecto:** Sistema de agua potable por gravedad
- **Comunidad:** El Rancho
- **Municipio:** San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz
- **Departamento:** Alta Verapaz.

ARTICULO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cemento 4000 psi (UGC)	482	Sc.	Q 80.00	Q 38,560.00
Arena de Rio lavada	27	m ³	Q 190.00	Q 5,130.00
Piedrin 3/4	41	m ³	Q 300.00	Q 12,300.00
Piedra (solida)	87	m ³	Q 150.00	Q 13,050.00
Hierro No. 2	12	varillas	Q 15.00	Q 180.00
Hierro No.3	219	varillas	Q 40.00	Q 8,760.00
Hierro No.4	1	varillas	Q 65.00	Q 65.00
Alambre de amarre	74	lb	Q 6.00	Q 444.00
Clavo de 5"	19	lb	Q 7.15	Q 135.85
Clavo de 4"	37	lb	Q 7.15	Q 264.55
Clavo de 3"	34	lb	Q 7.15	Q 243.10
Clavo de 2 1/2"	54	lb	Q 7.15	Q 386.10
Madera, Regla de 2" * 3" * 8'	1047	p-t	Q 7.00	Q 7,329.00
Madera, Tabla de 1" * 10" * 10'	4350	p-t	Q 7.00	Q 30,450.00
Candado de 2" (yale)	10	Unidad	Q 156.00	Q 1,560.00
Codo pvc de Ø 3" a 90° liso	1	Unidad	Q 83.60	Q 83.60
Codo pvc de Ø 2 1/2" a 90° liso	2	Unidad	Q 80.30	Q 160.60
Codo pvc de Ø 1 1/2" a 90° liso	2	Unidad	Q 10.20	Q 20.40
Codo pvc de Ø 1/2" a 90° liso	11	Unidad	Q 1.90	Q 20.90
Codo pvc de Ø 3/4" a 90° liso	2	Unidad	Q 3.20	Q 6.40
Codo pvc de Ø 1/2" a 90° c/rosca	129	Unidad	Q 3.20	Q 412.80
Tubo pvc de Ø 4" 160 psi	3	Unidad	Q 655.00	Q 1,965.00
Tubo pvc de Ø 3" 160 psi	9	Unidad	Q 397.00	Q 3,573.00
Tubo pvc de Ø 2 1/2" 160 psi	102	Unidad	Q 269.00	Q 27,438.00
Tubo pvc de Ø 2" 160 psi	196	Unidad	Q 182.00	Q 35,672.00
Tubo pvc de Ø 1 1/2" 160 psi	256	Unidad	Q 125.00	Q 32,000.00
Tubos PVC de 1 1/4" de 160 psi.	102	Unidad	Q 90.00	Q 9,180.00
Tubo pvc de Ø 1" 160 psi	14	Unidad	Q 71.00	Q 994.00
Tubo pvc de Ø 1/2" 350 psi	509	Unidad	Q 43.00	Q 21,887.00
Tubo pvc de Ø 3/4" 160 psi	56	Unidad	Q 52.00	Q 2,912.00
adaptador macho pvc de Ø 4"	2	Unidad	Q 58.30	Q 116.60
adaptador macho pvc de Ø 3"	2	Unidad	Q 41.10	Q 82.20
Adaptador macho pvc de Ø 2"	2	Unidad	Q 11.00	Q 22.00
Adaptador macho pvc de Ø 1 1/2"	4	Unidad	Q 7.60	Q 30.40
Adaptador macho pvc de Ø 1/2"	256	Unidad	Q 1.70	Q 435.20
adaptador macho pvc de Ø 3/4"	2	Unidad	Q 2.70	Q 5.40
valvula de compuerta de Ø 4" (MATCO)	1	Unidad	Q 1,130.00	Q 1,130.00

valvula de compuerta de Ø 3" (MATCO)	1	Unidad	Q 730.00	Q 730.00
Valvula de compuerta de Ø 2" (MATCO)	1	Unidad	Q 280.00	Q 280.00
Valvula de compuerta de Ø 1 1/2" (MATCO)	1	Unidad	Q 190.00	Q 190.00
Válvula de compuerta de Ø 1/2" (MATCO)	1	Unidad	Q 60.00	Q 60.00
valvula de compuerta de Ø 3/4" (MATCO)	1	Unidad	Q 80.00	Q 80.00
Puerta de lamina negra lisa 1/16"	1	Unidad	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Tee reductora 2 1/2" a 1 1/2"	1	Unidad	Q 115.40	Q 115.40
Tee reductora 2" a 1/2"	2	Unidad	Q 33.10	Q 66.20
Tee reductora pvc de Ø 1 1/2" a 1/2" lisa	1	Unidad	Q 27.70	Q 27.70
Tee reductora pvc de Ø 3/4" a 1/2" lisa	1	Unidad	Q 6.20	Q 6.20
Tee pvc de Ø 1 1/2" lisa	1	Unidad	Q 20.10	Q 20.10
Tee pvc 1/2	1	Unidad	Q 2.50	Q 2.50
Tee PVC campana cementada de 1 1/2"	1	Unidad	Q 20.10	Q 20.10
Hipoclorador	1	Unidad	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Clorador de pastilla	20	Unidad	Q 10.00	Q 200.00
Codo HG TL de Ø 3" a 90°	3	Unidad	Q 159.50	Q 478.50
Codo HG TL de Ø 1/2" a 90°	129	Unidad	Q 6.00	Q 774.00
Copla HG TL de Ø 1/2"	129	Unidad	Q 8.25	Q 1,064.25
Niple HG TL de Ø 3" de 0.30 mts	4	Unidad	Q 201.85	Q 807.40
Niple HG TL de Ø 1/2" de 0.30 mts.	130	Unidad	Q 24.00	Q 3,120.00
Niple HG TL de Ø 3" de 0.10 mts	4	Unidad	Q 84.50	Q 338.00
Niple HG TL de Ø 1/2" de 1.50 mts.	130	Unidad	Q 69.30	Q 9,009.00
Pintura anticorrosiva roja (buena calidad)	1	Galon	Q 165.00	Q 165.00
Abrazadera 3 X 3/4"	3	Unidad	Q 162.30	Q 486.90
Sifon PVC 3"	1	Unidad	Q 99.33	Q 99.33
Llave de chorro de Ø 1/2" (MATCO)	129	Unidad	Q 37.00	Q 4,773.00
Llave de paso de Ø 1/2"	129	Unidad	Q 47.00	Q 6,063.00
Teflon de Ø 3/4"	14	Rollo	Q 3.50	Q 49.00
Pegamento	2	Galon	Q 600.00	Q 1,200.00
Reducidor bushing pvc de Ø 4" a 3"	1	Unidad	Q 85.70	Q 85.70
Reducidor bushing pvc de Ø 3" a 2 1/2"	2	Unidad	Q 53.70	Q 107.40
Reducidor bushing pvc de Ø 2 1/2" a 2"	2	Unidad	Q 37.60	Q 75.20
Reducidor bushing pvc de Ø 2" a 1 1/2"	4	Unidad	Q 11.60	Q 46.40
Reducidor bushing pvc de Ø 1 1/2" a 1 1/4"	3	Unidad	Q 8.20	Q 24.60
Reducidor bushing pvc de Ø 1 1/4" a 3/4"	1	Unidad	Q 7.50	Q 7.50
Reducidor bushing pvc de Ø 1 1/4" a 1"	1	Unidad	Q 7.50	Q 7.50
Reducidor bushing pvc de Ø 1 1/2" a 3/4"	1	Unidad	Q 8.20	Q 8.20
				Q 290,093.18

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. Diseño de fosa séptica tradicional

- ✓ Parámetros adoptados en el diseño de fosas sépticas para el proyecto

Período de retención (T)	24 horas
Gasto, flujo volumétrico de desechos (q)	100 l/h/d
Factor de retorno (F.R)	0.80
Número de habitantes servidos (N)	405 habitantes
Lodos acumulados	45 l/h/a
Relación largo/ancho	2/1
Período de limpieza	3 años

- ✓ Cálculo de caudal

$$Q = qN$$

$$Q = (100)(405) = 40,500 \frac{l}{d}$$

- ✓ Cálculo de volumen

$$V = Q * T$$

$$V = \left(\frac{40,500 l}{d}\right)(24h) \left(\frac{1d}{24h}\right) = 40,500 \text{ litros}$$

$$V = 40.50 \text{ m}^3$$

- ✓ Cálculo de volumen para lodos

$$V = N * \text{gasto de lodos}$$

$$V = 405 \text{ hab} * 40.50 = 16,402.50 \text{ litros}$$

$$V = 16.40 \text{ m}^3 * 3 \text{ años}$$

$$V = 49.21 \text{ m}^3$$

- ✓ Volumen total

$$V_t = 40.50 + 49.21 \text{ m}^3 = 89.71 \text{ m}^3$$

- ✓ Dimensiones

$$V = ALH$$

Como $L/A = 2$, entonces $L = 2A$ al sustituir L en la ecuación anterior

$$V = 2 * A^2 * H$$

Se propone $H = 3 \text{ m}$

$$A^2 = \frac{V}{2H}$$

$$A^2 = \frac{89.71}{2 * 3} = \frac{89.71}{6} = 14.95 \text{ m}^2$$

$$A = 4.00 \text{ m}$$

Como $L = 2A$, entonces $L = 2(4.00) = 8.00 \text{ m}$

- ✓ Dimensiones finales

$$A = 4.30 \text{ m}$$

$$L = 8.30 \text{ m}$$

$$H = 3.50 \text{ m}$$

- ✓ Diseño estructural de fosas sépticas para el proyecto

Losa (tapadera)

- ✓ Relación losa

$$\frac{a}{b} = \frac{4.15}{4.30} = 1$$

Como $a/b \geq 0.5$ la losa debe diseñarse en dos sentidos

- ✓ Espesor

$$t = \frac{2 * (4.15 + 4.30)}{180} = 0.09 \text{ mts}$$

- ✓ Carga muerta

Peso propio de la losa $2400 \text{ kg/m}^3 * 0.09$	= 216 kg/m^2
Acabados	= 70 kg/m^2
	286 kg/m^2

- ✓ Carga viva

$$200 \text{ kg/m}^2$$

La fosa séptica se encuentra enterrada, el empuje del suelo no afecta a esta losa, en gran magnitud, solo a los muros laterales.

- ✓ Carga última

$$C_u = 1.4C_M + 1.7C_V$$

$$C_u = 1.4(286 \text{ kg/m}^2) + 1.7(200 \text{ kg/m}^2)$$

$$C_u = 400.40 \text{ kg/m}^2 + 340 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 740.40 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando el método 3, para el cálculo de momentos del ACI

$$M(+)_a = C_a W_{CV} L_a^2 + C_a W_{CM} L_a^2$$

$$M(+)_a = 0.032 * 340 * 4.00^2 + 0.027 * 400.40 * 4.00^2$$

$$M(+)_a = 347.05 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+)_b = C_b W_{CV} L_b^2 + C_b W_{CM} L_b^2$$

$$M(+)_b = 0.035 * 340 * 4.00^2 + 0.033 * 400.40 * 4.00^2$$

$$M(+)_b = 401.81 \text{ kg - m}$$

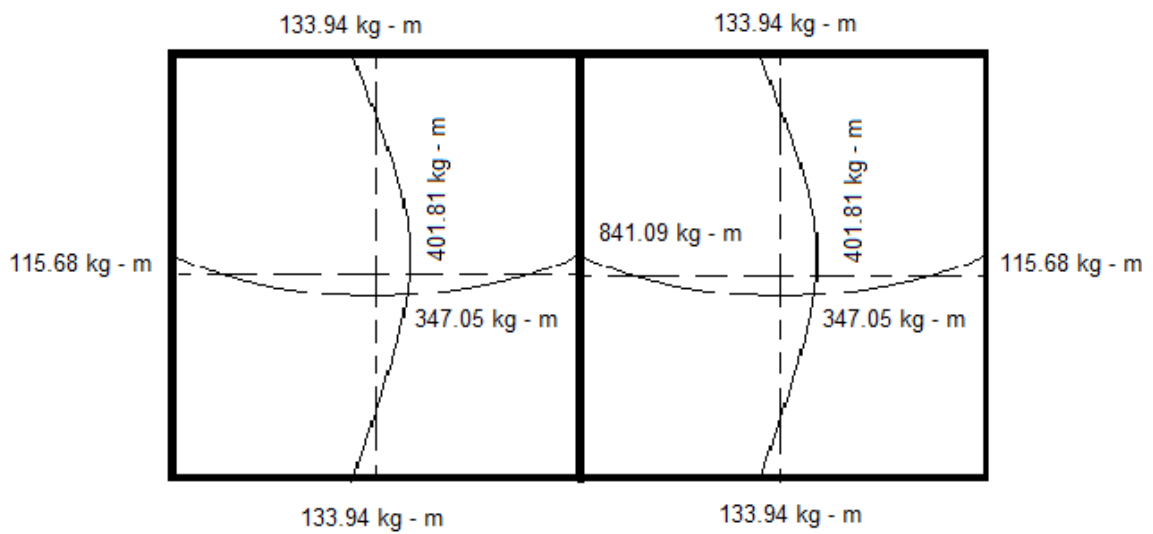
$$M(-)_a = \frac{M(+)_a}{3} = \frac{347.05 \text{ kg - m}}{3} = 115.68 \text{ kg - m}$$

$$M(-)_b = \frac{M(+)_b}{3} = \frac{401.81 \text{ kg - m}}{3} = 133.94 \text{ kg - m}$$

$$M(-)_b = C_b (W_{CV} + W_{CM}) L_b^2$$

$$M(-)_b = 0.071 * 740.40 * 4.00^2$$

$$M(-)_b = 841.09$$



✓ Peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$
$$d = 9\text{cm} - 2\text{cm} - 0.45\text{cm} = 6.55\text{ cm}$$

✓ Calculando refuerzo

Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210\text{ kg/m}^2$

Esfuerzo de ruptura del acero $Fy = 2\,810\text{ kg/m}^2$

$$b = 100\text{ cm}$$

$$t = 9\text{ cm}$$

$$\phi = \frac{3}{8}'' = 0.95\text{ cm}$$

$$\text{Asumiendo } \phi = \frac{3}{8}''$$

Área de acero mínimo ($A_{S_{\min}}$)

$$A_{S_{\min}} = \left(\frac{14.1}{Fy}\right) * b * d$$

$$A_{S_{\min}} = \left(\frac{14.1}{2810}\right) * 100 * 6.55 = 3.29\text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\max} = 3 * t = 3 * 0.9\text{ m} = 0.27\text{m}$$

Acero requerido

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

$$A_s = \left[100 * 6.55 - \sqrt{(100 * 6.55)^2 - \frac{401.81 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[655 - \sqrt{429,025 - \frac{40,181}{0.80325}} \right] * 0.063523$$

$$A_s = 2.5 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo ($A_{s_{\max}}$)

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * 0.03694 * 100 * 6.55$$

$$A_{s_{\max}} = 12.10 \text{ cm}^2$$

Se diseña con el acero mínimo $A_s = 3.29 \text{ cm}^2$

✓ Calculando

$$3.29 - 100 \text{ (Base)}$$

$$0.71 - x$$

$$S = 21.58 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * 0.9 \text{ m} = 27 \text{ cm}$$

22 cm < S_{max} → Si cumple

✓ Calculando el momento que resiste con $A_{s_{min}}$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0.90 * \left[A_s * F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1.7 F'_c * b} \right) \right]$$

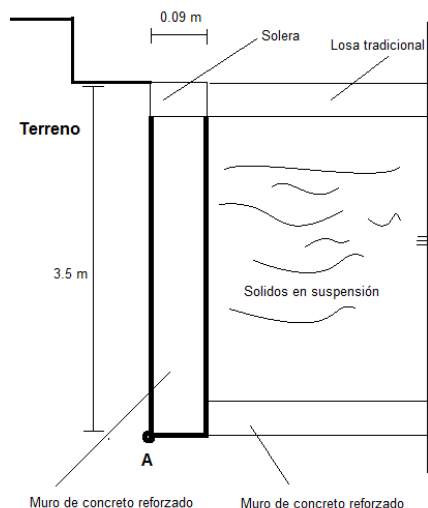
$$M_{A_{s_{min}}} = 0.90 * \left[3.29 * 2810 \left(6.55 - \frac{3.29 * 2810}{1.7(210) * 100} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 523.44 \text{ kg} - \text{m}$$

El esfuerzo serán varillas corrugadas No. 3 (3/8") @ 0.22 mts con tensiones a L/5 y bastones a L/4 en cada sentido, una losa de espesor de 0.09 metros.

Muro de concreto reforzado de 3.50 x 4.30 x 0.09

Los muros de la fosa séptica se encuentran 5.3 metros enterrados, por lo que es considerado el empuje del suelo.



- ✓ Los muros de la fosa séptica se encuentran 3.5 metros enterrado, por lo que es considerado el empuje del suelo.
- ✓ Valor soporte del suelo: 20,000 kg/m²
Peso específico del suelo: 1700 kg/m³

En base a resultados a estudios de suelos efectuados en comunidades propias del municipio de San Cristóbal, Verapaz, Alta Verapaz.

- ✓ El ángulo de fricción interna 30°.
- ✓ Relación losa

$$\frac{a}{b} = \frac{3.50}{4.30} = 0.81$$

Como $\frac{a}{b} \geq 0.5$ la losa debe diseñarse en dos sentidos

- ✓ Espesor

$$t = \frac{2 * (3.50 + 4.30)}{180} = 0.09 \text{ mts}$$

- ✓ Carga muerta

Peso propio de la losa 2400 kg/m ³ * 0.09	= 216 kg/m ²
Acabados	= 70 kg/m ²
	286 kg/m ²

- ✓ Carga viva

$$Kq = \frac{1 + \text{sen}\theta}{1 - \text{sen}\theta} = \frac{1 + \text{sen}30^\circ}{1 - \text{sen}30^\circ} = 3.00$$

$$\rho_q = \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 Kq$$

$$\rho_q = \frac{1}{2} (1.70 \text{ T/m}^3) (3.5)^2 (3.00) = 31,237.50 \text{ kg/m Presión pasiva}$$

$$\rho_q = 31.24 \text{ T por un metro de profundidad (Muros)}$$

$$\rho_q = 31.24 \text{ T}$$

Presión pasiva por metro cuadrado de losa en estudio.

$$\rho_q = \frac{31.24 \text{ T}}{(3.5 * 4.30)} = 2.08 \text{ T/m}^2$$

✓ Carga última

$$Cu = 1.4CM + 1.7CV$$

$$Cu = 1.4(286 \text{ kg/m}^2) + 1.7(2,075.58 \text{ kg/m}^2)$$

$$Cu = 400.4 \text{ kg/m}^2 + 3,528.49 \text{ kg/m}^2$$

$$Cu = 3,928.89 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando el método 3, para el cálculo de momentos del ACI, se diseña con el caso I.

El momento negativo no existe pues no hay continuidad.

✓ Coeficientes para momentos (+)

Carga muerta				Carga viva			
a	0.050	b	0.026	a	0.050	b	0.026
	0.056		0.023		0.056		0.023
	0.053		0.0245		0.053		0.0245

$$M(+)_a = C_a W_{CV} L_a^2 + C_a W_{CM} L_a^2$$

$$M(+)_a = 0.053 * 3,528.49 * 3.50^2 + 0.053 * 400.4 * 3.50^2$$

$$M(+)_a = 2,550.83 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+)_b = C_b W_{CV} L_b^2 + C_b W_{CM} L_b^2$$

$$M(+)_b = 0.0245 * 3,528.49 * 4.30^2 + 0.0245 * 400.4 * 4.30^2$$

$$M(+)_b = 1,779.81 \text{ kg} - \text{m}$$

✓ Peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 9\text{cm} - 2\text{cm} - 1.11\text{cm} = 6 \text{ cm}$$

✓ Calculando refuerzo

Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$

Esfuerzo de ruptura del acero $F_y = 2,810 \text{ kg/m}^2$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$t = 9 \text{ cm}$$

$$\phi = \frac{7}{8}'' = 2.22 \text{ cm}$$

Asumiendo $\phi = \frac{7}{8}''$

Área de acero mínimo ($A_{s_{\min}}$)

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 100 * 6 = 3 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\max} = 3 * t = 3 * 0.09\text{m} = 0.27 \text{ m}$$

Acero requerido

Para $M(+)_a$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * F'_c}} \right] * \frac{0.85 * F'_c}{F_y}$$

$$A_s = \left[100 * 6 - \sqrt{(100 * 6)^2 - \frac{2,550.83 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[600 - \sqrt{360,000 - \frac{255,083}{0.80325}} \right] * 0.0635231$$

$$A_s = 25.03 \text{ cm}^2$$

✓ Peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 9\text{cm} - 2\text{cm} - 0.80\text{cm} = 6.2\text{ cm}$$

$$\phi = \frac{5}{8}'' = 1.59\text{ cm}$$

$$\text{Asumiendo } \phi = \frac{5}{8}''$$

Para $M(+)_b$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'c}} \right] * \frac{0.85 * F'c}{F_y}$$

$$A_s = \left[100 * 6.20 - \sqrt{(100 * 6.20)^2 - \frac{1,779.81 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[620 - \sqrt{384,400 - \frac{177,981}{0.80325}} \right] * 0.0635231$$

$$A_s = 13.75\text{ cm}^2$$

Área de acero máximo ($A_{s_{\max}}$)

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * 0.03694 * 100 * 6.00$$

$$A_{s_{\max}} = 11.082 \text{ cm}^2$$

Se diseña con el acero requerido $A_s = 25.03 \text{ cm}^2$

✓ Calculando

Proponiendo acero No. 7 varillas longitudinalmente 3.5

$$25.03 - 100 \text{ Base}$$

$$3.88 - x$$

$$S = 15.50 \text{ cm} = 16 \text{ cm}$$

$16 \text{ cm} > S_{\max} \rightarrow$ Si cumple.

Proponiendo acero No. 5 varillas longitudinalmente 4.30

Proponiendo acero No. 5

$$13.75 - 100 \text{ Base}$$

$$2.00 - x$$

$$S = 14.55 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

$15 \text{ cm} > S_{\max} \rightarrow$ Si cumple.

✓ Calculando el momento que resiste con $A_{s_{\min}}$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0.90 * \left[A_s * F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1.7F'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0.90 * \left[25.03 * 2810 \left(6.00 - \frac{25.03 * 2810}{1.7(210) * 100} \right) \right]$$

$$M_{AS_{min}} = 2,550.93 \text{ kg} - \text{m}$$

El refuerzo serán varillas corrugadas No. 7 (7/8") @ 0.16 mts, en el sentido corto y varillas No. 5 (5/8") @ 0.15 mts en el sentido largo. Losa de espesor de 0.09 metros.

Muro 3.50 x 8.30 x 0.13

Los muros de la fosa séptica se encuentran 3 metros, por lo que es considerado el empuje del suelo.

✓ Relación losa

$$\frac{a}{b} = \frac{3.5}{8.30} = 0.50$$

Como $\frac{a}{b} \geq 0.5$ la losa debe diseñarse en dos sentidos

✓ Espesor

$$t = \frac{2 * (3.50 + 8.30)}{180} = 0.13 \text{ mts}$$

✓ Carga muerta

Peso propio de la losa $2400 \text{ kg/m}^3 * 0.13$	= 312 kg/m^2
Acabados	= 70 kg/m^2
	382 kg/m^2

✓ Carga viva

$$Kq = \frac{1 + \operatorname{sen}\theta}{1 - \operatorname{sen}\theta} = \frac{1 + \operatorname{sen}30^\circ}{1 - \operatorname{sen}30^\circ} = 3.00$$

$$\rho_q = \frac{1}{2} \gamma_1 H^2 Kq$$

$$\rho_q = \frac{1}{2} (1.70 \text{ T/m}^3) (3.5)^2 (3.00) = 31,237.50 \text{ kg/m Presión pasiva}$$

$$\rho_q = 31.24 \text{ T por un metro de profundidad (Muros)}$$

$$\rho_q = 31.24 \text{ T}$$

Presión pasiva por metro cuadrado de losa en estudio.

$$\rho_q = \frac{31.24 \text{ T}}{(3.5 * 8.30)} = 1.07 \text{ T/m}^2$$

✓ Carga última

$$C_u = 1.4C_M + 1.7C_V$$

$$C_u = 1.4(382 \text{ kg/m}^2) + 1.7(1,075.30 \text{ kg/m}^2)$$

$$C_u = 534.8 \text{ kg/m}^2 + 1,828.01 \text{ kg/m}^2$$

$$C_u = 2,362.81 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando el método 3, para el cálculo de momentos del ACI, se diseña con el caso I.

El momento negativo no existe pues no hay continuidad.

✓ Coeficientes para momentos (+)

$$M(+)_a = C_a W_{CV} L_a^2 + C_a W_{CM} L_a^2$$

$$M(+)_a = 0.095 * 1,828.01 * 3.50^2 + 0.095 * 534.8 * 3.50^2$$

$$M(+)_a = 2,749.72 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+)_b = C_b W_{CV} L_b^2 + C_b W_{CM} L_b^2$$

$$M(+)_b = 0.006 * 1,828.01 * 8.30^2 + 0.006 * 534.8 * 8.30^2$$

$$M(+)_b = 976.64 \text{ kg} - \text{m}$$

✓ Peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 13\text{cm} - 2\text{cm} - 1.11\text{cm} = 9.9 \text{ cm}$$

✓ Calculando refuerzo

Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$

Esfuerzo de ruptura del acero $F_y = 2\,810 \text{ kg/m}^2$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$t = 13 \text{ cm}$$

$$\phi = \frac{7}{8} \text{ " } = 2.22 \text{ cm}$$

$$\text{Asumiendo } \phi = \frac{7}{8} \text{ "}$$

Área de acero mínimo ($A_{s_{\min}}$)

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 100 * 9.9 = 4.97 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\max} = 3 * t = 3 * 0.13\text{m} = 0.40\text{m}$$

Acero requerido

Para $M(+)_a$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * F'_c}} \right] * \frac{0.85 * F'_c}{F_y}$$

$$A_s = \left[100 * 9.9 - \sqrt{(100 * 9.9)^2 - \frac{2,749.72 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[990 - \sqrt{980,100 - \frac{274,972}{0.80325}} \right] * 0.0635231$$

$$A_s = 12.16 \text{ cm}^2$$

✓ Peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 13\text{cm} - 2\text{cm} - 0.64\text{cm} = 10.36 \text{ cm}$$

$$\phi = \frac{1}{2}'' = 1.27 \text{ cm}$$

Asumiendo $\phi = 1/2''$

Para $M(+)_b$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * F'_c}} \right] * \frac{0.85 * F'_c}{F_y}$$

$$A_s = \left[100 * 10.36 - \sqrt{(100 * 10.36)^2 - \frac{976.64 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[1,036 - \sqrt{1,073,296 - \frac{97,664}{0.80325}} \right] * 0.0635231$$

$$A_s = 3.84 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo ($A_{s_{\max}}$)

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s_{\max}} = 0.5 * 0.03694 * 100 * 9.9$$

$$A_{s_{\max}} = 18.29 \text{ cm}^2$$

Se diseña con el acero requerido $A_s = 12.16 \text{ cm}^2$

✓ Calculando

Proponiendo acero No. 7

12.16 – 100 Base

3.88 – x

$$S = 31.90 \text{ cm} = 0.32 \text{ m}$$

32 cm > S_{max} → Si cumple.

Proponiendo acero No. 4

$$3.84 - 100 \text{ Base}$$

$$1.27 - x$$

$$S = 33.07 \text{ cm} = 0.33 \text{ m}$$

33 cm > S_{max} → Si cumple.

✓ Calculando el momento que resiste con $A_{s_{min}}$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0.90 * \left[A_s * F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1.7 F'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 0.90 * \left[12.16 * 2810 \left(9.9 - \frac{12.16 * 2810}{1.7(210) * 100} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{min}}} = 2,750.17 \text{ kg} - \text{m}$$

El refuerzo serán varillas corrugadas No. 7 (7/8") @ 0.32 mts, en el sentido corto y varillas No. 4 (1/2") @ 0.33 en el sentido largo. Losa de espesor de 0.13 metros.

Losa (base)

✓ Relación losa

$$\frac{a}{b} = \frac{4.30}{8.30} = 0.52$$

Como $a/b \geq 0.5$ la losa debe diseñarse en dos sentidos

✓ Espesor

$$t = \frac{2 * (4.30 + 8.30)}{180} = 0.13\text{mts}$$

✓ Carga muerta

Peso propio de la losa $2400 \text{ kg/m}^3 * 0.13$	= 312 kg/m^2
Acabados	= 70 kg/m^2
	382 kg/m^2

✓ Carga viva

$$100 \text{ kg/m}^2$$

✓ Carga ultima

$$Cu = 1.4CM + 1.7CV$$

$$Cu = 1.4(382 \text{ kg/m}^2) + 1.7(100 \text{ kg/m}^2)$$

$$Cu = 534.8 \text{ kg/m}^2 + 170 \text{ kg/m}^2$$

$$Cu = 704.80 \text{ kg/m}^2$$

Utilizando el método 3, para el cálculo de momentos del ACI

Carga muerta				Carga viva			
a	0.088	b	0.008	a	0.088	b	0.008
	0.095		0.006		0.095		0.006
	0.0915		0.007		0.0915		0.007

$$M(+)_a = C_a W_{CV} L_a^2 + C_a W_{CM} L_a^2$$

$$M(+)_a = 0.0915 * 170 * 4.30^2 + 0.0915 * 534.8 * 4.30^2$$

$$M(+)_a = 1,192.40 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M(+)_b = C_b W_{CV} L_b^2 + C_b W_{CM} L_b^2$$

$$M(+)_b = 0.007 * 170 * 8.30^2 + 0.007 * 534.8 * 8.30^2$$

$$M(+)_b = 339.87 \text{ kg} - \text{m}$$

✓ Peralte

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 13\text{cm} - 2\text{cm} - 0.64\text{cm} = 10.37 \text{ cm}$$

✓ Calculando refuerzo

Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$

Esfuerzo de ruptura del acero $F_y = 2810 \text{ kg/m}^2$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$t = 13 \text{ cm}$$

$$\phi = \frac{1}{2} \text{ " } = 1.59 \text{ cm}$$

$$\text{Asumiendo } \phi = \frac{1}{2} \text{ "}$$

Área de acero mínimo ($A_{s_{\min}}$)

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 100 * 10.37 = 5.20 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento máximo

$$S_{\max} = 3 * t = 3 * 0.13\text{m} = 0.40\text{m}$$

Acero requerido

Para $M(+)_a$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'_c}} \right] * \frac{0,85 * F'_c}{F_y}$$

$$A_s = \left[100 * 10.37 - \sqrt{(100 * 10.37)^2 - \frac{1,192.40 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[1,037 - \sqrt{1,075,369 - \frac{119,240}{0.80325}} \right] * 0.0635231$$

$$A_s = 4.72 \text{ cm}^2$$

Para $M(+)_b$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'_c}} \right] * \frac{0,85 * F'_c}{F_y}$$

$$A_s = \left[100 * 10.37 - \sqrt{(100 * 10.37)^2 - \frac{339.87 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[1,037 - \sqrt{1,075,369 - \frac{33,987}{0.80325}} \right] * 0.0635231$$

$$A_s = 1.31 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo ($A_{s_{\max}}$)

$$\begin{aligned} A_{s_{\max}} &= 0.5 * \rho_b * b * d \\ A_{s_{\max}} &= 0.5 * 0.03694 * 100 * 10.37 \\ A_{s_{\max}} &= 19.15 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Se diseña con el acero mínimo $A_s = 5.12 \text{ cm}^2$

✓ Calculando

$$\begin{aligned} 5.20 - 100 \\ 1.27 - x \end{aligned}$$

$$S = 24.42 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 3 * 13 \text{ cm} = 40 \text{ cm}$$

$$25 \text{ cm} < S_{\max} \rightarrow \text{Si cumple}$$

✓ Calculando el momento que resiste con $A_{s_{\min}}$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0.90 * \left[A_s * F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1.7F'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0.90 * \left[5.20 * 2810 \left(10.37 - \frac{5.20 * 2810}{1.7(210) * 100} \right) \right]$$

$$M_{AS_{min}} = 1,309.91 \text{ kg} - \text{m}$$

El refuerzo serán varillas corrugadas No. 4 (1/2") @ 0.25 mts en ambos sentidos, una losa de espesor de 0.13 metros.

Viga

- ✓ Calculando el peralte

$$h = 0.06L$$
$$h = 0.06(4.70) = 0.30 \text{ m}$$

- ✓ Calculando la base

$$h = 2\text{base}$$
$$\text{base} = \frac{h}{2} = \frac{0.30}{2} = 0.15 \text{ m}$$

- ✓ Calculando el pre dimensionamiento

$$\text{Viga} = \text{base} * \text{altura} * \text{longitud}$$

$$\text{Viga} = 0.15 * 0.30 * 4.0$$

- ✓ Cargas sobre la viga

$$\text{Área tributaria} = \left(\frac{1}{2}\right) * l$$

$$\text{Área tributaria} = \left(\frac{4.00}{2}\right)(4.00) = 8.00 \text{ m}^2$$

$$\text{Carga muerta (CM)} = W_{propio} + W_{losa} + \text{Acabados}$$

$$CM = [(2400)(0.15 * 0.30 * 4.00)] + [(2400)(8.00 * 0.09)] + [70]$$

$$CM = 2,230 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva (CV)} = 200 * 4.00 = 800 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga ultima (CU)} = 1.4(CM) + 1.7(CV)$$

$$CU = 1.4(2,230) + 1.7(800)$$

$$CU = 4,482 \text{ kg/m} = 4.48 \text{ Ton/m}$$

- ✓ Calculando momentos

$$M(+)=\frac{WL^2}{14}=\frac{(4.48)(4.00^2)}{14}=5.12 \text{ Ton} * \text{m}$$

$$M(-)=\frac{WL^2}{10}=\frac{(4.48)(4.00^2)}{10}=7.17 \text{ Ton} * \text{m}$$

- ✓ Peralte efectivo

$$d = h - 4$$

$$d = 30 \text{ cm} - 4 = 26 \text{ cm}$$

- ✓ Calculando refuerzo

Resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo de ruptura del acero $Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$d = 26 \text{ cm}$$

$$MU = 7,171.20 \text{ kg} * \text{m}$$

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * F'c}} \right] * \frac{0,85 * F'c}{F_y}$$

$$A_s = \left[15 * 26 - \sqrt{(15 * 26)^2 - \frac{7,171.20 * 15}{0.003825 * 210}} \right] * \frac{0.85 * 210}{2810}$$

$$A_s = \left[390 - \sqrt{152,100 - \frac{107,568}{0.80325}} \right] * 0.0635231$$

$$A_s = 16.20 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo ($A_{s_{min}}$)

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14.1}{F_y} \right) * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14.1}{2810} \right) * 15 * 26 = 1.96 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo ($A_{s_{max}}$)

$$A_{s_{max}} = 0.5 * \rho_b * b * d$$

$$A_{s_{max}} = 0.5 * 0.03694 * 15 * 26$$

$$A_{s_{max}} = 7.20 \text{ cm}^2$$

Se diseña con el acero mínimo $A_s = 1.96 \text{ cm}^2$

✓ Momento de corte

$$V = \frac{WL}{2} = \frac{(4.48)(4.00)}{2} = 8.96 \text{ Ton}$$

$$V_{cm} = (0.85)(0.53)\sqrt{210}(15)(26) = 2.55 \text{ Ton}$$

✓ Calculando (x')

$$x' = \frac{(2,546.02)(4.00/2)}{8,964} = 0.57 \text{ cm}$$

✓ Calculando S

$$S = \frac{2AV * F_y}{(V_a - V_{cm}) * b}$$

Corte actuante

$$V_a = \frac{V_u}{bd}$$

$$V_a = \frac{8,964}{15 * 26} = 22.98 \text{ kg/cm}^2$$

Corte que resiste el concreto

$$V_{cm} = \emptyset * 0.53\sqrt{F_c}$$

$$V_{cm} = 0.85 * 0.53\sqrt{210} = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

$$S = \frac{2(0.64)(2,810)}{(22.98 - 6.53) * 15} = 14.57 \text{ cm}$$

El refuerzo serán varillas corrugadas No. 3 (3/8") y estribos No. 2 @ 0.15 mts.

Diseño de pozo de absorción

Datos:

- Diámetro pozo 1.50 metros
- Caudal diarios = 100 lt/hab/día
- Número de habitantes = 405 habitantes

Tiempo de filtración 2.5 cm

2: 56:25 minutos = 153.75 segundos

$$A = \frac{Q}{T_i}$$

A = Área útil del campo de infiltración

Q = Caudal diario

T_i = Tasa de infiltración

Volumen infiltración = 0.025 m * 0.30 * 0.30 = 2.25*10⁻³ m³ *1000 = 2.25 lt

Tasa de infiltración = 2.25 lt

$$T_i = \frac{2.25 \text{ lt}}{153.75 \text{ seg}} = 0.0146341 \text{ lt/seg}$$

T_i = 0.014634 / 1m² = 0.014634 lt/seg/m²

$$A = \frac{Q}{T_i}$$

$$A = \frac{100 \frac{\text{lt}}{\text{hab}} \cdot 405 \text{ hab} / 86400 \text{ seg}}{\frac{0.014634 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}}{\text{m}^2}}$$

$$A = \frac{0.46875 \text{ lt/seg}}{\frac{0.014634 \frac{\text{lt}}{\text{seg}}}{\text{m}^2}}$$

$$A = 32.03 \text{ m}^2$$

$$H = \frac{A}{S}$$

H = profundidad útil del pozo de infiltración

A = altura útil

S = superficie lateral del cilindro

$$H = \frac{32.03}{2\pi * (0.75)}$$

$$H = 6.79 = 7 \text{ m}$$

- La altura total del pozo de absorción será de 7 metros.

Para el método de cálculo de pozos de absorción se tomó como fuente bibliográfica: Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente. *Especificaciones técnicas para diseño de zanjas y pozas de infiltración.*

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Integración de costos unitarios del sistema de alcantarillado sanitario

Renglon de trabajo

REGLON:	TRAZO	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	2245.38	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	ml	Q 6.97	FECHA:

DESCRIPCIÓN:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
MATERIALES:				
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
TOTAL MATERIALES				Q -
MANO DE OBRA:				
Trazo de colector principal y pozos de visita	2245.38	Global	Q 2.00	Q 4,490.77
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Factor ayudante	50%	%		Q 2,245.38
Prestaciones	66%	%		Q 4,445.86
				Q -
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 11,182.02
MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -
COSTO TOTAL DIRECTO:				Q 11,182.02
IMPREVISTOS:				Q 335.46
ADMINISTRACIÓN:				Q 447.28
UTILIDAD:				Q 1,677.30
IVA (12%):				Q 2,012.76
COSTO TOTAL INDIRECTO:				Q 4,472.81
PRECIO TOTAL DEL REGLON:				Q 15,654.823
PRECIO UNITARIO:				Q 6.97

REGLON:	Excavacion y Zanjeo	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	1499.59	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	m ³	Q 52.74	FECHA:

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

MATERIALES:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIALES			Q	-

MANO DE OBRA:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
Excavacion y zanjeo	1499.59	m ³	Q 15.13	Q 22,688.72
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
Factor ayudante	50%	%	Q	11,344.36
Prestaciones	66%	%	Q	22,461.84
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA:			Q	56,494.92

MAQUINARIA Y EQUIPO:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:			Q	-

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q	56,494.92
-----------------------------	---	-----------

IMPREVISTOS:	Q	1,694.85
ADMINISTRACIÓN:	Q	2,259.80
UTILIDAD:	Q	8,474.24
IVA (12%):	Q	10,169.09
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q	22,597.97
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q	79,092.89
PRECIO UNITARIO:	Q	52.74

RENGLON:	Relleno y compactacion	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	1456.36	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	m³	Q 70.24	FECHA:

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

MATERIALES:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIALES			Q	-

MANO DE OBRA:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
Compactacion inicio al 95% Proctor estándar y final al 90% proctor estándar mínimo.	1456.36	m³	Q 20.15	Q 29,345.68
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
Factor ayudante	50%	%	Q	14,672.84
Prestaciones	66%	%	Q	29,052.23
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA:			Q	73,070.75

MAQUINARIA Y EQUIPO:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:			Q	-

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q	73,070.75
-----------------------------	---	-----------

IMPREVISTOS:	Q	2,192.12
ADMINISTRACIÓN:	Q	2,922.83
UTILIDAD:	Q	10,960.61
IVA (12%):	Q	13,152.73
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q	29,228.30
PRECIO TOTAL DEL RENGLON:	Q	102,299.05
PRECIO UNITARIO:	Q	70.24

REGLON:	Pozos altura menor a 1.50 m	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	36	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q 3,727.89	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento	197	Sc.	Q 80.00	Q 15,781.08
Arena de Rio	11.04	m³	Q 190.00	Q 2,096.75
Piedrin 3/4	16.67	m³	Q 300.00	Q 5,002.20
Arena Amarilla	21	m³	Q 125.00	Q 2,684.13
Cal hidratada	194	Bolsas	Q 45.00	Q 8,718.37
Cal viva	97	qq	Q 50.00	Q 4,843.54
Hierro No. 2 Grado 40	152	varillas	Q 15.00	Q 2,284.70
Hierro No. 3 Grado 40	174	varillas	Q 40.00	Q 6,969.51
Hierro No. 4 Grado 40	53	varillas	Q 65.00	Q 3,423.42
Alambre de amarre	106	lb	Q 6.00	Q 637.93
Ladrillos	9290	unidad	Q 1.25	Q 11,613.01
Madera para formaleta 1/2" x 12" * 8'	827	p-t	Q 7.00	Q 5,785.92
Clavos 2"	2	lb	Q 7.15	Q 13.45
TOTAL MATERIALES				Q 69,854.01

MANO DE OBRA:				
Excavacion	158.75	m³	Q 21.00	Q 3,333.70
Extraccion y movimiento de material sobrante	158.75	m³	Q 16.20	Q 2,571.71
Levantado de muro circular ladrillo tayullo	23.8	m2	Q 10.00	Q 238.41
Repello mas alisado	15.38	m³	Q 4.00	Q 61.51
Realizacion de formaleta	36	Unidad	Q 25.00	Q 900.00
Hacer concreto	22.37	m³	Q 13.00	Q 290.76
Fundir	22.37	m³	Q 18.00	Q 402.59
Armado de Hierro No. 2	870.4	ml	Q 1.10	Q 957.40
Armado de Hierro No.3	995.6	ml	Q 1.20	Q 1,194.77
Armado de Hierro No.4	301.0	ml	Q 1.40	Q 421.34
Retirar Formaleta	36	Unidad	Q 2.00	Q 72.00
Factor ayudante	50%	%		Q 5,222.10
Prestaciones	66%	%		Q 10,339.75
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 26,006.04

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 95,860.04
----------------------	-------------

IMPREVISTOS:	Q 2,875.80
ADMINISTRACIÓN:	Q 3,834.40
UTILIDAD:	Q 14,379.01
IVA (12%):	Q 17,254.81
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 38,344.02
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 134,204.06
PRECIO UNITARIO:	Q 3,727.89

REGLON:	Pozos altura mayores a 1.50 m	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	3	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q 10,356.01	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento	19	Sc.	Q 80.00	Q 1,555.68
Arena de Rio	1.09	m³	Q 190.00	Q 207.48
Piedrin	1.65	m³	Q 300.00	Q 494.55
Arena Amarilla	7.33	m³	Q 125.00	Q 916.69
Cal hidratada	66	Bolsas	Q 45.00	Q 2,977.51
Cal viva	33	qq	Q 50.00	Q 1,654.17
Hierro No. 2 Grado 40	4	varillas	Q 15.00	Q 57.41
Hierro No. 3 Grado 40	15	varillas	Q 40.00	Q 610.11
Hierro No. 4 Grado 40	14	varillas	Q 65.00	Q 893.39
Alambre de amarre	13	lb	Q 6.00	Q 78.42
Ladrillos	3357	unidad	Q 1.25	Q 4,195.80
Madera para formaleta 1/2" x 12"	55	p-t	Q 7.00	Q 385.73
Clavos 2"	0.2	lb	Q 7.15	Q 1.12
TOTAL MATERIALES				Q 14,028.07

MANO DE OBRA:				
Excavacion	64.02	m³	Q 21.00	Q 1,344.35
Extraccion y movimiento de material sobrante	64.02	m³	Q 16.20	Q 1,037.07
Levantado de muro circular ladrillo tayullo	48.8	m2	Q 10.00	Q 488.10
Repello mas alisado	5.3	m2	Q 4.00	Q 21.01
Realizacion de formaleta	3	Unidad	Q 25.00	Q 75.00
Hacer concreto	2.20	m³	Q 13.00	Q 28.66
Fundir	2.2	m³	Q 18.00	Q 39.68
Armado de Hierro No.2	21.9	ml	Q 1.10	Q 24.06
Armado de Hierro No.3	87.2	ml	Q 1.20	Q 104.59
Armado de Hierro No.4	78.5	ml	Q 1.40	Q 109.96
Retirar Formaleta	3	Unidad	Q 2.00	Q 6.00
Factor ayudante	50%	%		Q 1,639.23
Prestaciones	66%	%		Q 3,245.68
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 8,163.39

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 22,191.46
----------------------	-------------

IMPREVISTOS:	Q 665.74
ADMINISTRACIÓN:	Q 887.66
UTILIDAD:	Q 3,328.72
IVA (12%):	Q 3,994.46
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 8,876.58
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 31,068.04
PRECIO UNITARIO:	Q 10,356.01

REGLON:	Conexiones domiciliars a 90-	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	12	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q 4,190.96	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento	88	Sc.	Q 80.00	Q 7,032.48
Arena de rio	4.91	m³	Q 190.00	Q 933.66
Piedrin	7.43	m³	Q 300.00	Q 2,230.20
Hierro No. 2	40	varillas	Q 15.00	Q 606.64
Hierro No. 3	1	varillas	Q 40.00	Q 42.00
Hierro No. 4	5	varillas	Q 65.00	Q 324.87
Tuberia PVC diametro 4"	48	unidad	Q 386.00	Q 18,682.30
Tubo de cemento de 12"	2	unidad	Q 127.00	Q 226.70
Silleta TEE de 6x4"	13	unidad	Q 283.20	Q 3,568.32
Pegamento PVC Tangit	0.3	Galon	Q 600.00	Q 170.10
Alambre de amarre	9	lb	Q 6.00	Q 53.48
TOTAL MATERIALES				Q 33,870.75

MANO DE OBRA:				
Perforacion de boquete de 4" tubo de 12"	12	Unidad	Q 5.00	Q 60.00
Colocacion de tubo de 12"	12	Unidad	Q 15.00	Q 180.00
Armado y fundicion de piso	12	Unidad	Q 12.00	Q 144.00
Armado de tapadera	12	Unidad	Q 10.00	Q 120.00
Armado de brocal	12	Unidad	Q 10.00	Q 120.00
Fundicion de tapadera	12	Unidad	Q 10.00	Q 120.00
Fundicion de brocal	12	Unidad	Q 10.00	Q 120.00
Factor ayudante	50%	%		Q 372.00
Prestaciones	66%	%		Q 815.76
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 2,051.76

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 35,922.51
-----------------------------	--------------------

IMPREVISTOS:	Q 1,077.68
ADMINISTRACIÓN:	Q 1,436.90
UTILIDAD:	Q 5,388.38
IVA (12%):	Q 6,466.05
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 14,369.01
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 50,291.52
PRECIO UNITARIO:	Q 4,190.96

RENGLON:	Conexiones domiciliars a 45°	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	123	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q 3,447.95	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento	901	Sc.	Q 80.00	Q 72,079.56
Arena de rio	50.41	m³	Q 190.00	Q 9,578.00
Piedrin	76.16	m³	Q 300.00	Q 22,846.95
Hierro No. 2	470	varillas	Q 15.00	Q 7,043.10
Hierro No. 3	22	varillas	Q 40.00	Q 861.00
Hierro No. 4	51	varillas	Q 65.00	Q 3,329.92
Tuberia PVC diametro 4"	319	unidad	Q 386.00	Q 123,145.68
Tubo de cemento de 12"	18	unidad	Q 127.00	Q 2,323.62
Silleta de YEE 6x4"	129	unidad	Q 283.20	Q 36,575.28
YEE	7	unidad	Q 330.20	Q 2,426.97
Pegamento PVC Tangit	2	Galon	Q 600.00	Q 1,071.00
Alambre de amarre	103	lb	Q 6.00	Q 615.74
TOTAL MATERIALES				Q 281,896.82

MANO DE OBRA:				
Perforacion de boquete de 4" tubo de 12"	123	unidad	Q 5.00	Q 615.00
Colocacion de tubo de 12"	123	unidad	Q 15.00	Q 1,845.00
Armado y fundicion de piso	123	unidad	Q 12.00	Q 1,476.00
Armado de tapadera	123	unidad	Q 10.00	Q 1,230.00
Armado de brocal	123	unidad	Q 10.00	Q 1,230.00
Fundicion de tapadera	123	unidad	Q 10.00	Q 1,230.00
Fundicion de brocal	123	unidad	Q 10.00	Q 1,230.00
Factor ayudante	50%	%		Q 3,813.00
Prestaciones	66%	%		Q 8,361.54
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 21,030.54

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 302,927.36
----------------------	--------------

IMPREVISTOS:	Q 9,087.82
ADMINISTRACIÓN:	Q 12,117.09
UTILIDAD:	Q 45,439.10
IVA (12%):	Q 54,526.92
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 121,170.94
PRECIO TOTAL DEL RENGLON:	Q 424,098.30
PRECIO UNITARIO:	Q 3,447.95

REGLON:	Pozo de absorcion	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	2	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q 13,098.36	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento	5	Sc.	Q 80.00	Q 369.60
Arena de rio	0.26	m³	Q 190.00	Q 49.88
Piedrin	0.39	m³	Q 300.00	Q 116.55
Hierro No. 2	9	varillas	Q 15.00	Q 134.67
Hierro No. 3	15	varillas	Q 40.00	Q 584.54
Ladrillo tayuyo	1972	unidad	Q 1.25	Q 2,464.86
Codo PVC de 90° de 6" pulgadas	2	unidad	Q 537.10	Q 1,127.91
Alambre de amarre	5.90	lb	Q 6.00	Q 35.39
TOTAL MATERIALES				Q 4,883.38

MANO DE OBRA:				
Excavacion	136.29	m³	Q 21.00	Q 2,862.08
Extraccion y movimiento de material sobrante	136.29	m³	Q 16.20	Q 2,207.89
Levantado de muro circular ladrillo tayuylo	30.8	m2	Q 10.00	Q 307.88
Repello mas alisado	0.7	m2	Q 4.00	Q 2.90
Hacer concreto	0.52	m³	Q 13.00	Q 6.82
Fundir	0.52	m³	Q 18.00	Q 9.44
Armado de hierro No. 2	51.30	ml	Q 1.10	Q 56.43
Armado de hierro No. 3	83.5	ml	Q 1.20	Q 100.21
Factor ayudante	50%	%		Q 2,776.82
Prestaciones	66%	%		Q 5,498.10
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 13,828.56

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 18,711.95
----------------------	-------------

IMPREVISTOS:	Q 561.36
ADMINISTRACIÓN:	Q 748.48
UTILIDAD:	Q 2,806.79
IVA (12%):	Q 3,368.15
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 7,484.78
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 26,196.73
PRECIO UNITARIO:	Q 13,098.36

REGLON:	Foza septica	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	2	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q 101,031.90	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento	232	Sc.	Q 80.00	Q 18,594.39
Arena de río	13.01	m³	Q 190.00	Q 2,470.95
Piedrin	19.65	m³	Q 300.00	Q 5,893.65
Codo PVC de 90° de 6" pulgadas	2	unidad	Q 537.10	Q 1,127.91
Tee PVC de 90° de 6" pulgadas	2	unidad	Q 617.60	Q 1,296.96
Hierro de 3/8" grado 40	124	varilla	Q 40.00	Q 4,973.31
Alambre de amarre	39	lb	Q 6.00	Q 235.58
Regla de 2" * 3" * 8'	2305	p-t	Q 7.00	Q 16,136.29
Tabla de 1" * 10" * 10'	9184	p-t	Q 7.00	Q 64,288.00
Clavo de 2 1/2"	17	lb	Q 7.15	Q 118.23
Clavo de 3"	16	lb	Q 7.15	Q 116.32
Clavo de 4"	26	lb	Q 7.15	Q 187.22
TOTAL MATERIALES				Q 115,439

MANO DE OBRA:				
Excavacion	245.97	m³	Q 21.00	Q 5,165.43
Extraccion de material sobrante	245.97	m³	Q 16.20	Q 3,984.76
Repello mas alisado	8.0	m2	Q 4.00	Q 31.86
Realizacion de formaleta	117.4	m2	Q 10.00	Q 1,174.15
Hacer concreto	26.35	m³	Q 13.00	Q 342.58
Fundir	26.35	m³	Q 18.00	Q 474.35
Armado de Hierro No.3	710.5	ml	Q 1.20	Q 852.57
Retirar Formaleta	1.00	Unidad	Q 30.00	Q 30.00
Factor ayudante	0.50	%		Q 5,349.40
Prestaciones	0.66	%		Q 11,487.37
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 28,892.47

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 144,331.28
----------------------	--------------

IMPREVISTOS:	Q 4,329.94
ADMINISTRACIÓN:	Q 5,773.25
UTILIDAD:	Q 21,649.69
IVA (12%):	Q 25,979.63
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 57,732.51
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 202,063.80
PRECIO UNITARIO:	Q 101,031.90

REGLON:	Caja derivadora	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	1	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q 12,872.17	FECHA:

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

MATERIALES:				
Cemento	5	Sc.	Q 80.00	Q 396.90
Arena de rio	0.28	m³	Q 190.00	Q 52.74
Piedrin	0.42	m³	Q 300.00	Q 126.00
Hierro No. 3	8	varillas	Q 40.00	Q 337.95
Codo PVC de 90° de 6" pulgadas	1	unidad	Q 537.10	Q 563.96
Tee PVC de 90° de 6" pulgadas	2	unidad	Q 617.60	Q 1,296.96
Alambre de amarre	3	lb	Q 6.00	Q 16.01
regla de 2" * 3" * 8'	37	p-t	Q 7.00	Q 257.15
tabla de 1" * 10" * 10'	134	p-t	Q 7.00	Q 937.53
clavo de 2 1/2"	3	lb	Q 7.15	Q 22.88
clavo de 3"	2	lb	Q 7.15	Q 15.26
TOTAL MATERIALES				Q 4,023.34

MANO DE OBRA:				
Excavacion	52.68	m³	Q 21.00	Q 1,106.18
Extraccion de material sobrante	52.68	m³	Q 16.20	Q 853.34
Levantado de muro	6.3	m2	Q 10.00	Q 62.50
Repello mas alisado	0.1	m2	Q 4.00	Q 0.50
Hacer concreto	0.56	m³	Q 13.00	Q 7.31
Fundir	0.56	m³	Q 18.00	Q 10.13
Armado de hierro No.3	46.0	ml	Q 1.20	Q 55.18
Factor ayudante	50%	%		Q 1,019.97
Prestaciones	66%	%		Q 2,055.96
TOTAL MANO DE OBRA:				Q 5,171.06

MAQUINARIA Y EQUIPO:				
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:				Q -

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q 9,194.40
----------------------	------------

IMPREVISTOS:	Q 275.83
ADMINISTRACIÓN:	Q 367.78
UTILIDAD:	Q 1,379.16
IVA (12%):	Q 1,654.99
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q 3,677.76
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q 12,872.17
PRECIO UNITARIO:	Q 12,872.17

REGLON:	Transporte	PRECIO	OBRA: Drenaje Sanitario
CANTIDAD:	Global	UNITARIO:	LOCALIZACION: Aldea Chiyuc
UNIDAD DE MEDIDA:	Unidad	Q 12,815.91	FECHA:

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

MATERIALES:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
TOTAL MATERIALES			Q	-

MANO DE OBRA:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
Transporte de material , maquinaria y equipo	31	GLOBAL	Q 300.00	Q 9,154.22
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
			Q	-
TOTAL MANO DE OBRA:			Q	9,154.22

MAQUINARIA Y EQUIPO:	CANTIDAD:	UNIDAD:	COSTO UNITARIO:	COSTO DIRECTO:
	0		Q -	Q -
COSTO TOTAL MAQUINARIA:			Q	-

COSTO TOTAL DIRECTO:	Q	9,154.22
-----------------------------	---	----------

IMPREVISTOS:	Q	274.63
ADMINISTRACIÓN:	Q	366.17
UTILIDAD:	Q	1,373.13
IVA (12%):	Q	1,647.76
COSTO TOTAL INDIRECTO:	Q	3,661.69
PRECIO TOTAL DEL REGLON:	Q	12,815.91
PRECIO UNITARIO:	Q	12,815.91

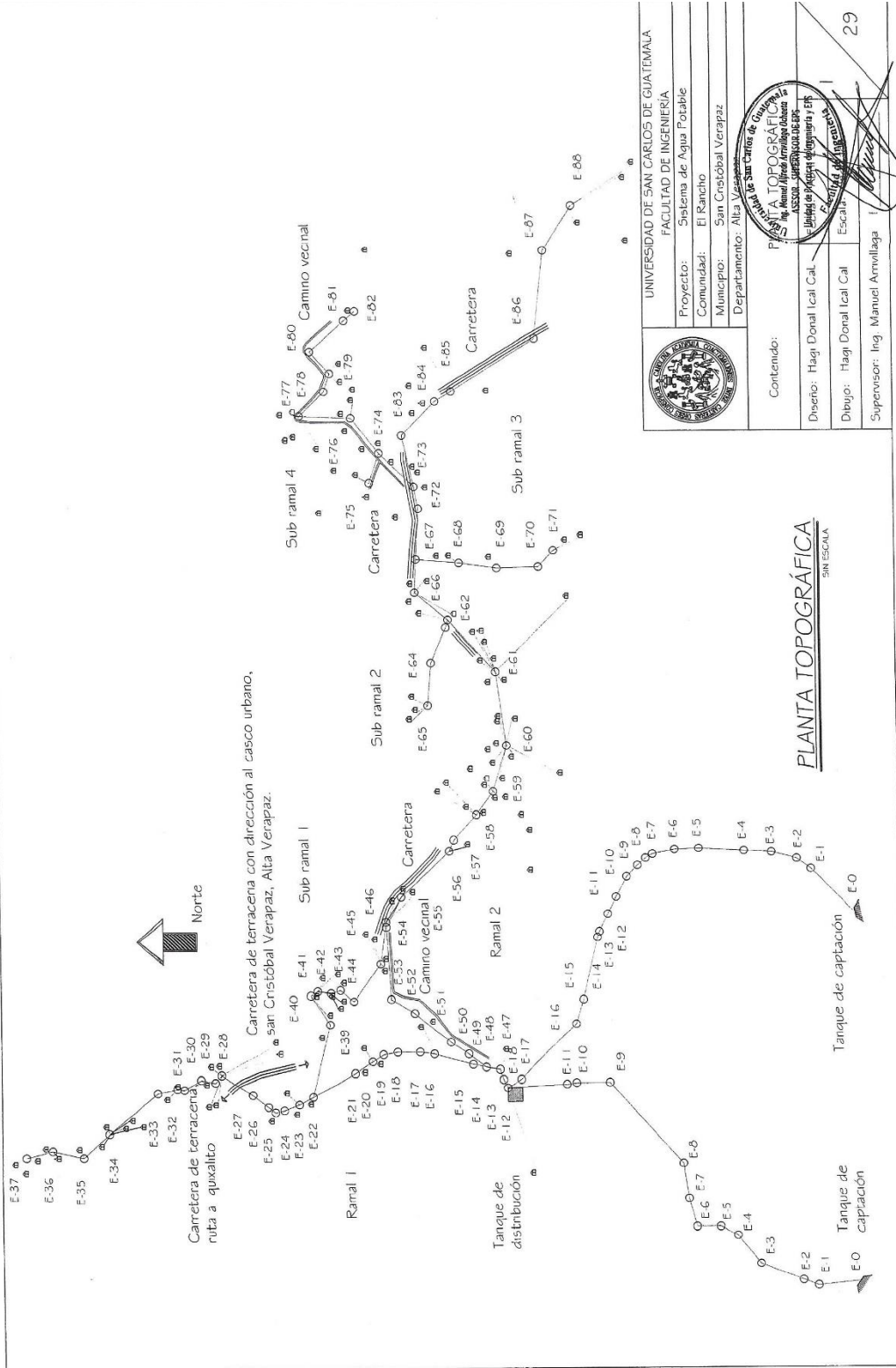
Resumen general de materiales


- Proyecto: Sistema de drenaje sanitario
- Comunidad: Chiyuc
- Municipio: San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz
- Departamento: Alta Verapaz.

ARTICULO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Cemento	1448.00	Sc.	Q 80.00	Q 115,840.00
Arena de Rio	81.00	m ³	Q 190.00	Q 15,390.00
Piedrin 3/4	123.00	m ³	Q 300.00	Q 36,900.00
Arena Amarilla	29.00	m ³	Q 125.00	Q 3,625.00
Cal hidratada	260.00	Bolsas	Q 45.00	Q 11,700.00
Cal viva	130.00	qq	Q 50.00	Q 6,500.00
Tuberia PVC diametro 6" NOVAFORT	413.00	Unidad	Q 806.00	Q 332,878.00
Tuberia PVC diametro 4"	368.00	unidad	Q 386.00	Q 142,048.00
Pegamento	6.00	Galon	Q 600.00	Q 3,600.00
Hierro No. 2 Grado 40	676.00	varillas	Q 15.00	Q 10,140.00
Hierro No. 3 Grado 40	360.00	varillas	Q 40.00	Q 14,400.00
Hierro No. 4 Grado 40	123.00	varillas	Q 65.00	Q 7,995.00
Alambre de amarre	279.00	lb	Q 6.00	Q 1,674.00
Clavo de 4"	27.00	lb	Q 7.15	Q 193.05
Clavo de 3"	19.00	lb	Q 7.15	Q 135.85
Clavo de 2 1/2"	20.00	lb	Q 7.15	Q 143.00
Clavos 2"	3.00	lb	Q 7.15	Q 21.45
Ladrillos	14619	unidad	Q 1.25	Q 18,273.75
Tubo de cemento de 12"	21.00	unidad	Q 127.00	Q 2,667.00
Silleta TEE de 6x4"	13.00	unidad	Q 283.20	Q 3,681.60
Silleta de YEE 6x4"	130.00	unidad	Q 283.20	Q 36,816.00
YEE	8.00	unidad	Q 330.20	Q 2,641.60
Codo PVC de 90° de 6" pulgadas	5.00	unidad	Q 537.10	Q 2,685.50
Tee PVC de 90° de 6" pulgadas	4.00	unidad	Q 617.60	Q 2,470.40
Madera para formaleta 1/2" x 12" * 8'	882.00	p-t	Q 7.00	Q 6,174.00
Tabla de 1" * 10" * 10'	9318.00	p-t	Q 7.00	Q 65,226.00
Regla de 2" * 3" * 8'	2342.00	p-t	Q 7.00	Q 16,394.00
				Q 860,213.20

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Planos del sistema de abastecimiento de agua potable**



		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
Proyecto: Sistema de Agua Potable		Comunalidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz		Departamento: Alta Verapaz
Contenido:	PLANTA TOPOGRÁFICA del Sistema de Agua Potable de El Rancho	
Deseño: Hagi Donal Ical Cal	Escala: 1:1000	
Dibujo: Hagi Donal Ical Cal	Escala: 1:1000	
Supervisor: Ing. Manuel Arriavilla	Escala: 1:1000	

PLANTA TOPOGRÁFICA
SAN ESCOBAR

DATOS TOPOGRÁFICOS "NACIMIENTO 1"			
EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA HORIZONTAL (ML)
0	1	354° 29' 30"	52.21
1	2	20° 14' 00"	19.67
2	3	22° 52' 30"	56.43
3	4	52° 31' 40"	45.72
4	5	27° 34' 30"	23.94
5	6	360° 4' 30"	29.11
6	7	75° 53' 00"	37.85
7	8	82° 17' 20"	45.66
8	9	48° 52' 40"	135.82
9	10	359° 31' 40"	41.30
10	11	352° 1' 30"	11.96
11	12	356° 48' 50"	73.72

DATOS TOPOGRÁFICOS "NACIMIENTO 2"			
EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA HORIZONTAL (ML)
0	1	46° 12' 10"	75.82
1	2	37° 34' 10"	21.82
2	3	15° 27' 30"	32.00
3	4	3° 22' 00"	33.99
4	5	3° 24' 30"	55.93
5	6	358° 7' 50"	29.98
6	7	348° 34' 30"	27.92
7	8	329° 52' 10"	9.98
8	9	317° 22' 50"	13.89
9	10	314° 8' 50"	19.54
10	11	297° 22' 10"	29.07
11	12	297° 16' 30"	23.39
12	13	295° 43' 40"	24.57
13	14	289° 1' 10"	7.69
14	15	283° 7' 30"	80.32
15	16	287° 17' 40"	31.95
16	17	315° 14' 10"	97.75
17	18	328° 11' 50"	19.92

DATOS TOPOGRÁFICOS "RAMAL 1"			
EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA HORIZONTAL (ML)
12	13	64° 3' 20"	11.47
13	14	70° 24' 50"	12.40
14	15	10° 21' 10"	33.88
15	16	15° 33' 00"	49.92
16	17	8° 0' 22"	17.99
17	18	359° 36' 30"	27.90
18	19	349° 45' 20"	17.93
19	20	326° 58' 00"	15.99
20	21	327° 33' 40"	25.95
21	22	331° 26' 50"	60.00
22	23	330° 49' 40"	19.95
23	24	338° 54' 40"	20.00
24	25	346° 42' 20"	11.27
25	26	37° 39' 00"	11.05
26	27	30° 23' 50"	24.23
27	28	32° 38' 00"	45.99
28	29	310° 42' 50"	11.82
29	30	10° 50' 20"	17.99
30	31	329° 01' 40"	24.39
31	32	6° 12' 26"	8.84
32	33	348° 14' 30"	24.72
33	34	319° 46' 50"	79.08
34	35	316° 54' 50"	43.85
35	36	12° 47' 40"	39.26
36	37	345° 34' 20"	33.70

DATOS TOPOGRÁFICOS "RAMAL 2"			
EST.	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA HORIZONTAL (ML)
12	47	64° 3' 20"	11.47
47	48	70° 24' 50"	12.40
48	49	8° 41' 10"	17.36
49	50	37° 39' 40"	26.81
50	51	34° 12' 10"	26.80
51	52	39° 58' 40"	58.06
52	53	31° 42' 40"	33.94
53	54	86° 48' 20"	91.18
54	55	116° 55' 40"	41.89
55	56	136° 28' 20"	83.97
56	57	113° 8' 50"	15.40
57	58	132° 43' 30"	41.99
58	59	126° 36' 30"	36.00
59	60	107° 12' 20"	59.91
60	61	82° 43' 00"	95.86
61	62	48° 22' 40"	87.93
62	66	39° 42' 20"	53.65
66	67	92° 42' 50"	41.31
67	72	93° 19' 20"	63.75
72	73	79° 33' 50"	28.00
73	83	77° 30' 00"	65.99
83	84	133° 58' 00"	59.94
84	85	148° 3' 00"	23.99
85	86	147° 42' 20"	123.53
86	87	96° 12' 40"	109.33
87	88	121° 50' 20"	67.51



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Proyecto: Sistema de Agua Potable
 Comunidad: El Rancho
 Municipio: San Cristóbal Veraguaza
 Departamento: Alta Verapaz

Contenido:
 PL: Plan de Nivelación por el método de
 ASESOR: SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Ingeniería, Ingeniería EPS
 Fecha: 2015
 Hoja: 2

Diseño: Haig Donal Icaj Cal

Dibujo: Haig Donal Icaj Cal

Supervisor: Ing. Manuel Armillaga

DATOS TOPOGRÁFICOS



DATOS TOPOGRÁFICOS "SUB-RAMAL 1"			
EST.	P.O.	AZIMUT	
22	39	103° 56' 40"	
		DISTANCIA HORIZONTAL (ML)	
39	40	56° 54' 00"	92.95
40	41	147° 59' 00"	43.43
41	42	188° 12' 20"	10.00
42	43	163° 32' 00"	16.43
43	44	219° 35' 20"	12.70
44	45	125° 54' 10"	21.81
45	46	97° 53' 00"	57.58
			53.79

DATOS TOPOGRÁFICOS "SUB-RAMAL 2"			
EST.	P.O.	AZIMUT	
62	63	287° 8' 10"	
		DISTANCIA HORIZONTAL (ML)	
63	64	293° 13' 00"	9.98
64	65	274° 48' 00"	48.47
			54.31

DATOS TOPOGRÁFICOS "SUB-RAMAL 3"			
EST.	P.O.	AZIMUT	
67	68	185° 0' 40"	
		DISTANCIA HORIZONTAL (ML)	
68	69	187° 54' 00"	53.96
69	70	178° 27' 00"	47.19
70	71	132° 25' 50"	51.97
			27.88

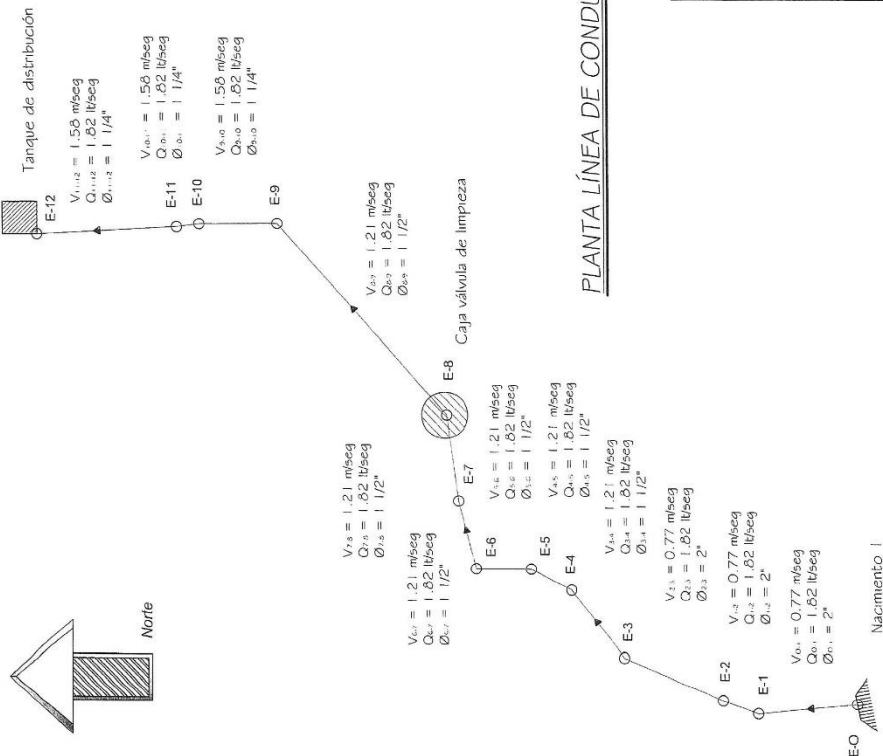
DATOS TOPOGRÁFICOS "SUB-RAMAL 4"			
EST.	P.O.	AZIMUT	
73	74	44° 28' 30"	
		DISTANCIA HORIZONTAL (ML)	
74	76	52° 12' 10"	60.20
76	77	2° 18' 30"	55.89
77	78	134° 45' 00"	64.31
78	79	108° 4' 20"	43.99
79	80	47° 44' 50"	23.99
80	81	138° 16' 30"	36.93
81	82	139° 22' 10"	58.04
			17.96

DATOS TOPOGRÁFICOS "SUB-RAMAL 4.1"			
EST.	P.O.	AZIMUT	
74	75	288° 3' 30"	
		DISTANCIA HORIZONTAL (ML)	
			39.61

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	Proyecto:	Sistema de Agua Potable
	Comunidad:	El Rancho
	Municipio:	San Cristóbal Verapaz
	Departamento:	Alta Verapaz
	Contenido:	PLANTA TOPOGRÁFICA
	Diseño:	Hagi Donal Ical Cal
	Dibujo:	Hagi Donal Ical Cal
	Supervisor:	Ing. Manuel Arnavillega
		

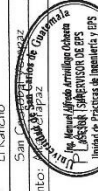
DATOS TOPOGRÁFICOS

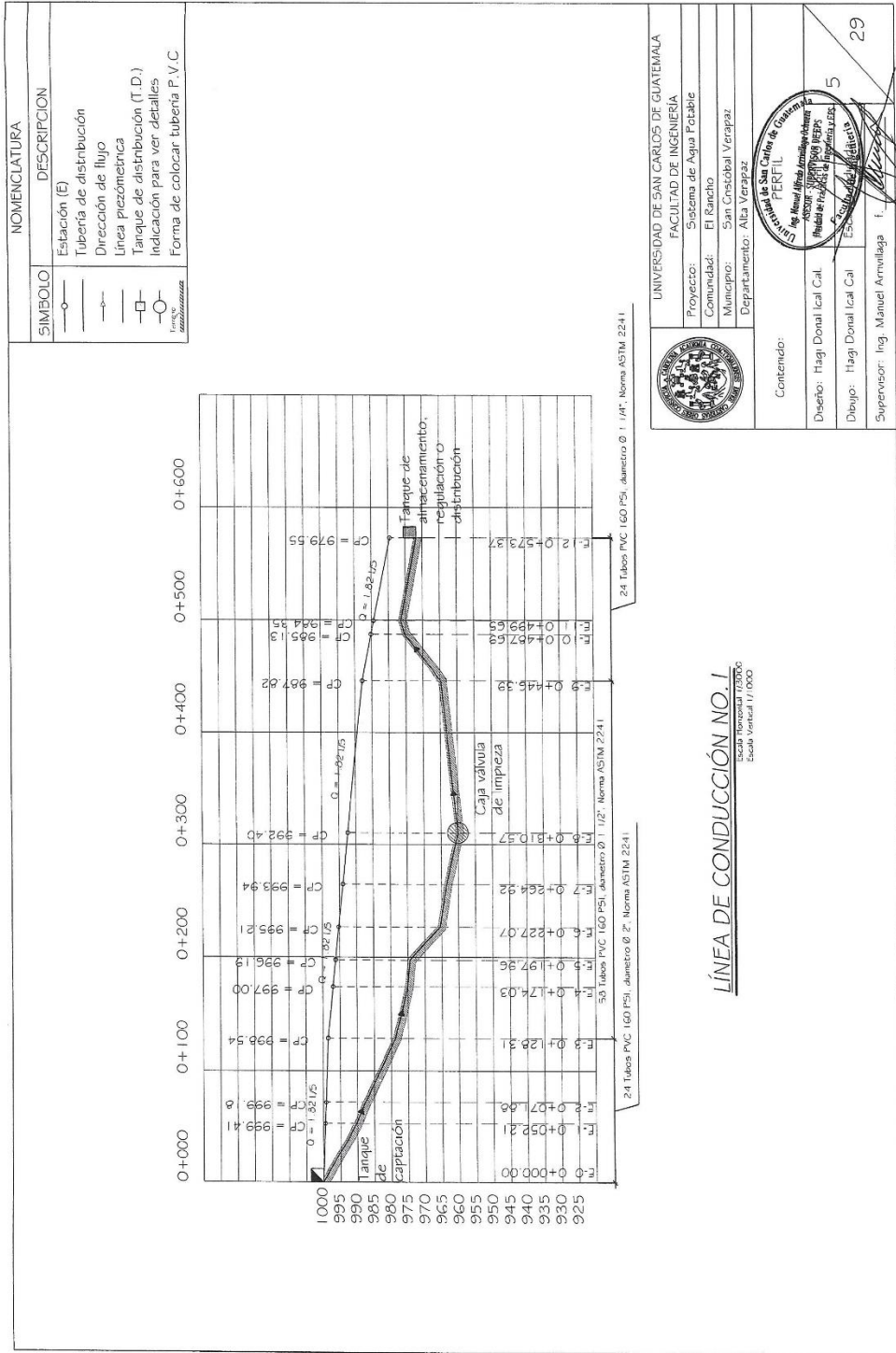
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
○	Estación (E)
—	Tubería de distribución
→	Dirección de flujo
□	Tanque de distribución (T.D.)
○	Indicación para ver detalles
○	Forma de colocar tubería P.V.C
○	Terceno



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN NO. 1
 Escala 1:2000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
	Municipio: San Carlos
	Departamento: San Carlos
	Contenido:
	Diseño: Hago Donal Icaí Cal
	Dibujo: Hago Donal Icaí Cal
	Supervisor: Ing. Manuel Armillaga

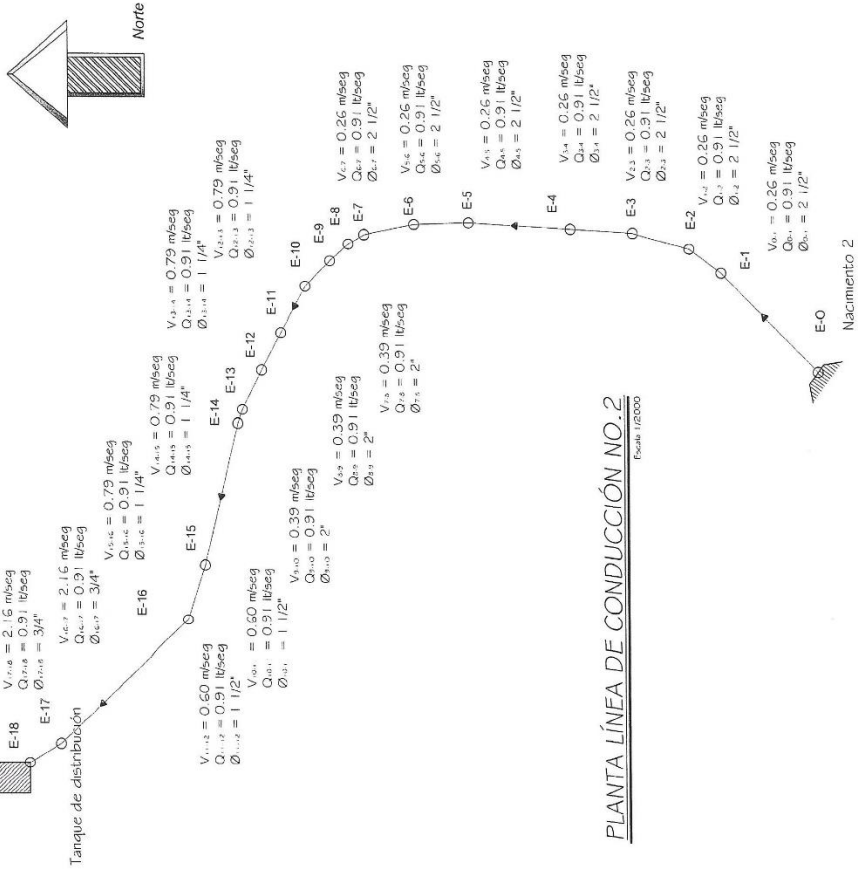




LÍNEA DE CONDUCCIÓN NO. 1
 Escala Horizontal 1:2000
 Escala Vertical 1:1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA
Proyecto: Sistema de Agua Potable	
Comunidad: El Rancho	
Municipio: San Cristóbal Verapaz	
Departamento: Alta Verapaz	
PERFIL Ing. Manuel Arnalberto Arriola Director de Ingeniería Ing. Manuel Arnalberto Arriola Director de Ingeniería	
Contenido:	5
Diseño: Itagi Donatícal Cal	29
Dibujo: Itagi Donatícal Cal	
Supervisor: Ing. Manuel Arnalberto Arriola	

NOMENCLATURA	
SIMBOL	DESCRIPCION
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Dirección de flujo
	Tanque de distribución (T.D.)
	Forma de colocar tubería P.V.C



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN NO. 2
Escala 1:2000

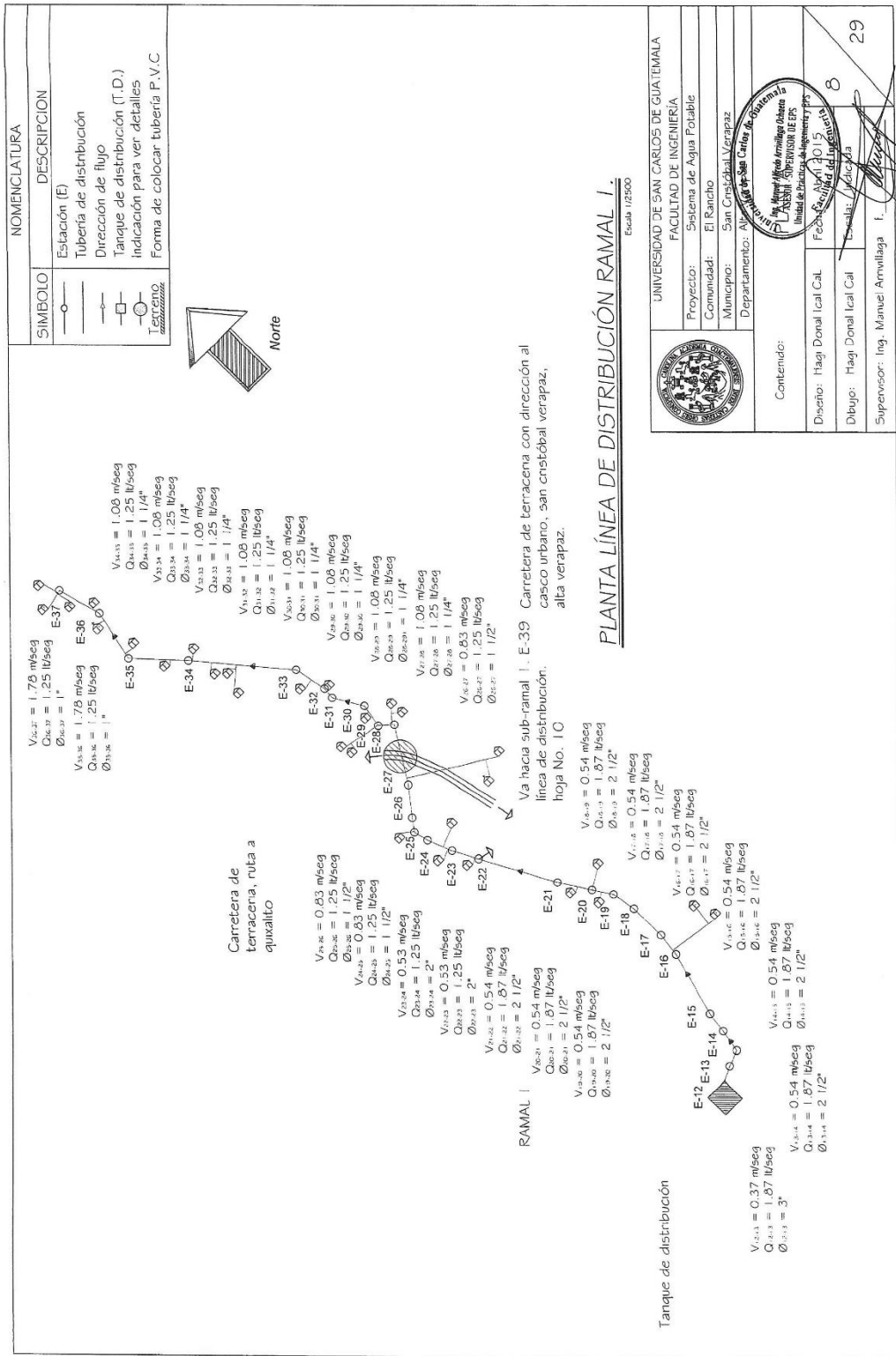
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

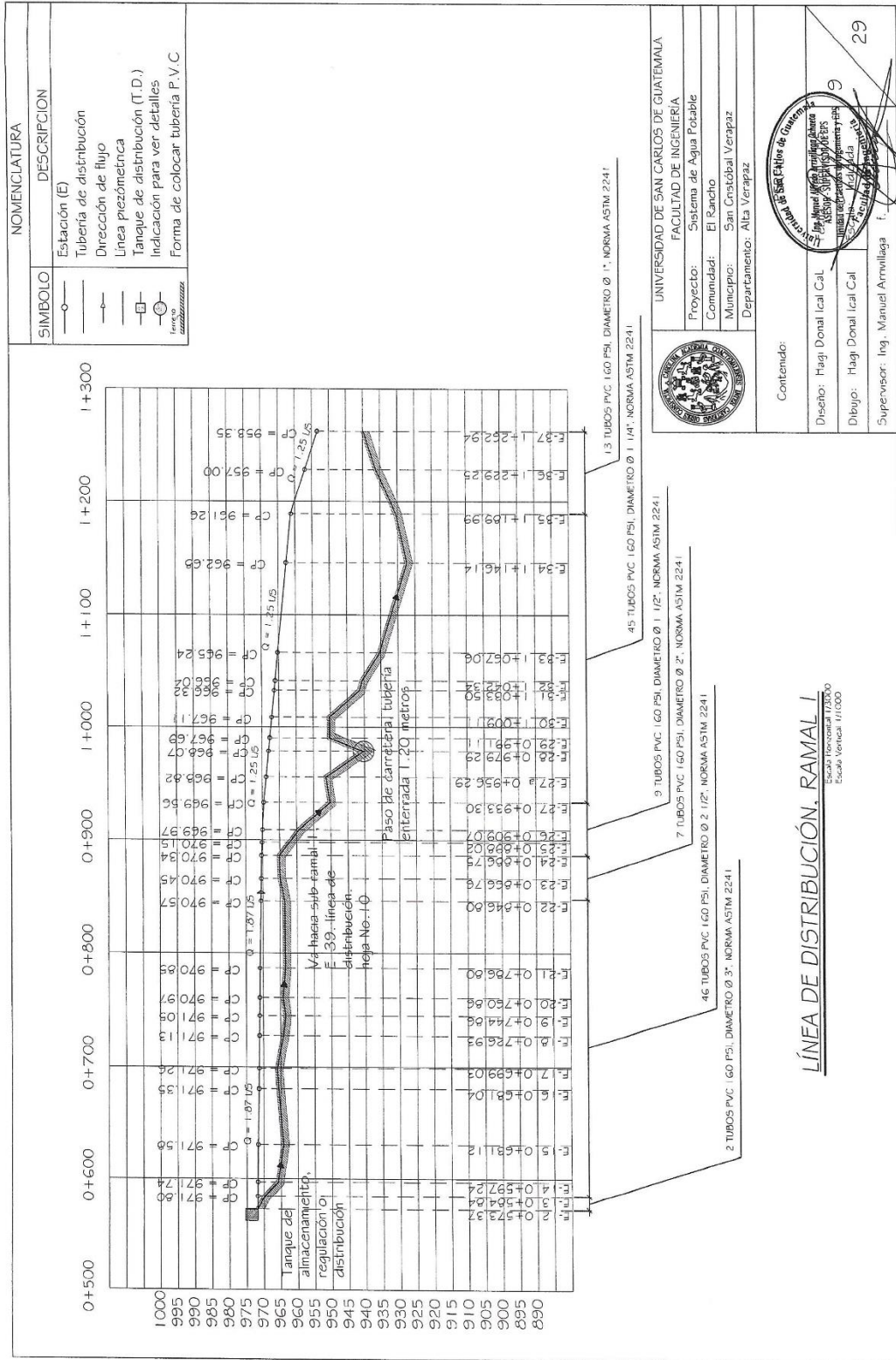
Proyecto: Sistema de Agua Potable
Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz
Departamento: Alta Verapaz

Contenido:

Diseño: Hago Donal Icaal Cal
Dibujo: Hago Donal Icaal Cal
Supervisor: Ing. Manuel Armillaga

29





LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN, RAMAL I

Escala Horizontal 1:2000
Escala Vertical 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
Proyecto: Sistema de Agua Potable
Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz
Departamento: Alta Verapaz

Contenido:

Diseño: Hday Donal Ical Cal

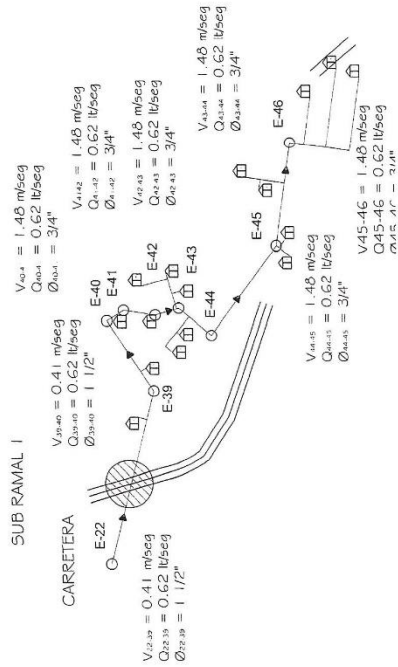
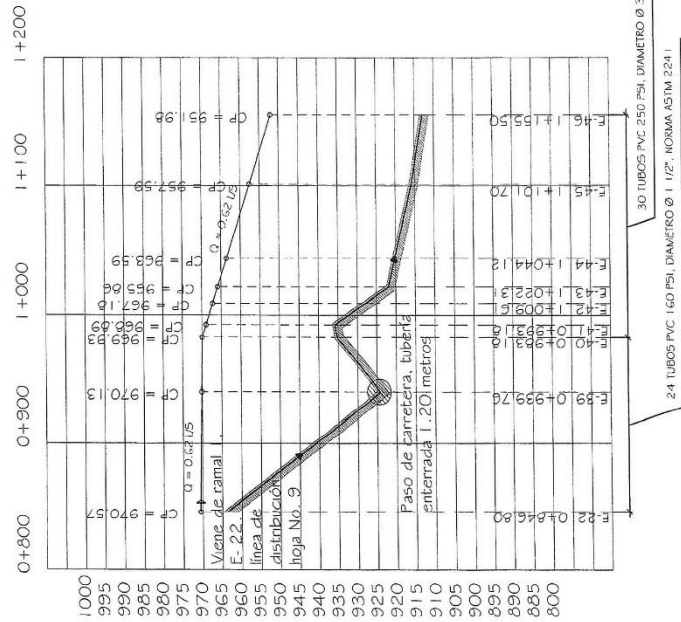
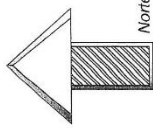
Dibujo: Hday Donal Ical Cal

Supervisor: Ing. Manuel Arwillaga

9

29

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Dirección de flujo
	Línea piezométrica
	Indicación para ver detalles
	Forma de colocar tubería P.V.C



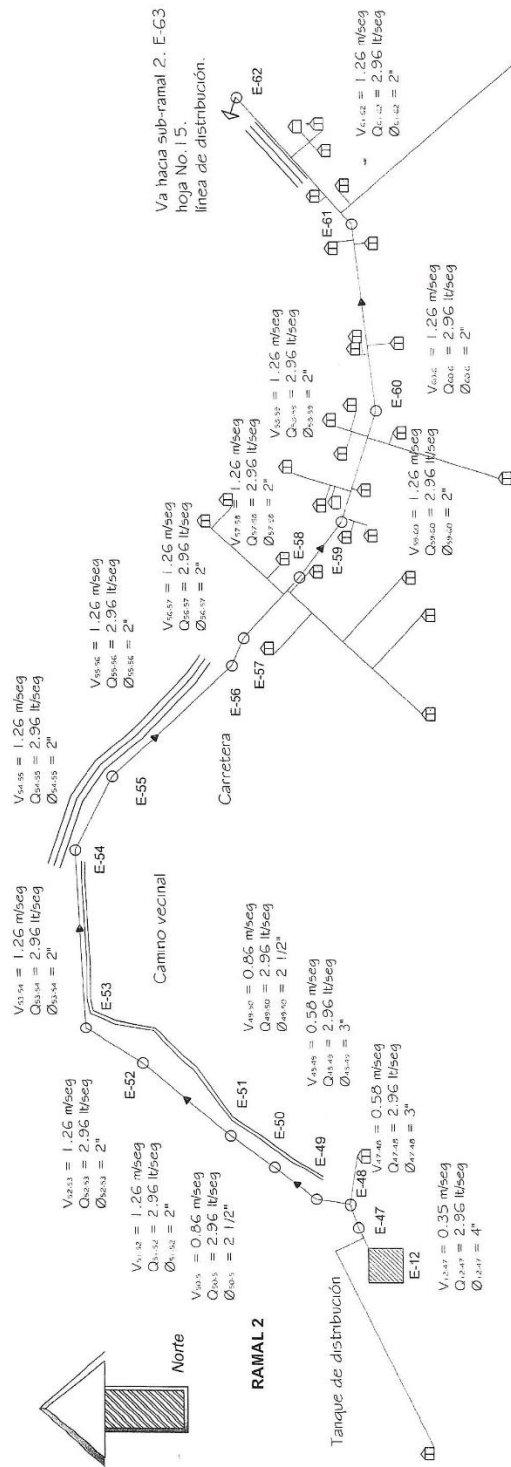
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN SUB-RAMAL I.
Escala 1/2000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz	
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	
Diseño: Hagi Donal Icaí Cal	
Dibujo: Hagi Donal Icaí Cal	
Supervisor: Ing. Manuel Armvillaga	

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN, SUB-RAMAL I.
Escala Horizontal 1/2000
Escala Vertical 1/1000

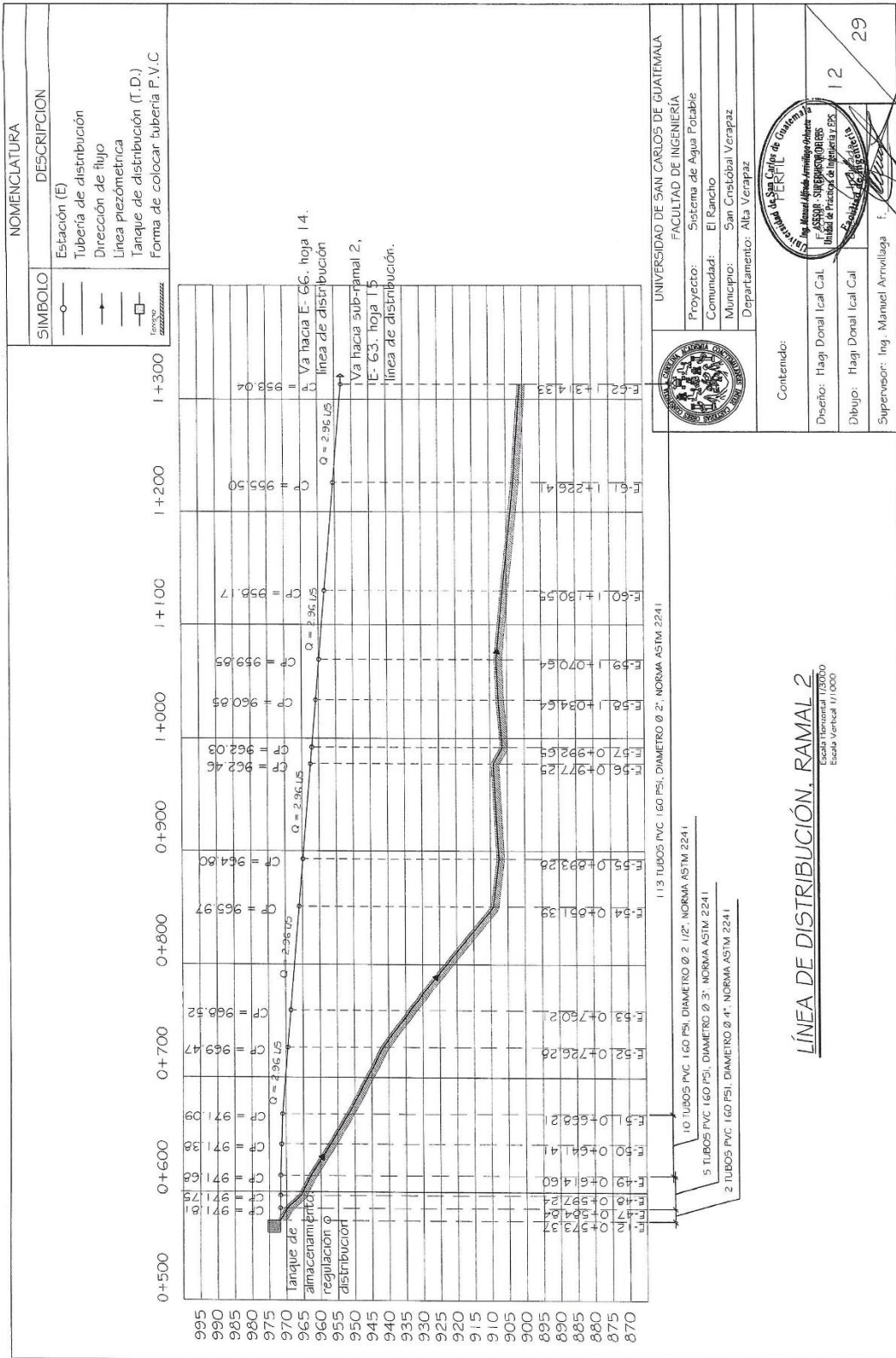
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz	
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	
Diseño: Hagi Donal Icaí Cal	
Dibujo: Hagi Donal Icaí Cal	
Supervisor: Ing. Manuel Armvillaga	

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Dirección de flujo
	Tanque de distribución (T.D.)
	Forma de colocar tubería P.V.C



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
Proyecto:	Sistema de Agua Potable
Comunidad:	El Rancho
Municipio:	San Cristóbal Verapaz
Departamento:	Alta Verapaz
Ing. Manuel Arnulfo Arriaga Olvera INGENIERO SUPERVISOR DE E.S. ESPECIALIDAD: SISTEMAS DE AGUAS Y E.S. ESPECIALIDAD: SISTEMAS DE AGUAS Y E.S.	
Contenido:	
Diseño:	Hugj Donal Ical Cal
Dibujó:	Hugj Donal Ical Cal
Supervisor:	Ing. Manuel Arnulfo Arriaga Olvera
29	

PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 2.
Escala 1:2000



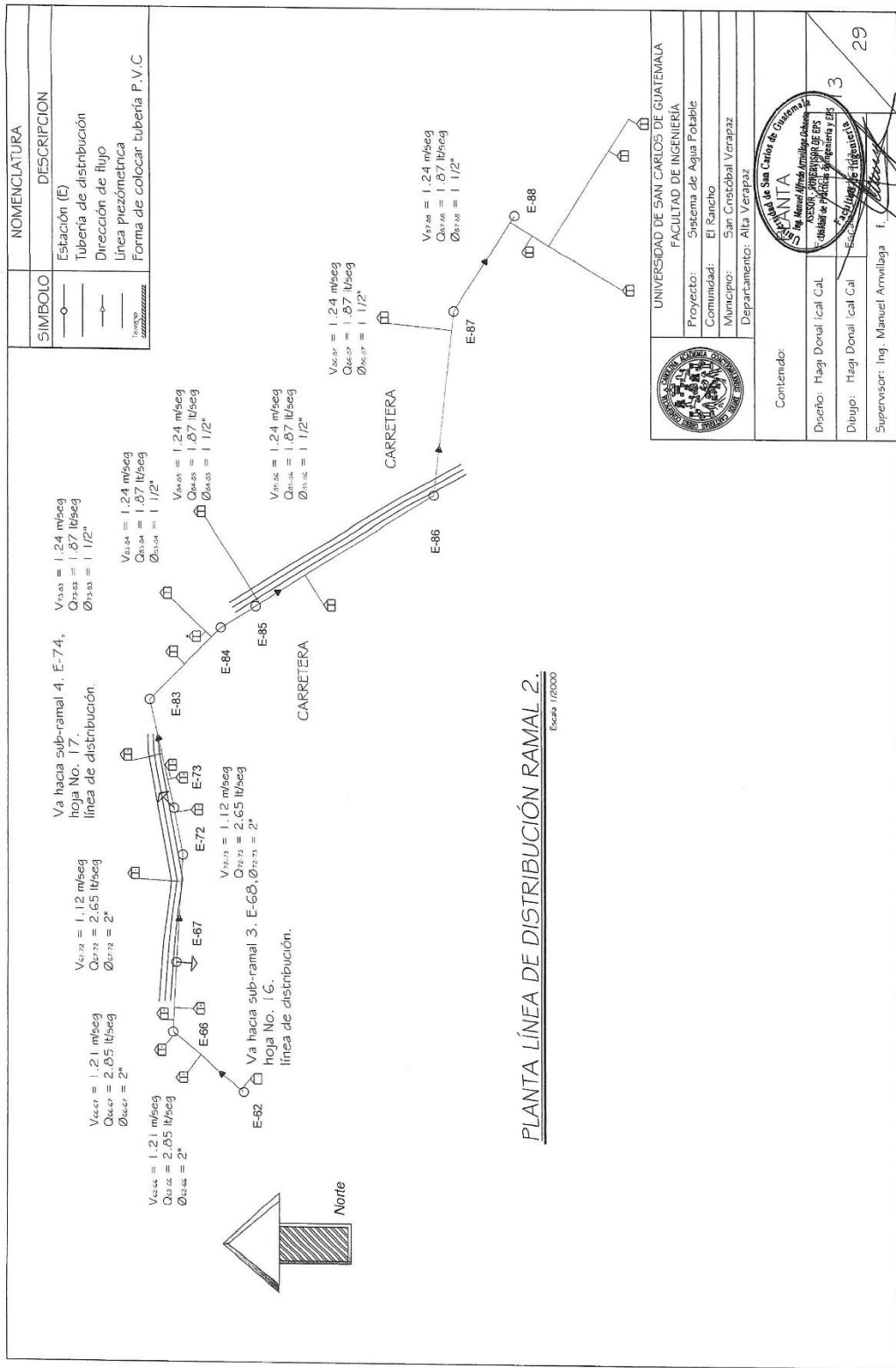
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

Proyecto: Sistema de Agua Potable
Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz
Departamento: Alta Verapaz

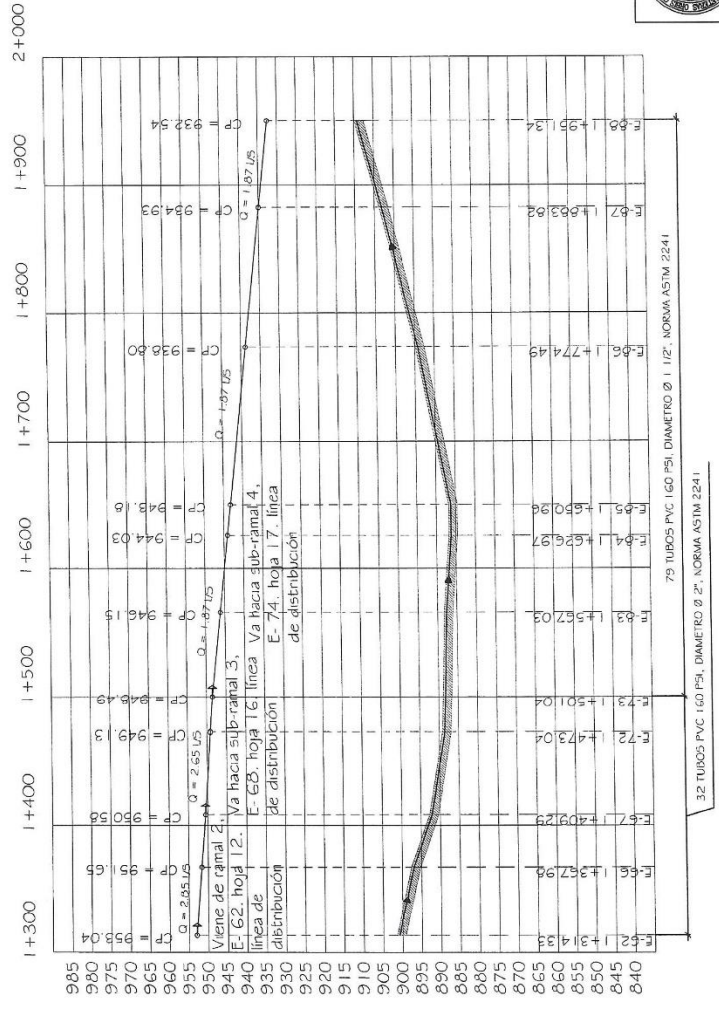
Contenido:

Diseño: Haig Donal Ical Cal
Dibujo: Haig Donal Ical Cal
Supervisor: Ing. Manuel Arrivillaga

12 29



SIMBOLO	NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)	
	Tubería de distribución	
	Dirección de flujo	
	Línea piezométrica	
	Forma de colocar tubería P.V.C.	



LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN, RAMAL 2
 Escala Horizontal 1:2000
 Escala Vertical 1:1000

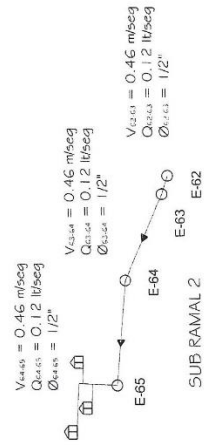
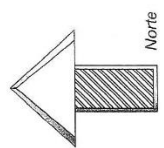
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Proyecto: Sistema de Agua Potable
 Comunidad: El Rancho
 Municipio: San Cristóbal Verapaz
 Departamento: Alta Verapaz

Contenido:
 Diseño: Hagi Donal Icaí Cal
 Dibujo: Hagi Donal Icaí Cal
 Supervisor: Ing. Manuel Armillaga

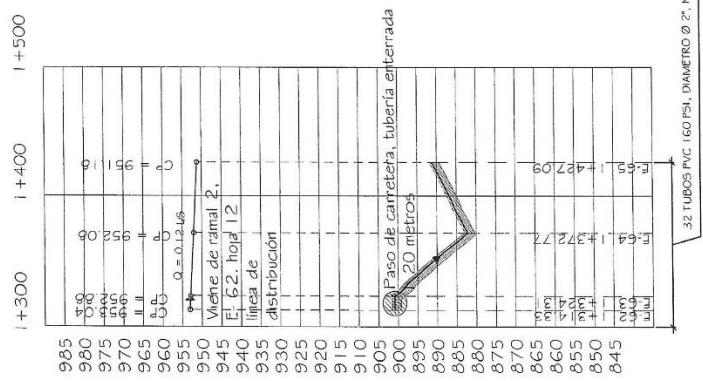
PERFIL
 Ing. Manuel Armillaga Ubiera
 ASesor SUPERVISOR de obra
 Ciudad de Guatemala, Guatemala y CES

14
 29

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Dirección de flujo
	Línea piezométrica
	Indicación para ver detalles Forma de colocar tubería P.V.C



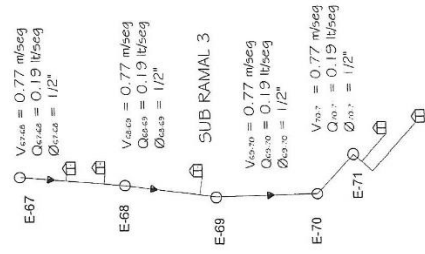
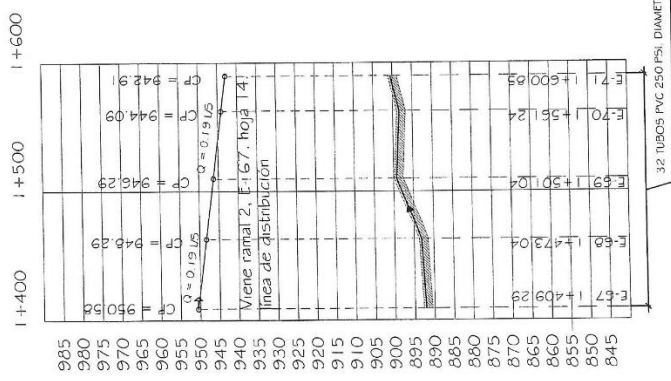
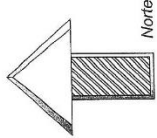
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN SUB-RAMAL 2.
Escala 1/2000



LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN, SUB-RAMAL 2
Escala Horizontal 1/2000
Escala Vertical 1/1000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
	Municipio: San Cristóbal Verapaz
	Departamento: San Cristóbal Verapaz
Contenido: Inge. Manuel Amílcar Orellana ASOR - SUPERVISOR DE EPS Fecha: 15/05/2015 Escala: 1/2000	
Diseño: Itagi Donal Ical	15
Dibujo: Itagi Donal Ical	29
Supervisor: Inge. Manuel Amvilaga	

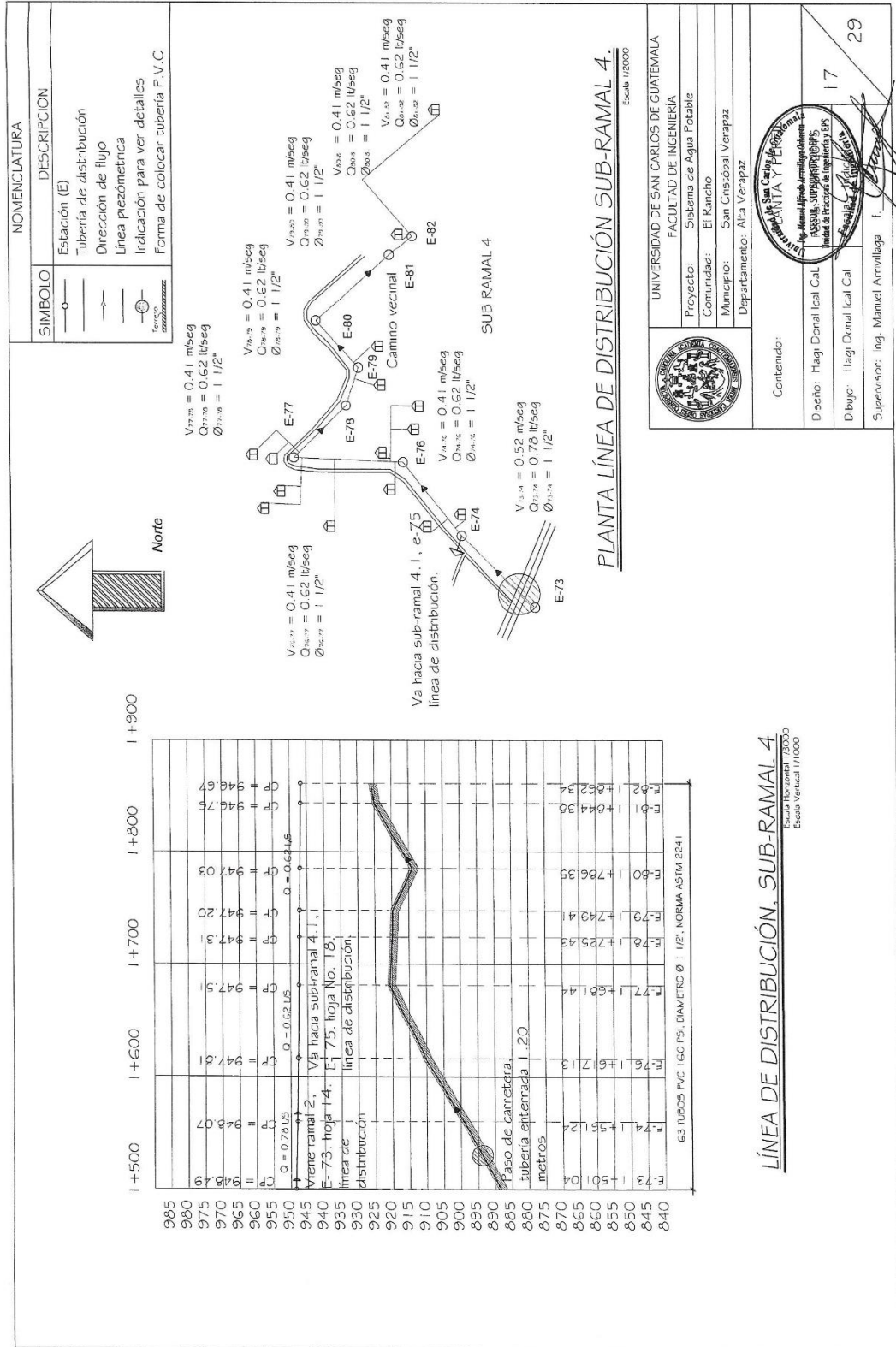
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Dirección de flujo
	Línea piezométrica
	Forma de colocar tubería P.V.C.



PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN SUB-RAMAL 3.
Escala 1:6000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
	Municipio: San Cristóbal Verapaz
	Departamento: Alta Verapaz
<p>Contenido:</p> <p>Diseño: Hays Donal Icaj Cal</p> <p>Dibujo: Hays Donal Icaj Cal</p> <p>Supervisor: Ing. Manuel Armillaga</p>	
<p>Escuela Horizontal 1:2000</p> <p>Escuela Vertical 1:1000</p>	

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN, SUB-RAMAL 3
Escala Horizontal 1:2000
Escala Vertical 1:1000



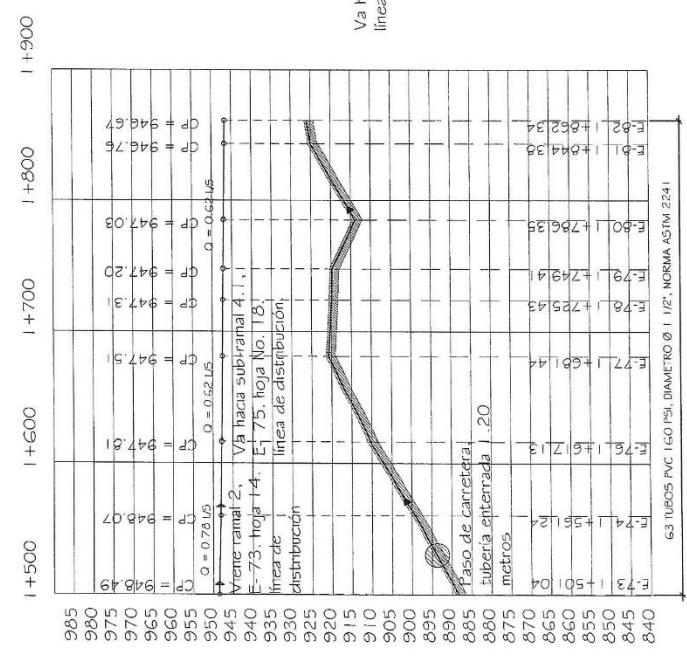
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN SUB-RAMAL 4.

Escala 1:2000

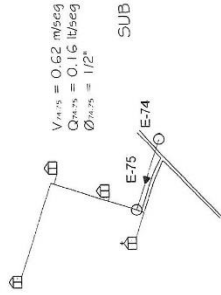
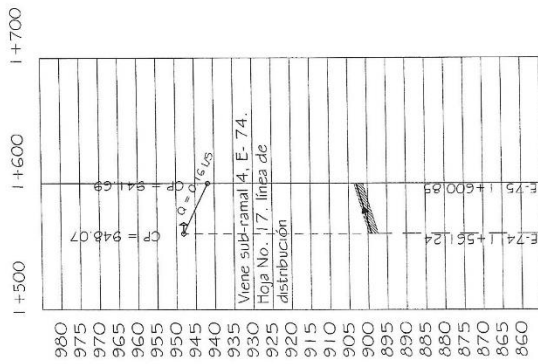
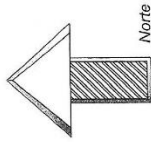
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
Proyecto: Sistema de Agua Potable	
Comunidad: El Rancho	
Municipio: San Cristóbal Verapaz	
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	
Diseño: Hagi Donal Ical Cal	17
Dibujo: Hagi Donal Ical Cal	29
Supervisor: Ing. Manuel Armvillaga	

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN, SUB-RAMAL 4

Escala Horizontal 1:1000
Escala Vertical 1:1000



SÍMBOLO	NOMENCLATURA
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Dirección de flujo
	Línea piezométrica
	Forma de colocar tubería P.V.C



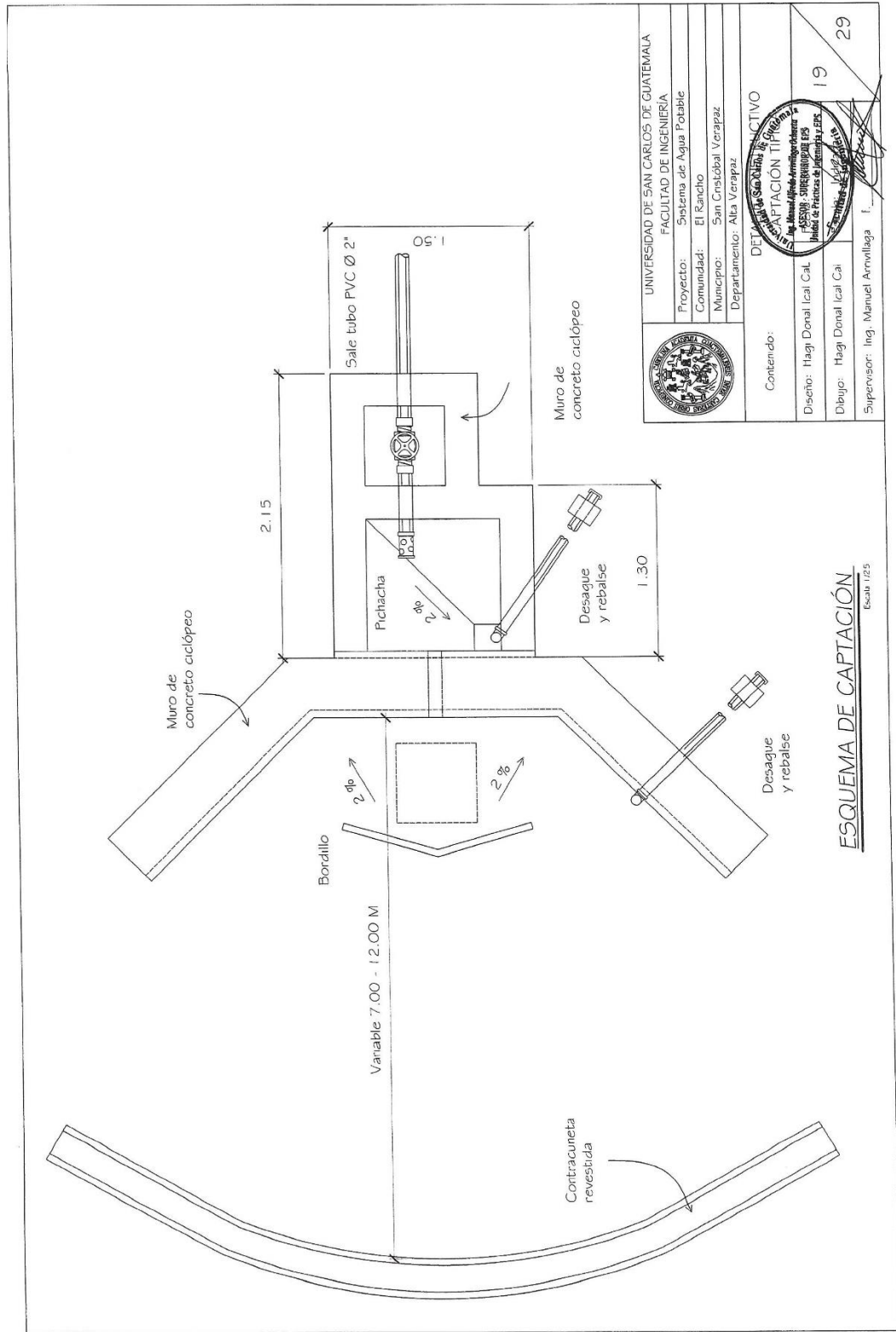
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN SUB-RAMAL 4.1.

Escala 1/2000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz	
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	18
Diseño: Haig Donal Cal	29
Dibujo: Haig Donal Cal	
Supervisor: Ing. Manuel Armvillega	

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN, SUB-RAMAL 4.1

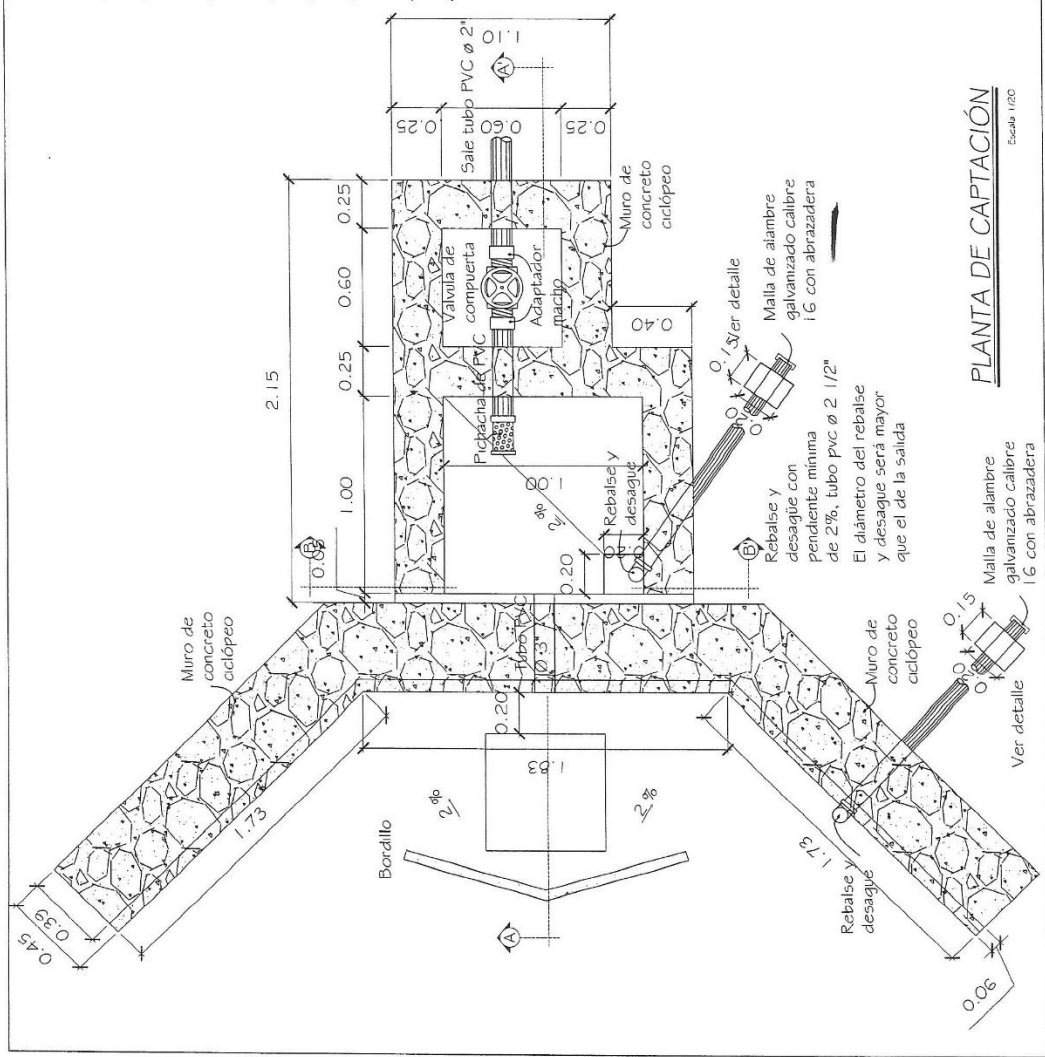
Escala Horizontal 1/5000
Escala Vertical 1/1000



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
	Municipio: San Cristóbal Verapaz
	Departamento: Alta Verapaz
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
CONTENIDO: DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACIÓN TIPO PASADIZO	
Diseño: Hagi Donal Ical Cal	19
Dibujo: Hagi Donal Ical Cal	29
Supervisor: Ing. Manuel Arruillaga	

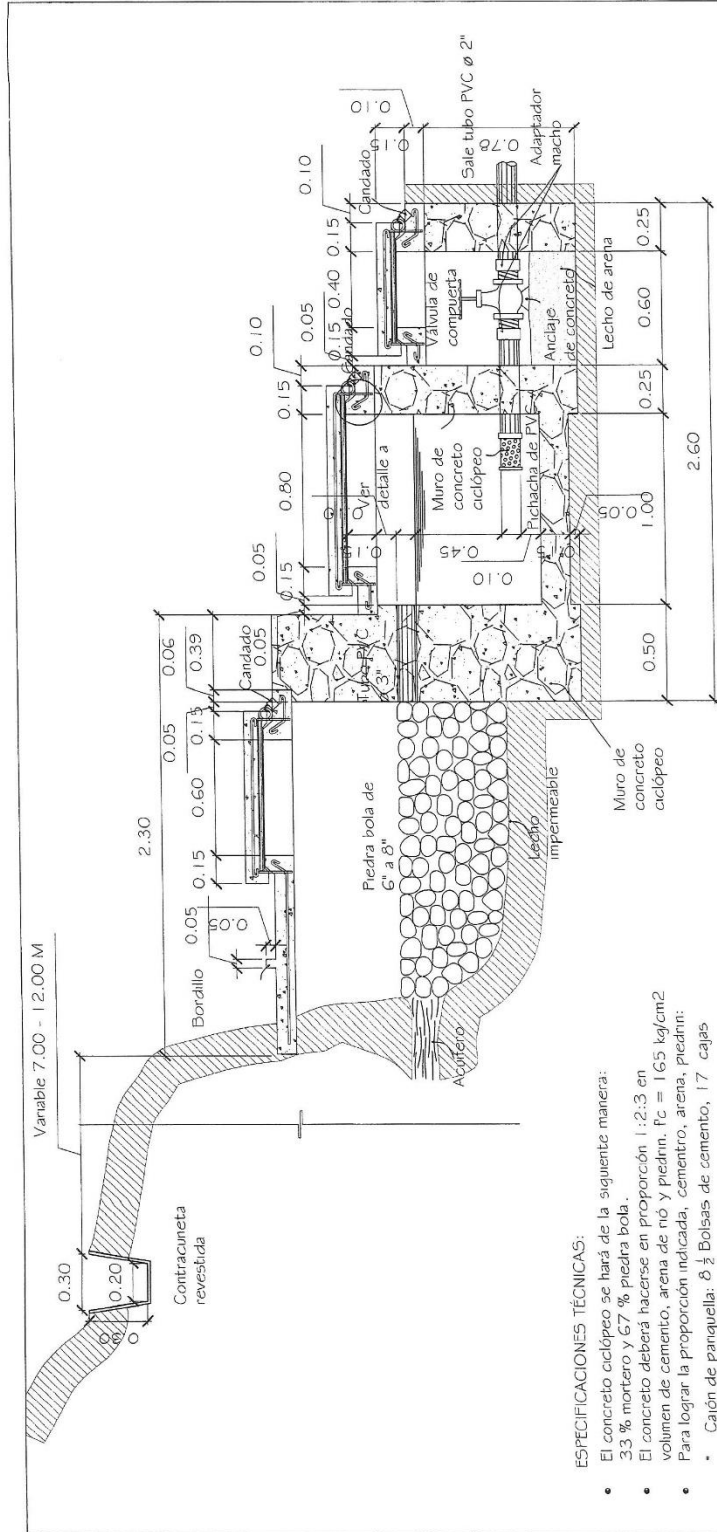
ESQUEMA DE CAPTACIÓN
Escala 1:25

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**
- El concreto ciclópeo se hará de la siguiente manera: 33 % mortero y 67 % piedra bola.
 - El concreto deberá hacerse en proporción 1:2:3 en volumen de cemento, arena de río y piedra. $f_c = 1.65 \text{ kg/cm}^2$
 - Para lograr la proporción indicada, cemento, arena, piedra:
 - Cajón de paqueta: $0 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de arena, $25 \frac{1}{2}$ capas de piedra
 - Se repellara en el exterior con sabieta, proporción en volumen 1:2 cemento y arena de río, con un recubrimiento mínimo de 1.5 cm.
 - En las tapaderas se dejara un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia, 1 %.
 - El terreno bajo la losa de piso, deberá ser perfectamente apisonado.
 - Se realizará un alisado interior de cemento y arena de río en proporción 1:1 para impermeabilizar las paredes internas de la caja.
 - El hierro a utilizar será legítimo grado 40. todas las medidas están dadas en metros.
 - La válvula será de bronce.




PLANTA DE CAPTACION
Escala 1:20

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Fiable
	Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz	
Departamento: Alta Verapaz	
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION CIVIL CAPTACION DE AGUA	
Contenido:	
Diseño: Haji Donal Icaí Cal	20
Dibujo: Haji Donal Icaí Cal	29
Supervisor: Ing. Manuel Armillaga	

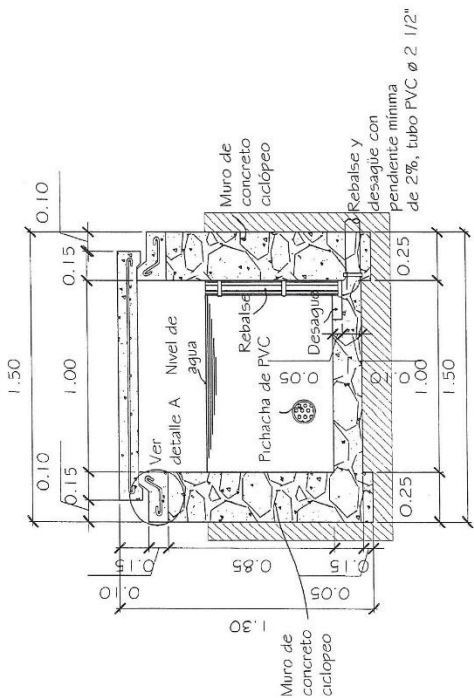


SECCIÓN A - A'
Escala 1:10

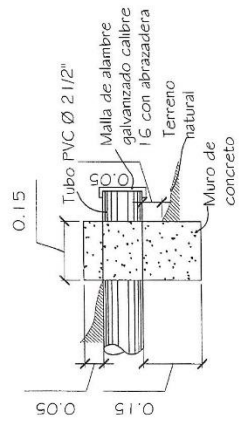
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristobal Verapaz	Departamento: Alta Verapaz
DISEÑO DE UN SISTEMA DE CAPTACION TIPO para el Manual de Armadura de Agua Potable del Municipio de San Cristobal Verapaz	
Contenido:	21
Diseño: Hagi Donal Icaj Cal	21
Dibujo: Hagi Donal Icaj Cal	29
Supervisor: Ing. Manuel Armellaga	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

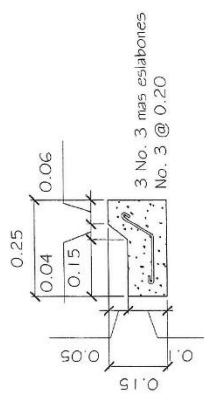
- El concreto ciclópeo se hará de la siguiente manera: 33 % mortero y 67 % piedra bola.
- El concreto deberá hacerse en proporción 1:2:3 en volumen de cemento, arena de río y pedrín. $f_c = 16.5 \text{ kg/cm}^2$
- Para lograr la proporción indicada, cemento, arena, pedrín:
 - Cajón de pariquella: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de arena, $25 \frac{1}{2}$ cajas de pedrín
- Se repillara en el exterior con sabieta, proporción en volumen 1:2 cemento y arena de río, con un recubrimiento mínimo de 1.5 cm.
- En las tapaderas se dejara un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia, 1 %.
- El terreno bajo la losa de piso, deberá ser perfectamente apisonado.
- Se realizara un alisado interior de cemento y arena de río en proporción 1:1 para impermeabilizar las paredes internas de la caja.
- El hierro a utilizar será legítimo grado 40, todas las medidas están dadas en metros.
- La válvula será de bronce.



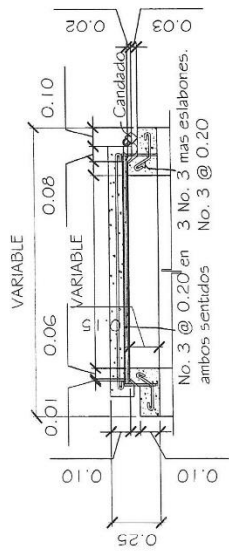
SECCIÓN B - B'
Escala 1/20



DETALLE DE DESAGÜE Y REBALSE
Escala 1/10



DETALLE DE BROCAL
Escala 1/10



DETALLE DE TAPADERA
Escala 1/20

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
	Municipio: San Cristóbal Verapaz
Departamento: Alta Verapaz	
DETALLE CONSTRUCTIVO	
Contenido:	
Diseño: Hagi Donal Ica Cal	22
Dibujo: Hagi Donal Ica Cal	29
Supervisor: Ing. Manuel Armillaga	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Concreto: se usara concreto con esfuerzo de ruptura a compresión de 165 kg/cm² a los 28 días, deberá hacerse en proporción 1:2:3 en volumen de cemento, arena de río y piedra.

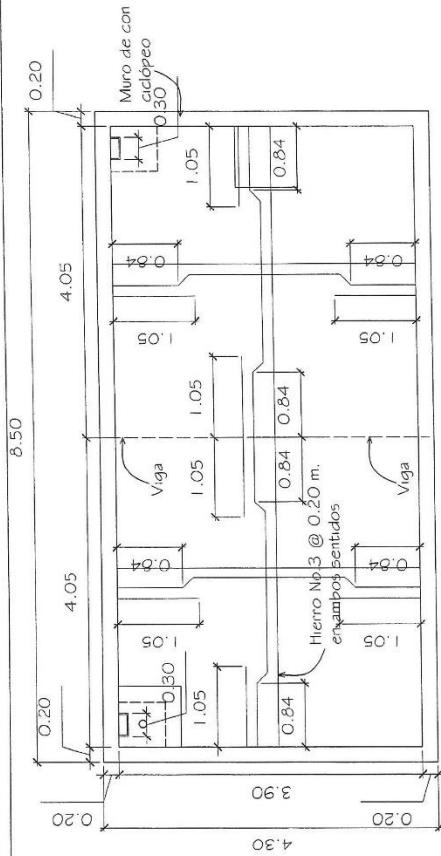
Para lograr la proporción indicada, cemento, arena, piedra:

- Cajón de paqueta: 8 ½ Bolsas de cemento, 17 cajas de arena, 25 ½ cajas de piedra
- 2. Concreto ciclópeo se hará de la siguiente manera: 33% concreto y 67% piedra sólida.
- 3. Los muros están diseñados para trabajar semi-enterrados.
- 4. El terreno bajo la losa del piso deberá ser perfectamente apisonado.
- 5. La losa del techo deber tener una pendiente de 1% hacia los lados
- 6. En el momento de fundir la losa del techo deberá colocarse en la parte superior de los muros, aceite o cualquier substancia que garantice la no adherencia entre la losa y los muros.
- 7. Los muros del deposito principal deberán impermeabilizar en sus capas interiores por medio de una capa de sabieta de cemento y arena en proporción 1:2 debidamente alisada mas aditivo impermeabilizante sika.

Se repillara en el exterior con sabieta proporción en volumen 1:2 cemento, arena de río con un recubrimiento mínimo de 1.50 cm. El agua empleada en el mezclado del concreto deberá ser limpia y libre de material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o acero de refuerzo.

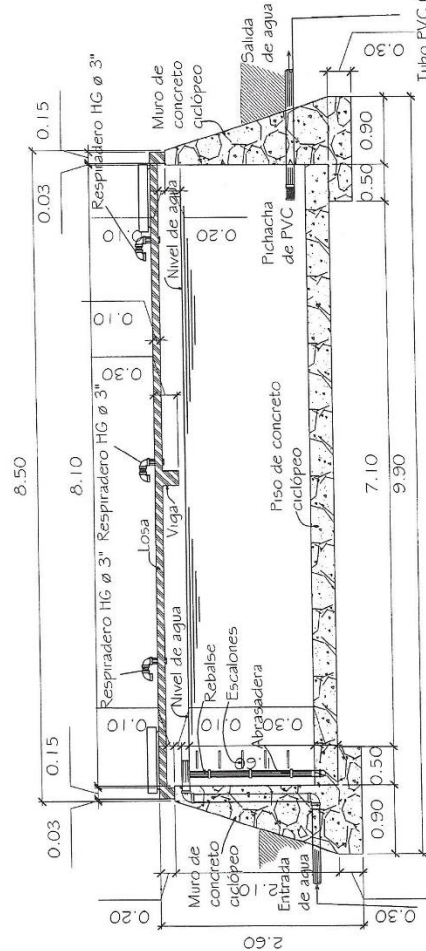
0. El hierro a utilizar será corrugadas, legítimo grado 40

1. El tamaño de la piedra será entre 0.10 a 0.30 m. y deberá ser angulosa.
2. Protección de concreto para refuerzo deberá proporcionarse un recubrimiento mínimo de 2 cm.
3. La válvula serán de bronce.
4. Deberá construirse una banqueta perimetral de 0.50 x 0.075 m con concreto 1:2:3
5. Los escalones deben protegerse con dos manos de pintura anticorrosiva para evitar que se corraan por acción de cloro y agua.



PLANTA DE TECHOS

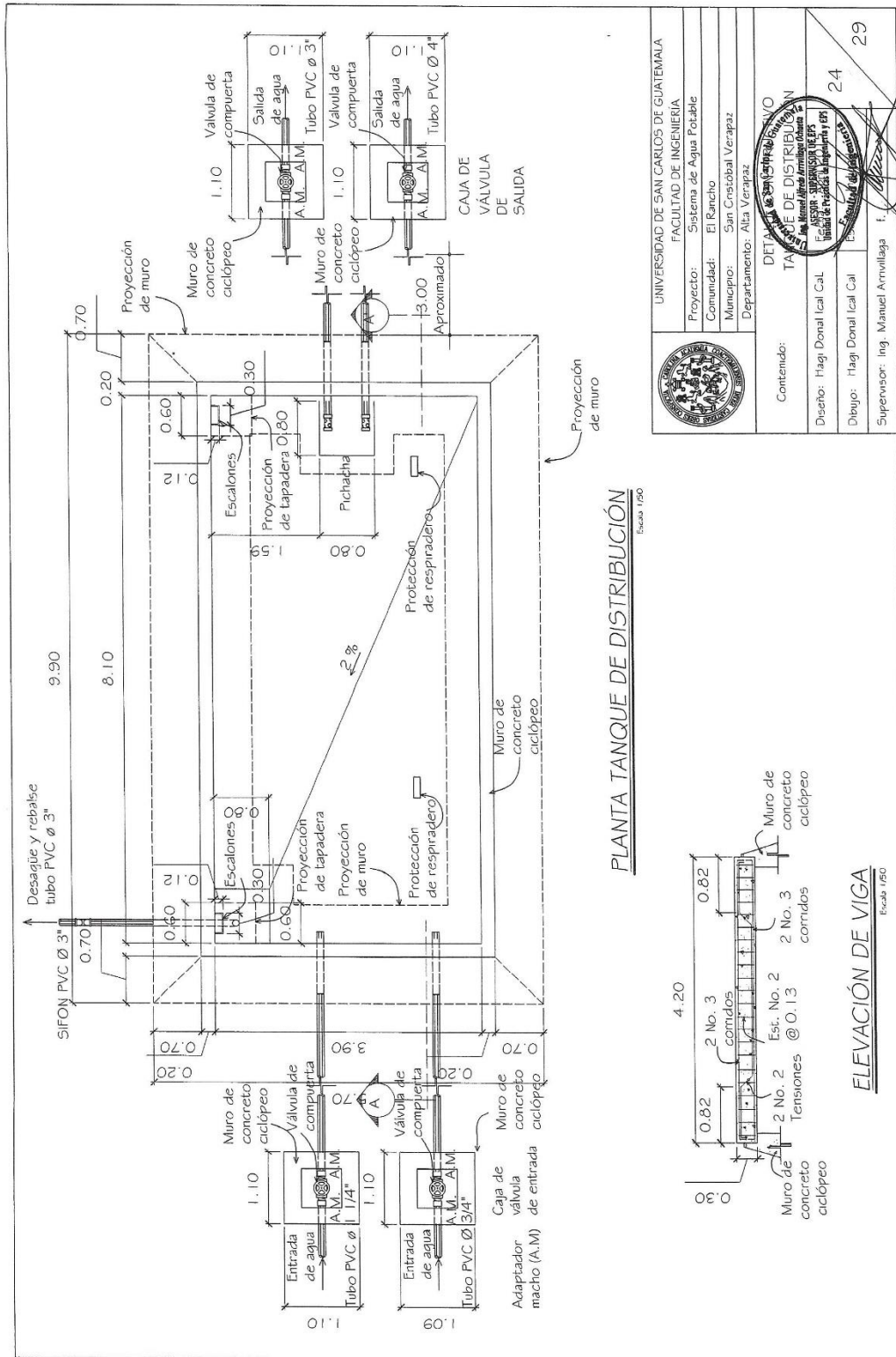
Escala 1/50



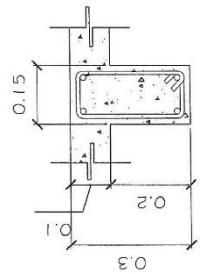
SECCIÓN A - A'

Escala 1/50

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz	DETALLE CONSTRUCTIVO TANQUE DE ALMACENAMIENTO
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	
Dibujo: Hagi Donal Ical Cal	
Supervisor: Ing. Manuel Arrivillaga	
No. Hoja: 23	
Hoja: 23	
Fecha:	

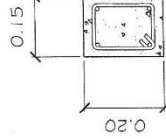


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
	Municipio: San Cristóbal Verapaz
	Departamento: Alta Verapaz
Contenido:	DETALLE DE VALVULO
Diseño: Itagi Donal Ical Cal	TANQUE DE DISTRIBUCION
Dibujo: Itagi Donal Ical Cal	Asesor: SUPERVISOR DE EPS
Supervisor: Ing. Manuel Arriavillaga	Escuela de Ingeniería y EPS
	24
	29



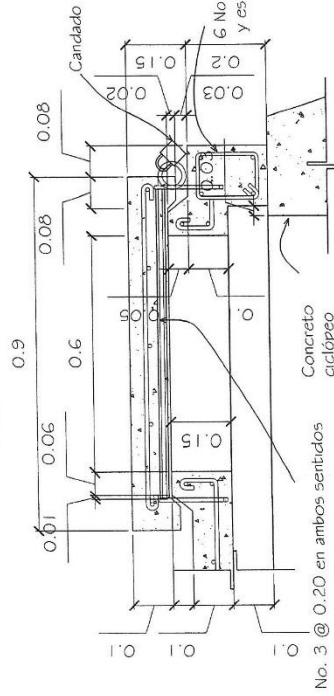
4 No. 3, corridas, 2 No. 2 tensiones y estribos. No. 2 @ 0.13

SECCIÓN VIGA
Escala 1/10

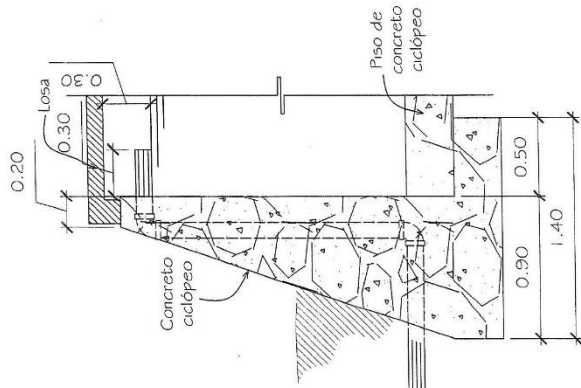


4 No. 3 y Est. No. 2 @ 0.13

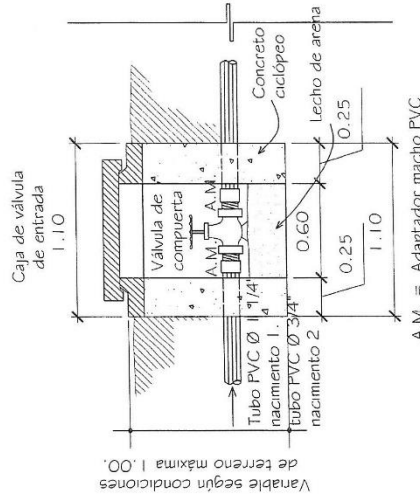
DETALLE DE SOLERA
Escala 1/10



DETALLE DE TAPADERA
Escala 1/20



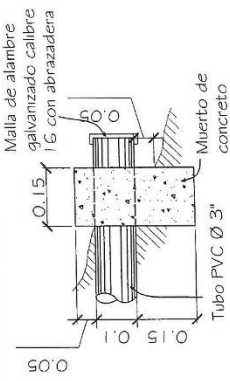
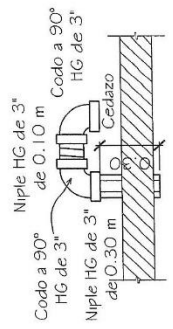
DETALLE DE ENTRADA
Escala 1/25



A.M. = Adaptador macho PVC

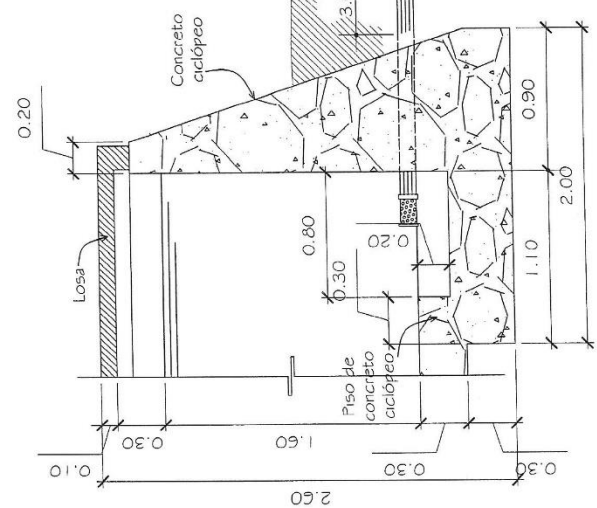
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
	Municipio: San Cristóbal Verapaz
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	DETALLE DE LA CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA TUBO DE DISTRIBUCION
Diseño:	Hagi Donal Ical Cal
Dibujo:	Hagi Donal Ical Cal
Supervisor:	Ing. Manuel Armvillaga
	25
	29

Aplicante 2 manos
de anticorrosivo



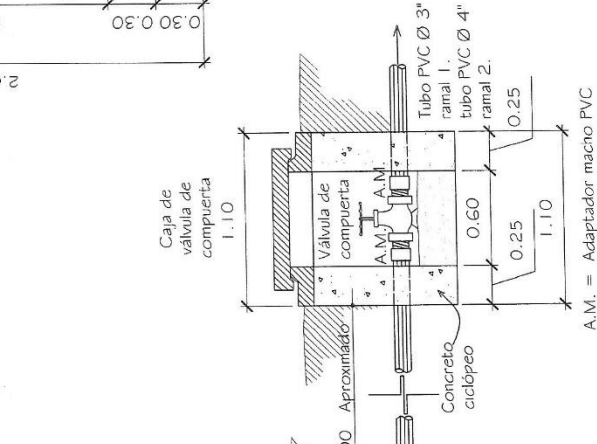
DETALLE DE RESPIRADERO

Escala 1:20



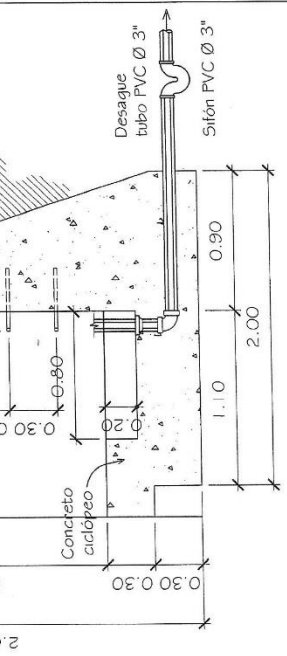
DETALLE DE DESAGÜE Y REBALSE

Escala 1:10



DETALLE DE SALIDA

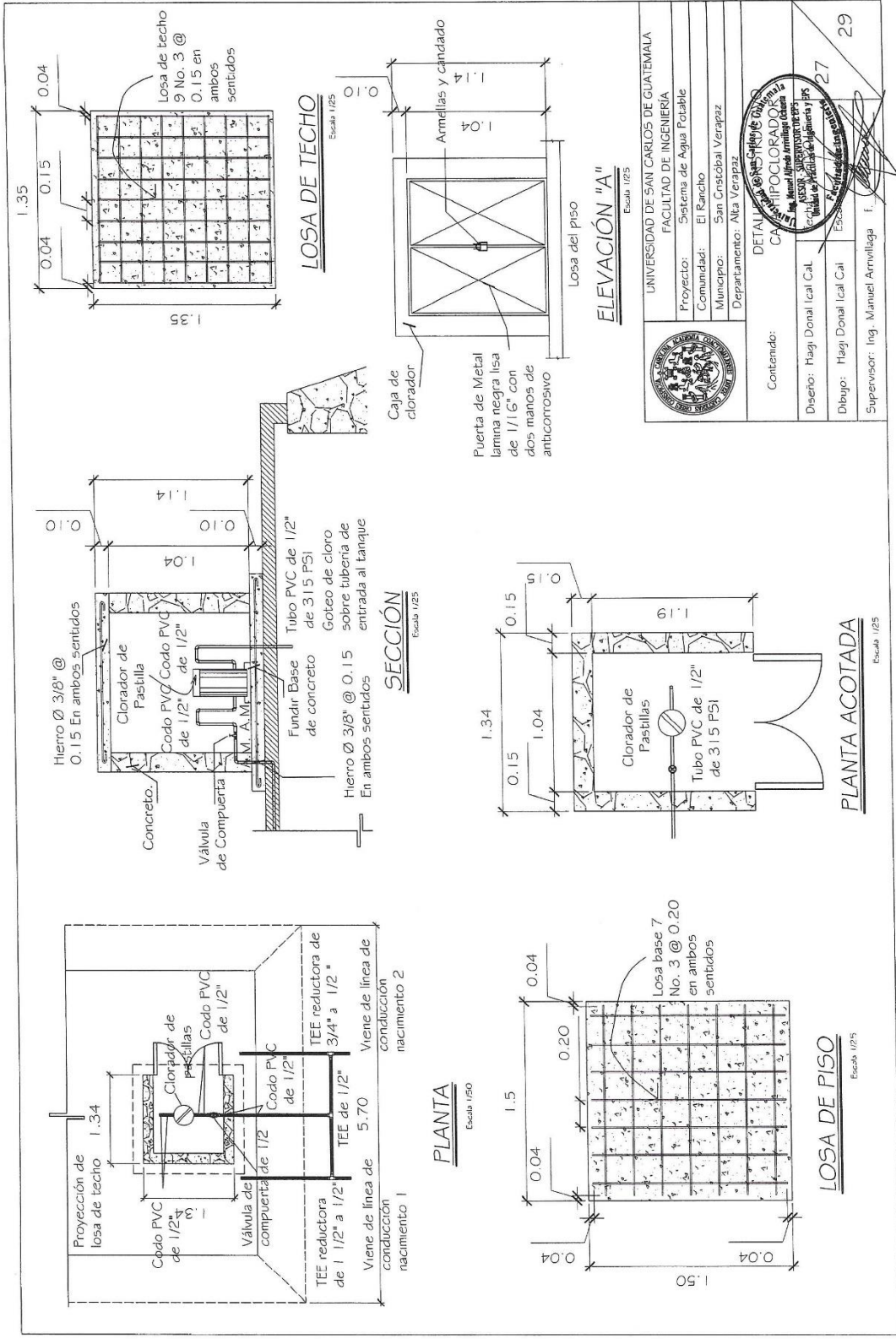
Escala 1:25



DETALLE DE DESAGÜE

Escala 1:25

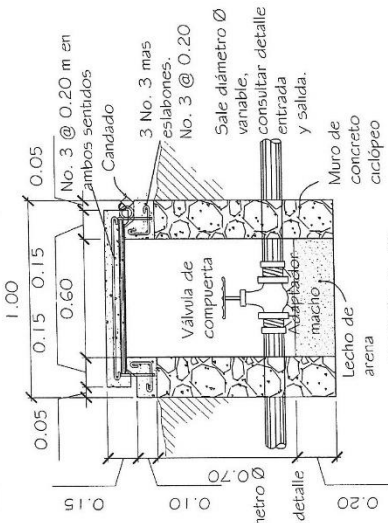
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz	Departamento: Alta Verapaz
Contenido:	DETALLE CONSTRUCTIVO
Director: Ingi Donal Icaal Cal	TALLER DE DISEÑO DE CONSTRUCCION
Dibujó: Ingi Donal Icaal Cal	26
Supervisor: Ingi Manuel Arvillaga	29



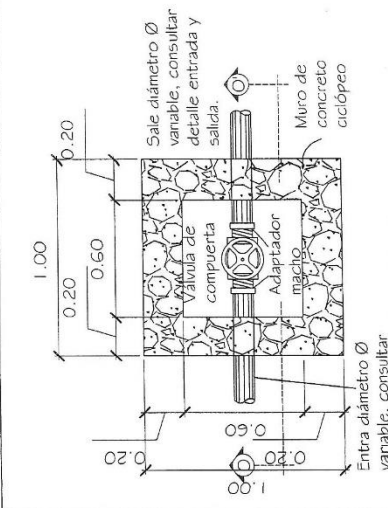
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		Proyecto:	Sistema de Agua Potable
		Comunidad:	El Rancho
		Municipio:	San Cristóbal Verapaz
		Departamento:	Alta Verapaz
CONTENIDO: DETALLE DE LA CUBIERTA DEL CLORINADOR CUBIERTA DEL CLORINADOR		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL ASOCIACION DE INGENIEROS CIVILES DE GUATEMALA ESCUELA DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL	
Diseño: Hago Donal Ical Cal		Escala: 1/25	
Dibujo: Hago Donal Ical Cal		Escala: 1/25	
Supervisor: Ing. Manuel Armillaga I.		Escala: 1/25	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:
 -el concreto ciclópeo se hará de la siguiente manera: 33 % mortero y 67 % piedra bola.
 -el concreto deberá hacerse en proporción 1:2:3 en volumen de cemento, arena de río y pedrín. $\rho_c = 165 \text{ kg/cm}^3$

- Cajón de panguilla: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de arena, $25 \frac{1}{2}$ cajas de pedrín
- se repletará en el exterior e interior con sabieta proporción en volumen 1:2 cemento arena de río con un recubrimiento mínimo de 1.5 cm.
- en las tapaderas se dejara un desnivel necesario para drenar el agua de lluvia.
- se realizara un alizado interior de cemento y arena de río en proporción 1:1 para impermeabilizar las paredes internas de la caja.
- el hierro a utilizar será legítimo grado 40.



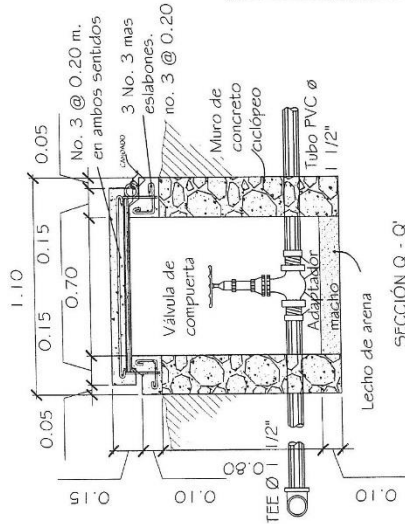
SECCIÓN O - O'



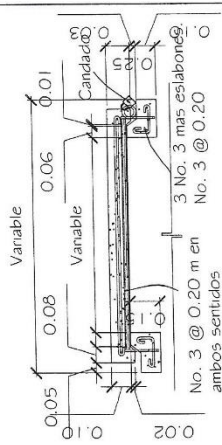
PLANTA

DETALLE DE CAJA DE CONTROL DE FLUJO

Escala 1/20

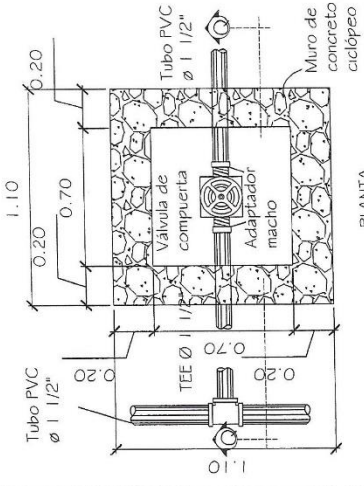


SECCIÓN Q - Q'



DETALLE DE TAPADERA

Escala 1/20

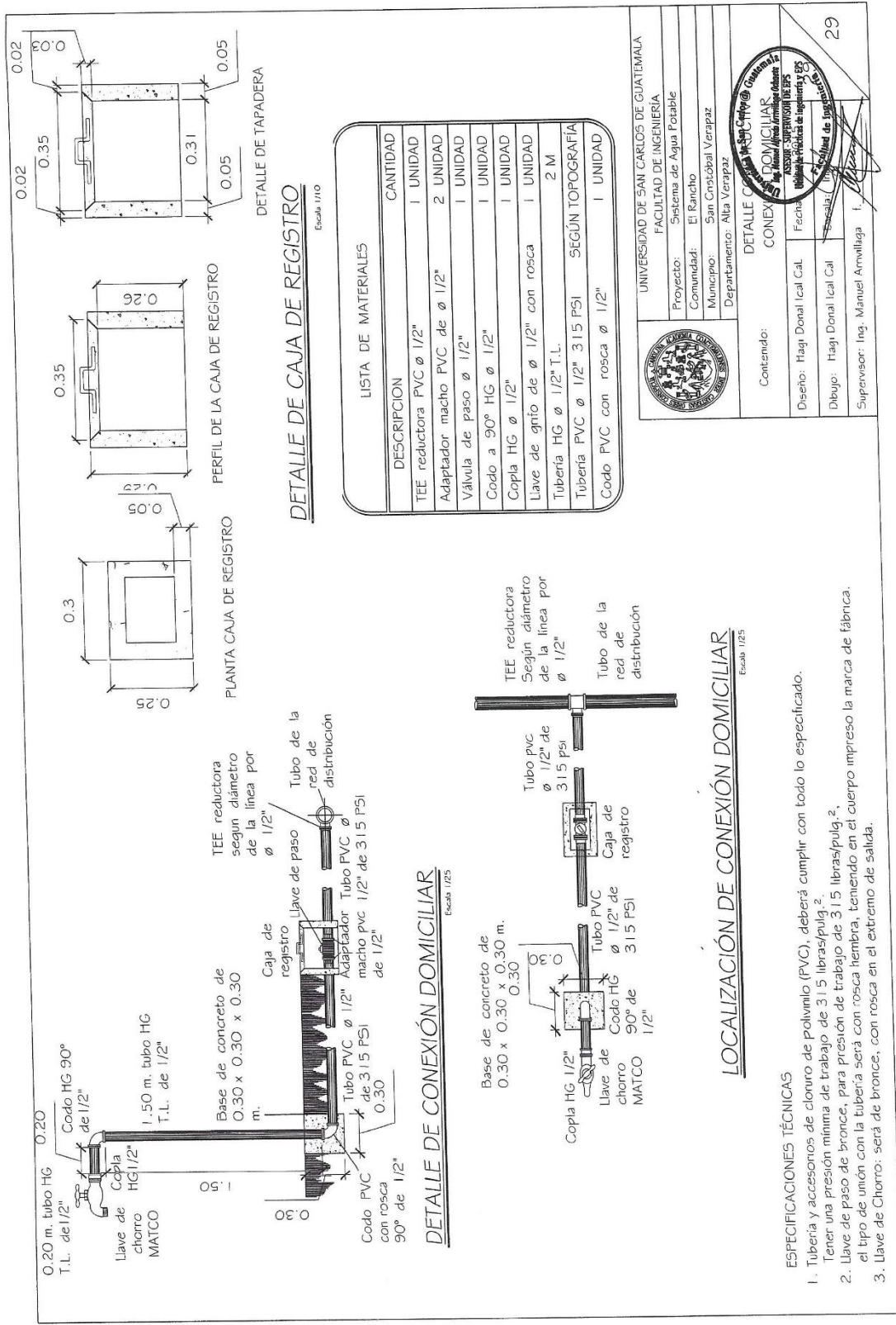


PLANTA

DETALLE DE CAJA DE VÁLVULA DE LIMPIEZA

Escala 1/20

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Agua Potable
	Comunidad: El Rancho
Municipio: San Cristóbal Verapaz	DETALLE CONSTRUCCIÓN DE LA Y CAJA DE CONTROL DE FLUJO Y CAJA DE VÁLVULA DE LIMPIEZA
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	
Deseño: Itagi Donal Ical Cal	
Dibujo: Itagi Donal Ical Cal	
Supervisor: Ing. Manuel Arnillaga	



0.20 m. tubo HG T.L. de 1/2"

Codo HG 90° de 1/2"

1.50 m. tubo HG T.L. de 1/2"

Llave de chorro MATCO

Copla HG 1/2"

Base de concreto de 0.30 x 0.30 x 0.30 m.

Caja de registro

Adaptador macho PVC de 1/2"

Tubo PVC de 3.15 PSI de 1/2"

TEE reductora según diámetro de la línea por Ø 1/2"

Llave de paso

Tubo de la red de distribución

Codo PVC con rosca 90° de 1/2"

0.20 m. tubo HG T.L. de 1/2"

Codo HG 90° de 1/2"

1.50 m. tubo HG T.L. de 1/2"

Llave de chorro MATCO

Copla HG 1/2"

Base de concreto de 0.30 x 0.30 x 0.30 m.

Caja de registro

Adaptador macho PVC de 1/2"

Tubo PVC de 3.15 PSI de 1/2"

TEE reductora según diámetro de la línea por Ø 1/2"

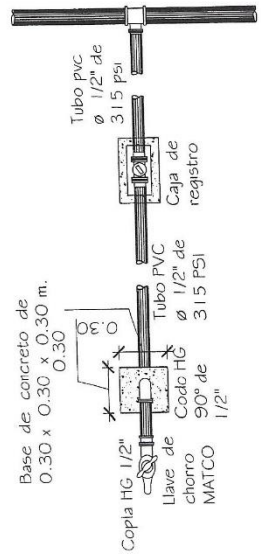
Llave de paso

Tubo de la red de distribución

Codo PVC con rosca 90° de 1/2"

DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR

Escala 1/25



Base de concreto de 0.30 x 0.30 x 0.30 m.

Copla HG 1/2"

Llave de chorro MATCO

Tubo PVC de 1/2" de 3.15 PSI

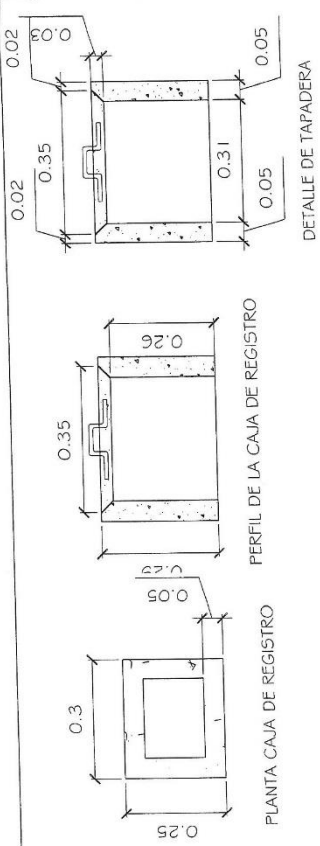
TEE reductora según diámetro de la línea por Ø 1/2"

Tubo de la red de distribución

LOCALIZACIÓN DE CONEXIÓN DOMICILIAR

Escala 1/25

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
1. Tubería y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC), deberá cumplir con todo lo especificado. Tener una presión mínima de trabajo de 3.15 libras/pulg.².
 2. Llave de paso de bronce, para presión de trabajo de 3.15 libras/pulg.², el tipo de unión con la tubería será con rosca hembra, teniendo en el cuerpo impreso la marca de fábrica.
 3. Llave de Chorro: será de bronce, con rosca en el extremo de salida.



0.25

0.3

0.35

0.26

0.02

0.02

0.05

0.05

0.31

0.05

PLANTA CAJA DE REGISTRO

PERFIL DE LA CAJA DE REGISTRO

DETALLE DE TAPADERA

DETALLE DE CAJA DE REGISTRO

Escala 1/10

DESCRIPCION	CANTIDAD
TEE reductora PVC Ø 1/2"	1 UNIDAD
Adaptador macho PVC de Ø 1/2"	2 UNIDAD
Válvula de paso Ø 1/2"	1 UNIDAD
Codo a 90° HG Ø 1/2"	1 UNIDAD
Copla HG Ø 1/2"	1 UNIDAD
Llave de grito de Ø 1/2" con rosca	1 UNIDAD
Tubería HG Ø 1/2" T.L.	2 M
Tubería PVC Ø 1/2" 3.15 PSI SEGÚN TOPOGRAFIA	1 UNIDAD
Codo PVC con rosca Ø 1/2"	1 UNIDAD

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

Proyecto: Sistema de Agua Potable

Comunidad: El Rancho

Municipio: San Cristóbal Verapaz

Departamento: Alta Verapaz

Contenido: DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR

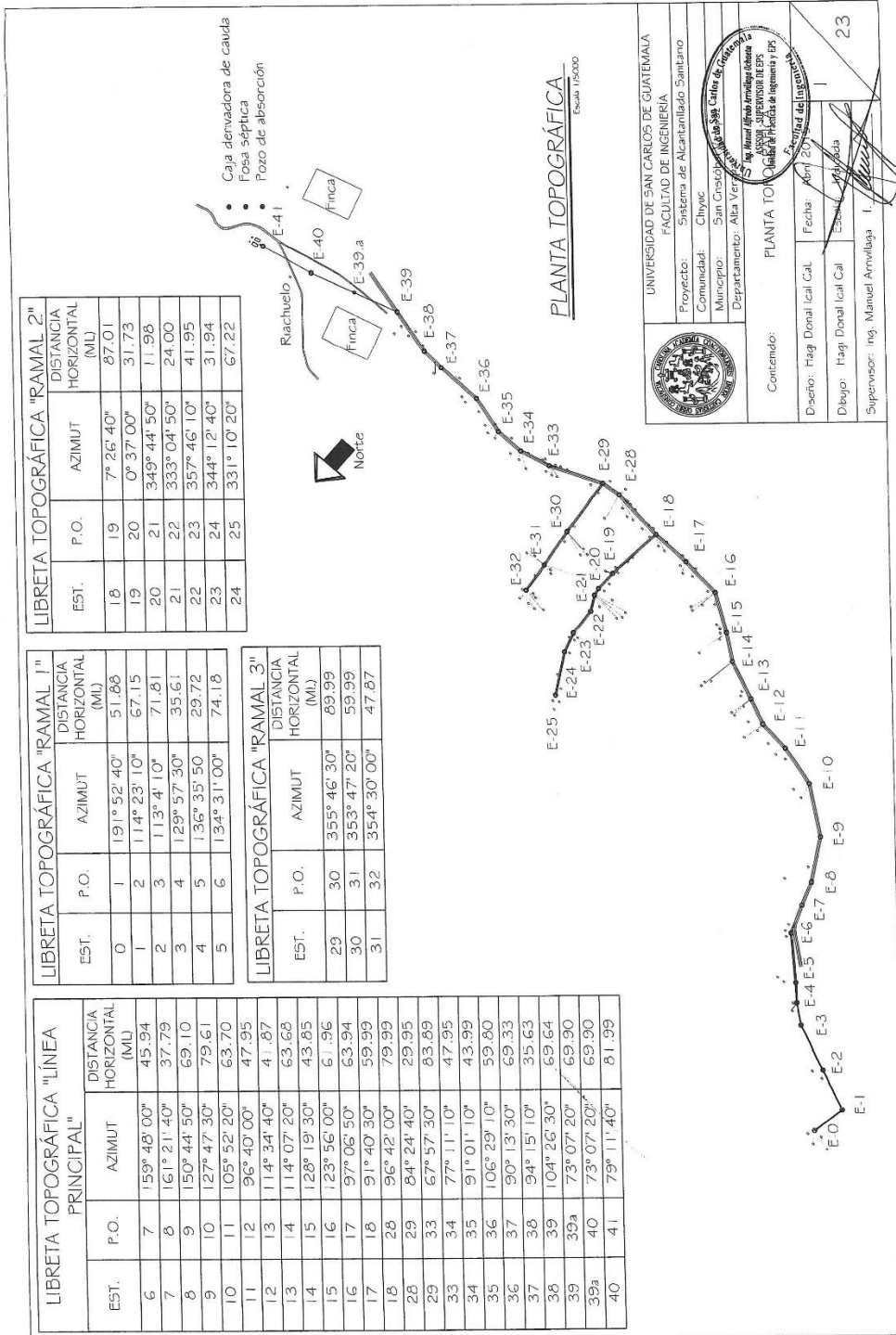
Diseño: Hagi Donal Ical Cal

Dibujo: Hagi Donal Ical Cal

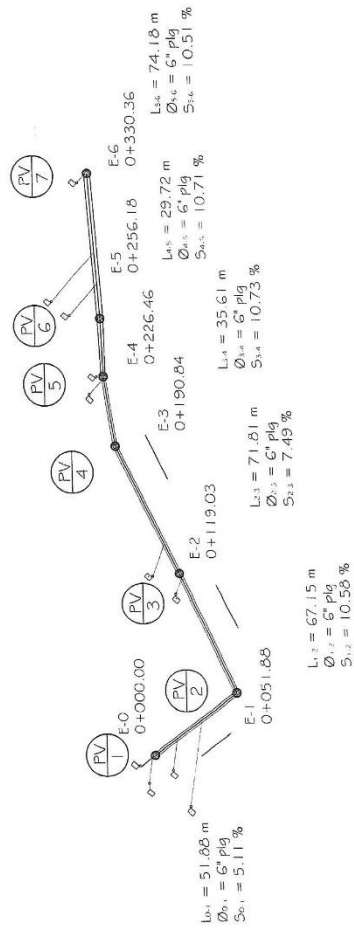
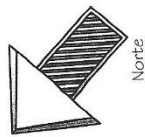
Supervisor: Ing. Manuel Arvillaga

29

Apéndice 6. Planos del sistema de alcantarillado sanitario



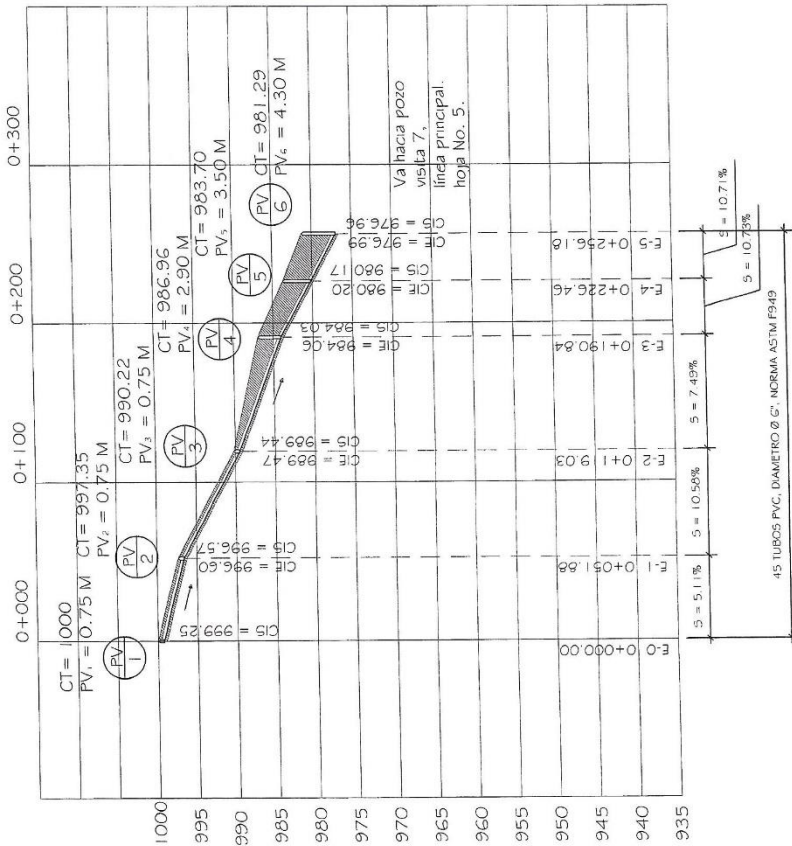
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Pozo de Visita (P.V.)
	Dirección de flujo
	Diámetro tubería
	Longitud de tramo
	Pozo de visita



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario
	Comunidad: Chiyuc
Municipio: San Cristóbal Veraguaza	Departamento: Alta Verapaz
Contenido: Diseño: Hago Donal Ical Cal Fecha: 17/05/2017 Dibujo: Hago Donal Ical Cal Escala: 1:2000 Supervisor: Ing. Manuel Arrivillaga	
23	

PLANTA SUB-RAMAL I.
Escala 1:2000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería (Colector)
	Fozo de Visita (F.V.)
	Dirección de flujo
	Pendiente de tubería
	Cola invert de entrada
	Cola invert de salida
	Forma de colocar, tubería P.V.C.
	Altura pozo de visita



1. Tubería a utilizar será pvc norma ASTM F949
2. El presente diseño está contemplado para evacuar aguas residuales de consumo humano provenientes de duchas,odoros y pilas, por lo que se deberá tener especial cuidado de no introducir al sistema lo siguiente:
 - a. Agua pluvial
 - b. Grasas y/o aceites provenientes de garajes, talleres de mecánica.
 - c. Productos combustibles que puedan causar explosiones o poner en peligro el sistema de drenajes. Basura o sus constituyentes: desechos, desperdicios, cenizas, barmido de calles, trapos, materiales sobrantes de construcciones, etc.
 - d.

- a. Agua pluvial
- b. Grasas y/o aceites provenientes de garajes, talleres de mecánica.
- c. Productos combustibles que puedan causar explosiones o poner en peligro el sistema de drenajes. Basura o sus constituyentes: desechos, desperdicios, cenizas, barmido de calles, trapos, materiales sobrantes de construcciones, etc.
- d.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

Proyecto: Sistema de Acanitamiento Sanitario
Comunidad: Chiyuc
Municipio: San Cristóbal Veraguaza
Departamento: Alta Verapaz

Contenido: **3**

Diseño: Haig Donal Ical Cal Fecha: Abril 2013

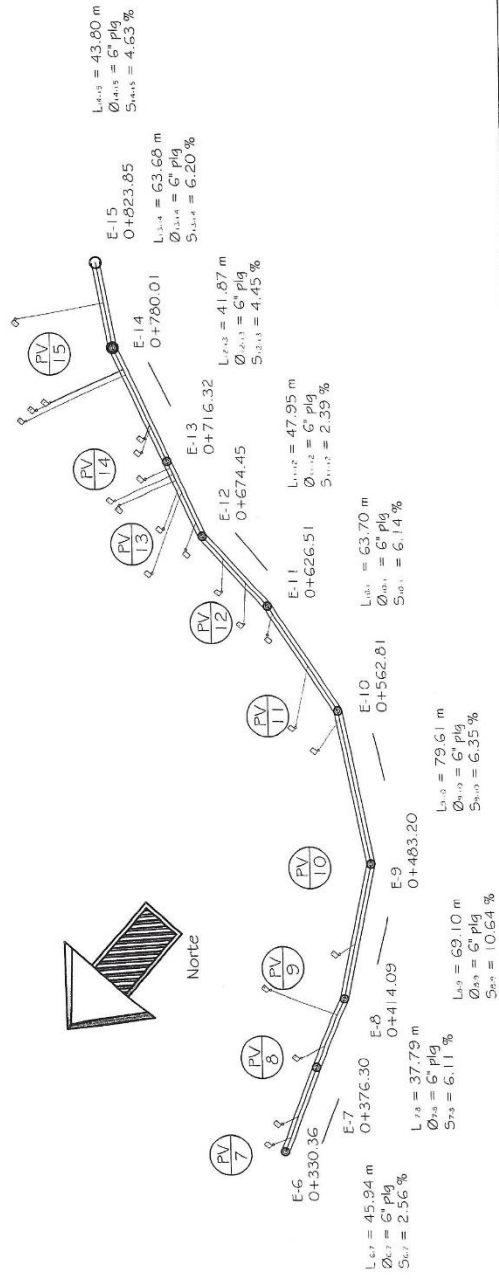
Dibujo: Haig Donal Ical Cal Escala: 1/500

Supervisor: Ing. Manuel Arriwila i. Escala: 1/500

23

SUB-RAMAL I.
Escala Vertical 1/500
Escala Horizontal 1/500

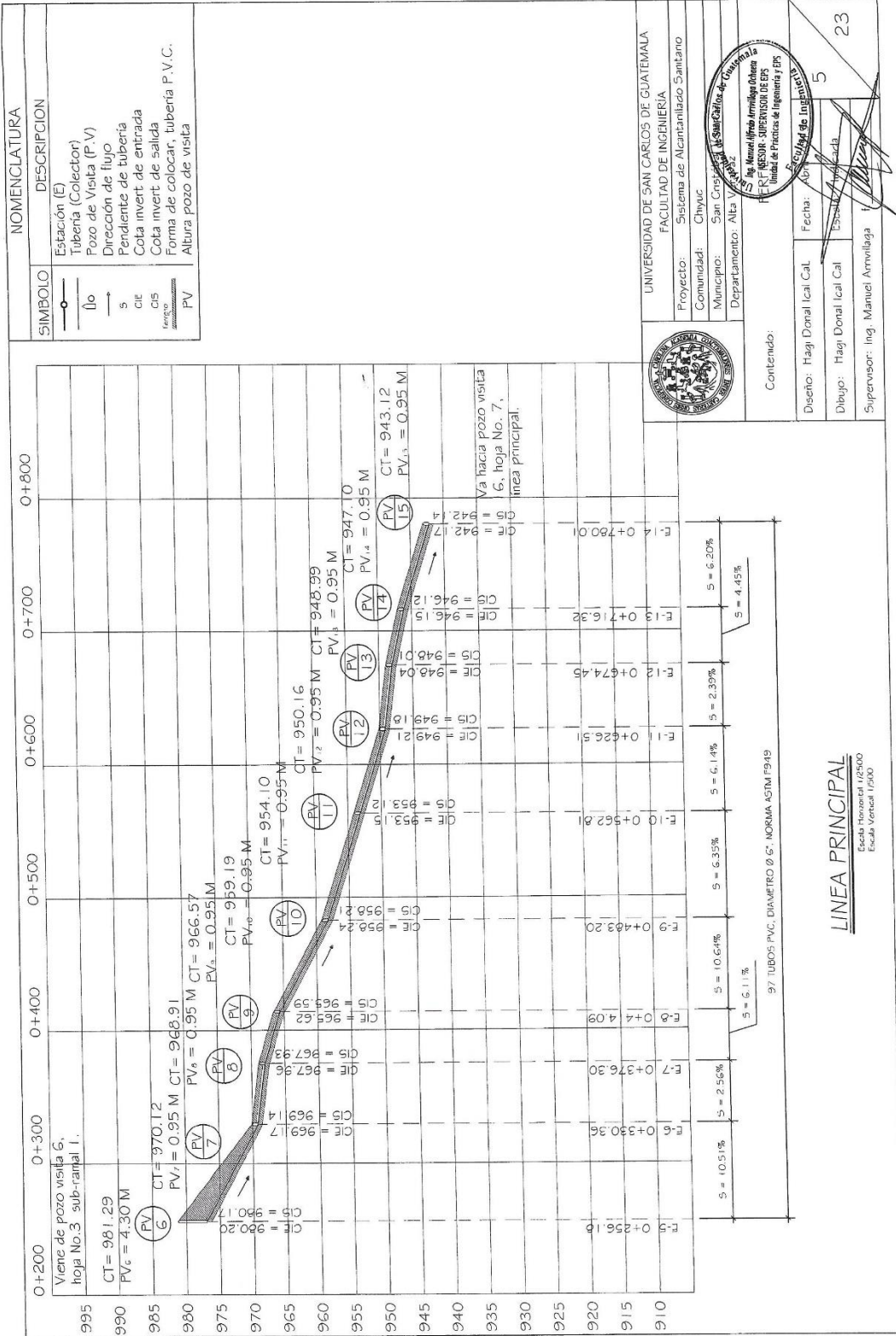
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Pozo de Visita (P.V.)
	Dirección de flujo
	Diámetro tubería
	Longitud de tramo
	Pozo de visita



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario
	Comunidad: Chyuc
	Municipio: San Cristóbal Veraguaza
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	PLANTA
Diseno: Hago Donal Ical Cal	Fecha: Agosto 2017
Dibujo: Hago Donal Ical Cal	Escala: 1/2000
Supervisor: Ing. Manuel Armillaga	

PLANTA LÍNEA PRINCIPAL

Escala 1/2000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

Proyecto: Sistema de Alcantarillado Santiano
Comunidad: Chyuc
Municipio: San Cristóbal
Departamento: Alta Verapaz

Contenido:

Diseño: Itagi Donal Ical Cal
Fecha: 2013

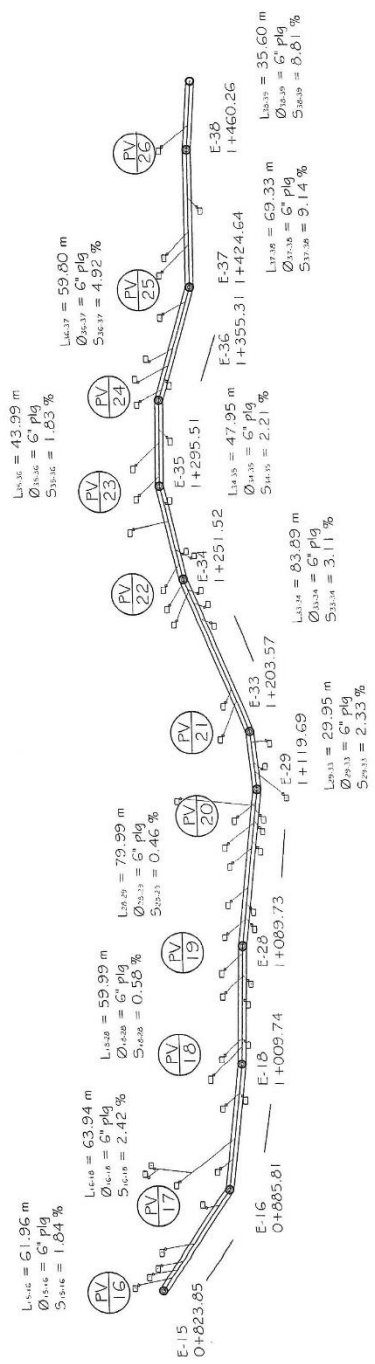
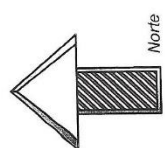
Dibujo: Itagi Donal Ical Cal
Escala: 1:500

Supervisor: Ing. Manuel Arribalaga

Escuela de Ingeniería
Instituto de Ingenieros de Guatemala
F. C. F. RESOR. SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Proyectos de Ingeniería EPS

23

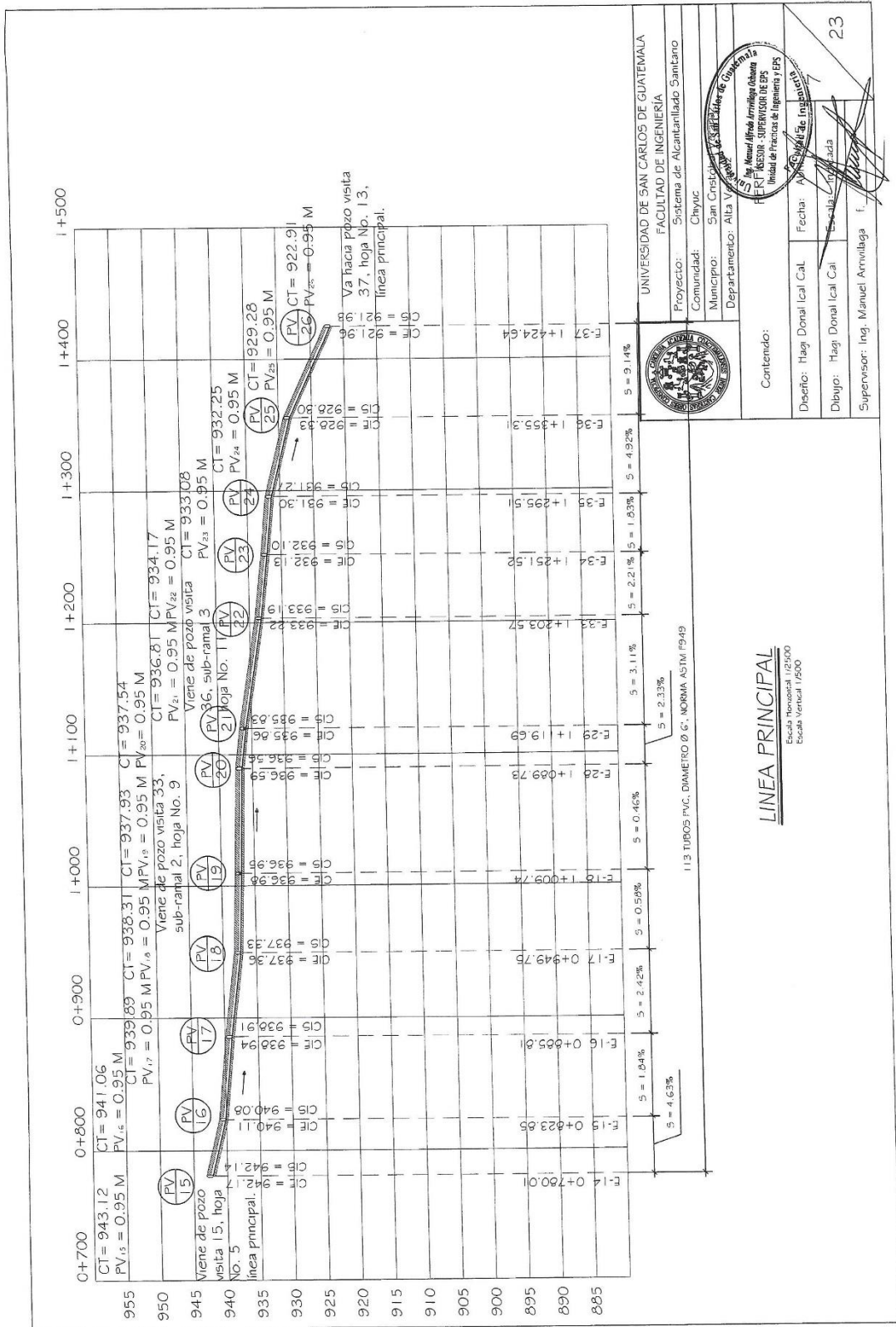
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Pozo de Visita (P.V.)
	Dirección de flujo
	Diámetro de tubería
	Longitud de tramo
	Pozo de visita



PLANTA LÍNEA PRINCIPAL
Escala 1/2500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Santiano
	Comunidad: Chyuc
	Municipio: San Cristóbal Ecatepeque
	Departamento: Alta Verapaz
	Contenido: Planta Línea Principal de Inspección
	Director: Hago Doral Ical Cal
	Fecha: Abril 2015
	Dibujó: Hago Doral Ical Cal
	Escala: 1/2500
	Supervisor: Ing. Manuel Armillaga

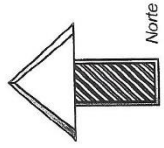
6
23



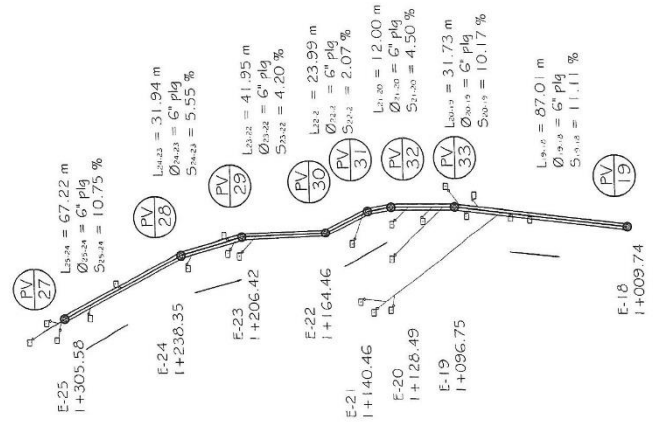
LINEA PRINCIPAL
Escala Horizontal 1:2500
Escala Vertical 1:500

1.3 TUBOS PVC, DIAMETRO Ø 6", NORMA ASTM 1549

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sambano	Comunidad: Chyuc
Facultad de Ingeniería	Municipio: San Cristóbal Acatic	Departamento: Alta Verapaz	Contenido:
Diseño: Hagi Donal Ical Cal	Fecha: 11/05/2017	 Ing. Manuel Arriola Obando C. R. N. 50000 - Colección de EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS	
Dibujo: Hagi Donal Ical Cal	Escala: 1:500	Hoja No. 13	23
Supervisor: Ing. Manuel Arriola Obando			



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Pozo de Vista (P.V)
	Dirección de flujo
	Pendiente de tubería
	Diámetro tubería
	Longitud de tramo
	Pozo de vista



PLANTA SUB-RAMAL 2.

Escala: 1/2000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario
	Comunidad: Chyuc
Municipio: San Cristóbal Veraguaza	
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	
Diseño: Hagi Donal Ical Cal	Fecha: 2010
Dibujo: Hagi Donal Ical Cal	Escala: 1/2000
Supervisor: Ing. Manuel Arrivillaga	

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Estación (E)
	Tubería (Colector)
	Pozo de Visita (P.V.)
	Dirección de flujo
	Cota invert de entrada
	Cota invert de salida
	Forma de colocar tubería P.V.C.
	Altura pozo de visita

1. Tubería a utilizar será pvc norma ASTM F949
2. El presente diseño está contemplado para evacuar aguas residuales de consumo humano provenientes de duchas, inodoros y pilas, por lo que se deberá tener especial cuidado de no introducir al sistema lo siguiente:
 - a. Agua pluvial
 - b. Grasas y/o aceites provenientes de garajes, talleres de mecánica.
 - c. Productos combustibles que puedan causar explosiones o poner en peligro el sistema de drenajes. Basura o sus constituyentes: desechos, desperdicios, cenizas, barmido de calles, trapos, materiales sobrantes de construcciones, etc.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

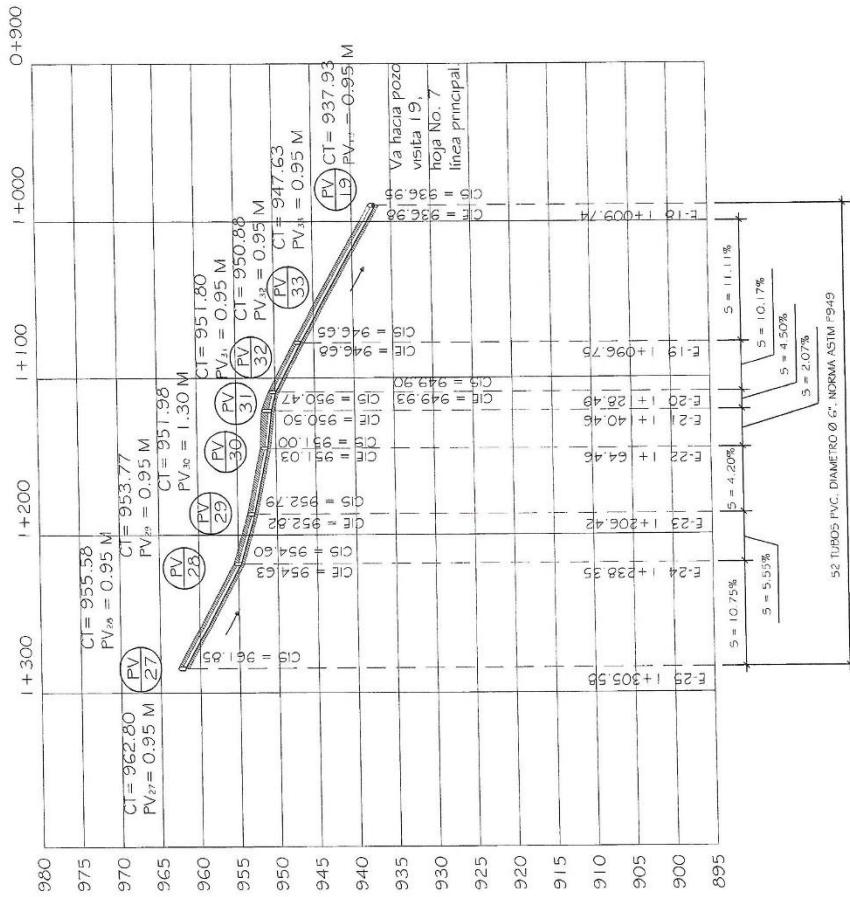
Proyecto: Sistema de Alcantarillado Samalano
Comunidad: Chiyac
Municipio: San Cristóbal Veraguas
Departamento: Alta Verapaz

Contenido:

Fecha: 15 de Agosto de 2015
Escala: 1:500

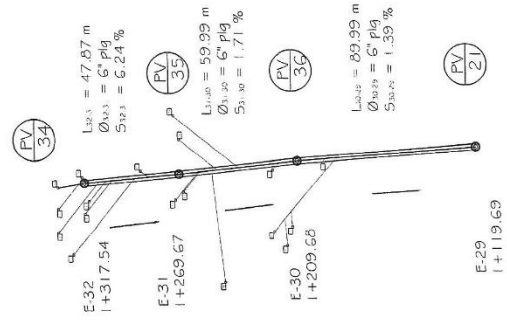
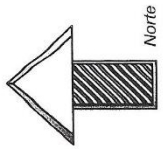
Dibujo: Hagi Donal Ical Cal
Supervisor: Ing. Manue Arvilgaya

23



SUB-RAMAL 2.
Escala Horizontal 1:500
Escala Vertical 1:500

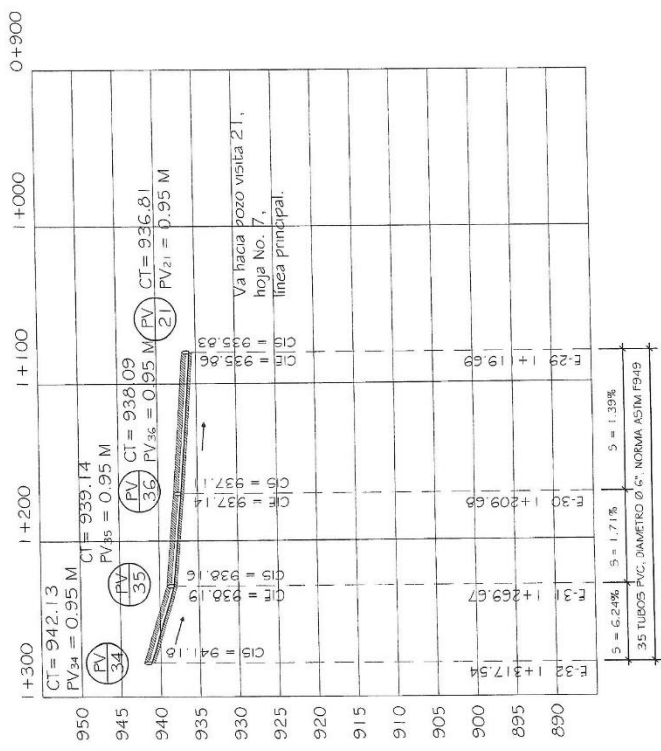
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Pozo de Visita (P.V.)
	Dirección de flujo
ϕ	Diámetro de tubería
L	Longitud de tramo
PV	Pozo de visita



PLANTA SUB-RAMAL 3.
Escala 1/2000

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sambano	
Comunidad: Chiyuc	
Municipio: San Cristóbal Verapaz	
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	PLANTA SUB-RAMAL DE ALCANTEARILLADO Asesor: SUPERVISOR DE EPS
Diseno: Itagi Donat Ical Cal	Fecha: 2015
Dibujo: Itagi Donat Ical Cal	Escala: 1/2000
Supervisor: Ing. Manuel Arvillaga	23

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería (Colector)
	Pozo de Visita (P.V.)
	Dirección de flujo
	Pendiente de tubería
	Cota invert de entrada
	Cota invert de salida
	Forma de colocar tubería P.V.C.
	Altura pozo de visita

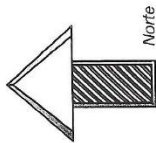
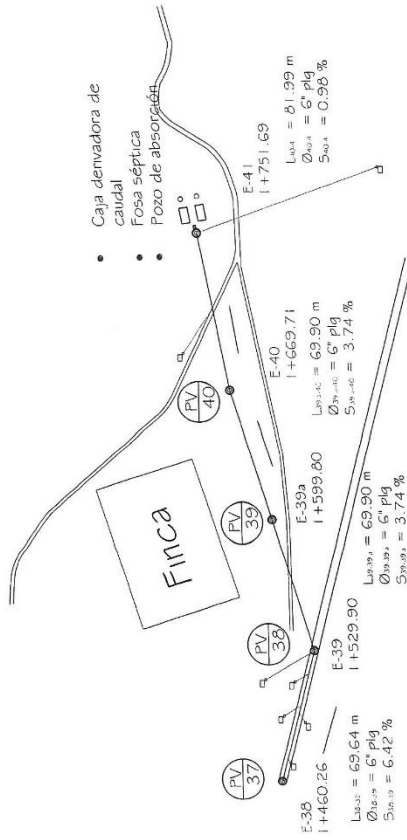


1. Tubería a utilizar será pvc norma ASTM F949
2. El presente diseño está contemplado para evacuar aguas residuales de consumo humano provenientes de duchas, inodoros y pilas, por lo que se deberá tener especial cuidado de no introducir al sistema lo siguiente:
 - a. Agua pluvial
 - b. Grasas y/o aceites provenientes de garajes, talleres de mecánica.
 - c. Productos combustibles que puedan causar explosiones o poner en peligro el sistema de drenajes.
 - d. Basura o sus constituyentes: desechos, desperdicios, cenizas, barro de calles, trapos, materiales sobrantes de construcciones, etc.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
Proyecto:	Sistema de Alcantarillado Sanitario
Comunidad:	Chiviv
Municipio:	San Carlos
Departamento:	Quetzaltenango
Contenido:	
Diseño:	Hago Donal Ical Cal
Dibujo:	Hago Donal Ical Cal
Supervisor:	Ing. Manuel Armillaga
Fecha:	11/11/23
Hoja:	23

SUB-RAMAL 3.
Escala Horizontal 1/2500
Escala Vertical 1/500

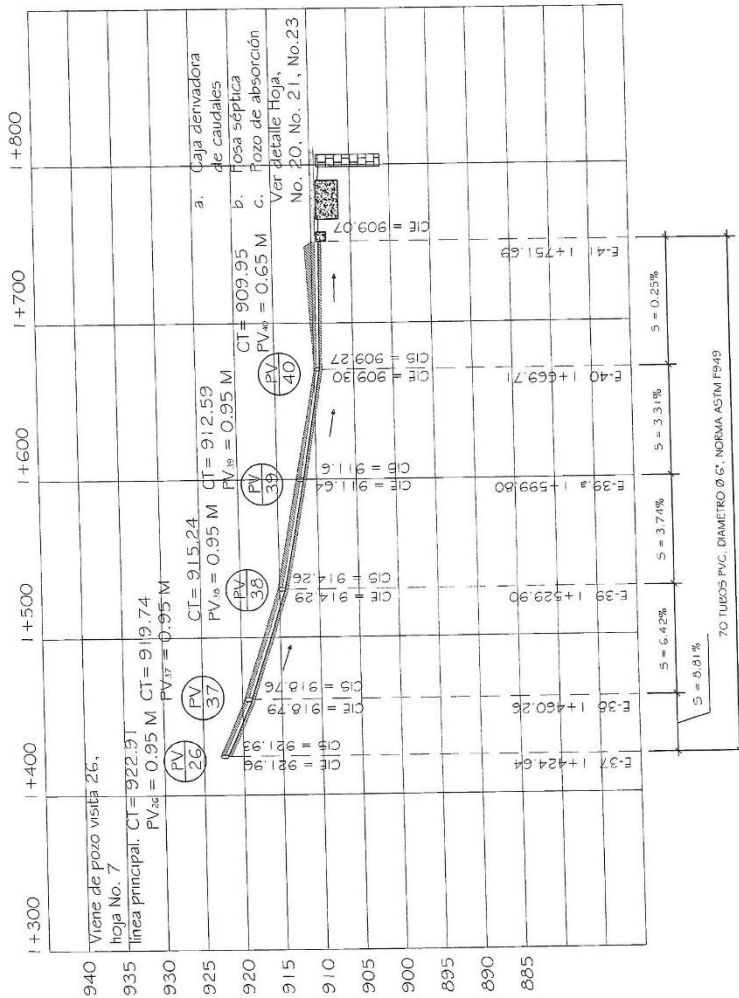
NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería de distribución
	Pozo de visita (P.V.)
	Dirección de flujo
	Pendiente de tubería
	Diámetro tubería
	Longitud de tramo
	Pozo de visita



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	Proyecto:	Sistema de Alcantarillado Sanitario
	Comunidad:	Chyuc
Municipio:	San Carlos	
Departamento:	Altiplano	
Contenido: Diseño: Haji Donal Icaj Cal Dibujo: Haji Donal Icaj Cal Supervisor: Ing. Manuel Armuilaya		
Fecha:	12	23

PLANTA LÍNEA PRINCIPAL
Escala: 1/2000

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Estación (E)
	Tubería (Colector)
	Pozo de Visita (P.V.)
	Dirección de flujo
	Pendiente de tubería
	Cota invert de entrada
	Cota invert de salida
	Gramo o terreno superficial
	Forma de colocar, tubería P.V.C.
	PV



LÍNEA PRINCIPAL
Escala Horizontal 1/2500
Escala Vertical 1/500

1. Tubería a utilizar será pvc norma ASTM F949
2. El presente diseño está contemplado para evacuar aguas residuales de consumo humano provenientes de duchas, inodoros y pilas, por lo que se deberá tener especial cuidado de no introducir al sistema lo siguiente:
 - a. Agua pluvial
 - b. Grasas y/o aceites provenientes de garajes, talleres de mecánica.
 - c. Productos combustibles que puedan causar explosiones o poner en peligro el sistema de drenajes.
 - d. Basura o sus constituyentes: desechos, desperdicios, cenizas, bardo de calles, trapos, materiales sobrantes de construcciones, etc.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario
Comunidad: Chyuc
Municipio: San Cristóbal Verapaz
Departamento: Alta Verapaz

Ing. Manuel Arriaga Obando
ASESOR SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Educación de Ingeniería y EPS

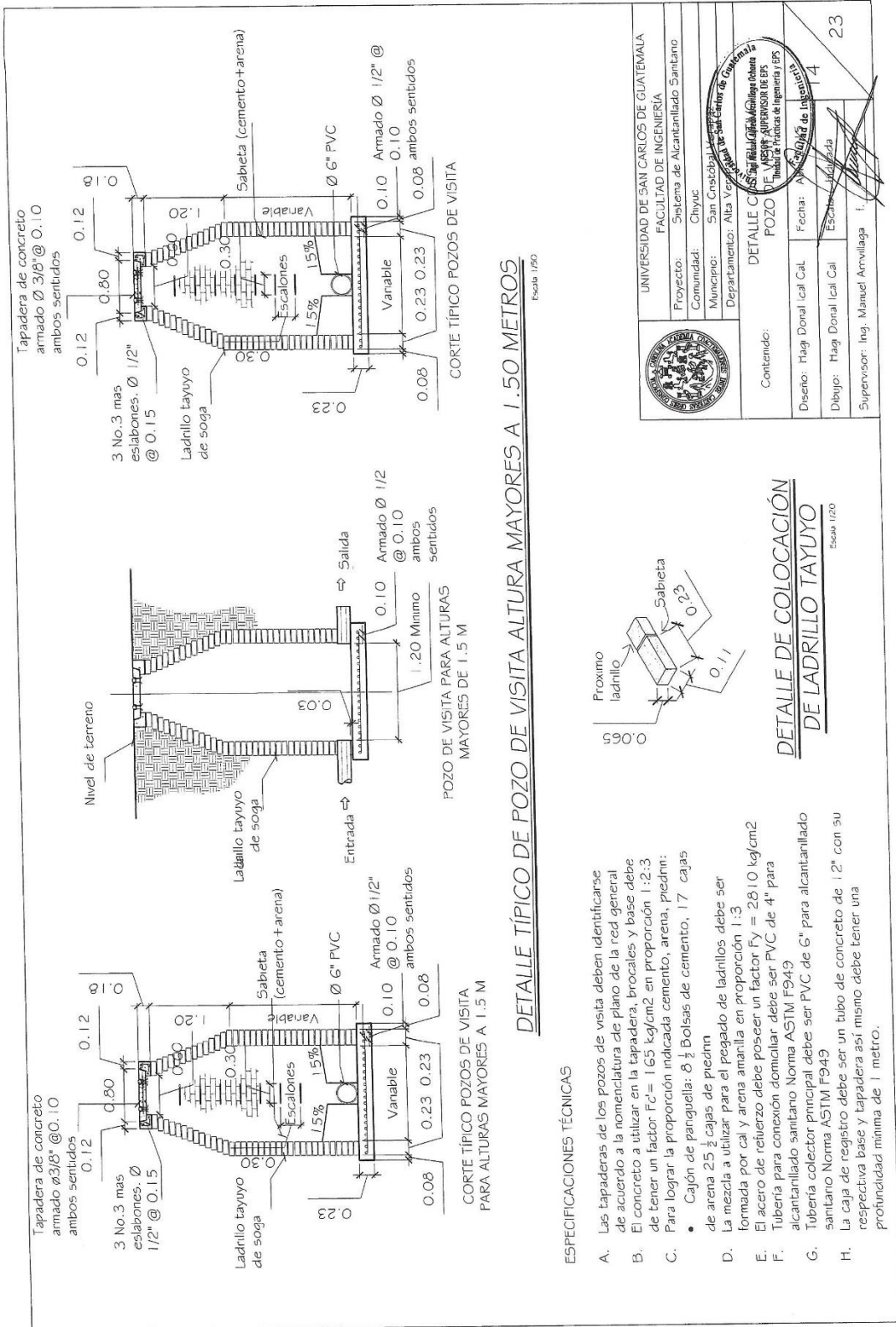
Fecha: 26/05/2015
Escala: 1/2500
Hoja: 23

Contenido:

Diseño: Hagi Donal Icaal Cal Fecha: 26/05/2015

Dibujo: Hagi Donal Icaal Cal Escala: 1/2500

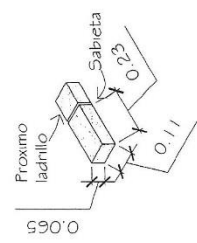
Supervisor: Ing. Manuel Arriaga Obando



DETALLE TÍPICO DE POZO DE VISITA ALTA MAYORES A 1.50 METROS
Escala 1/50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- A. Las tapaderas de los pozos de visita deben identificarse de acuerdo a la nomenclatura de plano de la red general
- B. El concreto a utilizar en la tapadera, brocales y base debe de tener un factor $F'c = 165 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3
- C. Para lograr la proporción indicada cemento, arena, pedrín:
 - Cajón de panguilla: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de arena $25 \frac{1}{2}$ cajas de pedrín
- D. La mezcla a utilizar para el pegado de ladrillos debe ser formada por cal y arena amarilla en proporción 1:3
- E. El acero de refuerzo debe poseer un factor $Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- F. Tuberia para conexión domiciliar debe ser PVC de 4" para alcantarillado sanitario Norma ASTM F949
- G. Tuberia colector principal debe ser PVC de 6" para alcantarillado sanitario Norma ASTM F949
- H. La caja de registro debe ser un tubo de concreto de 1'2" con su respectiva base y tapadera así mismo debe tener una profundidad mínima de 1 metro.

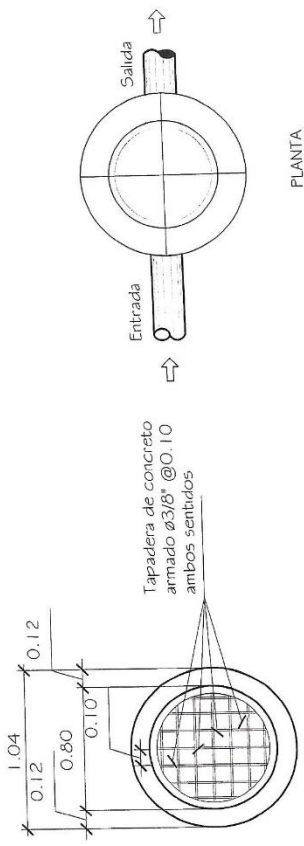


DETALLE DE COLOCACIÓN DE LADRILLO TAYUYO
Escala 1/20

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sambano
	Comunidad: Chyuc
Departamento: Alta Verapaz	
Municipio: San Cristóbal Verapaz	Ing. Manuel Arriyilaga POZO DE VISITA Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
Contenido:	Detalle de Pozo de Visita
Diseño: Hugu Donal Cal	Fecha: Agosto 14
Dibujo: Hugu Donal Cal	Escala: 1/50
Supervisor: Ing. Manuel Arriyilaga	
	23

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

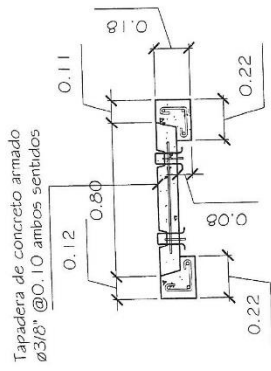
- A. Las tapaderas de los pozos de visita deben identificarse de acuerdo a la nomenclatura de plano de la red general.
- B. El concreto a utilizar en la tapadera, brocales y base debe de tener un factor $F_c = 165 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3.
- C. Para lograr la proporción indicada cemento, arena, piedrn:
 - Cajón de parquella: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de arena $25 \frac{1}{2}$ cajas de piedrn
- D. La mezcla a utilizar para el pegado de ladrillos debe ser formada por cal y arena amarilla en proporción 1:3.
- E. El acero de refuerzo debe poseer un factor $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- F. Tubería para conexión domiciliar debe ser PVC de 4" para alcantarillado sanitario Norma ASTM F949
- G. Tubería colector principal debe ser PVC de 6" para alcantarillado sanitario Norma ASTM F949
- H. La caja de registro debe ser un tubo de concreto de 12" con su respectiva base y tapadera así mismo debe tener una profundidad mínima de 1 metro.



PLANTA DE TAPADERA

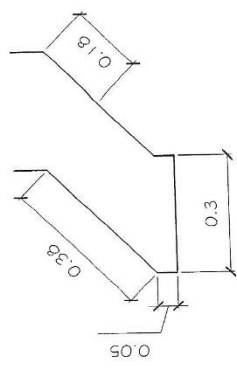
DETALLE DE TAPADERA

Escala 1/25



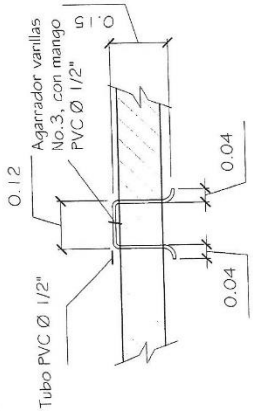
SECCIÓN DE BROCAL Y TAPADERA

Escala 1/20



DETALLE DE ESCALONES

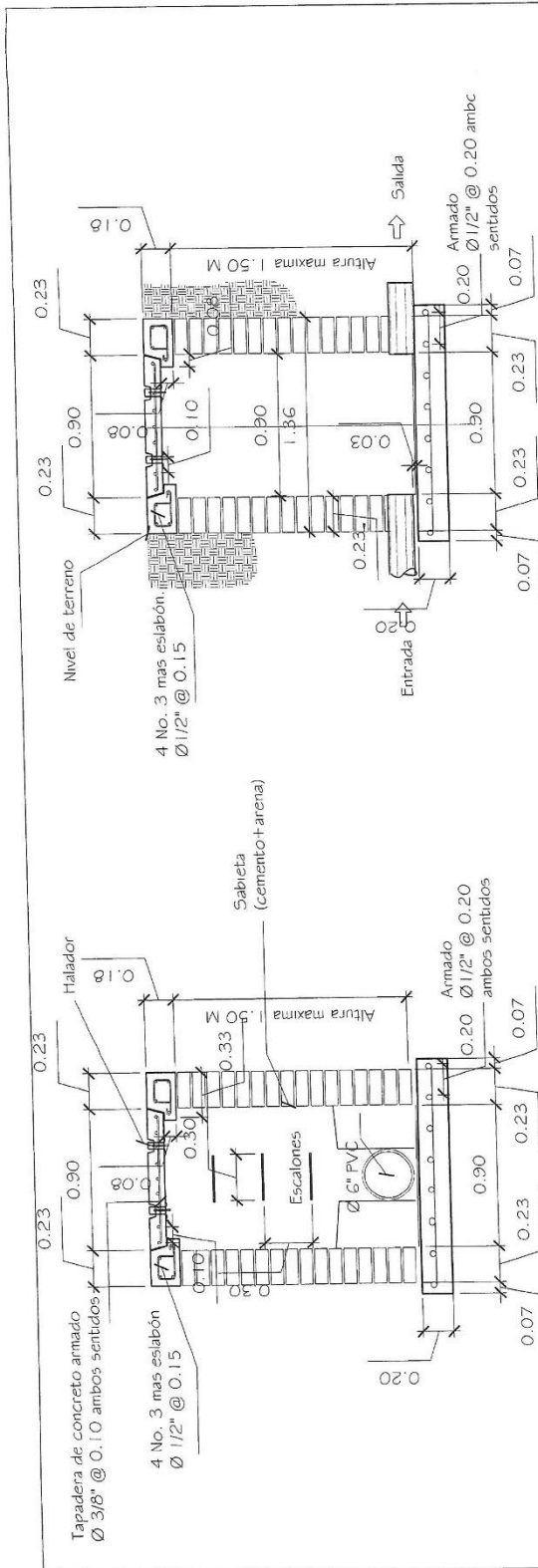
Escala 1/10



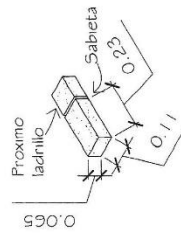
DETALLE DE HALADOR

Escala 1/10

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Santiano
	Comunidad: Chyuc
Municipio: San Cristóbal Veraguas	
Departamento: Alta Verapaz	
CONTENIDO: POZO DE VISITA	
Diseno: Hrag Doral Ical Call	Fecha: 2015
Dibajo: Hrag Doral Ical Call	Escala: 1/20
Supervisor: Ing. Manuel Armullaga	



CORTE TÍPICO FOSOS DE VISITA
POZO DE VISITA PARA ALTURAS
MENORES DE 1.5 M O TUBERÍA EXPUESTA
DETALLE DE POZO DE VISITA POZOS DE VISITA ALTA MENORES A 1.50 METROS
 Escala 1/20



DETALLE DE COLOCACIÓN
DE LADRILLO TAYUO
 Escala 1/20

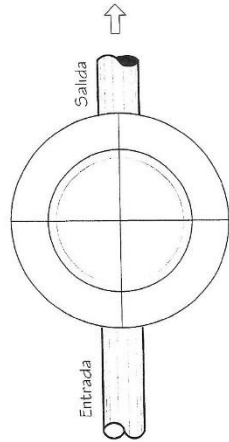
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- A. Las tapaderas de los pozos de visita deben identificarse de acuerdo a la nomenclatura de plano de la red general.
- B. El concreto a utilizar en la tapadera, brocales y base debe de tener un factor $F_c = 165 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3.
- C. Para lograr la proporción indicada cemento, arena, pedrín: La mezcla a utilizar para el pegado de ladrillos debe ser formada por cal y arena amantilla en proporción 1:3.
- D. El acero de refuerzo debe poseer un factor $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.
- E. Tubería para conexión domiciliar debe ser PVC de 4" para alcantarillado sanitario Norma ASTM F949.
- F. Tubería colector principal debe ser PVC de 6" para alcantarillado sanitario Norma ASTM F949.
- G. La caja de registro debe ser un tubo de concreto de 12" con su respectiva base y tapadera así mismo debe tener una profundidad mínima de 1 metro.

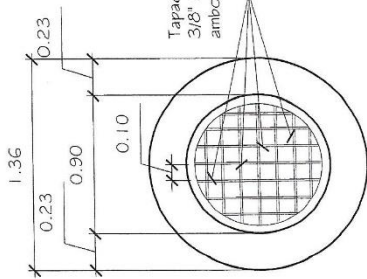
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Santuario		
	Comunidad: Chyoc		
Municipio: San Cristóbal Comas			
Departamento: Alta Verapaz			
Contenido:	DETALLE DE POZO DE VISITA POZO DE VISITA MENORES A 1.50 METROS Límite de Prácticas de Ingeniería y EPS		
Diseño:	Hagi Donatícal Cal	Fecha:	15 de Agosto 2015
Dibujo:	Hagi Donatícal Cal	Escala:	1/20
Supervisor:	Ing. Manuel Armvillaga		
			23

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- A. Las tapaderas de los pozos de visita deben identificarse de acuerdo a la nomenclatura de plano de la red general
- B. El concreto a utilizar en la tapadera, brocales y base debe de tener un factor $F_c = 165 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3
- C. Para lograr la proporción indicada cemento, arena, pedrín:
 - Cajón de paqueta: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 Cajas de arena $25 \frac{1}{2}$ cajas de pedrín
- D. La mezcla a utilizar para el pegado de ladrillos debe ser formada por cal y arena amarilla en proporción 1:3
- E. El acero de refuerzo debe poseer un factor $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- F. Tubería para conexión domiciliar debe ser PVC de 4" para alcantarillado sanitario Norma ASTM F949
- G. Tubería colector principal debe ser PVC de 6" para alcantarillado sanitario Norma ASTM F949
- H. La caja de registro debe ser un tubo de concreto de 12" con su respectiva base y tapadera así mismo debe tener una profundidad mínima de 1 metro.



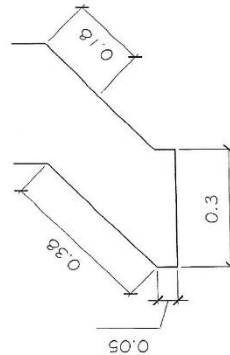
PLANTA DE TAPADERA



PLANTA DE TAPADERA

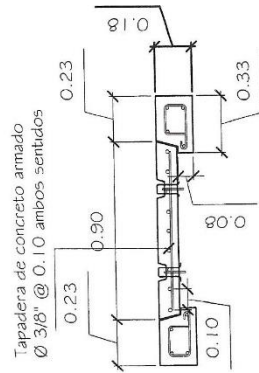
DETALLE DE TAPADERA

Escala 1/25



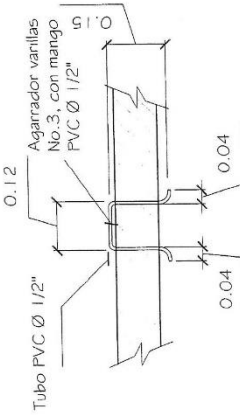
DETALLE DE ESCALONES

Escala 1/10



SECCIÓN DE BROCAL Y TAPADERA

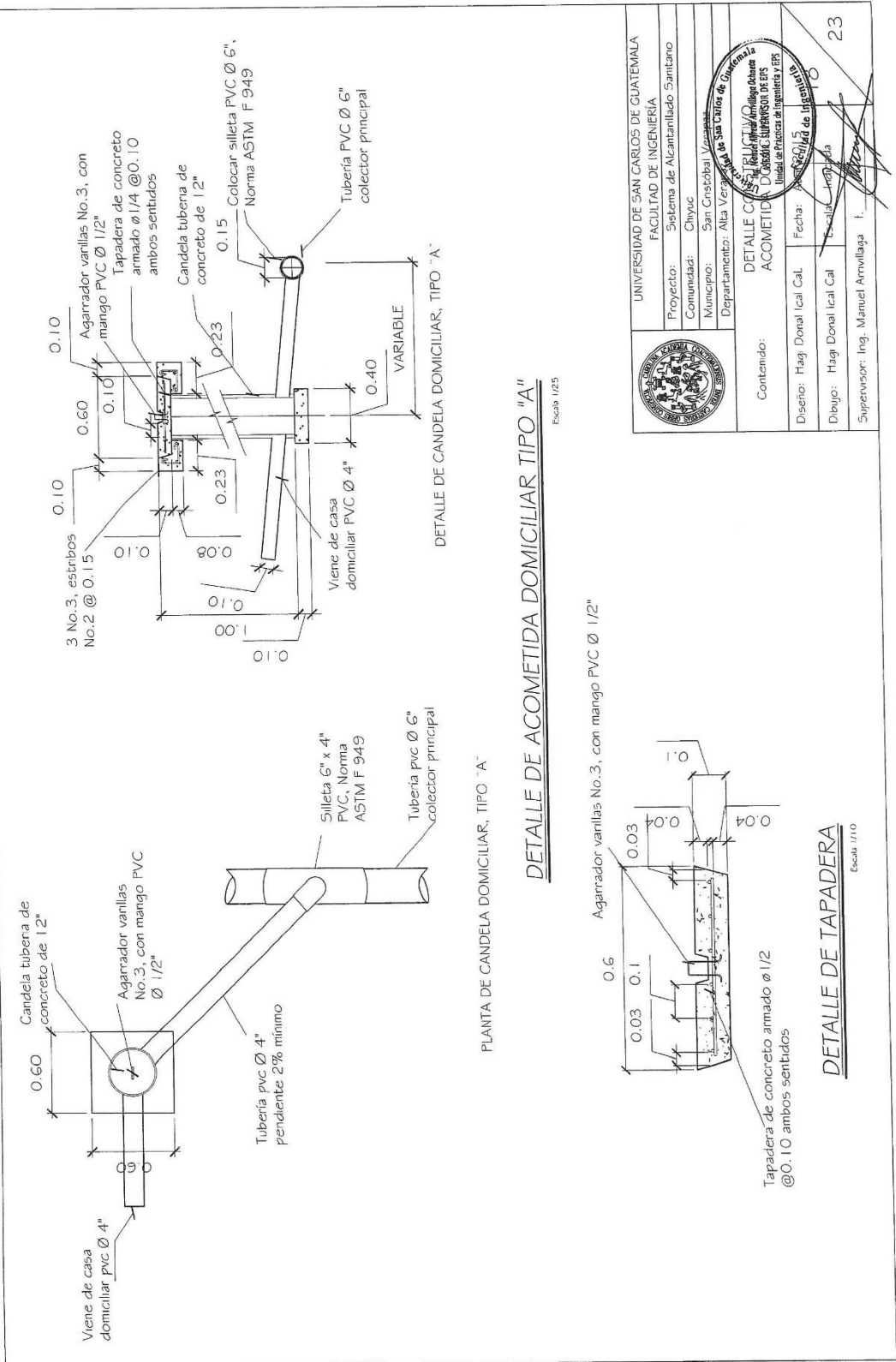
Escala 1/20



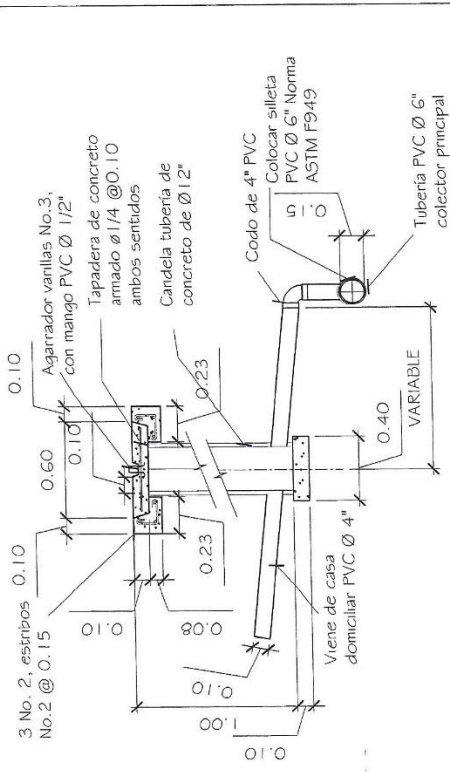
DETALLE DE HALADOR

Escala 1/10

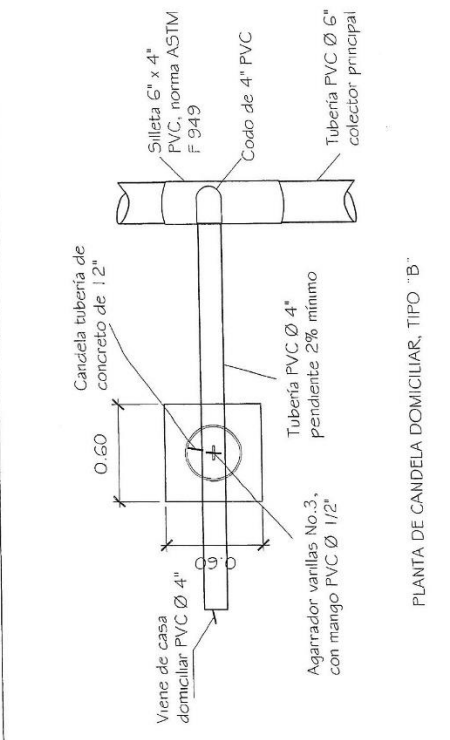
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERÍA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario
	Comunidad: Chiviv
	Municipio: San Cristóbal
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido: DETALLE POZO	
Diseño: Itag Donal Ical Cal	Fecha: 17
Dibujo: Itag Donal Ical Cal	Escala: 1/23
Supervisor: Ing. Manuel Arvillaga	



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario
	Municipio: Chiyuc
	Departamento: Alta Verapaz
Contenido:	DETALLE DE ACOMETIDA DOMICILIAR TIPO "A" Unidad de fuerzas de resistencia v.ERS
Diseño:	Hajj Donal Ical Gal
Dibujo:	Hajj Donal Ical Gal
Supervisor:	Ing. Manuel Armillaaga
Fecha:	10/02/2010
Escala:	1:10
	23



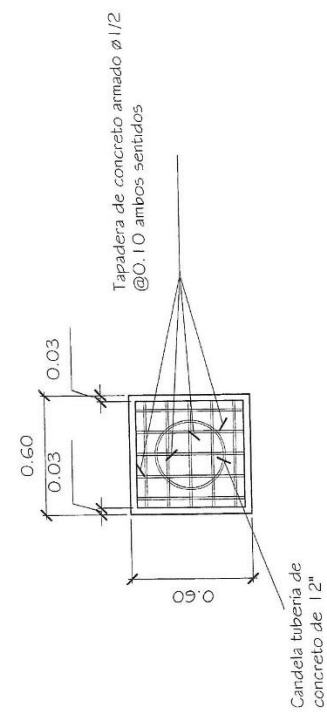
DETALLE DE CANDELA DOMICILIAR, TIPO "B"



PLANTA DE CANDELA DOMICILIAR, TIPO "B"

DETALLE DE ACOMETIDA DOMICILIAR TIPO "B"

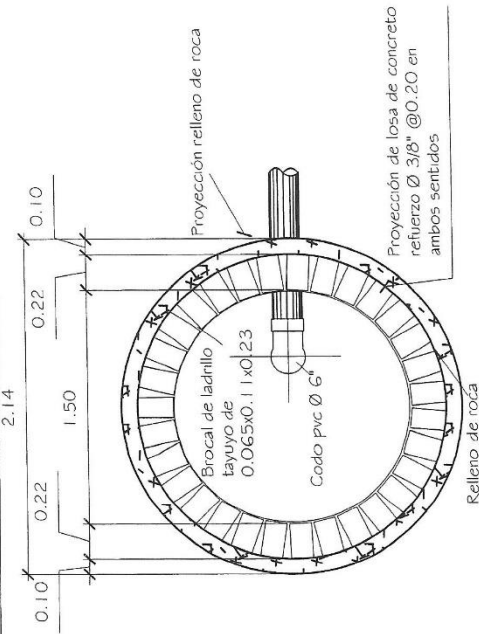
Escala 1:25



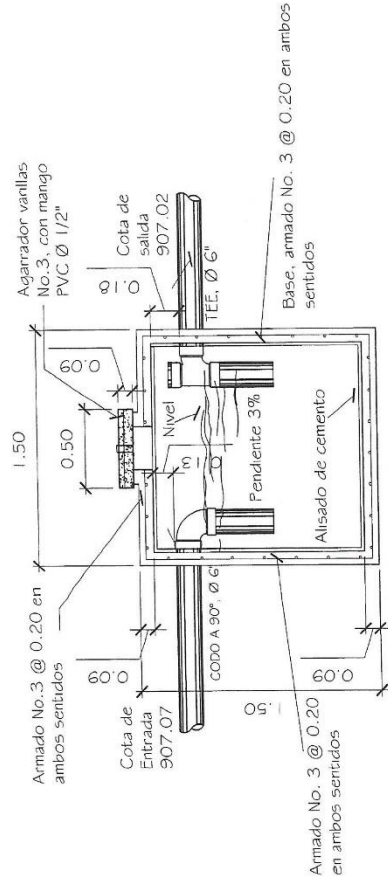
DETALLE DE TAPADERA

Escala 1:20

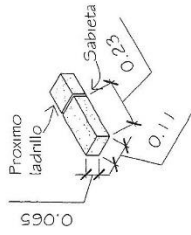
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
	FACULTAD DE INGENIERIA
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario
	Comunidad: Chiyuc
	Municipio: San Cristóbal Verapaz
Departamento: Alta Verapaz	
Contenido:	DETALLE CONSTRUCTIVO DE LA ACOMETIDA DOMICILIAR TIPO "B" Unidad de ejecución de Ingeniería 4-215
Diseño:	Haji Donal Icaj Cal
Fecha:	May 18/2015
Dibujo:	Haji Donal Icaj Cal
Supervisor:	Inj. Manuel Armillaga



PLANTA POZO DE ABSORCIÓN
Escala 1/20



SECCION CAJA DERIVADORA DE CAUDALES
Escala 1/20

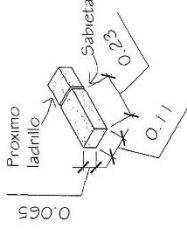


DETALLE DE COLOCACIÓN DE LADRILLO TAYUYO
Escala 1/20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

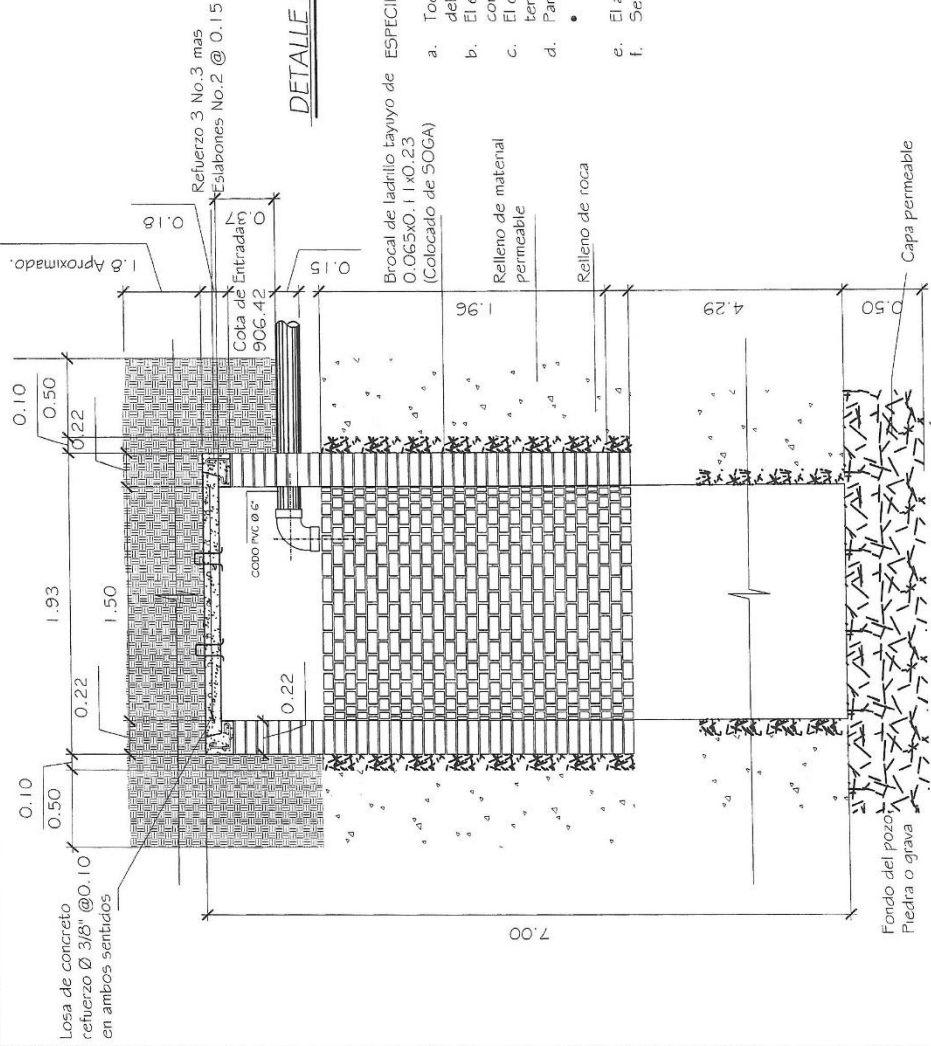
- Todas las tuberías y accesorios para el pozo de absorción deberá de ser de PVC de \varnothing 6".
- Todas las tuberías y accesorios para la caja derivadora de caudales, deberá de ser de PVC de \varnothing 6".
- El espaciamiento entre los pozos de absorción es como mínimo de 4 metros.
- El concreto a utilizar en las tapaderas de los pozos deberá tener un factor $F_c' = 165 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3
- El concreto a utilizar en la caja derivadora de caudales deberá tener un factor $F_c' = 165 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3
- Para lograr la proporción indicada cemento, arena, pedrín:
 - Cajón de paqueta: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de are
 - 25 $\frac{1}{2}$ cajas de pedrín
- El acero de refuerzo debe poseer un factor $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.
- Se construirán dos pozos de absorción
- Se construirá una caja derivadora de caudales.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	Proyecto:	Sistema de Alcantarillado Sanitario
	Comunidad:	Chiyuc
	Municipio:	San Cristóbal Verapaz
	Departamento:	Alta Verapaz
POZO DE ABSORCIÓN Y CAJA DERIVADORA DE CAUDALES		
Contenido:	CAJA DERIVADORA DE CAUDALES	
Diseño:	Haji Donal Ical Cal	Fecha: 20/05/2023
Dibujo:	Haji Donal Ical Cal	Escala: 1/20
Supervisor:	Ing. Manuel Armullaga	



DETALLE DE COLOCACIÓN DE LADRILLO TAYUYO

Escala 1/20



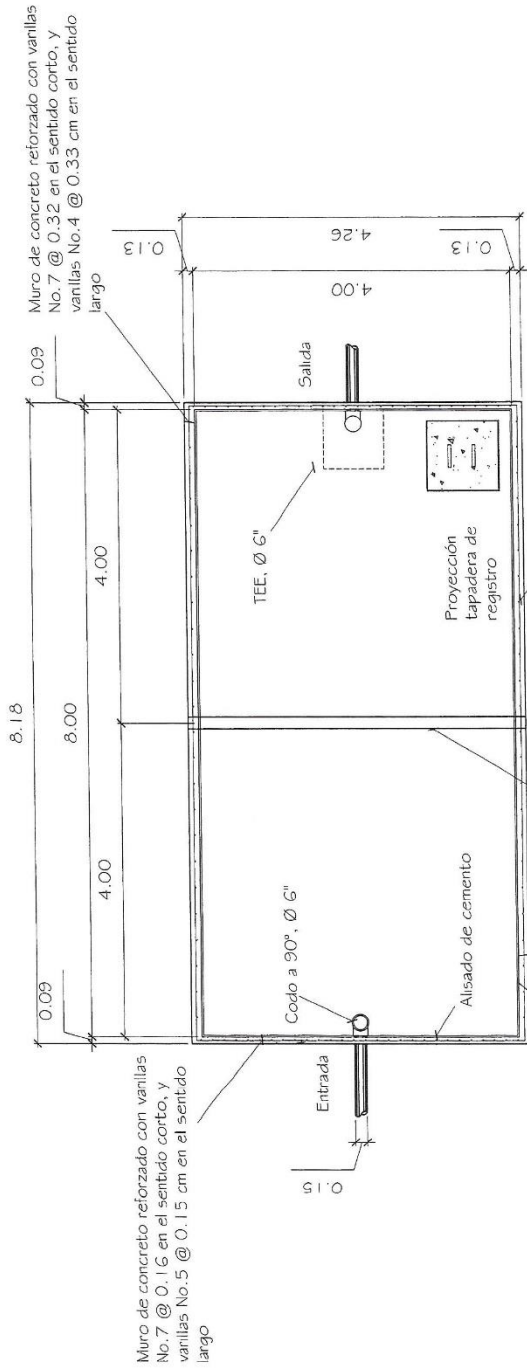
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- a. Todas las tuberías y accesorios para los pozos de absorción deberá de ser de PVC de Ø "6".
- b. El espaciamiento entre los pozos de absorción es como mínimo de 4 metros.
- c. El concreto a utilizar en las tapaderas de los pozos deberá tener un factor $F_c = 165 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3
- d. Para lograr la proporción indicada cemento, arena, pedrín:
 - Cajón de paqueta: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de areí
 - 25 $\frac{1}{2}$ cajas de pedrín
- e. El acero de refuerzo debe poseer un factor $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.
- f. Se construirán dos pozos de absorción

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Simitano	
	Comunidad: Chyuc	
Municipio: San Cristóbal Veraguaza		
Departamento: Alta Verapaz		
Contenido:	DETALLE	
	POZO	
Diseno: Hagi Donal Ica Cal	Fecha: 10/01/15	
Dibujo: Hagi Donal Ica Cal	Escala: 1/25	
Supervisor: Ing. Manuel Arriollaga		
		23

SECCIÓN POZO DE ABSORCIÓN

Escala 1/25



Muro de concreto reforzado con varillas No.7 @ 0.32 en el sentido corto, y varillas No.4 @ 0.33 cm en el sentido largo

Muro de concreto reforzado con varillas No.7 @ 0.32 en el sentido corto, y varillas No.4 @ 0.33 cm en el sentido largo


Viga 0.15x0.30, armado No. 3 con estribos en No.2 @ 0.15

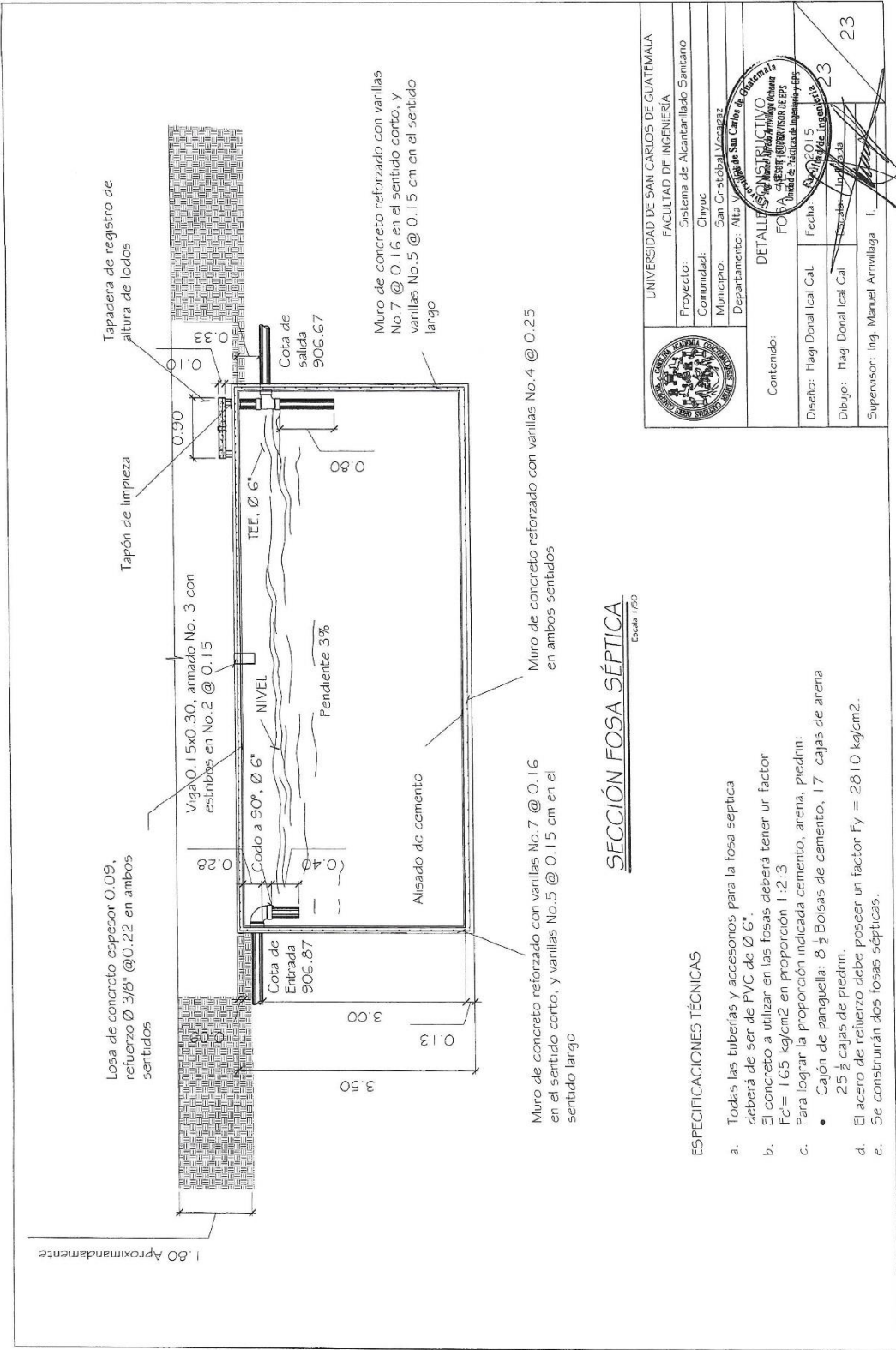
PLANTA FOSA SÉPTICA

Escala 1:50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Todas las tuberías y accesorios para la fosa séptica deberá de ser de PVC de Ø 6\".
- El concreto a utilizar en las fosas deberá tener un factor $F_c = 1.65 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3
- Para lograr la proporción indicada cemento, arena, pedrini:
 - Cajón de panguilla: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de aren.
 - 25 $\frac{1}{2}$ cajas de pedrini.
- El acero de refuerzo debe poseer un factor $F_y = 28.10 \text{ kg/cm}^2$.
- Se construirán dos fosas sépticas.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario Comunidad: Chyuc Municipio: San Cristóbal Veraguaza Departamento: Alta Verapaz Universidad de San Carlos de Guatemala
Contenido:	DETALLE DE LA FOSA SÉPTICA	
Diseño:	FOSAS SÉPTICAS, SUPERVISOR DE ERS Unidad Prácticas de Ingeniería I, ER	
Fecha:	2015	
Escala:	1:50	
Dibujo:	Hago Donal Ical Cal	
Supervisor:	Ing. Manuel Arvillaga	
	23	



SECCIÓN FOSA SÉPTICA
Escala: 1/80

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- a. Todas las tuberías y accesorios para la fosa séptica deberá de ser de PVC de Ø 6\".
- b. El concreto a utilizar en las fosas deberá tener un factor $f_c = 165 \text{ kg/cm}^2$ en proporción 1:2:3
- c. Para lograr la proporción indicada cemento, arena, pedrim:
 - Cajón de panguilla: $8 \frac{1}{2}$ Bolsas de cemento, 17 cajas de arena $25 \frac{1}{2}$ cajas de pedrim.
- d. El acero de refuerzo debe poseer un factor $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$.
- e. Se construirán dos fosas sépticas.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	Proyecto: Sistema de Alcantarillado Sanitario	
	Comunidad: Chyuc	
Municipio: San Cristóbal Veraguaz		
Departamento: Alta Verapaz		
Contenido: DETALLE DE LA FOSA SÉPTICA	Fecha: 23/01/2015 Dibujo: Hagi Donal Ical Cal Supervisor: Ing. Manuel Arrivillaga	
Dibujo: Hagi Donal Ical Cal Supervisor: Ing. Manuel Arrivillaga	Fecha: 23/01/2015 Dibujo: Hagi Donal Ical Cal Supervisor: Ing. Manuel Arrivillaga	23

ANEXOS

Resultado del análisis fisicoquímico sanitario y bacteriológico del agua.

1. Nacimiento Cerro verde 1.
2. Nacimiento Cerro verde 2.

Tabla 1. Resultados ensayo fisicoquímico sanitario, nacimiento Cerro Verde 1

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO INF. No. 25-76

O.T. No. 33 414

INTERESADO: <u>HAGI DONAL IICAL CAL. CARNÉ No. 200925285</u>	PROYECTO: <u>EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO, SAN CRISTOBAL VERAPAZ"</u>
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Aldea El Rancho</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-07-28; 16 h 55 min.</u>
FUENTE: <u>Cerro Verde 1</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2014-07-29; 08 h 50 min.</u>
MUNICIPIO: <u>San Cristóbal</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Alta Verapaz</u>	

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Ligeramente turbia</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: <u>-.-° C</u> (En el momento de recolección)
2. COLOR: <u>05,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>318,00 umhos/cm</u>
3. TURBIEDAD: <u>03,81 UNT</u>	6 potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,09 unidades</u>	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,00	6. CLORUROS (Cl)	07,50	11. SOLIDOS TOTALES	194,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,024	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,09	12. SOLIDOS VOLÁTILES	11,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	07,48	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	00,00	13. SOLIDOS FIJOS	183,00
4. CLORO RESIDUAL	-	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,06	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	05,00
5. MANGANESO (Mn)	00,032	10. DUREZA TOTAL	184,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	169,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	170,00	170,00

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física ASPECTO ligeramente turbia (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. W.E.F. 21st EDITION 2005, NORMAS COGUANOR NO. 2001 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-08-07

Vo.Bo.

Inga. Teina Maricón Cano Morales
DIRECTORA CH/USAC

Zelen Much Camos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo/ 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

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

Tabla 2. Resultados del ensayo bacteriológico, nacimiento Cerro Verde 1



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 33 414 No. 3174
C.I. No. 24358347

INTERESADO: <u>HAGIDONALICAL CAL.</u> CARNÉ No. 2009 25285.	PROYECTO: <u>EPS: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO, SAN CRISTOBAL VERAPAZ"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>particular</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea El Rancho</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-07-28. 16 h35 min.</u>
FUENTE: <u>Cerro Verde I</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2014-07-29. 08 h50 min.</u>
MUNICIPIO: <u>San Cristobal</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeracion</u>
DEPARTAMENTO: <u>Alta Verapaz</u>	
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>Reg. cantidad</u>
ASPECTO: <u>Ligeramente turbia</u>	CLORO RESIDUAL: _____
OLOR: <u>Inodora</u>	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++ -
01,00 cm ³	+++++	+++++	+ - - -
00,10 cm ³	+++++	+++++	- - - -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		> 16 x 10 ²	14

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I, calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2014-08-07

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zorini Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MS en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC-
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http://cii.usac.edu.gt

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

Tabla 3. Resultados del ensayo fisicoquímico sanitario, nacimiento Cerro Verde 2

**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

INF. No. 25 777
No. 2135

O.T. No. 33 414		INTERESADO: HAGI DONAL ICAL CAL, CARNÉ No. 200925285		PROYECTO: EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO, SAN CRISTOBAL VERAPAZ"	
RECOLECTADA POR: Interesado		DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA/USAC		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2014-07-28; 17 h 10 min.	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: Aldea El Rancho		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2014-07-29; 08 h 50 min.		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración	
FUENTE: Cerro Verde II		MUNICIPIO: San Cristóbal		DEPARTAMENTO: Alta Verapaz	

RESULTADOS					
1. ASPECTO: Clara		4. OLOR: Inodora		7. TEMPERATURA: --° C <small>(En el momento de recolección)</small>	
2. COLOR: 01,00 Unidades		5. SABOR: -----		8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 228,00 µmhos/cm	
3. TURBIDEZ: 01,03 UNT		6. potencial de Hidrógeno (pH): 07,51 unidades			
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,00	6. CLORUROS (Cl)	08,50	11. SÓLIDOS TOTALES	140,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,08	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	09,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	05,28	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	00,00	13. SÓLIDOS FIJOS	131,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	00,007	10. DUREZA TOTAL	122,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	121,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	124,00	124,00

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 11th EDITION 1 005, NORMAS COGUANOR NCO 140 DEL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-08-07


Dra. Alba Tabarini Molina
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio

Ing. Telma Maricela Cano Morales
 DIRECTORA CI/USAC


FACULTAD DE INGENIERIA –USAC–
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>


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

Tabla 4. Resultados ensayo bacteriológico, nacimiento Cerro Verde 2



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 2136 INF. No. A-358348	
O.T. No. 33 414 INTERESADO: <u>HAGL DONAL ICAL CAL</u> <u>CARNÉ No. 2009 25285.</u> MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>interesado</u> LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Aldea El Rancho</u> FUENTE: <u>Cerro Verde II</u> MUNICIPIO: <u>San Cristobal</u> DEPARTAMENTO: <u>Alta Verapaz</u>	PROYECTO: <u>EPS: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RANCHO, SAN CRISTOBAL VERAPAZ</u> DEPENDENCIA: <u>particular</u> FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2014-07-28; 17 h10 min.</u> FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2014-07-29 ;08 h50 min.</u> CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeracion</u>		
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>Lig. cantidad</u>		
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL: _____		
OLOR: <u>Inodora</u>			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+- - -
01,00 cm ³	+++++	+++++	+ - - -
00,10 cm ³	+++++	+++++	- - - -
RESULTADO: NUMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		> 16 x 10 ²	7
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I, calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.			
Guatemala, 2014-08-07 Vo.Bo.  Inga. Telma Mariela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zerón Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

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

