



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL  
CANTÓN SAN FRANCISCO, ALDEA CORRAL GRANDE Y DEL ALCANTARILLADO  
SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA  
CHIM, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

**Jenner Daniél Orozco Miranda**

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, enero de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL  
CANTÓN SAN FRANCISCO, ALDEA CORRAL GRANDE Y DEL ALCANTARILLADO  
SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA  
CHIM, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**JENNER DANIEL OROZCO MIRANDA**

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, ENERO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrando
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO, ALDEA CORRAL GRANDE Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha julio de 2011.

  
Jenner Daniel Orozco Miranda



Guatemala, 16 de enero de 2012  
Ref.EPS.DOC.45.01.12

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

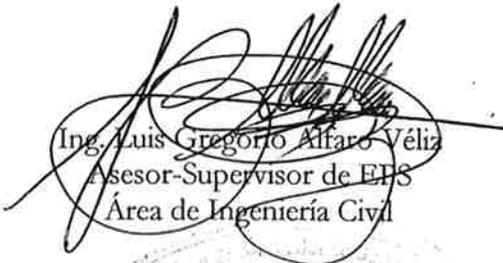
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jenner Daniél Orozco Miranda** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200618735**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO, ALDEA CORRAL GRANDE Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS"**.

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. Luis Gregorio Alfaro Véliz  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
LGAV/ra



Guatemala, 23 de enero de 2012  
Ref.EPS.D.46.01.12

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

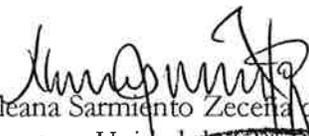
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO, ALDEA CORRAL GRANDE Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jenner Daniél Orozco Miranda**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano  
Directora Unidad de EPS



NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
19 de enero de 2012

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO, ALDEA CORRAL GRANDE Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jenner Daniél Orozco Miranda, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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 ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Jenner Daniel Orozco Miranda, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO, ALDEA CORRAL GRANDE Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, enero 2012

/bbdeb.

Más de 130<sup>Años</sup> de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 040.2012

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 ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO, ALDEA CORRAL GRANDE Y DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **Jenner Daniél Orozco Miranda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
Decano



Guatemala, 25 de enero de 2012

/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por todas las bendiciones que me ha dado y ser fuente de mi inspiración.
<b>Mis padres</b>	Jener Isaías Orozco González y Reyna Elizabeth Miranda Bautista.
<b>Mis hermanos</b>	Celes, Adriana y Mariela, por su apoyo incondicional.
<b>Mis abuelos</b>	Eduardo González (q.e.p.d.), Celestina Bravo, Marcelina Bautista (q.e.p.d.).
<b>Mi familia</b>	Abuelos, tíos y primos.
<b>Mis amigos</b>	Por los momentos que compartimos juntos.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Mi alma máter.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos necesarios para concluir esta meta.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por su gran misericordia y bendición en la realización de este triunfo.
<b>Mis padres</b>	Por ser un ejemplo a seguir y su apoyo incondicional.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por brindarme sus conocimientos como alma máter
<b>Municipalidad de San Pedro Sacatepéquez</b>	Por el apoyo en el desarrollo del presente trabajo de graduación
<b>Mis amigos</b>	Por su amistad y apoyo a lo largo de la carrera.
<b>Decano</b>	Ing. Murphy Paiz, por su amistad.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme los conocimientos necesarios para concluir uno de mis mayores anhelos.
<b>Ing. Luis Alfaro</b>	Por su valiosa asesoría en el transcurso del EPS.
<b>Mi novia</b>	Karen Ramírez, por su apoyo en todo momento.

**DMP San Pedro  
Sacatepéquez**

Ing. Milhem Orozco, Marwin De León, Jorge Aguilar,  
Pedro Vásquez por su apoyo en el desarrollo del  
EPS.

# ÍNDICE

INDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de San Pedro Sacatepéquez. ....	1
1.1.1. Ubicación y localización .....	1
1.1.2. Población actual.....	2
1.1.3. Clima.....	2
1.2. Aspectos de infraestructura .....	3
1.2.1. Vías de acceso .....	3
1.2.2. Servicios públicos .....	4
1.3. Aspectos socioeconómicos.....	4
1.3.1. Origen de la comunidad.....	4
1.3.2. Actividad económica .....	5
1.3.3. Etnia, costumbre y religión.....	5
1.3.4. Alfabetismo .....	6
1.3.5. Organización comunitaria .....	6
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	7
2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón San Francisco .....	7
2.2. Levantamiento topográfico.....	7
2.3. Caudal de aforo .....	8

2.4.	Calidad del agua .....	10
2.5.	Período de diseño .....	11
2.6.	Estimación de la población de diseño .....	11
2.7.	Dotación .....	12
2.8.	Determinación del caudal de diseño.....	13
2.8.1.	Caudal medio diario.....	13
2.8.2.	Caudal máximo diario.....	14
2.8.3.	Caudal máximo horario.....	14
2.9.	Parámetros de diseño .....	15
2.10.	Diseño de la captación .....	16
2.11.	Diseño de la línea de conducción.....	16
2.12.	Diseño del tanque de distribución .....	20
2.13.	Diseño de la línea de distribución.....	31
2.14.	Sistema de potabilización.....	36
2.15.	Obras hidráulicas.....	37
2.16.	Mantenimiento del sistema.....	39
2.17.	Propuesta de tarifa .....	42
2.18.	Elaboración del presupuesto .....	46
2.19.	Evaluación del impacto ambiental .....	47
2.20.	Evaluación socio-económica .....	47
2.20.1.	Valor presente neto (VPN).....	48
2.20.2.	Tasa interna de retorno (TIR) .....	49
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS .....	51
3.1.	Descripción del proyecto .....	51
3.2.	Levantamiento topográfico .....	51
3.3.	Trazo de la red .....	52
3.4.	Criterios de diseño.....	52
3.4.1.	Período de diseño.....	52

3.4.2.	Población de diseño .....	53
3.5.	Caudal sanitario.....	53
3.5.1.	Caudal domiciliario (QDom).....	53
3.5.2.	Caudal comercial (QCom).....	54
3.5.3.	Caudal industrial (QInd) .....	54
3.5.4.	Caudal de infiltración.....	55
3.5.5.	Caudal de conexiones ilícitas (QIlícitas).....	55
3.5.6.	Factor de caudal medio (Fqm).....	55
3.5.7.	Factor de flujo instantáneo (FH) .....	56
3.6.	Caudal de diseño.....	56
3.7.	Relación de diámetro y caudales.....	56
3.8.	Velocidades mínimas y máximas.....	57
3.9.	Fórmula de Manning.....	57
3.10.	Profundidades mínimas de tubería .....	57
3.11.	Cotas invert.....	58
3.12.	Componentes del sistema de alcantarillado .....	59
3.12.1.	Pozos de visita.....	59
3.12.2.	Colectores.....	59
3.13.	Diseño de la red de alcantarillado.....	60
3.14.	Acometida domiciliar.....	62
3.15.	Descarga .....	62
3.15.1.	Localización de la descarga.....	63
3.15.2.	Diseño de fosas sépticas .....	63
3.15.3.	Dimensionamiento de los pozos de absorción.....	67
3.16.	Evaluación de impacto ambiental .....	70
3.16.1.	En construcción .....	70
3.16.2.	En operación.....	71
3.17.	Evaluación socioeconómica.....	71
3.17.1.	Valor presente neto (VPN).....	71

3.17.2.	Tasa interna de retorno (TIR) .....	72
3.18.	Presupuesto .....	72
4.	DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM.....	73
4.1.	Bases de diseño.....	73
4.1.1.	Diámetros mínimos.....	74
4.1.2.	Velocidades mínimas y máximas .....	74
4.2.	Diseño hidráulico.....	74
4.2.1.	Caudal de diseño.....	74
4.2.1.1.	Coeficiente de escorrentía .....	75
4.2.1.2.	Intensidad de lluvia .....	76
4.2.1.3.	Tiempo de concentración.....	77
4.2.1.4.	Periodo de retorno .....	78
4.2.1.5.	Áreas tributarias.....	78
4.2.2.	Pendiente de diseño.....	78
4.2.3.	Velocidad de flujo a sección llena.....	79
4.2.4.	Diámetro de la tubería .....	79
4.3.	Obras complementarias .....	79
4.3.1.	Pozos de visita .....	80
4.3.2.	Tragantes .....	80
4.4.	Localización de la descarga .....	81
4.5.	Ejemplo de cálculo .....	81
4.6.	Evaluación de impacto ambiental.....	83
4.7.	Presupuesto .....	84
	CONCLUSIONES.....	85
	RECOMENDACIONES .....	87
	BIBLIOGRAFÍA.....	89
	APÉNDICE .....	91

## INDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa de ubicación del municipio de San Pedro, Sacatepéquez, San Marcos.....	2
2.	Esquema de la losa del tanque de distribución.....	22
3.	Esquema diagrama de momentos .....	24
4.	Esquema del muro del tanque de distribución.....	27
5.	Coefficientes de absorción del terreno.....	68

### TABLAS

I.	Aforo de la fuente.....	9
II.	Momento estabilizante del muro.....	29
III.	Propuesta de tarifa del sistema de agua potable.....	45
IV.	Presupuesto integrado.....	46
V.	Ingresos y egresos del sistema de agua potable.....	48
VI.	Factor de rugosidad (n).....	52
VII.	Profundidades mínimas de tuberías de drenaje.....	57
VIII.	Presupuesto alcantarillado sanitario.....	72
IX.	Indicativos del coeficiente de escorrentía.....	75
X.	Presupuesto alcantarillado pluvial.....	84



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$Q_B$	Caudal de bombeo
$Q_{\text{Ilícitas}}$	Caudal de conexiones ilícitas
$Q_d$	Caudal de diseño
$Q_v$	Caudal de vivienda
$Q_{\text{dom}}$	Caudal domiciliar
$Q$	Caudal en litros por segundo
$Q_{\text{md}}$	Caudal máximo diario
$Q_{\text{mh}}$	Caudal máximo horario
$Q_m$	Caudal medio
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>C</b>	Coefficiente de fricción
<b>n</b>	Coefficiente de rugosidad

<b>Dn</b>	Diferencia de niveles entre dos puntos
<b>Fqm</b>	Factor de caudal medio
<b>FH</b>	Factor de Harmon
<b>FR</b>	Factor de retorno
<b>HG</b>	Hierro galvanizado
<b>psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>L/Hab./día</b>	Litros por habitante al día
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>mca</b>	Metro columna de agua
<b>S%</b>	Pendiente de terreno
<b>Hs</b>	Pérdidas menores en la tubería
<b>Hf</b>	Pérdidas por fricción en la tubería
<b>Pf</b>	Población futura en un tiempo ( $t_n$ )

**q/Q**

Relación de caudales

**v/V**

Relación de velocidades

**d**

Tirante hidráulico



## GLOSARIO

<b>Acueducto</b>	Conducto artificial para conducir agua, que tiene por objeto suministrarla a una o varias poblaciones.
<b>Aforo</b>	Operación que consiste en medir un caudal de agua; es la producción de una fuente.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura, que debe ser, además inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
<b>Aguas negras</b>	Agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
<b>ASPT</b>	<i>American Standard for Piping Test.</i>
<b>ASTM</b>	<i>American Standard for Testing of Materials.</i>
<b>Azimut</b>	Ángulo formado por la dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.
<b>Bacteria</b>	Organismo microscópico sin clorofila, de varias de varias especies y algunas patógenas.

<b>Caserío</b>	Pueblo pequeño de escaso vecindario, por lo general no tiene autoridad para gobernar y juzgar.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo; su simbología es litros por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
<b>Caudal de diseño</b>	Suma de los caudales que se utilizarán para diseñar un tramo de alcantarillado.
<b>Caudal doméstico</b>	Caudal de aguas servidas que se descarga al sistema por medio de las viviendas.
<b>Caudal industrial</b>	Volumen de aguas servidas provenientes de industrias.
<b>Clima</b>	Conjunto de condiciones atmosféricas consideradas durante tiempos muy prolongados, que definen a una región.
<b>COCODE</b>	Consejo Comunitario de Desarrollo
<b>Colector de agua</b>	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de aguas servidas o aguas de lluvia.
<b>Consumo-agua</b>	Cantidad de agua real que utiliza la persona, es igual a la dotación.

<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
<b>Cota piezométrica</b>	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocara un manómetro.
<b>CS</b>	<i>California Standard.</i>
<b>Dotación-agua</b>	Volumen de agua consumido por una persona en el día.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>Nivelación</b>	Término general que se aplica a cualquiera de los diversos procedimientos altimétricos, por medio de los cuales, se determinan las elevaciones o niveles de puntos determinados.
<b>NSF</b>	<i>National Sanitation Foundation.</i>
<b>Presión</b>	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
<b>Presión estática</b>	Distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento y la caja rompe presión o tanque de distribución; el punto de descarga libre se mide en metros columna de agua (m.c.a.).

<b>Presión dinámica</b>	Altura que alcanzaría el agua en un tubo piezométrico a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
<b>Pozo de visita</b>	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro y para iniciar un tramo de tubería.
<b>Salud</b>	Estado de bienestar físico, mental y social de una persona
<b>UNEPAR</b>	Unidad Ejecutora del Programa para Acueductos Rurales.

## RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado, se atendieron las necesidades en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, el objetivo primordial fue brindar soluciones técnicas a las necesidades del municipio.

Se realizó un estudio para establecer las necesidades del municipio, priorizándose el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón San Francisco, de la aldea Corral Grande, así mismo, un sistema de drenaje sanitario y pluvial para el caserío San Vicente, aldea Chim.

En la propuesta de solución para el sistema de abastecimiento de agua potable, se presenta el procedimiento de diseño y criterios básicos, como: topografía de la comunidad, caudal, dotación, factores de consumo, presiones y velocidades, estos basados en normas y parámetros de diseño para el buen funcionamiento del sistema.

En el caserío San Vicente se diseñó la red de drenajes sanitario y pluvial separados, así como, sus accesorios necesarios para un correcto funcionamiento. Se propuso utilizar 53 pozos de visita por la topografía de la comunidad, un tratamiento primario a las aguas negras para que éstas no sean tan nocivas al medio ambiente.

Para los proyectos se realizó el presupuesto y un juego de planos que servirá de guía para la ejecución futura de dichos proyectos.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón San Francisco, aldea Corral Grande y del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial para el caserío San Vicente, aldea Chim, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos.

### **Específicos**

1. Elaborar una investigación de carácter monográfico y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos para el municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.
2. Capacitar a los usuarios y miembros del comité de ambas comunidades para que realicen el mantenimiento preventivo necesario para el buen funcionamiento de ambos sistemas.
3. Disminuir las enfermedades gastrointestinales, brindando sistemas de purificación al agua para que ésta sea apta al consumo humano.



## INTRODUCCIÓN

San Pedro Sacatepéquez es un municipio del departamento de San Marcos situado a 250km de la capital, la municipalidad ha estado trabajando en la implementación de programas de desarrollo que tienen como objetivo mejorar las condiciones de vida de sus habitantes, sin embargo aun existen comunidades que no cuentan con los servicios básicos para tener una calidad de vida aceptable.

El presente trabajo de graduación contiene el diseño de dos proyectos elaborados mediante el Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería. Los proyectos consisten en el diseño del sistema de abastecimiento agua potable para el cantón San Francisco, aldea Corral Grande y del alcantarillado sanitario y pluvial para el caserío San Vicente, aldea Chim, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos.

Este trabajo de graduación propone soluciones factibles, desde el punto de vista técnico, económico y social, el primer capítulo contiene una investigación de tipo monográfica, aspectos históricos y económicos del municipio de San Pedro Sacatepéquez. En los siguientes capítulos se desarrolla el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable así como el diseño de una red de drenajes o alcantarillado sanitario y pluvial, en la parte final se presentan conclusiones, recomendaciones, bibliográfica, cálculos y planos.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

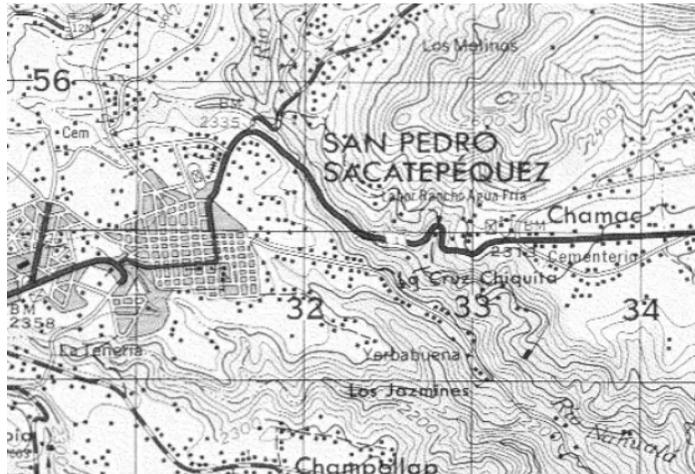
## **1.1. Monografía del municipio de San Pedro Sacatepéquez.**

En este capítulo se estudiará la cultura del municipio y de las aldeas Corral Grande y Chim respectivamente, sus costumbres, religión, alfabetismo, entre otros. Fue importante conocer estos aspectos para realizar el diseño de cada uno de los proyectos.

### **1.1.1. Ubicación y localización**

El municipio es de primera categoría y está localizado a 249 Km de la ciudad capital de Guatemala y 48 Km a la ciudad de Quetzaltenango, se encuentra a 1 km la cabecera departamental de San Marcos, colinda al oriente con el municipio de San Antonio Sacatepéquez; al occidente con los municipios de San Marcos y Esquipulas Palo Gordo; al norte con el municipio de San Lorenzo; al sur con los municipios de San Cristóbal Cucho, la Reforma, Nuevo Progreso y el Tumbador del departamento de San Marcos. Está ubicado en las coordenadas de 14°57'55" de latitud y 91°46'36" longitud, estando a 2 033 msnm. El área urbana se encuentra en un valle también llamado el valle de la Esmeralda.

Figura 1. **Mapa de ubicación del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional mapa 1860-IV San Marcos.

### **1.1.2. Población actual**

Según el censo del INE, existe una población de 63 688 habitantes. El resultado de la investigación muestra el número de habitantes del área urbana que es de 22 920 habitantes que hacen un 36% de la población y el 64% del área rural es de 40 748 habitantes para un gran total de 63 688 habitantes del municipio de San Pedro Sacatepéquez.

### **1.1.3. Clima**

El clima en el municipio, según la estación hidrológica más cercana del INSIVUMEH ubicada en la cabecera departamental de San Marcos, a 1 kilómetro del municipio de San Pedro Sacatepéquez, presenta las siguientes temperaturas durante el año:

- Temperatura máxima (promedio anual): 28 °C
- Temperatura promedio (anual): 18 °C
- Temperatura mínima (promedio anual): 9 °C
- Precipitación normal anual: 1530,50 mm
- Estación lluviosa: mayo – octubre
- Estación seca: noviembre - abril

## **1.2. Aspectos de infraestructura**

### **1.2.1. Vías de acceso**

El acceso para el municipio de San Pedro Sacatepéquez desde la ciudad capital es por la carretera CA-1, la cual está asfaltada en su totalidad. La aldea Corral Grande se encuentra a 14 km de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez, para llegar se hace uso de la carretera de terracería que conduce a los municipios de San Cristóbal Cucho y la Reforma del departamento de San Marcos. En la aldea, la calle principal es empedrada y los caminos para comunicarse con los cantones son de tierra y barrancos. Estos caminos en época de invierno se convierten en accesos peligrosos para los transeúntes.

La aldea Chim se encuentra a una distancia de 11 km de la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez y su acceso es a través de la carretera que va de la cabecera municipal de San Marcos y conduce al municipio de Coatepeque, es una carretera de terracería y balastro, para llegar a los caseríos y cantones, hay caminos y veredas.

### **1.2.2. Servicios públicos**

La aldea Corral Grande funciona con un puesto de salud coordinado por el centro de salud ubicado en la cabecera municipal, también cuenta con servicio de energía eléctrica desde 1990, el cual es distribuido por Distribuidora de Energía de Occidente (DEOCSA), y con servicios de agua domiciliar que escasean en épocas de verano, hacen uso de un sistema de letrinas, el cual es deficiente por no contar con un sistema adecuado de tratamiento de las excretas.

En la aldea Chim funciona un puesto de salud que forma parte de los servicios públicos y está bajo la coordinación del centro de salud ubicado en la cabecera municipal, también cuentan con energía eléctrica desde 1997 el cual es distribuido por Distribuidora de Energía de Occidente (DEOCSA) y con un abastecimiento de agua entubada suficiente para atender la demanda de la población.

### **1.3. Aspectos socioeconómicos**

Entre otros, se tiene el origen de la comunidad y actividad económica.

#### **1.3.1. Origen de la comunidad**

Los terrenos de la aldea Corral Grande, en sus inicios eran un gran potrero de ganado vacuno y caballar. Los propietarios de éstos consideraban que el clima era agradable, por lo que decidieron trasladarse a vivir allí, y en 1631 fundaron la aldea Corral Grande. Los primeros pobladores fueron las familias de los señores: Custodio Ruiz, Leandro Velásquez, Pedro González, Antonio González, Demetrio Valdez, quienes contaban que el nombre de la

aldea fue porque el lugar está ubicado en una zona rodeada por montañas y cerros que dan apariencia de un corral.

Chim era una comunidad de la aldea Corral Grande, pero en 1949 sus habitantes se separaron y formaron lo que hoy es la aldea. Los primeros habitantes fueron: Don Cupertino López, Don Pablo de León y las familias Vásquez, Ardiano, Rubio, Bravo, Fuentes, Orozco, Miranda. Chim es un término castellanizado que se originó del mam *CHIN-LAJ* que quiere decir chiquita.

### **1.3.2. Actividad económica**

La actividad económica de Corral Grande de los hombres se realiza a través de la agricultura: café maíz, frijol, aguacates, variedad de verduras, frutas, entre otros. Así mismo, el comercio, la albañilería, carpintería, producción pecuaria y profesionales del nivel medio (peritos contadores, peritos agrónomos, maestros, entre otros). Por otra parte, las mujeres desarrollan oficios domésticos; comercio; agricultura; producción pecuaria; artesanía (tela típica, güipiles, entre otros).

La actividad económica de la aldea Chim de los hombres es la agricultura de granos, verduras y frutas, la albañilería, el comercio, artesanía, entre otros. Las mujeres generan ingresos económicos a través de la prestación de servicios domésticos, producción y venta de animales domésticos, comercio de artesanías típicas, costurería, tiendas, panaderías, entre otros.

### **1.3.3. Etnia, costumbre y religión**

La población del municipio pertenece a la etnia mam, por lo que antiguamente se hablaba mam. En las comunidades y aldeas las tradiciones se

han ido olvidando, ya que se ha operado una transformación, debido a la migración de los hijos a otros lugares, como también, la llegada de personas ajenas. Un 60% de sus habitantes profesa la religión católica, 30% religión evangélica y el 10% restante practica otra religión.

#### **1.3.4. Alfabetismo**

El nivel de alfabetismo ha ido en crecimiento, en ambas comunidades se cuenta con una escuela oficial rural mixta que imparte hasta sexto primaria, 45% de los habitantes sabe leer y escribir, en la aldea Corral Grande existe una escuela telesecundaria, que ha beneficiado a sus habitantes.

#### **1.3.5. Organización comunitaria**

La participación organizada de la comunidad, es fundamental para impulsar procesos de desarrollo integral y sostenible.

En Corral Grande existen grupos y comités organizados con fines específicos: Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE. Así mismo funcionan el Comité Pro Mejoramiento, El Consejo de Desarrollo Rural, el Grupo de Emergencia Pro Construcción de Carretera. Tanto el comité Pro Mejoramiento como el Consejo de Desarrollo Rural, estos grupos y organizaciones están legalmente constituidos y sus miembros fueron electos popularmente.

En Chim existen diversos grupos y comités organizados con fines específicos: COCODE Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE). También existe el Comité Pro Salud, Comités de Riego, Directiva Deportiva, Patronato de padres de familia y Comité Pro Carretera.

## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón San Francisco**

El diseño del sistema de agua potable funcionará por gravedad y servirá para satisfacer las demandas de los habitantes de dicho cantón de una forma adecuada y eficiente, evitará que la comunidad carezca del vital líquido estableciendo un ambiente higiénico aceptable.

### **2.2. Levantamiento topográfico**

La topografía para un proyecto de agua potable define el diseño del sistema, ya que tiene por objetivo medir las extensiones de terreno, determinar posiciones y elevaciones de puntos que se encuentran en la superficie del terreno.

Las notas realizadas en la libreta de campo deben estar bien detalladas, especificando problemas que se puedan encontrar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares con habitantes del lugar, para formarse un criterio sobre los elementos que serán importantes en el diseño.

El tipo de levantamiento topográfico utilizado fue el taquimétrico; obteniendo resultados que se muestran en los planos.

### 2.3. Caudal de aforo

En el aforo se determina el caudal de una fuente. Para este proyecto se utilizó el método volumétrico, el cual se desarrolló de la siguiente manera:

- Selección de un recipiente de volumen conocido
- Captación del agua del nacimiento hasta llenar el recipiente, tomando en cuenta el tiempo de llenado del mismo.

Para el calcular del caudal se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

Q = caudal

V = volumen

T = tiempo

Para mayor confiabilidad en el diseño, el aforo se realizó dos veces en diferentes días, tomando como resultado final el promedio de los mismos, que corresponde a 1,29 L/s. El aforo se realizó el 2 y 10 de marzo del 2011.

Tabla I. **Aforo de la fuente**

No.	Tiempo de llenado (s)
1	9,22
2	9,08
3	8,96
4	8,93
5	8,90

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar el tiempo promedio del aforo, se tiene:

$$t = \frac{9,22 + 9,08 + 8,96 + 8,93 + 8,90}{5}$$

$$t = 9,02 \text{ segundos}$$

El caudal de aforo se obtiene de:

$$Q = \frac{Vol}{t}$$

$$Q = \frac{11,67L}{9,02s}$$

El caudal obtenido es de 1,29 L/s.

## **2.4. Calidad del agua**

La calidad del agua tiene variaciones debido a factores tales como: el clima, la ubicación del lugar, el tipo de suelo, entre otros. Así mismo debe cumplir con ciertas normas físico químicas y bacteriológicas y pueda ser apta para el consumo humano. Lo cual se demuestra en el análisis de laboratorio, como lo establece el artículo 88 del Código de Salud. Para determinar la calidad sanitaria del agua es necesario efectuar un análisis bajo las Normas COGUANOR NGO 29001, mientras que el muestreo para los mismos debe realizarse bajo las especificaciones COGUANOR NGO 29002 y 29002, respectivamente.

El principal peligro con el agua es la posibilidad de su contaminación con heces fecales de origen animal o humano, pueden contener bacterias patógenas capaces de producir enfermedades como la fiebre tifoidea, cólera, u otras enfermedades diarreicas, por ello se debe de realizar el examen bacteriológico; para comprobar que el agua es apta para ser bebida y para uso domestico, se efectúa dicho examen, el cual identifica el número de organismos indicadores que contiene el agua. Los organismos que se emplean con más frecuencia como indicadores de la contaminación fecal son la escherichia colí y el grupo coliforme en general; los resultados de los exámenes deben interpretarse comparándolos con concentraciones y características limite que no deben ser excedidos. En Guatemala se utiliza para ello, la norma COGUANOR NGO 29001. Los resultados obtenidos del examen bacteriológico para este proyecto indican que el agua no exige más que un tratamiento de desinfección.

Para medir y registrar aquellas propiedades que pueden ser captadas por los sentidos; entre estas están el olor, color, turbiedad, sabor y temperatura se realiza el examen físico químico. El agua debe cumplir con las normas

internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua; los resultados de ambos exámenes se presentan en la sección de anexos; para eliminar la turbiedad del agua según el análisis químico realizado se colocara un filtro en el lugar de la captación.

## **2.5. Período de diseño**

Para un sistema de abastecimiento de agua es el tiempo durante el cual la obra dará servicios satisfactorios a los beneficiarios. Los dos aspectos principales que intervienen en el periodo de diseño son la durabilidad de los materiales y su capacidad para prestar un buen servicio para las condiciones previstas. En general se recomienda un periodo de diseño de 20 años para obras civiles, por lo tanto el periodo adoptado para este proyecto fue de 20 años.

## **2.6. Estimación de la población de diseño**

Existen diversos métodos para obtener una proyección del crecimiento poblacional, se recomienda utilizar el método geométrico.

Para determinar la población bastaría multiplicar el número total de casas estimado, por el número adoptado de habitantes por vivienda; el promedio de habitantes por vivienda en la aldea Corral Grande varia de 5 a 7, en este caso se tomarán 6 habitantes por vivienda.

Número de viviendas = 70

Pa = número de viviendas \* número promedio habitantes por vivienda

Pa = 70 \* 6 = 420 habitantes

- Población futura: la tasa de crecimiento poblacional promedio anual es de 3,0% utilizada para el municipio de San Pedro Sacatepéquez; se considerará en el cálculo de la población futura con la fórmula de crecimiento geométrico:

$$Pf = Pa(1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura de diseño

Pa = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = número de años que se proyectan

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$Pf = 258(1 + 0.03)^{20}$$

$$Pf = 466 \text{ habitantes}$$

## 2.7. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario para satisfacer sus necesidades, se expresa en litros por habitante por día, el consumo de agua está en función de una serie de factores que son: clima, nivel de vida, costumbres de la región, servicios comunales, etc. En la sección 4.3 de la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del instituto de fomento municipal (INFOM) se recomienda una dotación de 60 a 90 L/hab/día para servicios mixtos de llena cántaros y conexiones prediales,

debido a la disponibilidad de agua del nacimiento, se asignó una dotación de 70 L/hab/día.

## 2.8. Determinación del caudal de diseño

Se calculará el caudal con el que el sistema debe de funcionar.

### 2.8.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, la cual se obtiene como el promedio de los consumos diarios en el periodo de un año. Dado que el caudal requerido es permanente durante un día, se calcula según la siguiente expresión:

$$Q_m = \frac{Dot * P_f}{86\ 400}$$

Donde:

$Q_m$  = caudal medio diario, en L/s.

$Dot$  = dotación, L/hab/día

$P_f$  = población futura

Entonces:

$$Q_m = \frac{70\text{L/hab/día} * 466\text{hab}}{86\ 400}$$

$$Q_m = 0,38\text{L/s}$$

### **2.8.2. Caudal máximo diario**

Es conocido como caudal de conducción, es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 hrs, observado durante un año de conducción y regularmente sucede cuando hay actividades en los cuales participa la mayor parte de la población. No incluye gastos causados por incendios.

Cuando no se cuenta con información de consumo diario, éste se puede calcular a través de un porcentaje denominado factor de día máximo (fdm). Este factor en área rural está comprendido dentro los valores siguientes: 1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, a 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes.

Tomando en cuenta el clima, el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que el factor de día máximo es de 1,2.

$$Qd = Qm * fhm$$
$$Qd = 0.38 L/s * 1,2 = 0,46 L/s$$

### **2.8.3. Caudal máximo horario**

Conocido también como caudal de distribución, es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo durante un período equivalente a un año. Si no se tienen registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

El factor de hora máxima (Fhm) está comprendido en el área rural entre 2,0 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, a 3,0 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes. Tomando en cuenta el clima,

el nivel socioeconómico y la cantidad de habitantes, se determina que el factor de hora máxima es de 2,2.

$$Qd = Qm * Fhm$$

$$Qd = 0,38 \text{ L/s} * 2,2 = 0,84 \text{ L/s}$$

## 2.9. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño que sirvieron de base en el proyecto de abastecimiento de agua potable para el cantón San Francisco son los siguientes:

Aforo	= 1,29 L/s
Tipo de sistema	= gravedad
Número de conexiones	= 43
Población actual	= 258 habitantes
Tasa de crecimiento	= 3,00%
Periodo de diseño	= 20 años
Población de diseño	= 466 habitantes
Dotación	= 70 L/hab/día
Caudal medio	= 0,38 L/s
Factor de día máximo	= 1,2
Caudal de día máximo	= 0,46 L/s
Factor de hora máximo	= 2,2
Caudal de hora máximo	= 0,84 L/s

## 2.10. Diseño de la captación

Es la obra civil que recolecta el agua proveniente del nacimiento de brotes definidos o difusos. El tipo de captación utilizada en la fuente superficial tiene los siguientes componentes:

- Filtro de piedra y sello sanitario para captación del brote
- Caja de captación (1m<sup>3</sup>)
- Caja de válvula de salida
- Dispositivo de desagüe y rebalse

## 2.11. Diseño de la línea de conducción

Es la tubería que sale desde la captación o de una caja reunidora de caudales hacia el tanque de distribución. La línea de conducción en este caso es diseñada por gravedad; la tubería para conducción será de tubo PVC diámetro indicado. (Ver planos en apéndice). Para el diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$Hf = \frac{1\,743,811141 * L * Q^{1,85}}{D^{4,87} * C^{1,85}} \quad V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

Donde:

$Hf$  = energía, pérdida de carga (m)

$V$  = velocidad (m/s)

$L$  = Longitud de la tubería más un factor de longitud del 5% por la topografía del terreno (m)

$Q_D$  = Caudal de hora máximo, o caudal de distribución (L/s)

- $D_i$  = Diámetro interno de tubería (plg)
- $C$  = Coeficiente de rugosidad (para PVC se usará 150 y HG se usará 100)

En cuanto a las velocidades en la red, se recomienda mantener como mínimo 0,60 m/s y como máximo 3,00 m/s para evitar sedimentación en las líneas de conducción, solo en casos especiales y tramos cortos se podrá utilizar una velocidad máxima de 5,00 m/s.

- Ejemplo de diseño

A manera de ejemplo, se diseñará el tramo comprendido entre las estaciones E-18 y la primera caja rompe presión (CRP) ubicada en la estación E-42.

E-18 = 2 497,06

E-42 = 2 442,00

Diferencia de cotas = 2 497,06 – 2 442,00 = 55,06 m

Longitud = 711,24 m

Total de tubos = 125 tubos de 6 m de largo

Q = 1,29 l/s

Se utilizará el caudal de aforo, ya que el caudal medio diario es muy pequeño para el diseño.

- Cálculo del diámetro teórico

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

$$D = \left( \frac{1\,743,811141 * 711,24 * 1,05 * 1,29^{1,85}}{150^{1,85} * 55,06} \right)^{1/4,87} = 1,30$$

Los diámetros comerciales a utilizar son de 1 1/4 " y de 1 1/2".

- Cálculo de la pérdida para cada diámetro propuesto

$$Hf = \frac{1\,743,811141 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

$$Hf_{1,5"} = \frac{1\,743,811141 * 711,24 * 1,05 * 1,29^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}} = 27,29 \text{ m}$$

$$Hf_{1,25"} = \frac{1\,743,811141 * 711,24 * 1,05 * 1,29^{1,85}}{150^{1,85} * 1,25^{4,87}} = 66,31 \text{ m}$$

- Cálculo de la longitud para cada diámetro propuesto

$$L_{1,25"} = \frac{711,24 * 1,05(55,06 - 27,29)}{66,31 - 27,29} = 531,49 \text{ m}$$

Se requieren 89 tubos de 1.25".

$$L_{1,5"} = (711,24 * 1,05) - 531,49 = 215,31 \text{ m}$$

Se requieren 36 tubos de 1,5".

- Cálculo de la pérdida real para cada diámetro propuesto

$$Hf_{1,5"} = \frac{1\,743,811141 * 215,31 * 1,29^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}} = 7,87 \text{ m}$$

$$Hf_{1,25"} = \frac{1\,743,811141 * 531,29 * 1,29^{1,85}}{150^{1,85} * 1,25^{4,87}} = 47,19 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$

$$V = \frac{1,974 * 1,29}{1,5^2} = 1.13 \text{ m/s}$$

$$3,00 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 1,13 \frac{\text{m}}{\text{s}} > 0,40 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- Cálculo de la cota piezométrica

Tramo de tubería de 1.5"

Inicial = 2 497,06

Final = Cp. Inicial – Hf

Final = 2 497,06 – 7,87 = 2 489,19 m.c.a.

Tramo de tubería de 1.25"

Inicial = 2 489,19 m.c.a.

Final = Cp. Inicial – Hf

Final = 2 489,19 – 47,19 = 2 442,00 m.c.a.

## 2.12. Diseño del tanque de distribución

El tanque de distribución en un sistema de abastecimiento de agua tiene como función compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población, para poder cubrir la demanda cuando haya interrupción del servicio en la línea de conducción, así como proporcionar presiones adecuadas en la línea de distribución. Este tipo de obra es de suma importancia para el diseño del sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico como para funcionamiento hidráulico del sistema y del almacenamiento de un servicio eficiente. Un tanque de distribución tiene los siguientes componentes:

- Depósito principal
- Caja de válvula de entrada y de salida
- Tapaderas para entrada
- Dispositivo de desagüe y rebalse
- Respiraderos
- Clorador
- Circulación para protección del mismo.

El volumen de los tanques de distribución, se calculará de acuerdo a la demanda real de la comunidad. Cuando no se tengan estos estudios de dichas demandas, se tomará en cuenta el siguiente criterio que propone UNEPAR, en sistemas por gravedad, se adoptará del 25% al 40% del caudal medio diario y en algunos casos del caudal de aforo, como se calcula adelante.

$$Vol = \frac{35\% * Q * 86\ 400}{1\ 000\ lts/m^3}$$

Donde:

Vol = volumen del tanque en m<sup>3</sup>

Q = caudal

$$Vol = \frac{35\% * 1,29l/s * 86\ 400}{1\ 000\ l/m^3} = 39,00\ m^3$$

Aproximando el valor del volumen, y tomando en cuenta que este valor corresponde a un período de vida útil de 20 años, se propone un volumen de tanque de 40 m<sup>3</sup> de volumen. Las dimensiones del tanque serán:

Altura: 2,50 m

Largo: 4,00 m

Ancho: 4,00 m

- Diseño estructural del tanque de almacenamiento
  - Diseño de losa

La cubierta será una losa de concreto reforzado, diseñada por el método 3 del ACI-318, con las dimensiones siguientes:

- Cálculo de espesor de losa

$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

m = relación entre ancho y largo

a = ancho

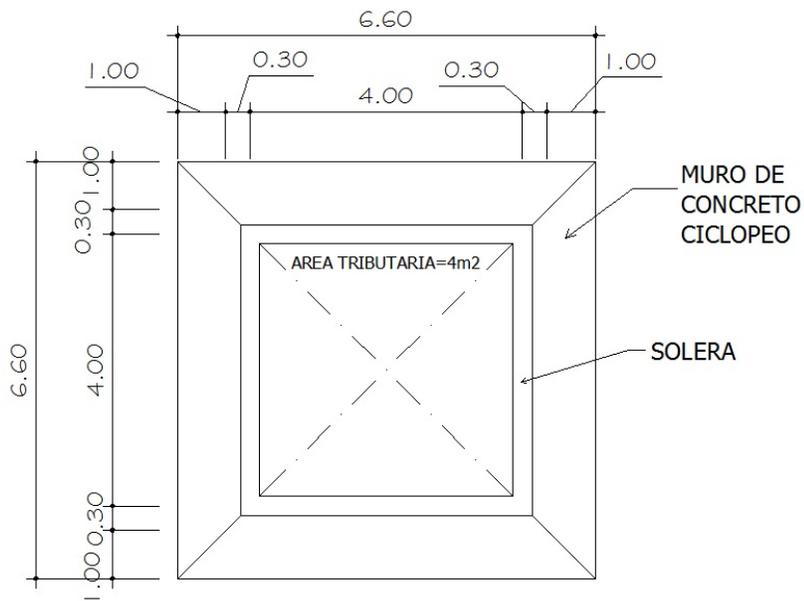
b = largo

$$m = \frac{4,00}{4,00} = 1$$

dos sentidos



Fig. 2 Esquema losa del tanque



Fuente: elaboración propia.

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

Donde:

t = espesor de losa

p = perímetro

$$t = \frac{4(4)}{180} = 0,08 = 0,1$$

- Integración de Cargas

$$CM = \gamma_c * t$$

Donde:

CM = carga muerta

$\gamma_c$  = peso específico del concreto

t = espesor de losa

$$CM = (2400) * (0,10) = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobrecarga} = 90 \text{ kg/m}^2$$

Total Carga Muerta

$$CM = 330 \text{ kg/m}^2$$

CV = Carga viva

CV = 100  $\text{kg/m}^2$ , según el código ACI.

- Carga última

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

Donde:

CU = Carga última

CV = Carga viva

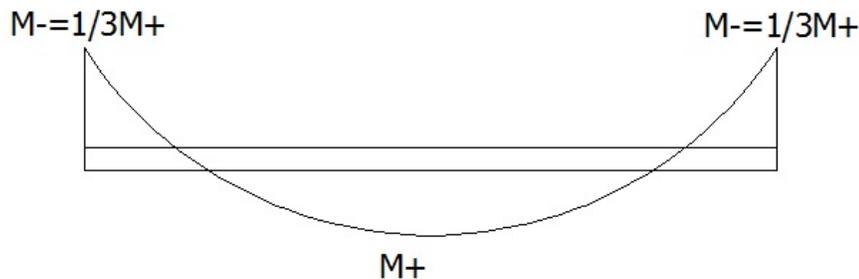
CM = Carga muerta

$$CMU = 1,4 * 330kg/m^2 = 462kg/m^2$$

$$CVU = 1,7 * 100kg/m^2 = 170kg/m^2$$

$$CU = 1,7(170) + 1,4(330) = 632 kg/m^2$$

Fig. 3 **Esquema diagrama de momentos**



Fuente: elaboración propia.

Como es una losa discontinua, en los cuatro lados se diseña como losa tipo 1 del Código *American Concrete Institute (ACI)*, y los momentos positivos y negativos vienen dados así:

$$Ma^+ = Mb^+ = Ca^+ CVa^2 + Ca^+ CMa^2$$

$$Ma^- = Mb^- = M(+)/3$$

Donde:

$Ma^+$  = Momento positivo en a

$Ca$  = Coeficiente de tablas de ACI 318R-99 para momentos en a caso 1

$Va^2$  = Carga última viva en a

$Ma^2$  = Carga última muerta en a

$$Ma^+ = [(0,036 * 462) + (0,036 * 170)] * 4^2 = 364kg - m = Mb^+$$

$$Ma^- = 429,70kg - \frac{m}{3} = 121,33kg - m = Mb^-$$

- Refuerzo de la losa

Para protección de la armadura contra la acción del clima y otros efectos se diseñará con un recubrimiento de 2,5 centímetros, para una franja de 1 metro.

$$d = t - Rec$$

Donde:

d = peralte

t = espesor de losa

Rec = recubrimiento

$$d = 10 - 2,5 = 7,5$$

- Área de acero mínima

$$As_{min} = 40\% \left( \frac{14.1}{fy} \right) * 100 * d$$

Donde:

$As_{min}$  = área de acero mínima

d = peralte

fy = Esfuerzo del acero

$$A_{smin} = 0,40 \left( \frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 7,50 = 1,51 m^2$$

- Espaciamiento máximo entre varillas

$$S_{m\acute{a}x} = 3 * t = 3 * 0,10 = 0,30m$$

- Se calcula el espaciamento, proponiendo varilla No. 3, grado 40

$$\begin{array}{l} 1,51 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S \end{array}$$

$$S = \frac{0,71}{1,51} * 100 = 47,01 \text{ cm} = 45 \text{ cm} > S_{m\acute{a}x}$$

Entonces se tomará un espaciamento de 30 centímetros.

- Cálculo de la nueva área de acero mínimo con el espaciamento máximo.

$$\begin{array}{l} A_{smín} \text{ ----- } 100 \text{ cm} \\ 0,71 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 30 \text{ cm} \end{array}$$

$$A_{smín} = \frac{100}{30} * 0,71 = 2,37 \text{ cm}$$

- Cálculo del momento que resiste el área de acero mínimo.

$$\text{Momento de } A_{smín} = \phi * A_{smín} * Fy \left[ d - \frac{A_{smín} * Fy}{1,7 * f'c * b} \right]$$

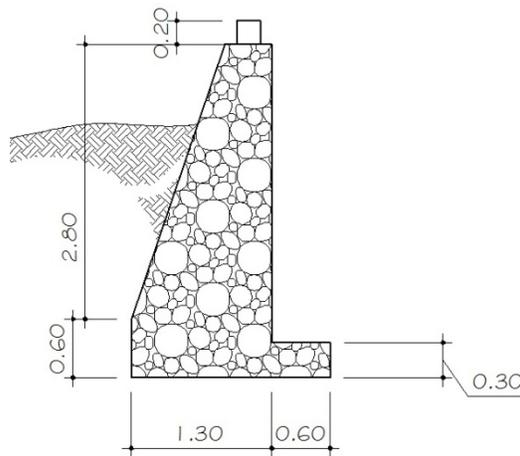
$$Asmín = 0,9 * 2,37 * 2810 \left[ 7,5 - \frac{2,37 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right] = 438,35kg - m$$

Como se puede observar, el momento que resiste el área de acero mínimo es mayor que los momentos que actúan en la losa, por lo tanto, se propone un armado con varillas No. 3 con espaciamiento de 30 cm.

o Diseño de muro

Las paredes del muro se diseñarán como muro de contención por gravedad, como las dimensiones del tanque son iguales, los cuatro muros tendrán las mismas cargas.

Figura 4. **Muro del tanque**



Fuente: elaboración propia.

Muro A-B

$$Carga\ Total\ W_t = \frac{4 * 632}{4} + 0,30 * 0,20 * 2400 = 776kg/m = 0,80T/m$$

❖ Cálculo

Datos:

- $f'_c$  = resistencia a compresión del concreto = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 $F_y$  = esfuerzo de fluencia del acero grado 40 = 2810 kg/cm<sup>2</sup>  
 $\gamma_c$  = peso específico del concreto = 2,4 T/m<sup>3</sup>  
 $\gamma_s$  = peso específico del suelo = 1.4 T/m<sup>3</sup>  
 $V_s$  = valor soporte del suelo = 15 T/m<sup>2</sup>  
 $\gamma_a$  = peso específico del agua = 1 T/m<sup>3</sup>  
 $\phi$  = Coeficiente de rozamiento = 30°  
 $H$  = 2,50 m  
 $h$  = 0,60 m

Algunos valores son asumidos, y se tomó el valor crítico porque se desconoce la presión del suelo y no se cuenta con el recurso económico para realizar un ensayo de laboratorio.

Los coeficientes activo y pasivo respectivamente serán:

$$K_a = \frac{1 - \text{seno } \varphi}{1 + \text{seno } \varphi} = \frac{1 - \text{seno } 30}{1 + \text{seno } 30} = 1/3$$

$$K_p = \frac{1 + \text{seno } \varphi}{1 - \text{seno } \varphi} = \frac{1 + \text{seno } 30}{1 - \text{seno } 30} = 3$$

Las presiones horizontales a una profundidad h del muro son:

$$\text{Presión de la tierra} = K_p * \gamma_s * h = 3 * 1,4 * 0,6 = 2,52 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Presión del agua} = K_a * \gamma_a * H = 1/3 * 1 * 2,5 = 0,83 \text{ T/m}^2$$

Las cargas totales de los diagramas de presión son:

$$\text{Presión total de la tierra} = \frac{1}{2} (\text{presión de la tierra}) h = \frac{1}{2} * 2,52 * 0,6 = 0,75 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Presión total del agua} = \frac{1}{2} (\text{presión del agua}) H = \frac{1}{2} * 0,83 * 2,50 = 1,03 \text{ T/m}^2$$

Los momentos al pie del muro serán:

$$\text{Momento por la tierra} = (\text{presión total de la tierra}) * \frac{h}{3} = 0,75 * \frac{0,60}{3} = 0,15 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Momento por el agua} = (\text{presión total del agua}) * \frac{H}{3} = 1,03 * \frac{2,50}{3} = 0,85 \text{ T/m}^2$$

Tabla II. **Momento del muro**

Fig.	Área (m <sup>2</sup> )	Peso específico (T/m <sup>3</sup> )	Peso (T/m)	Brazo (m)	Momento (T-m/m)
1	0,84	2,40	2,01	1,15	2,31
2	1,40	2,40	3,36	0,67	2,25
3	0,30	2,40	0,72	0,50	0,36
4	0,57	2,40	1,36	0,95	1,29
5	1,50	1,00	1,50	1,60	2,40
6			0,80	1,15	0,92
			$\Sigma W=9,75\text{T/m}$	$\Sigma=9,53\text{T-m/m}$	

Fuente: elaboración propia.

- Chequeo de estabilidad contra volteo

$$Fuerza\ de\ volteo = \frac{\sum M_{resist}}{\sum M_{actua}} = \frac{M_{tierra} + M_{total}}{M_{agua}} = \frac{0,15 + 9,53}{0,85} = 11,39 > 1,5$$

Como la fuerza de volteo es mayor a 1,5 entonces si chequea por volteo.

- Chequeo de estabilidad contra deslizamiento

$$F\ de\ desliz. = \frac{\sum F_{resist}}{\sum F_{actua}} = \frac{P_{tierra} + \mu * W}{P_{agua}} = \frac{0,75 + 0,4 * 9,75}{1,03} = 4,51 > 1,5$$

La fuerza de deslizamiento es mayor que 1,5, entonces si chequea por deslizamiento.

- Chequeo de presión máxima bajo la base del muro

La distancia x a partir de la esquina inferior izquierda del muro (a) donde actúan las cargas verticales será:

$$X = \frac{\sum M_a}{\sum W} = \frac{M_{tierra} + M_{peso} + M_{agua}}{\sum W} = \frac{0,15 + 9,53 + 0,85}{9,75} = 0,90$$

$$3 * X = 3 * 0,90 = 2,70m > L = 1,90m$$

Como 2,70 m es mayor que la longitud de la base del muro (L=1,90m), no existen presiones negativas.

$$La\ excentricidad\ \varepsilon = \frac{L}{2} - X = \frac{1,90}{2} - 0,90 = 0,05\ m$$

Por lo tanto, las presiones en el terreno son:

$$q = \frac{W}{L} \pm \frac{W * \varepsilon}{\delta}$$

Donde:

W = peso en T/m

L = longitud de la base

$\varepsilon$  = excentricidad

$\delta$  = módulo de sección por metro lineal =  $\frac{1}{6}L^2$

Sustituyendo:

$$q = \frac{9,75}{1,90} \pm \frac{9,75 * 0,05}{\frac{1}{6} * 0,60^2}$$

$$q_{\text{máx}} = 5,94 \text{ T/m}^2$$

$$q_{\text{mín}} = 4,32 \text{ T/m}^2$$

Como se puede ver,  $q_{\text{máx}}=5,94 \text{ T/m}^2$ , no excede el valor soporte del suelo  $V_s=15\text{T/m}^2$ , por tanto si chequea la presión máxima bajo el suelo. El valor  $q_{\text{mín}}=4,32\text{T/m}^2 > 0$ , lo que significa que no existen presiones negativas.

### 2.13. Diseño de la línea de distribución

La red de distribución, es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el punto de consumo (conexión predial). La función principal es, brindar un servicio eficiente en forma

continua, en cantidad suficiente y desde luego con calidad sanitariamente aceptable. Para el diseño de la red de distribución se deben considerar los siguientes criterios:

- Garantizar el período de diseño para el buen funcionamiento, de acuerdo con el máximo consumo horario.
- La distribución de caudales, debe hacerse mediante criterios que estén acordes con el consumo real de la localidad.
- Dotar de accesorios y obras de arte necesarias, para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, de acuerdo con las normas establecidas y para facilitar su mantenimiento.
- Tomar en cuenta la carga disponible o diferencia de presiones.
- Considerar el tipo de tubería para soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.

Para el diseño de las redes de distribución, se aplicó el método de redes abiertas, debido a que las viviendas están dispersas, se mostrará a continuación el cálculo de un tramo, luego se presentará el resumen hidráulico de la distribución completa.

- Diseño del ramal de T.D. E-91 A E-96,1 (caja rompe presión No.1)

Cota del terreno TD = 2132,82

Cota del terreno E-96,1 = 2092,00

Diferencia de cotas =  $2132,82 - 2092,00 = 40,82$  m

Longitud = 80,00 m

Total de tubos = 14

o Cálculo del caudal

Calcular el caudal de vivienda, luego el caudal requerido, y el instantáneo. Se utiliza el mayor de los dos para el caudal de diseño.

❖ Caudal de vivienda

$$Qv = \frac{Q_{maxH}}{No. viviendas}$$

$$Qv = \frac{0,84}{43} = 0,020$$

❖ Caudal tributario

$$Qd = \Sigma \text{ tramos anteriores}$$

$$Qd = 0,020 * 30 = 0,60 \text{ lt/s}$$

❖ Cálculo del diámetro teórico

$$D = \left( \frac{1743.811141 * L * Qmd^{1.85}}{C^{1.85} * hf} \right)^{1/4,87}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga por fricción (m)

Qmd = caudal máximo diario (l/s)

L = Longitud de la tubería más un factor de longitud del 5%

D = Diámetro de la tubería

C = Coeficiente de capacidad hidráulica, se usará C=150 para PVC

$$D = \left( \frac{1743,811141 * 80 * 1,05 * 0,606^{1,852}}{150^{1,85} * 40,82} \right)^{1/4,87}$$

$$D = 0,66''$$

Tomar 1/2" y 3/4"

- Cálculo de la pérdida

$$Hf = \frac{1743,811141 * L * Qmd^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

$$Hf_{0,75''} = \frac{1743,811141 * 80 * 1,05 * 0,606^{1,85}}{150^{1,85} * 0,75^{4,87}} = 22,18$$

$$Hf_{0,5''} = \frac{1743,811141 * 80 * 1,05 * 0,606^{1,85}}{150^{1,85} * 0,50^{4,87}} = 159,81$$

- Cálculo de la longitud para cada diámetro propuesto

$$L_{0,5''} = \frac{80,00 * 1,05(40,82 - 22,18)}{159,81 - 22,18} = 11,38 \text{ m.}$$

Se requieren 2 tubos de 1/2".

$$L_{0,75''} = (80,00 * 1,05) - 11,38 = 72,62 \text{ m.}$$

Se requieren 13 tubos de 3/4".

- Cálculo de la pérdida real para cada diámetro propuesto

$$Hf_{0,75"} = \frac{1\,743,811141 * 72,62 * 0,606^{1,85}}{150^{1,85} * 0,75^{4,87}} = 19,18 \text{ m.}$$

$$Hf_{0,5"} = \frac{1\,743,811141 * 531,29 * 0,606^{1,85}}{150^{1,85} * 0,50^{4,87}} = 21,65 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad

$$V = \frac{1,974 * Qmd}{D^2}$$

Sustituyendo:

$$V = \frac{1,974 * 0,606}{0,75^2} = 2,13 \text{ m/s}$$

Cumple con la velocidad máxima establecida en la norma de diseño.

- Cálculo de la cota piezométrica

Inicial = 2 132,82

Final = Cp inicial – Hf

Final = 2 132,82 – 19,18 = 2 113,64 mca

## 2.14. Sistema de potabilización

El sistema de potabilización tiene como fin proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios. Según resultados del examen bacteriológico y fisicoquímico, el agua cumple satisfactoriamente con Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua; y no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

- Hipoclorador

Se usará un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada en la caja distribuidora de caudales, el flujo del cloro está dado por:

$$F_c = Q_c * D_c * 0.06$$

Donde:

$F_c$  = flujo de cloro; en gramos/hora.

$Q_c$  = caudal de conducción (l/m)

$D_c$  = demanda de cloro en miligramos por litro (se estima una demanda de cloro de 0.2 mg/litro).

Sustituyendo:

$$F_c = 77,40l/m * 2 * 0.06$$

$$F_c = 9,29 \text{ gramos/hora} = 221.76 \text{ gramos/día}$$

- Calibración del hipoclorador

Al clorador le extrapola  $F_c$  y se determina el flujo de solución de cloro (sc), regularmente este flujo es muy pequeño y debe obtenerse mediante la calibración de la válvula de compuerta que se coloca en el ingreso del mismo; por lo tanto, se debe calcular el tiempo necesario para llenar un recipiente de un litro, mediante la siguiente fórmula:

$$t = 60 / Sc$$
$$t = 60 / 17 = 3,53 \text{ s.}$$

El resultado anterior indica la cantidad de tiempo necesario en que deberá llenarse completamente un recipiente de un litro. El flujo del hipoclorito es de 49,32 g/hora, entonces la cantidad de tabletas ( $C_t$ ) que consumirá en un mes será de:

$$C_t = 9,29\text{g/hora} * 24 \text{ horas} / 1 \text{ día} * 30 \text{ días} / 1 \text{ mes}$$
$$C_t = 22,30 = 23 \text{ tabletas / mes.}$$

## **2.15. Obras hidráulicas**

Cualquier sistema de abastecimiento de agua a una comunidad, por rudimentaria que sea, consta de las siguientes obras:

- Captación
- Conducción
- Almacenamiento
- Distribución
- Tratamiento del agua.

- Válvulas de compuerta

Son las de mayor aislamiento y de mayor uso en la captación, en el tanque de distribución, en la caja rompe presión y en las conexiones domiciliarias, principalmente por su bajo costo, disponibilidad y baja pérdida de carga cuando están totalmente abiertas. Tienen un valor limitado como válvulas de control, por el desgaste del asiento, la desviación y traqueteo del disco de la compuerta, aguas abajo. Además, el área abierta y el volumen de circulación de agua por la válvula no son proporcionales al porcentaje de abertura de la compuerta, se recomienda este tipo de válvula para:

- Servicio con apertura total o cierre total, sin estrangulación
- Uso poco frecuente
- Resistencia mínima a la circulación
- Mínimas cantidades de fluido o líquido atrapado en la tubería

El mantenimiento es muy importante, se deben seguir las siguientes instrucciones:

- Lubricar a intervalos periódicos.
- Corregir de inmediato las fugas por la empaquetadura.
- No cerrar nunca las llaves a la fuerza con la llave o una palanca.
- Abrir las válvulas con lentitud para evitar el choque hidráulico en la tubería.

- Caja rompe presión

Se utiliza para controlar la presión interna de la tubería, rompiendo o aliviando la presión en la línea de conducción o de distribución. Se evita así la

falla de tubería y accesorios, cuando la presión estática de diseño iguala o supera a la presión de trabajo máxima de los mismos. La caja disipa la presión en el instante en que el agua tiene contacto con la atmósfera y disminuye súbitamente su velocidad, al haber un cambio drástico de sección hidráulica. La caja rompe presión se coloca antes de que la presión estática sobrepase los 80 m.c.a. en la línea de conducción y los 60 m.c.a. en la red de distribución. Éstas fueron colocadas en las estaciones que se indican en planos: (ver planos en apéndice).

- **Conexión domiciliar**

La componen las tuberías y accesorios destinados a llevar el servicio de agua de la red de distribución al interior de la vivienda. El tipo de distribución para este proyecto es predial, lo cual consiste en que en cada vivienda se instalará un chorro.

- **Cajas de registro**

Sirven para protección de las válvulas de control, estarán ubicadas en un lugar aislado, sin dejar fuera de servicio una gran extensión de la red, (ver detalles en anexos).

## **2.16. Mantenimiento del sistema**

Es el conjunto de acciones internas que se ejecutan en las estructuras o equipos para prevenir daños o para reparación de los mismos, cuando éstos se hubiesen producido, a fin de conseguir un buen funcionamiento del sistema. El mantenimiento está a cargo del fontanero, y puede ser preventivo o correctivo.

Mantenimiento preventivo es el conjunto de acciones que se planifican y se ejecutan antes que se produzcan los daños y son precisamente para evitarlos. Éste debe hacerse periódicamente.

Mantenimiento correctivo consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las estructuras o equipos. Como los daños pueden ser de naturaleza variada, sobre todo se producen en el momento menos esperado y sin que se tenga noticia previa de ellos. Este tipo de mantenimiento no puede programarse, la única política razonable es la de disponer siempre de todas las facilidades necesarias, tanto de personal especializado como de materiales, equipos de reparación y transporte.

El mantenimiento preventivo y correctivo estará a cargo de un fontanero, que será el encargado de realizar todos los trabajos que el sistema demande, todos los gastos necesarios en la reparación del sistema o incurridos en la prevención de daños serán sufragados con el dinero recaudado por medio del cobro de una tarifa mensual, impuesta por la Asociación Civil.

- Cómo realizar el mantenimiento preventivo en la captación

Se deberá inspeccionar el área de la captación cada mes, limpiando los alrededores del nacimiento con el fin de:

- Que no existan en el área de la captación focos de contaminación, como aguas negras, basura, desperdicios y otros.
- Evitar la deforestación y los incendios en las cercanías del nacimiento.
- Revisar que en las estructuras no existan filtraciones, grietas o alguna rotura, que provoque un descenso del nivel del agua.

- Observar que no existan derrumbes.
- Evitar que el agua se estanque y produzca erosiones en el terreno.
- Cómo realizar el mantenimiento preventivo en el tanque de distribución
  - Revisar en las estructuras que no exista filtraciones, grietas o alguna rotura, que provoque un descenso del nivel del agua.
  - Revisar que las válvulas no tengan fugas.

La limpieza del tanque es importante ya que en él se almacena el agua de consumo diario, se debe realizar los siguientes pasos para lavar el tanque de distribución:

- Cerrar la válvula de entrada.
- Cerrar la válvula de salida.
- Abrir la válvula de compuerta de limpieza.
- Lavar el piso y las paredes del tanque con un cepillo de raíz o de plástico.
- Aplicar suficiente agua a pisos y paredes después de pasar el cepillo.
- Desinfectar el tanque.
- Cerrar válvula de compuerta para limpieza.
- Abrir la válvula de entrada.
- Abrir la válvula de salida.

Para realizar el mantenimiento preventivo en la línea de conducción y red de distribución

- Las cajas de válvulas no presenten grieta

- No existan roturas que se noten por medio de fugas
  - Las válvulas no presenten fugas
  - Los candados no estén corroídos
  - No exista agua empozada en las cajas de válvulas
- Realizar el mantenimiento preventivo en los accesorios
    - Controlar si hay averías como roturas, fugas o que falten piezas
    - Verificar su funcionamiento, cerrándola y abriéndola lentamente

## **2.17. Propuesta de tarifa**

Para que el sistema cumpla su funcionamiento y sea autosostenible, se requiere de un fondo de operación y mantenimiento, por lo que se determinó con base a los lineamientos del proyecto de agua, empleando la metodología siguiente:

- Gastos de operación

Para la operación del sistema de agua es indispensable la contratación de los servicios de un fontanero, ya que será él, quien brinde una adecuada operación al sistema, se estima un día a la semana (52 días al año) para mantenimiento preventivo y correctivo, con un salario de Q.80,00 por día, contratado por servicios personales, por lo que no se aplican prestaciones laborales, el salario anual es de Q.4 160,00 y el salario mensual es de Q.346,67.

- Gastos por mantenimiento

Para los gastos por mantenimiento, se debe considerar el mantenimiento preventivo, que servirá para cubrir gastos de reparaciones pequeñas, evitando daños mayores en el sistema. El mantenimiento correctivo se realizará por daños al sistema, debiendo adquirir materiales y accesorios en el menor tiempo posible, es importante que se tenga en bodega materiales y accesorios para cubrir fallas inmediatas en el sistema. El mantenimiento incluye compra de herramienta y equipo necesario para realizar reparaciones al sistema. Para determinar el costo por mantenimiento se debe considerar el período de vida útil del sistema; mensualmente se requerirá de un 0.65% del total del proyecto.

$$Qm.m = \frac{(0,0065 * C.T.P)}{12}$$

Donde:

Qm.m = Gasto por mantenimiento mensual

C.T.P = Costo total del proyecto

$$Qm.m = \frac{(0,0065 * 455\ 908,14)}{12}$$

$$Qm.m = Q.246,95/mes$$

- Gastos de tratamiento

Éste se requiere para la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual.

T = costo tableta en quetzales \* número de tabletas a utilizar en un mes

$$T = Q. 9,75 * 22 \text{ tabletas} = Q. 214,50 / \text{mes}$$

- Gastos de administración

Esta función dependerá del comité de administración, cuyos integrantes serán los responsables de brindar una adecuada y eficiente operación, al mantenimiento del sistema.

El comité debe velar por el buen desarrollo de las actividades administrativas, las cuales incluyen gastos de papelería, mobiliario y equipo de oficina. Deben realizarse pagos por concepto de viáticos, para los miembros del comité o de alguna otra persona, que tengan que realizar trámites relacionados con el sistema, el comité será el encargado de recolectar el pago por tarifa, en forma mensual, por medio de un tesorero, quien tendrá derecho por ley a una comisión del 10% de lo recaudado. Con respecto a los gastos de oficina y gastos de visitas a las oficinas de la dependencia encargada del acueducto, tendrán un gasto adicional del 2% de lo recaudado mensual, lo que se calculará de la siguiente forma:

$$Qa = 12\% (\text{operación, mantenimiento, tratamiento})$$

Donde:

Qa = gastos de administración.

$$Qa = 12\% (346,67 + 246,95 + 214,50) = Q. 96,97$$

- Inflación

La inflación está determinada, por el aumento del precio de todos los materiales, accesorios y otros elementos utilizados para darle un buen servicio al sistema. La inflación ha fluctuado un 10%; esto irá variando con el tiempo y como se analiza actualmente, se ha observado un alza desmedida de los precios, por lo que se puede considerar la aplicación de un porcentaje del costo total del proyecto, la inflación influye directamente en el cobro de la tarifa, porque se debe dar una operación y mantenimiento al sistema, esto ocasiona la compra de materiales y el pago de mano de obra. El comité de administración deberá considerar, cómo deberá absorber un alza fuera de los parámetros establecidos anteriormente.

$i = \% \text{ inflación} * \text{total de ingresos percibidos por el cobro de tarifa.}$

$$i = 10\% * (808,12 + 96,97) = \text{Q. } 90,51$$

Tabla III. **Propuesta de tarifa**

Gastos de operación	Q. 346,67
Gastos de mantenimiento	Q. 246,95
Gastos por tratamiento	Q. 214,50
Gastos por administración	Q. 96,97
Inflación	Q. 90,51
<b>TOTAL</b>	<b>Q. 995,60</b>
No. de conexiones	43
Total de gastos / Número de conexiones	Q23,15
<b>TARIFA MÍNIMA</b>	<b>Q23,50</b>

Fuente: elaboración propia.

## 2.18. Elaboración del presupuesto

Para obtener un costo total se realizó una integración por precio unitario de cada actividad que se debe ejecutar, esto con base al precio de materiales y de la mano de obra, lo que genera un costo total por cada actividad, se agregaron a cada renglón los porcentajes que corresponden de los costos indirectos.

Tabla IV. Presupuesto integrado

<b>PRESUPUESTO</b>						
Proyecto:	<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO</b>					
	<b>ALDEA CORRAL GRANDE</b>					
Municipio:	<b>SAN PEDRO SACATEPEQUEZ</b>					
Departamento:	<b>SAN MARCOS.</b>					
Calculo:	<b>JENNER OROZCO</b>					
	<b>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO FACULTAD DE INGENIERÍA USAC.</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	3510.00	ML	Q 4.00	Q 14,040.00	
2	CAPTACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 8,181.55	Q 8,181.55	
3	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	3510.00	ML	Q 30.81	Q 108,145.44	
4	TANQUE DE DISTRIBUCION DE 40.00 M3	1.00	UNIDAD	Q 56,803.50	Q 56,803.50	
5	CAJA VALVULA DE AIRE	4.00	UNIDAD	Q 3,472.95	Q 13,891.80	
6	CAJA VALVULA DE LIMPIEZA	6.00	UNIDAD	Q 3,072.98	Q 18,437.90	
7	CAJA VALVULA DE PASO (REG DE Q)	3.00	UNIDAD	Q 2,058.98	Q 6,176.95	
8	CAJAS ROMPEPRESION	8.00	UNIDAD	Q 3,884.56	Q 31,076.50	
9	LINEA DE CONDUCCIÓN	2496.00	TUBOS	Q 37.62	Q 93,900.30	
10	LINEA DE DISTRIBUCION	910.00	TUBOS	Q 33.77	Q 30,732.00	
11	CONEXIONES DOMICILIARES	43.00	UNIDAD	Q 1,454.00	Q 62,522.20	
12	CLORINADOR	1.00	UNIDAD	Q 12,000.00	Q 12,000.00	
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 455,908.14</b>	

Fuente: elaboración propia.

## **2.19. Evaluación del impacto ambiental**

El contexto ambiental, es un sistema que se compone de factores externos. En el sistema del ambiente, estos factores son un conjunto de elementos unidos a través de alguna forma de interdependencia, que actúan sobre un grupo de variables como lo son los organismos, una población o una comunidad por lo que estos son esenciales para el crecimiento, la reproducción y la supervivencia de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y comunidades. El ambiente cubre también lo que la sociedad construye a través de su accionar.

La evaluación del impacto ambiental es un tema de la política ambiental donde su aplicación es específica e interviene directamente en las actividades productivas, permitiendo plantear opciones que permitan el desarrollo, siendo estas compatibles con la preservación del medio ambiente y los recursos naturales, sin embargo los resultados de este estudio pueden implicar de forma negativa, por lo que esta evaluación está destinada a predecir, identificar, valorar y corregir las consecuencias o efectos en el ambiente que puedan afectar la calidad de vida del hombre y su entorno.

## **2.20. Evaluación socio-económica**

En su mayoría este tipo de proyectos no son un atractivo económico, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer viable el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, entre otros. Es indispensable realizar un análisis financiero que determine la factibilidad del proyecto, para ello se utilizaran los siguientes métodos.

### 2.20.1. Valor presente neto (VPN)

La evaluación del valor presente neto, es un estudio que determinar el tiempo en el que se recupere el costo de lo invertido en el proyecto; este tiempo debe ser de corto plazo, de tal manera que se empiecen a percibir las ganancias.

Esta evaluación permite saber si el proyecto es rentable o si no lo es, por lo que se presenta el valor presente neto del proyecto y su comparación con la tasa interna de retorno.

Costo inicial = Q. 455 908,14

Ingreso inicial = Q. 300,00 \* 43 = 12 900,00

Tabla V. **Ingresos y egresos sistema de agua potable**

REGLON	INGRESOS MENSUALES	EGRESOS MENSUALES	TOTAL ANUAL
Gastos de operación y mantenimiento	---	Q. 995,60	Q. -11 947,20
Ingreso por tarifa	Q. 1 010,50	---	Q. 12 126,00
Anualidad	--	--	Q. 178,80

Fuente: elaboración propia.

$$VPN = 12\,900 + 178,80 \left[ \frac{(1 + 0,10)^{22} - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^{22}} \right] = Q. 14\,468,35$$

### **2.20.2. Tasa interna de retorno (TIR)**

Es un instrumento que sirve para evaluar el rendimiento de una inversión, determinando con base en sus flujos de fondos netos. Dicha tasa hace que el valor actual de los flujos de beneficio sea igual al valor actual de los flujos de inversión, haciendo que el valor actualizado neto (VAN) del flujo de fondo sea cero.

$$\text{Costo} = \text{Inversión inicial} - \text{VPN} = 455\,908,14 - 14\,468,35 = \text{Q. } 441\,439,79$$

$$\text{Beneficio} = \text{No. Habitantes beneficiados a futuro}$$

$$\text{Costo} / \text{Beneficio} = 441\,439,79 / 466 = \text{Q. } 947,30$$



### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

El proyecto comprende el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío San Vicente, aldea Chim, del municipio de San Pedro Sacatepéquez. Para su realización se llevó a cabo un levantamiento topográfico, para obtener la altimetría y planimetría.

La red se encuentra dividida en dos tramos independientes, esto debido a lo accidentado del terreno; los sistemas cuentan con colectores que suman 1 188,96 metros lineales, en los cuales se diseñaron 49 pozos de visita de diferentes alturas, así mismo el sistema de tratamiento propuesto, lo conforma dos fosas sépticas y pozos de absorción, cercano al lugar propuesto para la fosa séptica se encuentra un río de aguas negras, ahí se hará el desfogue después de pasar por el tratamiento primario.

#### **3.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, los pozos de visita, la descarga, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia para el diseño del alcantarillado sanitario. Se empleó el mismo equipo utilizado para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable.

### **3.3. Trazo de la red**

Para el trazo de la red, se deben de considerar los siguientes preceptos:

- Se debe de iniciar el recorrido desde los puntos de mayor altura y dirigir el flujo hacia las cotas o alturas bajas.
- Para el diseño, se tratará de seguir la pendiente del terreno en los tramos donde cumpla con los requisitos del diseño, así se evitarán excavaciones profundas.
- Tratar, en lo posible, de no dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.

Para este estudio se trazaron las líneas principales, en cada sistema, a la cual se enlazan los ramales de cada tramo, dirigiendo el flujo en el sentido de la pendiente, para luego transportarlo a los cuerpos receptores.

### **3.4. Criterios de diseño**

Se calcularán valores que servirán para el diseño del alcantarillado sanitario, algunos de ellos son valores que son afectados por causas externas como el clima, entre otros.

#### **3.4.1. Período de diseño**

Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años; para el presente estudio se contemplaron 30 años.

### 3.4.2. Población de diseño

Para calcular la población de diseño se efectuaron los mismos procedimientos del inciso 2.6

Según el modelo geométrico:

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Tabla VI. Factor de rugosidad (n)

<b>MATERIALES</b>	<b>Factor de rugosidad</b>
Concreto	0,014
Asbesto cemento	0,011
Mampostería	0,017
Hierro galvanizado	0,015
Hierro fundido	0,013
Fibra de vidrio	0,011
Polietileno (PE)	0,010
Polivinilo (PVC)	0,010

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Caudal sanitario

Se refiere a la suma de los caudales que se calculan a continuación.

#### 3.5.1. Caudal domiciliar (QDom)

Es el caudal que agrupa todas las conexiones domiciliarias en un

tramo específico. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * Hab * Fr}{86\ 400}$$

Donde:

QDom = Caudal domiciliar

Dot = dotación

Hab = número de habitantes futuros

Fr = factor de retorno

$$Q_{dom} = 1,56 \text{ l/s}$$

### **3.5.2. Caudal comercial (QCom)**

Dicho caudal es producido por las actividades comerciales que se realizan en la aldea. En nuestro estudio, por no tener ningún tipo de comercio, no existe.

### **3.5.3. Caudal industrial (QInd)**

Es aquel que proviene de las actividades de grandes industrias que se encuentren dentro del perímetro de la aldea; la zona es residencial y por ende, no se contempla un caudal industrial.

### 3.5.4. Caudal de infiltración

Este caudal es producto, principalmente por la proximidad del nivel freático, así como, deficiencias en la construcción, fallas del material, permeabilidad del terreno y el tipo de juntas. Dicho caudal no aplica para tubería de PVC.

### 3.5.5. Caudal de conexiones ilícitas ( $Q_{ilícitas}$ )

Es el caudal producto de las aguas pluviales (lluvia, granizo, rocío) y son agregadas al sistema de alcantarillado sanitario. Según criterio del INFOM, el caudal de conexiones ilícitas es igual a un 10% del caudal domiciliar.

$$Q_{ilícitas} 10\% * Q_{Dom} = 10\% * \left(1,56 \frac{l}{s}\right) = 0,156 \frac{l}{s}$$

### 3.5.6. Factor de caudal medio ( $F_{qm}$ )

Expresa el volumen de aguas negras que en promedio escurre por la alcantarilla. Debe de estar comprendido entre 0,002 y 0,005, de lo contrario se utiliza el límite inmediato. Se determina con la siguiente expresión:

$$F_{qm} = \frac{Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ili}}{Núm \ de \ hab} = \frac{1,56 + 0,156}{1\ 268} = 0,0014$$

El parámetro se encuentra dentro del rango permitido, por lo que se adoptará 0,002.

### 3.5.7. Factor de flujo instantáneo (FH)

El factor de flujo instantáneo o factor de Harmond, determina la probabilidad de que el sistema de drenaje este siendo utilizado por varios artefactos sanitarios de forma simultánea, a lo largo de un tramo.

### 3.6. Caudal de diseño

También conocido como caudal máximo; es la cantidad de agua negra que transportara el sistema de alcantarillado, para cada tramo existente. Utilizamos la siguiente expresión:

$$Q * F * F_{qm} = 1\,056 * 4,4067 * 0,002 = 9,31 \text{ lts/seg}$$

Donde:

Núm. Hab. = Número de habitantes futuros

FH = Factor Harmond

Fqm = Factor de caudal medio

### 3.7. Relación de diámetro y caudales

En el diseño del sistema, la relación entre el tirante y el diámetro interno del tubo (d/D) debe de estar comprendido entre 0,10 y 0,75. Esta relación depende del caudal que transporta la tubería y habitualmente, en los tramos iniciales, es menor a 0,10; para áreas rurales es aceptable que cinco tramos seguidos, posean una relación debajo del límite inferior.

### **3.8. Velocidades mínimas y máximas**

La velocidad de flujo mínima deberá ser mayor o igual a 0,60 m/seg, con lo cual se evitaría la sedimentación de los sólidos que transporta el flujo; la máxima velocidad será menor o igual a 5,00 m/seg, para que el flujo no erosione la tubería del sistema de drenaje; no siempre es posible obtener la velocidad mínima, debido a que en algunos ramales hay escasas viviendas y producen caudales bajos, en tales casos, se acepta una velocidad de hasta 0,40 m/seg.

### **3.9. Fórmula de Manning**

Se utiliza para determinar la velocidad del flujo a sección llena, y se encuentra en función del diámetro, la pendiente, y coeficiente de rugosidad:

$$V = \frac{0,03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V = Velocidad a sección llena (m/s)

D = Diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = Pendiente gradiente hidráulica (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad

### **3.10. Profundidades mínimas de tubería**

Para la instalación se deberán de tomar en cuenta, el diámetro de la tubería y las condiciones del tránsito local, en caso de existir tránsito pesado

se debe de profundizar la zanja para evitar daños a la tubería.

### 3.11. Cotas invert

Se denomina cota invert a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo, y el nivel inferior interior de la tubería. La diferencia entre la cota invert de la tubería que entra y la cota invert de la tubería que sale, será como mínimo la carga de velocidad en el tubo de salida.

Tabla VII. **Profundidades mínimas de tubería**

Diámetro (pulgadas)	Tránsito normal (mts)	Tránsito pesado (mts)
06	1,00	1,20
08	1,22	1,42
10	1,28	1,48
12	1,38	1,58
16	1,41	1,51
18	1,50	1,70
21	1,58	1,78
24	1,66	1,86
30	1,84	2,04
36	1,99	2,19
42	2,14	2,34
48	2,25	2,45
60	2,55	2,75

Fuente: elaboración propia.

### **3.12. Componentes del sistema de alcantarillado**

#### **3.12.1. Pozos de visita**

Los pozos de visita son empleados para la inspección y verificación del buen funcionamiento de la red de alcantarillado, así como para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento; según las normas del INFOM, se recomienda colocarlos en los siguientes casos:

- En las intersecciones de colectores
- Al inicio 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 metros
- En cambios de dirección horizontal

Los pozos de visita de este proyecto serán de ladrillo tayuyo, tendrán un diámetro de 1.50 m; el brocal y la tapadera serán de concreto reforzado y estarán cimentados en una plancha de concreto. Por dentro llevarán un revestimiento de repello y canales que dirigirán los caudales hacia el tubo de salida. Cuando la caída sea mayor de 0.70 m se construirá un sifón o caída de pozo de PVC para que el flujo ingrese a nivel de fondo. La ubicación y detalles se pueden observar en los planos de conjunto hidráulico y planta perfil, mostrados en el apéndice D.

#### **3.12.2. Colectores**

También se conoce como red de alcantarillado; son las tuberías por las que se conduce las aguas negras, la tubería que se utilizará en este

proyecto será PVC de diferentes diámetros bajo la norma constructiva ASTM 30-34.

### 3.13. Diseño de la red de alcantarillado

$$C_{PV-1} = 500,00$$

$$C_{PV-2} = 489,74$$

$$\text{Long-tramo} = 23,03$$

$$S_{\text{terreno}} = 44.55\%$$

$$\text{Viviendas locales} = 2$$

$$\text{Viviendas acumuladas} = 0$$

Habitantes

$$\text{Número Habitantes actuales} = 12$$

$$\text{Número Habitantes futuros} = 30$$

- Factor de Harmon

$$FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{\left(\frac{12}{1000}\right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{12}{1000}\right)}} = 4,4067$$

$$FH_{\text{futuro}} = \frac{18 + \sqrt{\left(\frac{30}{1000}\right)}}{4 + \sqrt{\left(\frac{30}{1000}\right)}} = 4,3547$$

- Caudal de diseño

$$q_{\text{actual}} = 0,106 \text{ l/s}$$

$$q_{\text{futuro}} = 0,261 \text{ l/s}$$

Diámetro de la tubería

Utilizamos el diámetro el mínimo.

$$\Phi = 6''$$

- Pendiente de la tubería

$S = 44,55\%$  que es la pendiente del terreno

- Velocidad y caudal a sección llena

$$V_{\text{llena}} = 7,55 \text{ m/s}$$

$$Q_{\text{llena}} = 137,85 \text{ lt/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$q/Q_{\text{actual}} = 0,00077$$

$$q/Q_{\text{futuro}} = 0,00189$$

$$d/D_{\text{actual}} = 0,020$$

$$d/D_{\text{futuro}} = 0,030$$

- Velocidad de diseño

$$V_{\text{actual}} = 1,07 \text{ m/s}$$

$$V_{\text{futura}} = 1,39 \text{ m/s}$$

- Cotas Invert

$$Cis = 500,00 - 1,2 = 498,80$$

$$Cie = 500 - (54,99\% * 23,03) = 477,19 \text{ m.}$$

- Altura de pozos

$$H_{\text{pozo inicio}} = 500 - 488,60 = 1,20 \text{ m.}$$

$$H_{\text{pozo final}} = 488,60 - 487,40 = 2,82 \text{ m.}$$

### **3.14. Acometida domiciliar**

Una acometida domiciliar también se conoce con el nombre de conexión domiciliar, y es un tubo que lleva las aguas servidas desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe.

Generalmente al construir un sistema de alcantarillado, se deja previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico.

### **3.15. Descarga**

El punto de la descarga es por donde las aguas negras serán tratadas, para luego dirigirlas a un cuerpo receptor (desfogue), ya sea un río, lago o mar. En este proyecto se diseñó un sistema a base de fosas sépticas que trabajarán como tratamiento primario.

### **3.15.1. Localización de la descarga**

Los puntos de desfogue de este proyecto estarán ubicados a orillas de zanjones, terrenos comunales y barrancos. Se pueden observar en los planos de diseño hidráulico.

### **3.15.2. Diseño de fosas sépticas**

La fosa séptica es una unidad de tratamiento primario, consistente en una o varias cámaras construidas para tratar las aguas negras, antes de ser enviadas a los pozos de absorción o puntos de desfogue.

Cumple con la función de sedimentar y digerir los lodos, y permite la transformación anaerobia de las grasas a sustancias y compuestos más simples y estables. A medida que las aguas negras, procedentes del sistema de alcantarillado, entran en la fosa, la velocidad de flujo se reduce, los sólidos mayores forman el cieno, el cual es la acumulación de sólidos en el fondo de la fosa, y las natas que son un conjunto de sólidos parcialmente sumergidos y flotantes que se forma en la superficie.

El período de retención de las aguas negras en esta unidad varía de 12 a 72 horas. Dependiendo del caudal a tratar. Para este estudio, se recomienda implementar 48 horas, para dar suficiente tiempo a la sedimentación. El volumen máximo recomendado, para el diseño, es aquel descargado cuando la población corresponde a 60 viviendas (58.56 m<sup>3</sup>/día).

- Fosa Séptica tramo 1

Viviendas actuales = 55

Población actual = 330 hab

Población futura = 801 hab

- Cálculo del caudal de diseño

$$Qd = fqm * FH * \#hab$$

FH actual = 4,06

FH futuro = 3,86

$$Qdfut = 0,002 * 3,86 * 801 = 6,18l/s = 533,95m^3/día$$

tiempo de retención = 12 horas (asumido)

- Volumen de la fosa séptica

- Volumen de sedimentación

$$Vs = Qd * PR$$

$$Vs = 533,95 * 0,5día = 266,98m^3$$

Volumen de acumulación de lodos

$$Vd = Pob * TAL * PL$$

Donde:

Pob = población servida

TAL = tasa de acumulación de lodos

PL = periodo de limpieza.

$$Vd = P_{ob} * TAL * PL$$

Si tomamos un requerimiento anual de acumulación de lodos de 65 lt/hab/año y un periodo de limpieza de 1 año:

$$Vd = (801 \text{ hab}) * (65 \text{ lt/hab/amo}) * (1 \text{ año}/1000)$$

$$Vd = 52,07 \text{ m}^3$$

- o Volumen total de fosa séptica

$$V_{fs} = V_s + V_d$$

$$V_{fs} = 266,98 + 52,07 = 319,05 \text{ m}^3$$

- o Dimensionamiento

$$H_{fs} = 2,00 \text{ mts}$$

$$A_s = 319,05 / 2 = 159,53 \text{ m}^2$$

- o Profundidad máx. de espuma sumergida

$$H_e = \frac{0,6}{A_s}$$

$$H_e = \frac{0,6}{159,53} = 0,0038$$

$$H_e = 3,8 \text{ mm}$$

- Profundidad libre de lodo

$$H_{o_{\min}} = 0,30 \text{ cm}$$

- Profundidad mínima de sedimentación

$$H_s = \frac{V_s}{A_s}$$

$$H_s = \frac{266,98}{159,53} = 1,67 \text{ m.}$$

- Profundidad espacio libre

$H_{\text{libre}}$ : el mayor entre  $H_s$  y  $H_o + 0,1$

$$H_o + 0,1 = 0,40 \text{ mts.}$$

$$H_s = 1,68 \text{ m}$$

$$H_l = 1,68 \text{ m}$$

- Profundidad digestión y almacenamiento de lodos:

$$H_d = \frac{Vol}{A}$$

$$H_d = \frac{52,07}{159,53} = 0,33 \text{ m} = 0,33 \text{ m}$$

- Profundidad efectiva:

$$H_{te} = H_d + H_l + H_e.$$

$$H_{te} = 0,33 + 1,68 + 0,038 = 2,048 \text{ m} = 2,00 \text{ m}$$

- o Relación largo/ancho: 1/2

ancho = 5,80 m.

largo = 12,15

l/a = 2,10

### 3.15.3. Dimensionamiento de los pozos de absorción

Es la última unidad de tratamiento, para evitar contaminar aguas subterráneas. Su diseño depende de la permeabilidad que presente el terreno en el cual se realizará el desfogue.

El pozo de absorción consiste en una excavación en el terreno, por lo general de 2,00 a 3,00 m. de diámetro. Todo pozo de absorción debe tener una cubierta o losa de concreto armado de 0,20 m. de espesor descansando sobre un brocal o anillo de concreto. A la cubierta se le deja una tapa de inspección como mínimo de 0,60 x 0,60 m. y se conecta a un tubo de ventilación de 4" para la eliminación de gases. Para calcular la dimensión del pozo no debe considerarse el fondo de la excavación como sección filtrante, porque se colmata rápidamente, sino la superficie de las paredes bajo la línea del agua, determinada por el nivel de la tubería de llegada. Conocido el coeficiente de absorción, la profundidad se determina con base en la siguiente fórmula:

$$H = \frac{\text{Área requerida}}{d * \pi}$$

Donde:

Área requerida = área requerida para la infiltración

D = diámetro del pozo

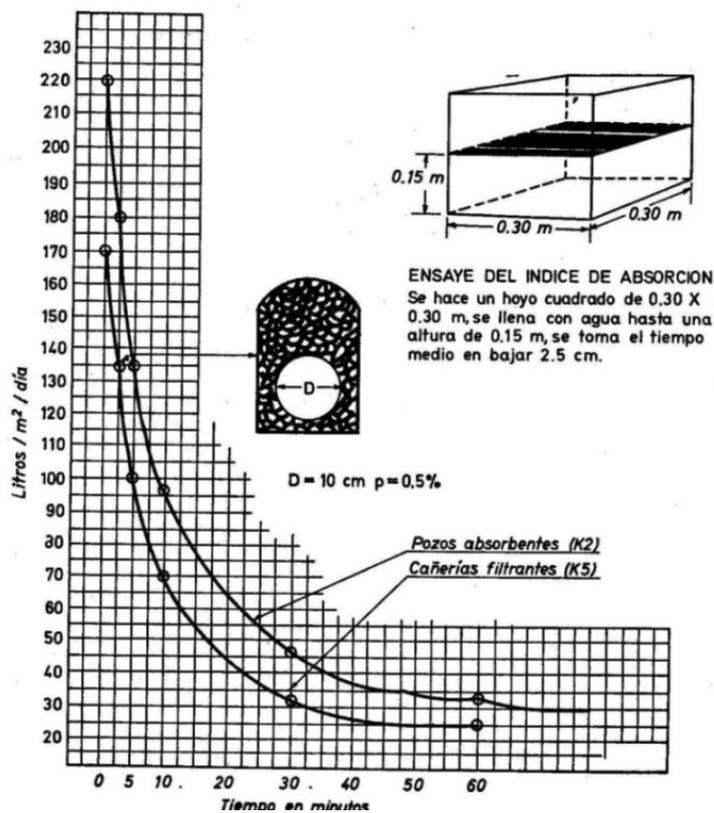
$$\text{Área requerida} = \frac{\text{Aporte de aguas negras} * \text{No. habitantes}}{q}$$

Donde:

Aporte de aguas negras = dotación de agua potable \* factor de retorno

q = factor que depende de la capacidad de absorción del suelo

Figura 5. Coeficientes de absorción del terreno



Fuente: UNDA OPAZO, Francisco. Ingeniería sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública.

p. 283

El factor de filtración del suelo está en función de la velocidad que tarda en bajar el agua 2,5 cm. en el suelo saturado y viene dado por:

$$q = \frac{5}{\sqrt{t}}$$

Donde:

t = tiempo en minutos en que tarda en bajar el agua 2,50 cm. en la prueba de filtración del suelo.

- Dimensionamiento de los pozos

Fosa No. 1

Prueba de infiltración = 2,5 min, según se determina en la gráfica de la Figura 5.

$$q = \frac{5}{\sqrt{2,5}} = 3,20 \text{ gal/dia} * \text{pie}^2$$

$$q = 178,53 \text{ lt / día} * \text{m}^2$$

- Área de absorción

$$A_{\text{abs}} = \frac{A.AN.*No.Hab}{q}$$

$$A_{\text{abs}} = \frac{(120 \text{ lt/hab/dia})*(321)}{178 \text{ lt/d-m}^2} = 215,76 \text{ m}^2$$

$$H = \frac{215,76}{3 * \pi} = 22,89 \text{ mt}$$

Se proponen 3 pozos de absorción de una profundidad de 7,63 m. con un diámetro de 3 m.

### **3.16. Evaluación de impacto ambiental**

Es necesario tomar en cuenta los factores importantes en lo que se refiere al control que se debe brindar en todas las fases del proyecto, con finalidad de disminuir cualquier tipo de riesgo, entre los cuales se mencionan; la seguridad personal, proceso aire-suelo-agua, flora, saneamiento.

#### **3.16.1. En construcción**

En los trabajos de construcción del sistema de drenaje, es importante considerar las siguientes medidas de mitigación para su ejecución:

Nivel atmosférico: la emanación de partículas y polvo son el principal contaminante, cuando se realiza la extracción de tierra, por lo tanto, se deberá de humedecer constantemente el suelo (del sitio y el extraído). Así mismo la contaminación auditiva, producto de la utilización de la maquinaria y equipo, deberá mitigarse realizando los trabajos en horas hábiles.

Nivel lítico: se debe de buscar el acomodamiento correcto del sitio donde se harán los depósitos de tierra, compactando de manera adecuada.

Nivel sanitario: se colocaran letrinas y basureros provisionales, para

utilización de los trabajadores, así se evita contaminar los alrededores y provocar enfermedades o molestias a los vecinos.

Nivel socio-cultural: la circulación peatonal y vehicular podría verse interrumpida, por tal razón, se deberá señalizar e informar los días y horas en que podría suceder.

Nivel ambiental: se tratará la manera de que en la ejecución del proyecto, no se modifique excesivamente el paisaje natural, de lo contrario se reforestara y se mejorara la vegetación.

### **3.16.2. En operación**

En la etapa de funcionamiento del proyecto de drenaje sanitario del caserío San Vicente, es cuando se llegan a generar los impactos ambientales de mayor significado, principalmente en lo relativo a desechos sólidos y líquidos que el sistema recolecta.

### **3.17. Evaluación socioeconómica**

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto o en el caso de la mayoría de proyectos que desarrollan las municipalidades se enfocan en la cantidad de beneficiarios a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada. A continuación se presentan algunos métodos a utilizar:

#### **3.17.1. Valor presente neto (VPN)**

El valor presente neto se calculara como se hizo en el inciso 2.20.1

Costo inicial = Q. 898 568,33

Ingreso inicial = Q. 100,00 \* 87 = Q. 870,00

$$VPN = 12\,900 + 178,80 \left[ \frac{(1 + 0,10)^{22} - 1}{(0,10) * (1 + 0,10)^{22}} \right] = Q. 14\,468,35$$

### 3.17.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Este indicador es utilizado para evaluar el rendimiento de una determinada inversión; en nuestro proyecto, por ser de carácter social, no se obtendrá una tasa interna de retorno atractiva, por lo que el análisis socioeconómico que se efectuará es el de obtener el costo/beneficio del proyecto, el resultado muestra que el proyecto puede ser considerado favorable para la municipalidad, así como, para cualquiera de las instituciones que realizan obras para el beneficio social.

### 3.18. Presupuesto

Tabla VIII. Presupuesto alcantarillado sanitario

<b>PRESUPUESTO</b>					
Proyecto:		ALCANTARILLADO SANITARIO CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS			
Municipio:		ALDEA CHIM			
Departamento:		SAN PEDRO SACATEPEQUEZ			
Fecha:		SAN MARCOS			
		NOVIEMBRE DE 2011			
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	P.U	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1388.96	ML	Q 5.00	Q 6,944.80
2	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	1806.00	ML	Q 79.91	Q 144,312.35
3	COLECTOR GENERAL	1388.96	ML	Q 242.30	Q 336,550.24
4	POZO DE VISITA (Hprom=1.60 m.)	53.00	UNIDAD	Q 3,839.36	Q 203,486.01
5	CANDELAS DOMICILIARES	87.00	UNIDAD	Q 1,099.56	Q 95,661.80
6	FOSA SÉPTICA	2.00	UNIDAD	Q 55,806.56	Q 111,613.13
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 898,568.33</b>

TOTAL EN LETRAS: OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL  
QUINIENTOS SESENTA Y OCHO QUETZALES CON TREINTA Y TRES CTVS.

Fuente: elaboración propia.

## **4. DISEÑO DEL ALCANTARILLADO PLUVIAL PARA CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM.**

### **4.1. Bases de diseño**

Para evacuar las aguas de lluvia en una localidad se hace necesario diseñar y extender una red de colectores para aguas de lluvia, alterna al alcantarillado de aguas residuales en algunos casos.

En el diseño de un sistema de drenaje de agua pluvial, el principal objetivo que se persigue es la determinación, lo más exacta posible de los caudales máximos que provocarán las lluvias y que el sistema deberá desalojar con eficiencia del área drenada. Éstos caudales depende de muchos factores, tanto físicos, geográficos, meteorológicos, etc., que en la práctica presenta gran dificultad para su evaluación debido a su variabilidad.

Los métodos de cálculo de caudales de escorrentía todavía son imprecisos, debido a la falta de información hidrológica que permita correlaciona las diferentes variables, la escorrentía, la topografía, la permeabilidad del suelo, etc. La determinación de los caudales a tener en cuenta en el proyecto de las redes de alcantarillado pluvial puede realizarse por cualquiera de los métodos siguientes:

- Fórmulas empíricas
- El método de la hidrografía
- Método racional

- Estudio de correlación entre lluvia y escorrentía
- El uso de modelos matemáticos en computadoras

#### **4.1.1. Diámetros mínimos**

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados pluviales es de 10” de PVC y 12” de concreto, como lo indica el INFOM.

#### **4.1.2. Velocidades mínimas y máximas**

La velocidad mínima con el caudal de diseño es de 0.60 m/s, la velocidad máxima con el caudal de diseño es de 3.00 m/s, aunque en algunos casos puede ser mayor la velocidad si son tramos cortos.

### **4.2. Diseño hidráulico**

#### **4.2.1. Caudal de diseño**

Para determinar el caudal pluvial, se usa el método racional, cuya fórmula es la siguiente:

$$Q = \frac{CIA}{360} * 1000$$

Donde:

Q = caudal en m<sup>3</sup>/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia en mm/hora

A = área en hectáreas

#### 4.2.1.1. Coeficiente de escorrentía

Es el porcentaje de agua total llovida tomada en consideración, puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial. Esto se debe a la evaporación, infiltración, retención en oquedades del suelo, etc. Por lo que existirá diferente tipo de coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuanto más impermeable sea la superficie.

El coeficiente de escorrentía promedio se calculará así:

$$c = \frac{\sum(c * a)}{\sum a}$$

Donde:

c= Coeficiente de escorrentía de cada una de las áreas parciales

a= Áreas parciales (hectáreas)

C= Coeficiente de escorrentía promedio del área drenada

Tabla IX. Valores indicativos del coeficiente de escorrentía.

Valores de C para superficies	Capacidad de infiltración del suelo		
	Mínimo	Máximo	Adoptado
Techos impermeables	0.70	0.95	0.80
Pavimento de asfalto en buen estado	0.85	0.90	0.9
Superficie sin pavimentos, patios y lotes sin construir.	0.10	0.30	0.3

Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.1.2. Intensidad de lluvia**

La intensidad y duración de las lluvias durante fuertes tormentas son elementos esenciales para el diseño de alcantarillas pluviales, debiendo estos determinarse en la forma más exacta posible con el fin de obtener los caudales de diseño con un grado de aproximación aceptable.

La intensidad media de una tormenta, calculada dividiendo la cantidad total de agua precipitada entre la duración de la lluvia, no da la información necesaria para el diseño. Es necesario hacer un estudio de datos pluviográficos existentes para determinar la intensidad de diseño, en relación con la frecuencia de ocurrencia de la misma.

Los registros pluviográficos son comúnmente deficientes en localidades pequeñas, pudiendo en este caso hacerse uso de información de localidades vecinas o de similares características, las tormentas demasiado intensas son muy raras, pero tormentas fuertes no usuales se presentan con una frecuencia de 5 a 10 años en promedio.

La intensidad para la cual se diseña el sistema de drenajes, debe escogerse con mucho cuidado, pues es en realidad la base en que se fundamenta todo el diseño. Para esto debe contarse con curvas de intensidad de lluvias versus tiempo de duración, para diferentes frecuencias probables de ocurrencia, pues se deberá escoger una intensidad de una frecuencia tal, que el proyecto resulte de esta estimación tenga un costo que compense los daños que provocaría una lluvia de la intensidad adaptada al fallar el sistema.

En el medio se ha adoptado como norma general para alcantarillado de localidades ubicadas en el interior de la república, diseñar los sistemas para

una intensidad que se vea igualada o excedida una vez cada 5 años en promedio.

La intensidad de lluvia será calculada por la fórmula:

$$i = \frac{a}{(t + b)}$$

Donde:

$i$  = intensidad de lluvia promedio sobre el área drenada en mm/hr

$t$  = tiempo de concentración en min.

$a$  y  $b$  = constantes que dependen de la localidad y de la frecuencia de la tormenta para la cual se diseñe.

#### **4.2.1.3. Tiempo de concentración**

Es el tiempo que emplea el agua superficial en descender desde el punto más remoto de la cuenca hasta la sección a estudiar. En tramos iniciales el tiempo de concentración será igual al tiempo de entrada y se estimará en 12 minutos. El tiempo de concentración en minutos se calculará así:

$$T_c = T_1 + \frac{L}{60 * V_1}$$

Donde:

$T_c$  = Tiempo de concentración hasta el tramo considerado

$T_1$  = Tiempo de concentración hasta el tramo anterior

$L$  = Longitud del tramo anterior en metros

$V_1$  = Velocidad a sección llena del tramo anterior

#### **4.2.1.4. Periodo de retorno**

Puede estimarse de acuerdo a la importancia de las áreas y daños que pueda causar a los habitantes, tráfico vehicular, comercios, industrias, etc.

También se puede estimar en función del uso del suelo o tipo de viabilidad.

#### **4.2.1.5. Áreas tributarias**

Las áreas tributarias se calculan en hectáreas, tomando a escala las distancias y dividiendo las manzanas en triángulos, cuyos lados salgan a partir de un punto central hacia los extremos del tramo entre pozos de visita.

De acuerdo con las observaciones e inspecciones hechas en el lugar, se determinó que la longitud promedio que aportaba al drenaje del caserío San Vicente en ambos lados corresponde a 65 m., indicando esto que una medida mayor aporta a otras áreas tributarias.

#### **4.2.2. Pendiente de diseño**

Se calcula de la siguiente forma:

$$S = \frac{\text{cota de terreno final} - \text{cota de terreno inicial}}{\text{longitud del tramo}} * 100$$

#### **4.2.3. Velocidad de flujo a sección llena**

La velocidad de flujo se calculará con la fórmula de Manning:

$$V = \frac{0,003429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

V= velocidad a sección

D= diámetro de la sección circular en pulgadas

S= pendiente del terreno

n= coeficiente de rugosidad

n= 0.015 para tubos de 24 pulgadas y menores

n=0.013 para tubos mayores de 24 pulgadas

#### **4.2.4. Diámetro de la tubería**

En este proyecto de alcantarillado pluvial, el diámetro mínimo es de 10” para tubería de PVC y 12”, para tubería de concreto. Se utilizarán diámetros mayores cuando sea necesario según el caudal de diseño estimado.

#### **4.3. Obras complementarias**

Se diseñan para garantizar el buen funcionamiento del sistema de drenaje.

#### **4.3.1. Pozos de visita**

Sirven para verificar el buen funcionamiento de la red de tubería, así como para efectuar operaciones de limpieza y mantenimiento; se pueden construir de cualquier material, siempre que sea impermeable y duradero, dentro del período de diseño. Se diseñan en los siguientes casos:

- Cambio de diámetro.
- Cambio de pendiente.
- Cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24”.
- Las intersecciones de dos o más tuberías.
- Los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetros de hasta 24”.
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”.

La diferencia de cotas invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será, como mínimo, de 0.03 m.

Cuando el diámetro interior de la tubería que entra a un pozo de visita sea menor que el diámetro interior de la que sale, la diferencia de cotas invert será, como mínimo, la diferencia de dichos diámetros.

#### **4.3.2. Tragantes**

Éstos pueden ser ubicados en los siguientes casos:

- En las partes bajas, al final de cada cuadra, a 3.00 metros antes de la esquina.
- En puntos intermedios de las cuabras, cuando el caudal

acumulado provoque un tirante superior a 0.10 metros.

- Únicamente en aquellas calles que cuenten con pavimento, que hayan recibido o que vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie.
- Únicamente cuando las calles cuenten con bordillo o que se conozcan las cotas definitivas de la rasante.

#### **4.4. Localización de la descarga**

El cuerpo de descarga del drenaje pluvial, será el río Asunción, el cual se encuentra contaminado por aguas residuales, provenientes de los municipios por donde pasa. Actualmente no existe una planta de tratamiento de aguas residuales.

#### **4.5. Ejemplo de cálculo**

Se calculará el drenaje pluvial para el primer tramo de la siguiente manera:

##### **Datos:**

Ci = 500

Cf = 487,40

L = 37,60

Sterr = 33,51%

Área = 0,2248 Hectáreas

Tci = 12 min

- Encontrando la intensidad de lluvia en mm/hora

$$I = \frac{22,01}{Tci + 10,17}$$

$$I = \frac{22,01}{12 + 10,17} = 99,28 \text{ mm/h}$$

- Tomando “c” coeficiente de infiltración como 0,30 porque el área es verde, hallamos el caudal.

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

$$Q = \frac{0,30 * 99,28 * 0,2248}{360} = 0,018598 \text{ m}^3/\text{s} = 18,60 \text{ l/s}$$

Datos asumidos:

$$D = 12''$$

$$\text{Stub} = 33,51\%$$

$$n = 0,01$$

- Encontramos la velocidad a sección llena:

$$VEL_{llena} = \frac{0,003429}{0,01} * D^{2/3} * S^{1/2}$$

$$VEL_{llena} = \frac{0,003429}{0,01} * 12''^{2/3} * 0,3351^{1/2} = 1,040 \text{ m/s}$$

- Encontramos el caudal a sección llena con la fórmula:  $Q = V * A$

$$Q = 1,040 * (12 * 0,0254)^2 * \frac{\pi}{4} = 0,075 \text{ m}^3/\text{s} = 75,915\text{l/s}$$

- Revisando relaciones hidráulicas:

$$q/Q = \frac{18,80}{75,915} = 0,24764$$

$$v/V = 0,817$$

$$vel = 0,817 * 1,040 = 0,85002$$

La velocidad esta en el rango de 0,30m/s y 3m/s.

- Encontrando el tiempo de concentración T2

$$Tc = 12 + \frac{37,60}{60 * 0,85} = 12,53\text{min}$$

$$Cis = 500 - 1,20 = 498,80\text{m}$$

$$Cie = 498,80 - (0,3351 * 37,60) = 487,40\text{m}$$

#### **4.6. Evaluación de impacto ambiental**

El proyecto será sometido a una evaluación ambiental inicial, requerida por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. La actividad a desarrollar se caracteriza como proyecto nuevo, este proyecto se realizará en el área

urbana de la aldea, el mayor riesgo podría estar en la ejecución del movimiento de tierras, por lo que se debe realizar un trabajo ordenado.

#### 4.7. Presupuesto

Tabla X. **Presupuesto alcantarillado pluvial**

### PRESUPUESTO INTEGRADO

Proyecto: ALCANTARILLADO PLUVIAL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS  
 ALDEA CHIM  
 Municipio: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ  
 Departamento: SAN MARCOS  
 Fecha: NOVIEMBRE DE 2011

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	P.U	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	544.00	ML	Q 5.00	Q 2,720.00
2	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	707.00	ML	Q 98.25	Q 69,464.00
3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	544.00	ML	Q 894.93	Q 486,842.04
4	POZO DE VISITA (Hprom=1,70 m)	20.00	UNIDAD	Q 3,421.15	Q 68,422.90
5	CONEXIONES DOMICILIARES	32.00	UNIDAD	Q 1,360.06	Q 43,522.00
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 670,970.94</b>

**TOTAL EN LETRAS: SEICIENTOS SETENTA MIL NOVECIENTOS SETENTA 94/100**

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. El sistema de abastecimiento de agua potable para el cantón San Francisco, propuesto en el presente trabajo de graduación, contribuirá a resolver la problemática que se presenta en el cantón, ya que se contará con un sistema confiable de agua en cantidad y calidad para cubrir las necesidades de los usuarios.
2. El diseño del alcantarillado sanitario y pluvial para el caserío San Vicente, dará solución al problema de aguas servidas, se evitarán enfermedades gastrointestinales.
3. Las propuestas del presente trabajo de graduación pretenden contribuir a la solución de problemas que afectan al cantón San Francisco y al caserío San Vicente, brindando servicios que mejorarán la calidad de vida de sus pobladores.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado como proyección a las comunidades y complemento final a la formación académica, ayuda a mejorar el carácter de quien lo realiza, permite poner en práctica y complementar conocimientos adquiridos durante la formación académica.



## RECOMENDACIONES

1. Dar prioridad a la ejecución de los proyectos diseñados ya que son de necesidad primaria para la salud y bienestar de la población del municipio.
2. Ambas comunidades beneficiadas deben conformar un comité encargado del mantenimiento preventivo asimismo, de la limpieza de ambos sistemas, lo cual permitirá la conservación y el buen funcionamiento de ellos.
3. Establecer medidas de supervisión y control de las fases de ejecución de los proyectos, en áreas propensas a peligros naturales, para mejorar los niveles de mitigación y riesgo.
4. Considerar mano de obra local para la construcción de ambos sistemas, lo cual permitirá empleos a los habitantes de las comunidades y para que dichos habitantes tomen conciencia del buen uso y mantenimiento de los sistemas.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 196 p.
2. CANTER, Larry Wagner. *Manual de evaluación de impacto ambiental*. 2a ed. Madrid: McGraw-Hill, 1998. 80 p.
3. FUENTES DE LEÓN, Hamilton M. *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San Sebastián, municipio de San Marcos, departamento de San Marcos*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 173 p.
4. Instituto de Fomento Municipal, Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: UNEPAR; INFOM, 1997. 82 p.
5. Organización Panamericana de la Salud. *Especificaciones técnicas para la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial*. Lima, Perú: OPS, 1994. 54 p.
6. \_\_\_\_\_. *Guía para el diseño de acueductos en zonas rurales*. Guatemala: OPS, 1994. 67 p.



## APÉNDICES

- A. Diseño hidráulico sistema de abastecimiento de agua potable, cantón San Francisco, aldea Corral Grande, San Pedro Sac. San Marcos.
- B. Presupuesto desglosado del sistema de abastecimiento de agua potable, cantón San Francisco, aldea Corral Grande, San Pedro Sac. San Marcos.
- C. Examen bacteriológico y examen físico químico.
- D. Diseño hidráulico sistema de alcantarillado sanitario, caserío San Vicente Esquipulas, aldea Chim, San Pedro Sac, San Marcos.
- E. Planos sistema de alcantarillado sanitario, caserío San Vicente Esquipulas, aldea Chim, San Pedro Sac. San Marcos.
- F. Presupuesto desglosado del sistema de alcantarillado sanitario, caserío San Vicente Esquipulas, aldea Chim, San Pedro Sac, San Marcos.
- G. Diseño hidráulico del sistema de alcantarillado pluvial, caserío San Vicente Esquipulas, aldea Chim, San Pedro Sac, San Marcos.
- H. Planos del sistema de alcantarillado pluvial, caserío San Vicente Esquipulas, aldea Chim, San Pedro Sac, San Marcos

- I. Presupuesto desglosado del sistema de alcantarillado pluvial, caserío San Vicente Esquipulas, aldea Chim, San Pedro Sac, San Marcos

# PRESUPUESTO

Proyecto: **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO**  
**ALDEA CORRAL GRANDE**  
Municipio: **SAN PEDRO SACATEPEQUEZ**  
Departamento: **SAN MARCOS.**  
Calculo: **JENNER OROZCO**  
**EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO FACULTAD DE INGENIERÍA USAC.**

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	3510.00	ML	Q 4.00	Q 14,040.00	
2	CAPTACIÓN	1.00	UNIDAD	Q 8,181.55	Q 8,181.55	
3	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	3510.00	ML	Q 30.81	Q 108,145.44	
4	TANQUE DE DISTRIBUCION DE 40.00 M3	1.00	UNIDAD	Q 56,803.50	Q 56,803.50	
5	CAJA VALVULA DE AIRE	4.00	UNIDAD	Q 3,472.95	Q 13,891.80	
6	CAJA VALVULA DE LIMPIEZA	6.00	UNIDAD	Q 3,072.98	Q 18,437.90	
7	CAJA VALVULA DE PASO (REG DE Q)	3.00	UNIDAD	Q 2,058.98	Q 6,176.95	
8	CAJAS ROMPEPRESION	8.00	UNIDAD	Q 3,884.56	Q 31,076.50	
9	LINEA DE CONDUCCIÓN	2496.00	TUBOS	Q 37.62	Q 93,900.30	
10	LINEA DE DISTRIBUCION	910.00	TUBOS	Q 33.77	Q 30,732.00	
11	CONEXIONES DOMICILIARES	43.00	UNIDAD	Q 1,454.00	Q 62,522.20	
12	CLORINADOR	1.00	UNIDAD	Q 12,000.00	Q 12,000.00	
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 455,908.14</b>	

## PRESUPUESTO DESGLOSADO

**PROYECTO:** ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO  
 ALDEA CORRAL GRANDE  
**MUNICIPIO:** SAN PEDRO SACATEPEQUEZ  
**DEPARTAMENTO:** SAN MARCOS.  
**FECHA:** nov-11

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL	PRECIO T.
<b>1 TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
		<b>3,510.00</b>	<b>ML</b>			
	Trazo y replanteo topografico	3,510.00	ML	Q 4.00	Q 14,040.00	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>14,040.00</b>
<b>2 CAPTACIÓN</b>						
		<b>U</b>	<b>1.00</b>			
MATERIALES						
	Cemento	25	BOLSAS	Q 70.00	Q 1,750.00	
	Arena de Río	2	m3	Q 175.00	Q 350.00	
	Piedrín	2	m3	Q 220.00	Q 440.00	
	Piedra Bola	2	m3	Q 180.00	Q 360.00	
	Clavo de 3" para madera	5	Lbs.	Q 7.50	Q 37.50	
	Alambre de amarre	5	Lbs.	Q 7.50	Q 37.50	
	Valvula de compuerta 2"	1	Unidad	Q 500.00	Q 500.00	
	Alambre espinado	1	Rollo	Q 300.00	Q 300.00	
	Hierro de 1/4"	0.4	qq	Q 405.00	Q 162.00	
	Hierro de 3/8"	1	qq	Q 405.00	Q 405.00	
	Hierro de 1/2"	0.5	qq	Q 405.00	Q 202.50	
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>4,544.50</b>
MANO DE OBRA CALIFICADA						
	Excavación	1.00	m3	Q 20.00	Q 20.00	
	Fundición de muros	4.00	m3	Q 60.00	Q 240.00	
	Fundición de tapadera	1.00	Unidad	Q 300.00	Q 300.00	
	Instalación de accesorios	1.00	Unidad	Q 500.00	Q 500.00	
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>1,060.00</b>
	<b>Ayudante</b>			50%	Q 530.00	
	<b>Prestaciones</b>			15%	Q 159.00	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>1,749.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>6,293.50</b>
<b>INDIRECTOS</b>					<b>30%</b>	<b>Q 1,888.05</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>8,181.55</b>

<b>3 EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA 3,510.00 ML</b>						
MATERIALES						
<b>TOTAL MATERIALES</b>						
MANO DE OBRA CALIFICADA						
excavación de la zanja	1,825.00	M3	Q	15.00	Q	27,375.00
Relleno de la Zanja	1,789.00	M3	Q	12.00	Q	21,468.00
Compactación	210.00	M3	Q	15.00	Q	3,150.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA Q 51,993.00</b>						
Ayudante 45% Q 23,396.85						
Prestaciones 15% Q 7,798.95						
<b>TOTAL MANO DE OBRA Q 83,188.80</b>						
<b>TOTAL COSTO DIRECTO Q 83,188.80</b>						
INDIRECTOS 30% Q 24,956.64						
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON Q 108,145.44</b>						

<b>4 TANQUE DE DISTRIBUCION DE 40.00 M3 U 1.00</b>						
MATERIALES						
Cemento	250	sacos	Q	70.00	Q	17,500.00
Arena de Río	15	m3	Q	175.00	Q	2,625.00
Piedrín	4	m3	Q	220.00	Q	880.00
Piedra Bola	40	m3	Q	180.00	Q	7,200.00
Tablas de 1"x12"x9'	2	doc	Q	300.00	Q	600.00
Parales de 3"x3"x9'	2	doc	Q	300.00	Q	600.00
Clavo de 3" para madera	20	Lbs.	Q	7.50	Q	150.00
Alambre de amarre	20	Lbs.	Q	7.50	Q	150.00
Hierro de 1/4"	2	qq	Q	405.00	Q	810.00
Hierro de 3/8"	6	qq	Q	405.00	Q	2,430.00
Hierro de 1/2"	2	qq	Q	405.00	Q	810.00
Válvula de compuerta de 2"	2	U	Q	250.00	Q	500.00
Tubería pvc de drenaje de 3"	2	tubos	Q	110.00	Q	220.00
Codos pvc de 2" x 90º	2	U	Q	12.00	Q	24.00
Adaptador hembra pvc de 2"	2	U	Q	15.00	Q	30.00
Adaptador macho pvc de 2"	2	U	Q	20.00	Q	40.00
Pichacha plástica de 2"	2	U	Q	150.00	Q	300.00
Candados de 60 mm	1	U	Q	90.00	Q	90.00
<b>TOTAL DE MATERIALES Q 34,959.00</b>						

MANO DE OBRA						
Excavación para tanque de dist.	30	m3	Q	28.00	Q	840.00
Muros de concreto ciclopeo	20	m3	Q	72.00	Q	1,440.00
Fundición de piso	16	m2	Q	35.00	Q	560.00
Fundición de tapadera	1	m2	Q	40.00	Q	40.00
Instalación de accesorios	1	U	Q	1,300.00	Q	1,300.00
Losa de concreto armado	16	m2	Q	80.00	Q	1,280.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q 5,460.00</b>
		<b>Ayudante</b>		45%	Q	2,457.00
		<b>Prestaciones</b>		15%	Q	819.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q 8,736.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>						<b>Q 43,695.00</b>
<b>INDIRECTOS</b>						<b>30% Q 13,108.50</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q 56,803.50</b>

5 CAJA VALVULA DE AIRE 4.00 U.						
MATERIALES						
cemento	20.00	sacos	Q	70.00	Q	1,400.00
arena de rio	5.00	m3	Q	175.00	Q	875.00
pedrin	4.00	m3	Q	220.00	Q	880.00
piedra bola	2.00	m3	Q	180.00	Q	360.00
tablas de 1" * 12" * 9'	1.00	doc	Q	425.00	Q	425.00
clavo de 3"	5.00	Lbs	Q	7.50	Q	37.50
alambre de amarre	5.00	libras	Q	7.50	Q	37.50
hierro No.3	15.00	varillas	Q	35.00	Q	525.00
valvula de aire	4.00	u	Q	450.00	Q	1,800.00
tee pvc	1.00	u	Q	40.00	Q	40.00
Reductor bushing	4.00	u	Q	60.00	Q	240.00
candados de 50 mm	4.00	u	Q	90.00	Q	360.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>						<b>Q 6,980.00</b>
MANO DE OBRA						
Excavación	5.00	m3	Q	40.00	Q	200.00
Fundición de caja	4.00	U	Q	200.00	Q	800.00
Fundición de tapadera	4.00	U	Q	95.00	Q	380.00
Instalación de accesorios	4.00	U	Q	200.00	Q	800.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q 2,180.00</b>
		<b>Ayudante</b>		55%	Q	1,199.00
		<b>Prestaciones</b>		15%	Q	327.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>						<b>Q 3,706.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>						<b>Q 10,686.00</b>
<b>INDIRECTOS</b>						<b>30% Q 3,205.80</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q 13,891.80</b>

6 CAJA VALVULA DE LIMPIEZA		6.00	U			
cemento	20.00	sacos	Q	70.00	Q	1,400.00
arena de rio	5.00	m3	Q	175.00	Q	875.00
pedrin	5.00	m3	Q	220.00	Q	1,100.00
pedra bola	8.00	m3	Q	180.00	Q	1,440.00
tablas de 1" * 12" * 9'	1.00	doc	Q	425.00	Q	425.00
clavo de 3"	20.00	libras	Q	7.50	Q	150.00
alambre de amarre	20.00	libras	Q	7.50	Q	150.00
hierro No.3	22.00	varillas	Q	35.00	Q	770.00
valvula de compuerta	6.00	u	Q	250.00	Q	1,500.00
tee pvc	6.00	u	Q	40.00	Q	240.00
candados de 50 mm	6.00	u	Q	90.00	Q	540.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>		<b>8,590.00</b>
MANO DE OBRA						
Excavación	8.00	m3	Q	40.00	Q	320.00
Fundición de caja	6.00	U	Q	200.00	Q	1,200.00
Fundición de tapadera	6.00	U	Q	95.00	Q	570.00
Instalación de accesorios	6.00	U	Q	200.00	Q	1,200.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>		<b>3,290.00</b>
<b>Ayudante</b>				55%	Q	1,809.50
<b>Prestaciones</b>				15%	Q	493.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>		<b>5,593.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>Q</b>		<b>14,183.00</b>
<b>INDIRECTOS</b>				30%	Q	4,254.90
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>		<b>18,437.90</b>

7 CAJA VALVULA DE PASO (REG DE Q)		3.00	U			
cemento	6.00	sacos	Q	70.00	Q	420.00
arena de rio	1.50	m3	Q	175.00	Q	262.50
pedrin	1.00	m3	Q	220.00	Q	220.00
clavo de 3"	15.00	libras	Q	7.50	Q	112.50
alambre de amarre	15.00	libras	Q	7.50	Q	112.50
hierro No.3	20.00	varillas	Q	35.00	Q	700.00
valvula de compuerta	3.00	u	Q	250.00	Q	750.00
tee pvc	3.00	u	Q	40.00	Q	120.00
candados de 50 mm	3.00	u	Q	90.00	Q	270.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>		<b>2,967.50</b>
MANO DE OBRA						
Excavación	2.00	m3	Q	40.00	Q	80.00
Fundición de caja	3.00	U	Q	150.00	Q	450.00
Fundición de tapadera	3.00	U	Q	95.00	Q	285.00
Instalación de accesorios	3.00	U	Q	100.00	Q	300.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>		<b>1,115.00</b>
<b>Ayudante</b>				45%	Q	501.75
<b>Prestaciones</b>				15%	Q	167.25
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>		<b>1,784.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>Q</b>		<b>4,751.50</b>
<b>INDIRECTOS</b>				30%	Q	1,425.45
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>		<b>6,176.95</b>

7 CAJAS ROMPEPRESION		8.00	U			
cemento	50.00	sacos	Q	70.00	3,500.00	
arena de rio	6.00	m3	Q	175.00	1,050.00	
pedrin	6.00	m3	Q	220.00	1,320.00	
pedra bola	8.00	m3	Q	180.00	1,440.00	
tablas de 1" * 12" * 9'	1.00	doc	Q	425.00	425.00	
clavo de 3"	20.00	libras	Q	7.50	150.00	
alambre de amarre	20.00	libras	Q	7.50	150.00	
hierro No.4	30.00	varillas	Q	65.00	1,950.00	
hierro No.3	60.00	varillas	Q	35.00	2,100.00	
hierro No.2	30.00	varillas	Q	18.00	540.00	
valvula de compuerta	8.00	u	Q	250.00	2,000.00	
Pichacha plastica	8.00	u	Q	100.00	800.00	
Tee pvc	8.00	u	Q	35.00	280.00	
candados de 50 mm	8.00	u	Q	90.00	720.00	
<b>TOTAL MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>16,425.00</b>	
MANO DE OBRA						
Excavación	10.00	m3	Q	40.00	400.00	
Fundición de caja	8.00	U	Q	250.00	2,000.00	
Fundición de tapadera	8.00	U	Q	150.00	1,200.00	
Instalación de accesorios	8.00	U	Q	100.00	800.00	
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>4,400.00</b>	
<b>Ayudante</b>				55%	Q	2,420.00
<b>Prestaciones</b>				15%	Q	660.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>7,480.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>Q</b>	<b>23,905.00</b>	
<b>INDIRECTOS</b>				30%	Q	7,171.50
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>31,076.50</b>	

<b>8 LINEA DE CONDUCCIÓN</b>		<b>2,496.00</b>	<b>ML</b>			
tuberia pvc de 2" 160 psi	67.00	tubo	Q 130.00	Q	8,710.00	
tuberia pvc de 1 1/2" 160 psi	143.00	tubo	Q 96.50	Q	13,799.50	
tuberia pvc de 1 1/4" 160 psi	100.00	tubo	Q 65.00	Q	6,500.00	
tuberia pvc de 1" 160 psi	15.00	tubo	Q 55.00	Q	825.00	
tuberia pvc de 1" 250 psi	67.00	tubo	Q 62.00	Q	4,154.00	
tuberia pvc de 3/4" 250 psi	24.00	tubo	Q 55.00	Q	1,320.00	
Accesorios	1.00	Global	Q 20,000.00	Q	20,000.00	
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>55,308.50</b>	
MANO DE OBRA						
Instalación tubería pvc 2"	67.00	Tubos	Q 25.00	Q	1,675.00	
Instalación tubería pvc 1 1/2"	143.00	Tubos	Q 25.00	Q	3,575.00	
Instalación tubería pvc 1 1/4"	100.00	Tubos	Q 23.00	Q	2,300.00	
Instalación tubería pvc 1"	82.00	Tubos	Q 20.00	Q	1,640.00	
Instalación tubería pvc 3/4"	24.00	Tubos	Q 20.00	Q	480.00	
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>9,670.00</b>	
<b>Ayudante</b>			60%	Q	5,802.00	
<b>Prestaciones</b>			15%	Q	1,450.50	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>16,922.50</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>Q</b>	<b>72,231.00</b>	
<b>INDIRECTOS</b>			30%	Q	21,669.30	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>93,900.30</b>	

<b>9 LINEA DE DISTRIBUCION</b>		<b>910.00</b>	<b>ML</b>			
tuberia pvc de 3/4" 160 psi	143.00	tubo	Q 55.00	Q	7,865.00	
tuberia pvc de 1/2" 160 psi	11.00	tubo	Q 35.00	Q	385.00	
Accesorios	1.00	Global	Q 10,000.00	Q	10,000.00	
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>18,250.00</b>	
MANO DE OBRA						
Instalación tubería pvc 3/4"	143.00	Tubos	Q 20.00	Q	2,860.00	
Instalación tubería pvc 1/2"	11.00	Tubos	Q 20.00	Q	220.00	
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>3,080.00</b>	
<b>Ayudante</b>			60%	Q	1,848.00	
<b>Prestaciones</b>			15%	Q	462.00	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>5,390.00</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>Q</b>	<b>23,640.00</b>	
<b>INDIRECTOS</b>			30%	Q	7,092.00	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>30,732.00</b>	

10 CONEXIONES DOMICILIARES		43.00	Casas			
cemento	100.00	sacos	Q	73.00	Q	7,300.00
arena de rio	12.00	m3	Q	250.00	Q	3,000.00
pedrin	12.00	m3	Q	250.00	Q	3,000.00
piedra bola	40.00	m3	Q	180.00	Q	7,200.00
alambre de amarre	25.00	libras	Q	7.50	Q	187.50
hierro No.2	16.00	varillas	Q	35.00	Q	560.00
Llaves de chorro de bronce 1/2"	43.00	u	Q	75.00	Q	3,225.00
Tubo PVC 1/2" 315 psi	100.00	u	Q	32.80	Q	3,280.00
Codos de pvc 1/2 90°	86.00	u	Q	4.00	Q	344.00
Llaves de paso de bronce 1/2"	43.00	u	Q	75.00	Q	3,225.00
Accesorios	1.00	global	Q	3,000.00	Q	3,000.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>34,321.50</b>
MANO DE OBRA						
Instalación tubería pvc 1/2"	100.00	Tubos	Q	20.00	Q	2,000.00
Accesorios	1.00	U	Q	2,000.00	Q	2,000.00
Armado y fundición de caja	43.00	U	Q	90.00	Q	3,870.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>7,870.00</b>
		<b>Ayudante</b>		60%	Q	4,722.00
		<b>Prestaciones</b>		15%	Q	1,180.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>13,772.50</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>48,094.00</b>
<b>INDIRECTOS</b>				<b>30%</b>	<b>Q</b>	<b>14,428.20</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>62,522.20</b>

BASES DE DISEÑO		
TIPO DE PROYECTO :	POR GRAVEDAD	
TIPO DE DISTRIBUCION:	CONEXIONES DOMICILIARES	
VIVIENDAS ACTUALES (AÑO 2011):	43	VIVIENDAS
DENSIDAD DE POBLACION ASUMIDA:	6	HABITANTES/VIVIENDA
POBLACION ACTUAL (AÑO 2011):	258	HABITANTES
VIVIENDAS FUTURAS (AÑO):	78	VIVIENDAS
POBLACION FUTURA (AÑO 2031):	466	HABITANTES
PERIODO DE DISEÑO:	20	AÑOS
TASA DE CRECIMIENTO:	3.00%	PORCENTAJE
DOTACION ASUMIDA:	70	LITROS/HABITANTE/DIA
AFORO NACIMIENTO	1.29	LITROS/SEG
FECHA DE AFOROS :	2011	AÑO
CAUDAL EFECTIVO:	1.161	LITROS/SEG
CAUDAL MEDIO DIARIO (Qmd):	0.38	Litros/Seg
FACTOR DIA MAXIMO ASUMIDO (Fdm):	1.2	Factor utilizado para conduccion
FACTOR HORA MAXIMA ASUMIDO (Fhm):	2.2	factor utilizado para distribucion
CAUDAL DE DIA MAXIMO:	0.46	Litros/Seg
CAUDAL DE HORA MAXIMA (QHM):	0.84	Litros/Seg
ALMACENAMIENTO:	15	m <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE ALMACEMIENTO:	40%	PORCENTAJE
COEFICIENTE HAZEN-WILLIAMS:	150	PARA TUBERIA PVC
	110	PARA TUBERIA HG

POBLACIÓN FUTURA	466	HABITANTES
VIVIENDAS FUTURAS	78	VIVIENDAS

CAUDAL MEDIO DIARIO	0.38	LTS/SEG
Fdm	1.2	
CAUDAL MÁX. DIARIO	0.46	LTS/SEG

CAUDAL DE HORA MÁXIMA	0.84	LTS/SEG
-----------------------	------	---------

CAUDAL DE VIVIENDA	0.020	LTS/SEG
CANTIDAD DE VIVIENDAS ACTUALES	43	VIVIENDAS

RAMAL PRINCIPAL		
No. VIVIENDAS	30	VIVIENDAS
Qdiseño	0.606	LTS/SEG

RAMAL No. 1		
No. VIVIENDAS	5	VIVIENDAS
Qdiseño	0.1	LTS/SEG

RAMAL No. 2		
No. VIVIENDAS	4	VIVIENDAS
Qdiseño	0.08	LTS/SEG

RAMAL No. 3		
No. VIVIENDAS	4	VIVIENDAS
Qdiseño	0.08	LTS/SEG

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.

TABLA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR GRAVEDAD

EPESISTA: JENNER DANIEL OROZCO MIRANDA

NOMBRE: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN SAN FRANCISCO ALDEA CORRAL GRANDE

MUNICIPIO: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

CALCULO: JENNER DANIEL OROZCO M.

INTERESADO: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SAC.

FECHA: NOVIEMBRE DE 2011

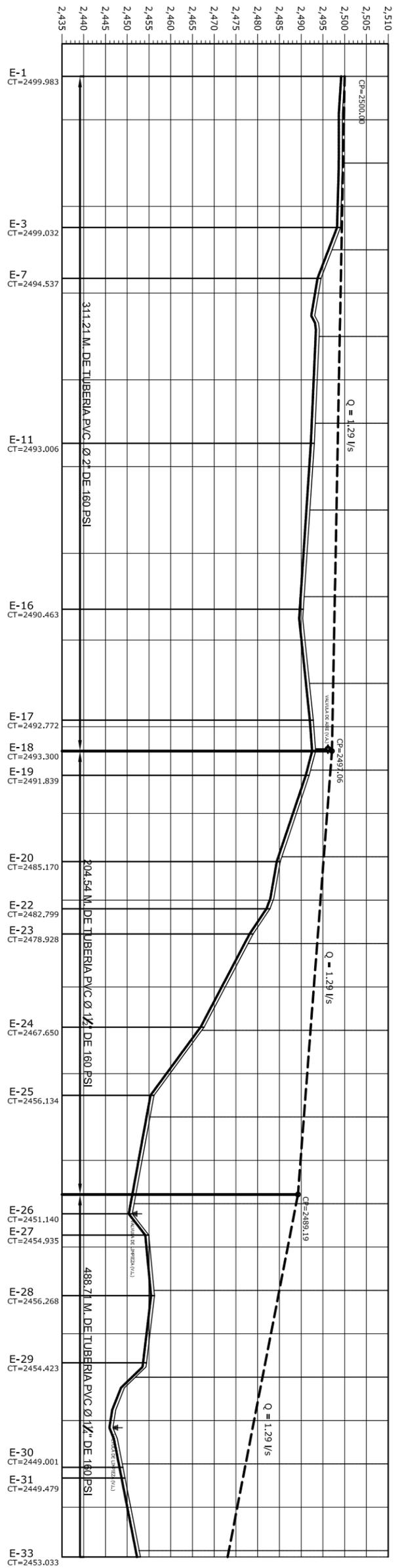
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

TRAMO		LONG. [MTS]	COTA DE TERRENO		HF [MTS]	Q [LT/SEG]	CLASE [PSI]	DIÁMETRO [PLG.]	DIÁMETRO PROPUESTO		Hf (por c/diámetro)		Long. (por c/diámetro)		Hf (REALES)		HF [MTS]	PIEZOMÉTRICA TRAMO INICIAL		PIEZOMÉTRICA TRAMO FINAL		Velocidad [lts/seg]	
EST.	P.O.		Inicial	Final					Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor		Φmenor	Φmayor	Inicial	Final	Inicial	Final
E-0	E-18	311.21	2500	2493.2	6.8	1.29	160	1.68		2		2.94					OK	2500	2497.06				0.636615
E-18	E-42	711.24	2497.06	2442	55.06	1.29	160	1.3	1.25	1.5	66.31	27.29	531.49	215.31	47.19	7.87	OK	2497.06	2489.19	2489.19	2442	1.6297344	1.13176
e-42	E-62	637.55	2438.54	2416	22.54	1.29	160	1.53	1.5	2	24.46	6.03	599.69	69.74	21.91	0.63	OK	2438.54	2437.91	2437.91	2416	1.13176	0.636615
E-62	E-74	224.67	2412.23	2318	94.23	1.29	250	0.92	0.75	1	252.06	62.09	39.91	195.99	42.64	51.59	OK	2412.23	2360.64	2360.64	2318	4.52704	2.54646
E-74	E-86	265.72	2314.18	2166	148.18	1.29	250	0.87	0.75	1	298.12	73.44	92.81	186.2	99.17	49.01	OK	2314.18	2265.17	2265.17	2166	4.52704	2.54646
E-86	E-91	122.59	2162.1	2136	26.1	1.29	160	1.06	1	1.25	33.88	11.43	84.11	44.61	22.14	3.96	OK	2162.1	2158.14	2158.14	2136	2.54646	1.6297344

LINEA DE DISTRIBUCIÓN

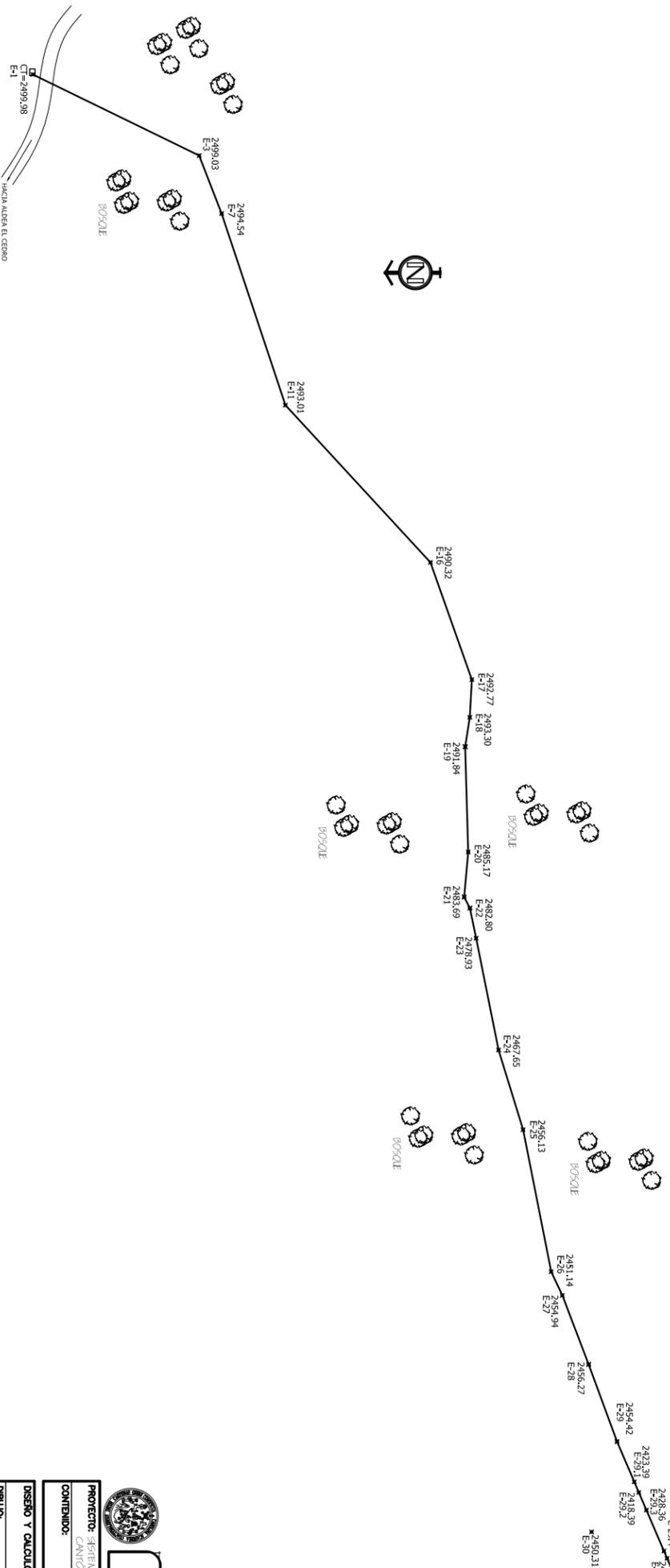
TRAMO		LONG. [MTS]	COTA DE TERRENO		HF [MTS]	Q [LT/SEG]	CLASE [PSI]	DIÁMETRO [PLG.]	DIÁMETRO PROPUESTO		Hf (por c/diámetro)		Long. (por c/diámetro)		Hf (REALES)		HF [MTS]	PIEZOMÉTRICA TRAMO INICIAL		PIEZOMÉTRICA TRAMO FINAL		Velocidad [lts/seg]	
EST.	P.O.		Inicial	Final					Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor	Φmenor	Φmayor		Φmenor	Φmayor	Inicial	Final	Inicial	Final
E-91	E-99	80.00	2132.82	2092	40.82	0.606	160	0.66	0.5	0.75	159.81	22.18	11.38	72.62	21.65	19.18	OK	2132.82	2113.64	2113.64	2091.99	4.784976	2.126656
E-99	E-114	135.85	2089.41	2039	50.41	0.606	160	0.71	0.5	0.75	271.38	37.67	7.78	134.86	14.8	35.62	OK	2089.41	2053.79	2053.79	2038.99	4.784976	2.126656
E-114	E-135	220.22	2036.43	1970	66.43	0.506	160	0.69	0.5	0.75	315.12	43.74	19.33	211.9	26.34	40.09	OK	2036.43	1996.34	1996.34	1970	3.995376	1.7757227
e-135	E-158	210.67	1967.74	1930	37.74	0.446	160	0.73	0.5	0.75	238.68	33.13	4.96	216.24	5.35	32.39	OK	1967.74	1935.35	1935.35	1930	3.521616	1.5651627
e-158	E-169	177.59	1926.94	1881.78	45.16	0.446	160	0.68	0.5	0.75	201.2	27.93	18.54	177.59	20	26.6	UEAR PÉRD	1926.94	1899.01	1899.01	1879.01	3.521616	1.5651627





**PLANTA PERFIL**

LINEA DE CONDUCCION  
 ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
 ESCALA VERTICAL 1/500



SIMBOLOGIA	
	CAPTACION BROTE
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPRESION
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	PASO DE ZANCON TIPO "B"
	PASO AEREO "X" mts.
	TANQUE DE SUCCION

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN  
 MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUAS  
 MUNICIPALES DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

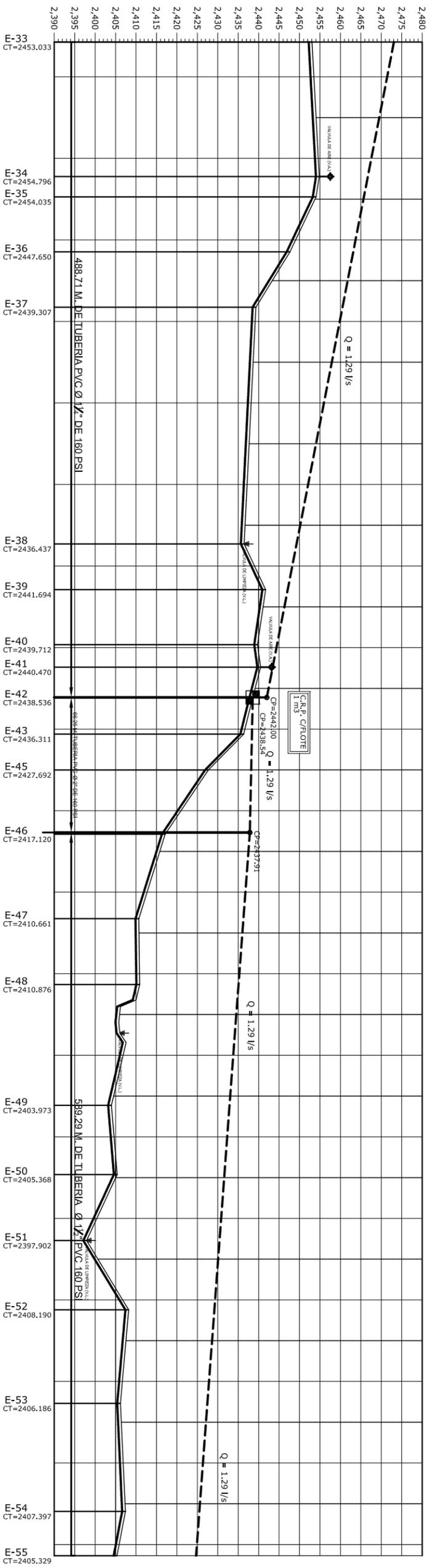
**PROYECTO:** SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 CANTON SAN FRANCISCO ALBA CORRAL GRANDE.

**CONTENIDO:** PLANTA + PERFIL

**ESCALA:** INDICADA  
**FECHA:** NOV 2011

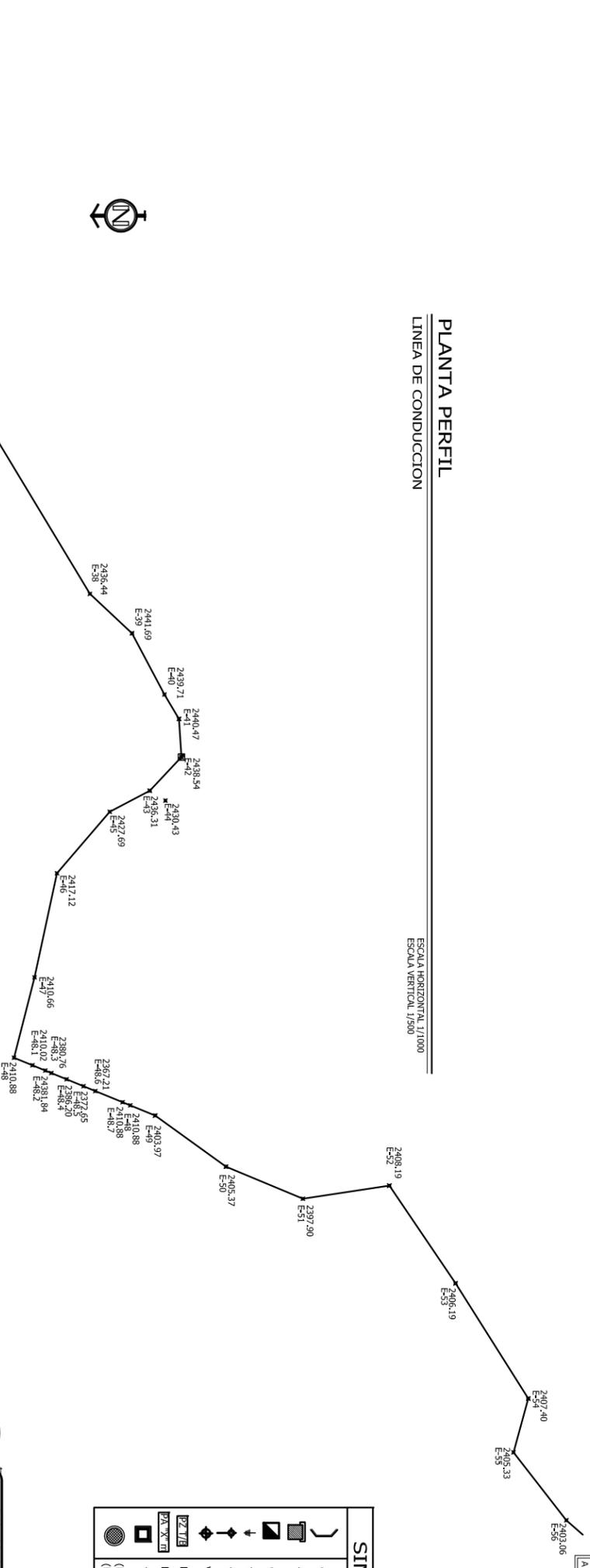
**DISEÑO Y CALCULO:** ENER PANEI, OROZCO  
**DEBLUDO:** ENER PANEI, OROZCO

**PLANO No.:** 2 / 10



**PLANTA PERFIL**  
LINEA DE CONDUCCION

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



SIMBOLOGIA	
	CAPTACION BROTE
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPERRESION
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE COMPUERTERIA (V.C.)
	PASO DE ZANON TIPO "B"
	PASO AEREO "X" mts.
	TANQUE DE SUCION
	P2, "Pn" PASO DE ZANON TIPO "B" (P.A. 40m) PASO AEREO DE 40mts.

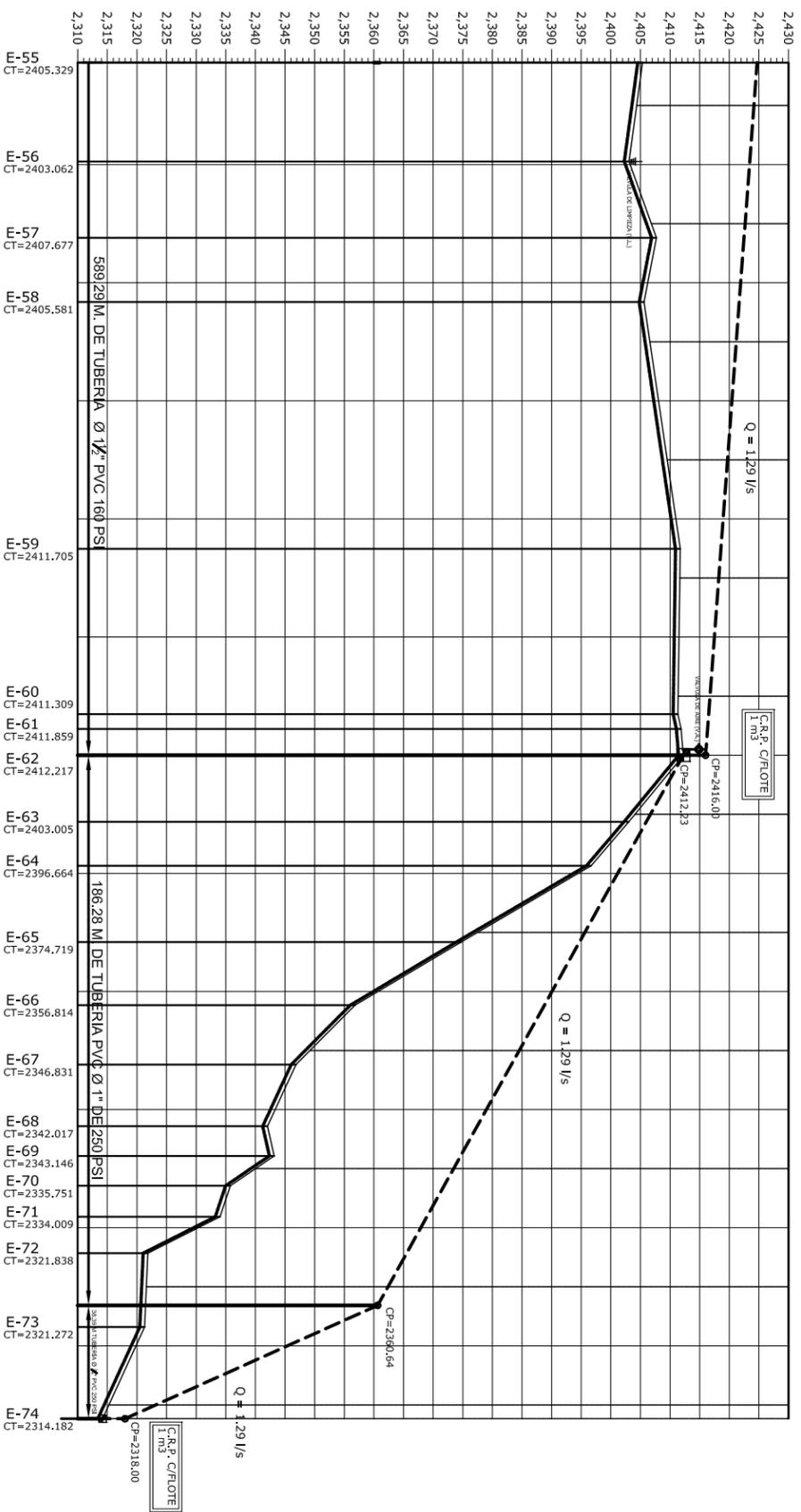
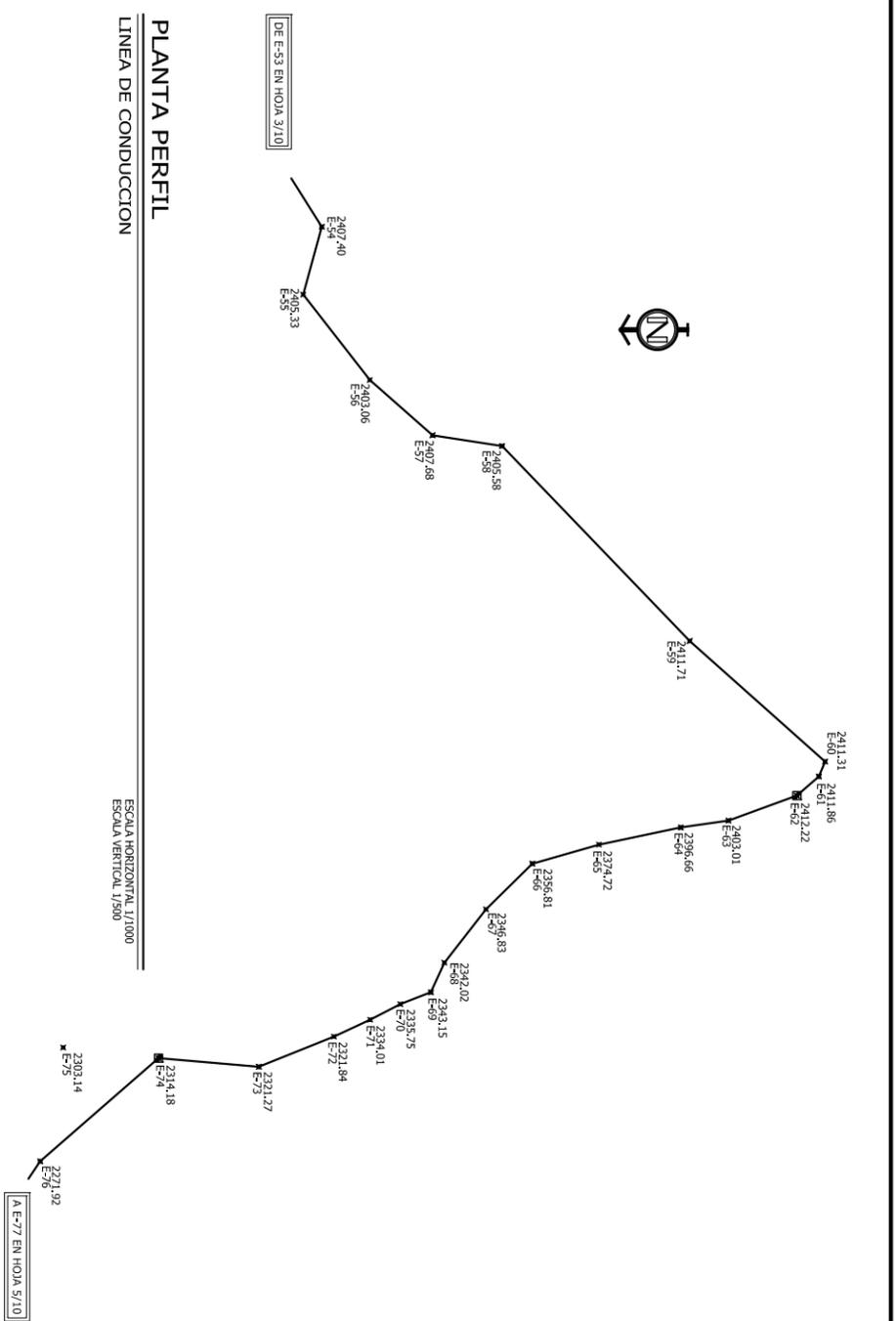


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS  
NOV 2011

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PORTABLE  
CANTON SAN FRANCISCO ALDEA COBAL GRANDE.  
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL  
DISEÑO Y CALCULO: ENER PANEI, OROZCO  
DIBUJO: ENER PANEI, OROZCO  
PLANO No. 3/10

DE E-32 EN HOJA 2/10

4/2011  
ENCUENTRO DE AGUAS  
ENCUENTRO DE AGUAS



**SIMBOLOGIA**

	CAPTACION BROTE
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CUA COMPRESION
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	PASO DE ZANDON TIPO "B"
	PASO AEREO "x" mts.
	TANQUE DE SUCCION
	PZ/TB
	PA/X/10
	(P.Z. "B") PASO DE ZANDON TIPO "B" (P.A. 40m) PASO AEREO DE 40mts.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN  
 MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS

**PROYECTO:** SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 CANTON SAN FRANCISCO ALPES COBAY GRANDE.

**CONTENIDO:** PLANTA + PERFIL

**DISEÑO Y CALCULO:** JENNER PANEI, OROZCO

**DIBUJO:** JENNER PANEI, OROZCO

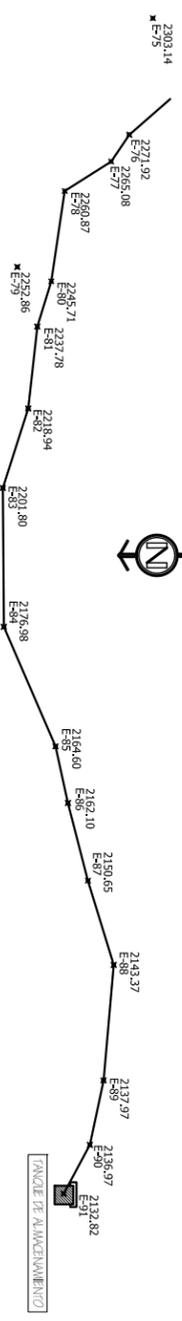
**PLANO No. 4/10**

**FECHA:** NOV 2011

**INDICADA**

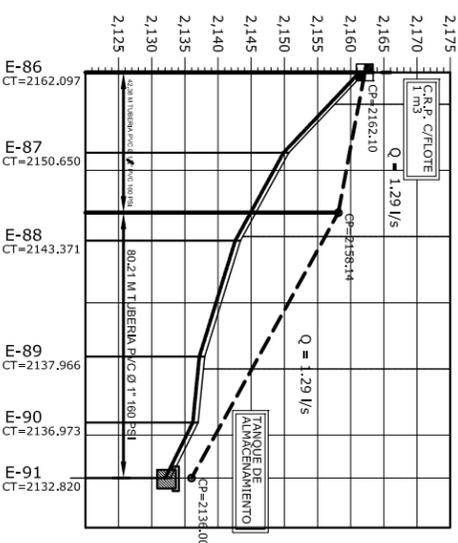
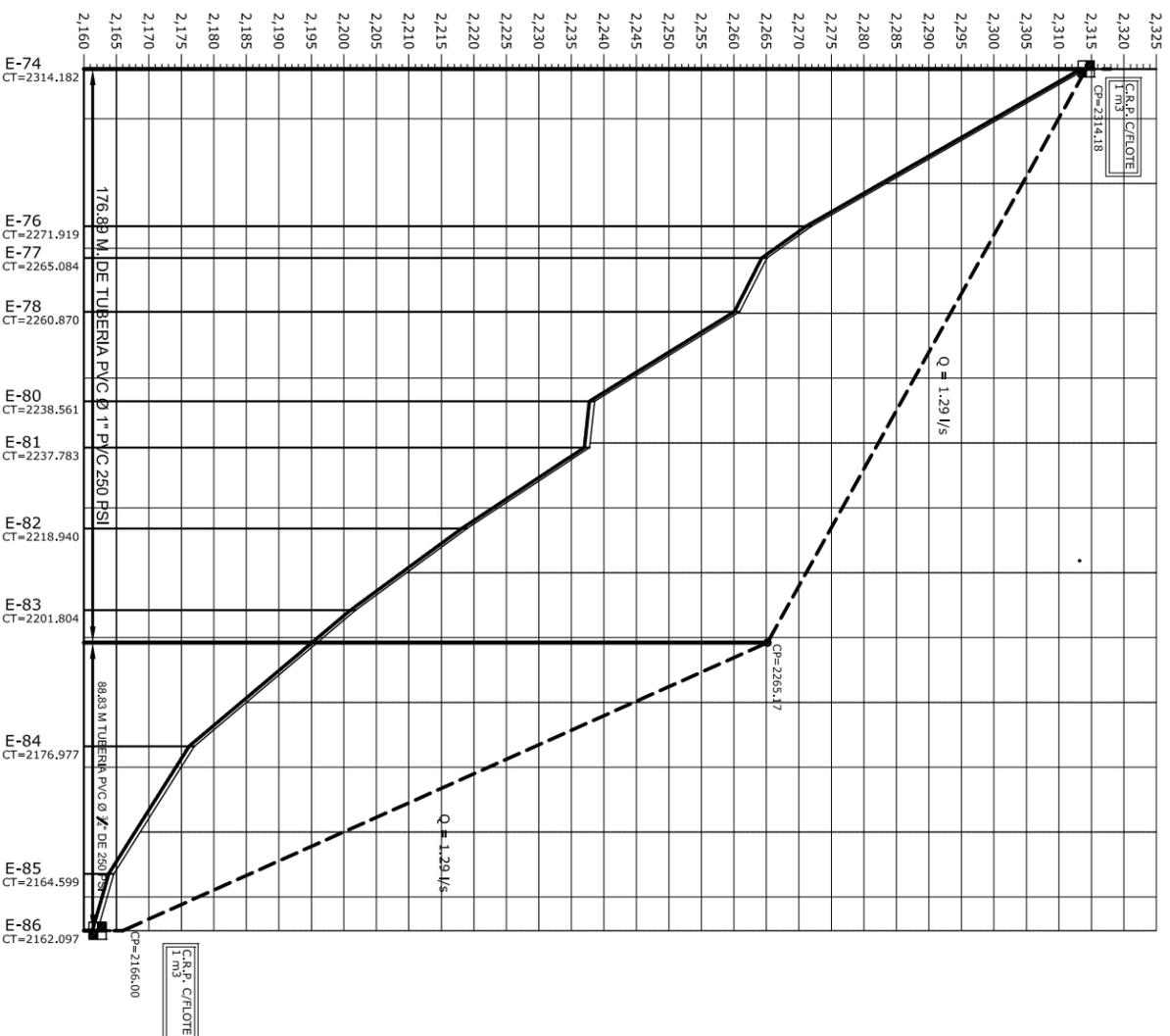
**ESCALA:**

DE E-74 EN HOJA 4/10



**PLANTA PERFIL**  
LINEA DE CONDUCCION

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



SIMBOLOGIA	
	CAPTACION BROTE
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CUA ROMPRESSION
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	PASO DE ZANON TIPO "B"
	PASO AEREO "x" mts.
	TANQUE DE SICCACION
	(P.Z. "B") PASO DE ZANON TIPO "B" (P.A. 40m) PASO AEREO DE 40mts.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS

**PROYECTO:** SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
CANTON SAN FRANCISCO ALPEA COBAL GRANDE.

**CONTENIDO:** PLANTA + PERFIL

**DISEÑO Y CALCULO:** JENNER PANEI, OROZCO

**DIBUJO:** JENNER PANEI, OROZCO

**ESCALA:** INDICADA

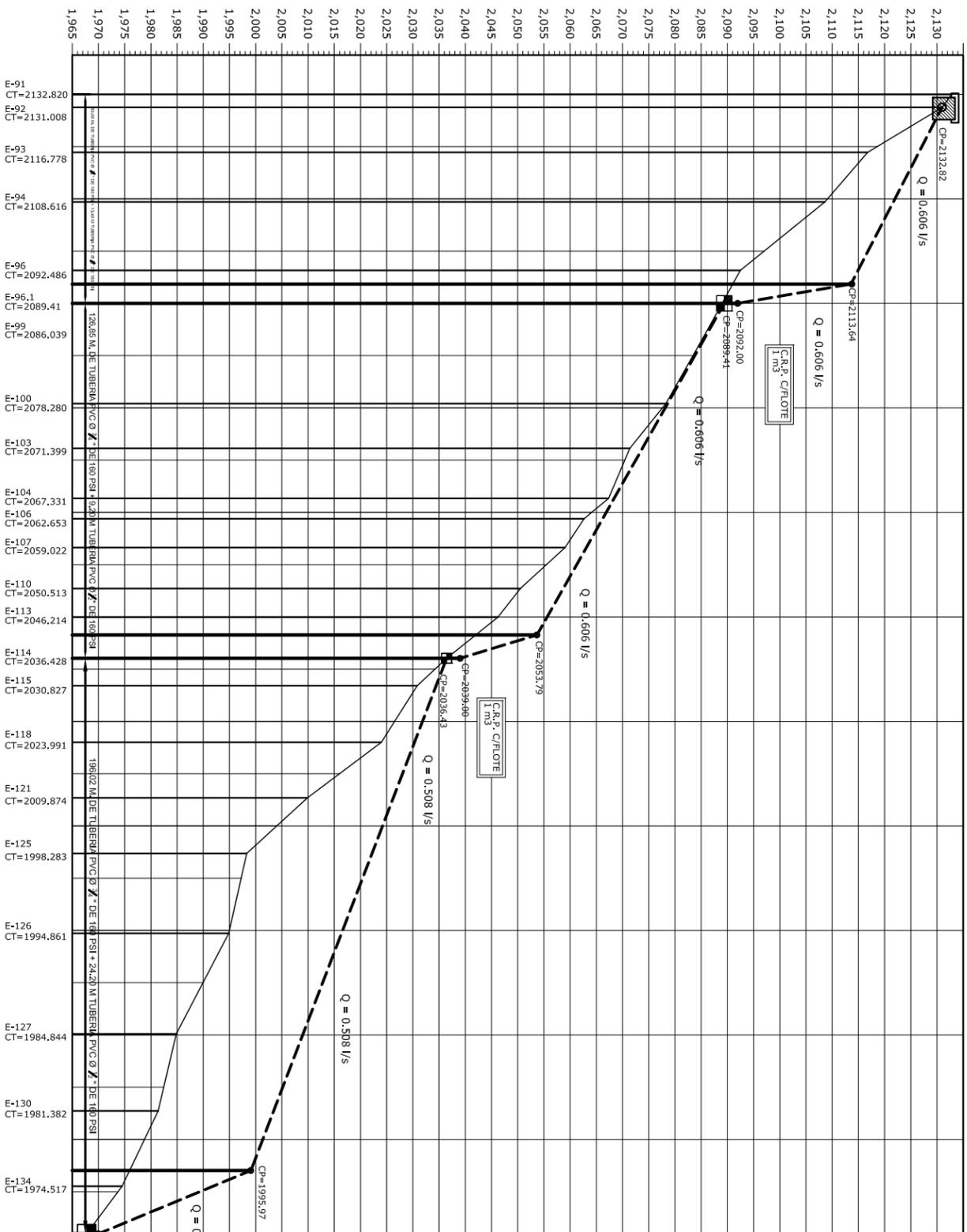
**FECHA:** NOV 2011

**PLANO No.:** 5/10

**SIMBOLOGIA**

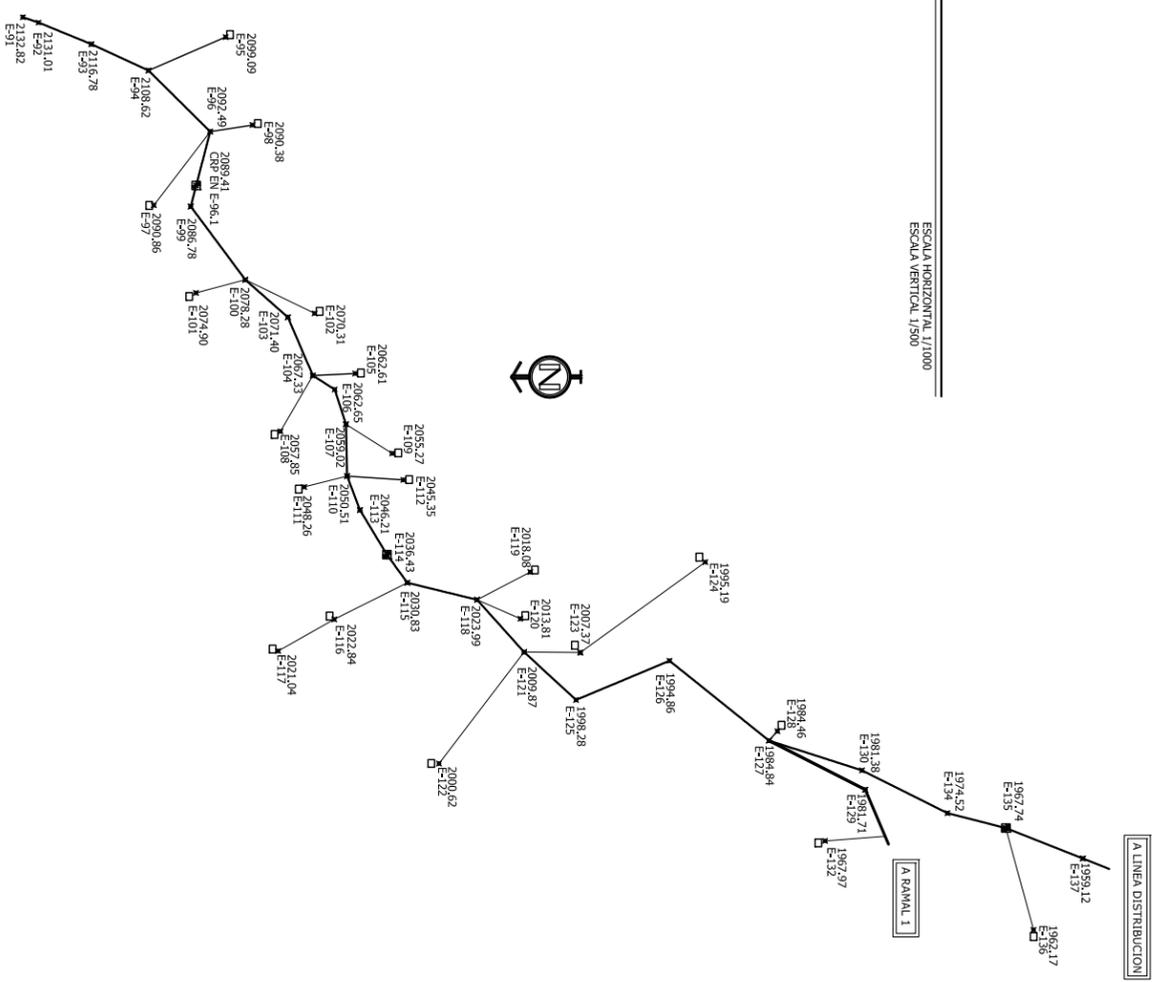
	CAPTACION BROTE
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAMA COMPRESION
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	PASO DE ZANON TIPO "B"
	PASO AEREO "X" MIS.
	TANQUE DE SUCCION
	(P.Z. "B") PASO DE ZANON TIPO "B"
	(P.A. 40m) PASO AEREO DE 40mts.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO



**PLANTA PERFIL**  
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL 1:1000  
ESCALA VERTICAL 1:50

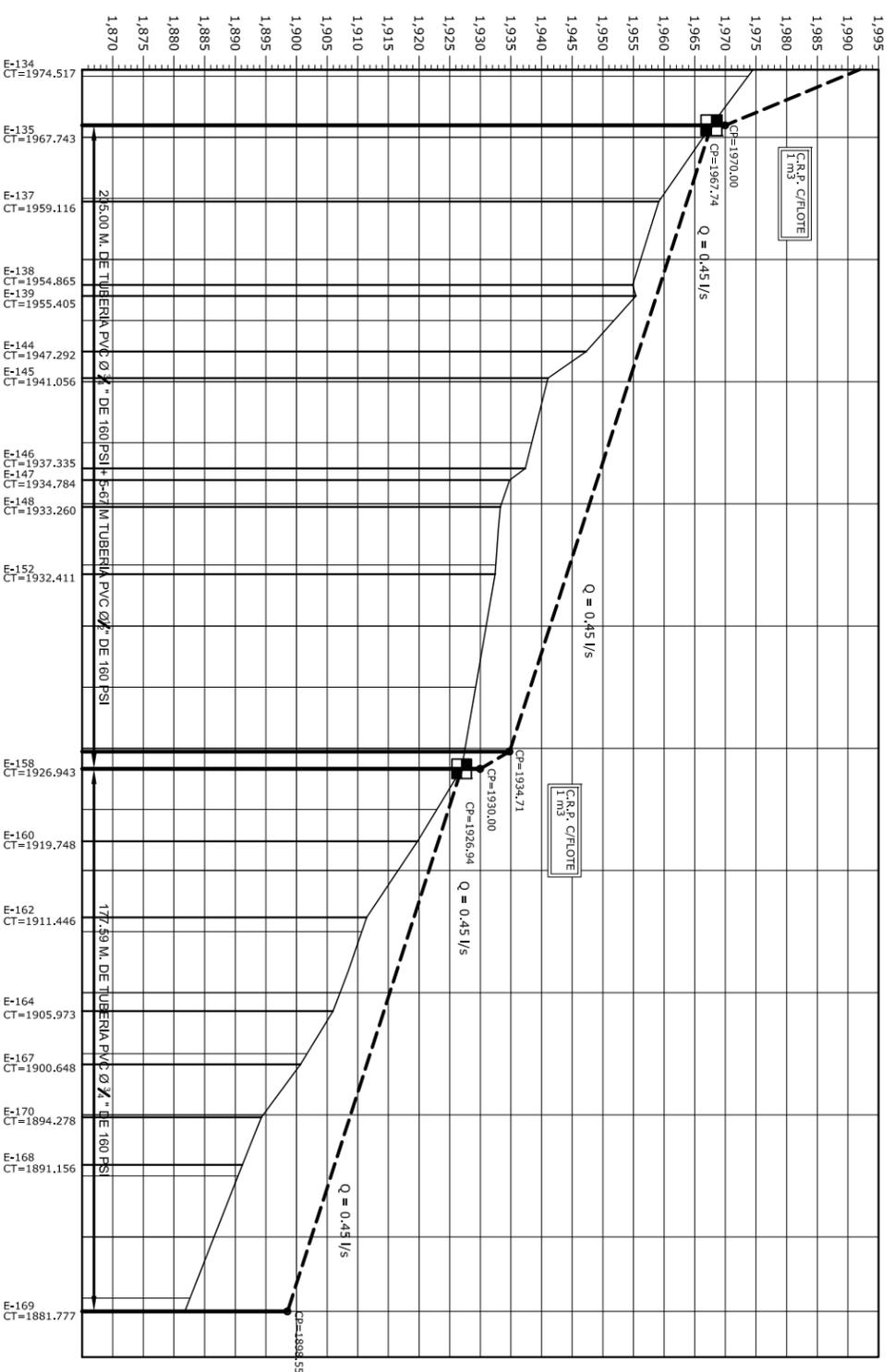
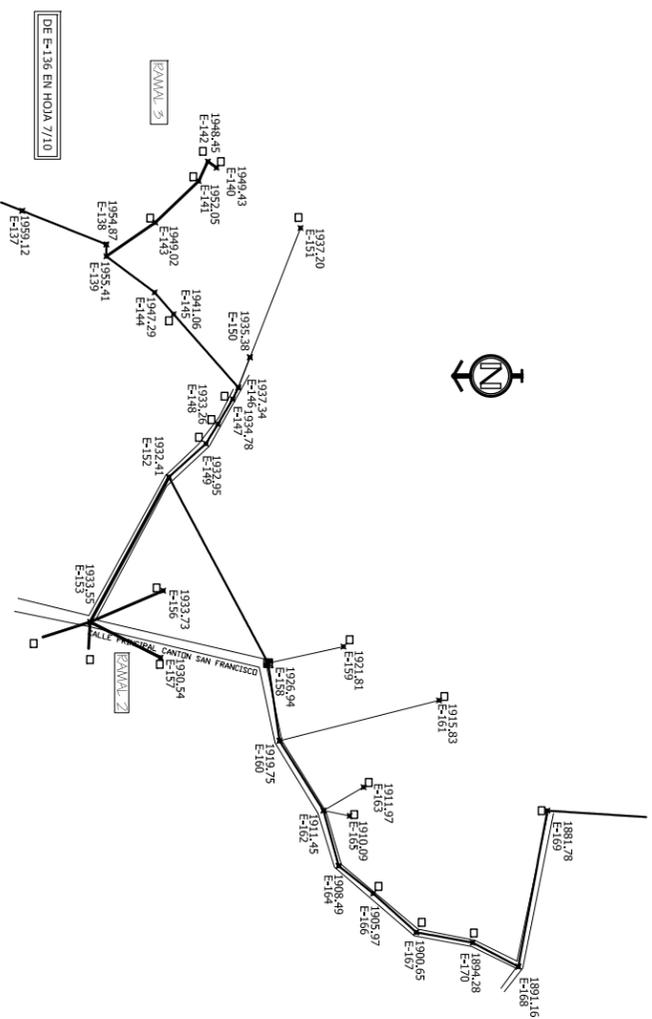


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS  
CANTON SAN FRANCISCO ALPENA COBAL GRANDE.  
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL  
FECHA: NOV 2011

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
INDICADA  
DISEÑO Y CALCULO: JENNER PANEI, OROZCO  
FECHA: NOV 2011  
DIBUJO: JENNER PANEI, OROZCO  
PLANO No. 6/10

PLANTA PERFIL  
LINEA DE DISTRIBUCION

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



SIMBOLOGIA	
	CAPTACION BROTE
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CUA ROMPERESION
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	PASO DE ZANON TIPO "B"
	PASO AEREO "x" mts.
	TANQUE DE SUCCION
	PZ/TB
	PA/X/TB
	(P.Z. "B") PASO DE ZANON TIPO "B"
	(P.A. 40m) PASO AEREO DE 40mts.

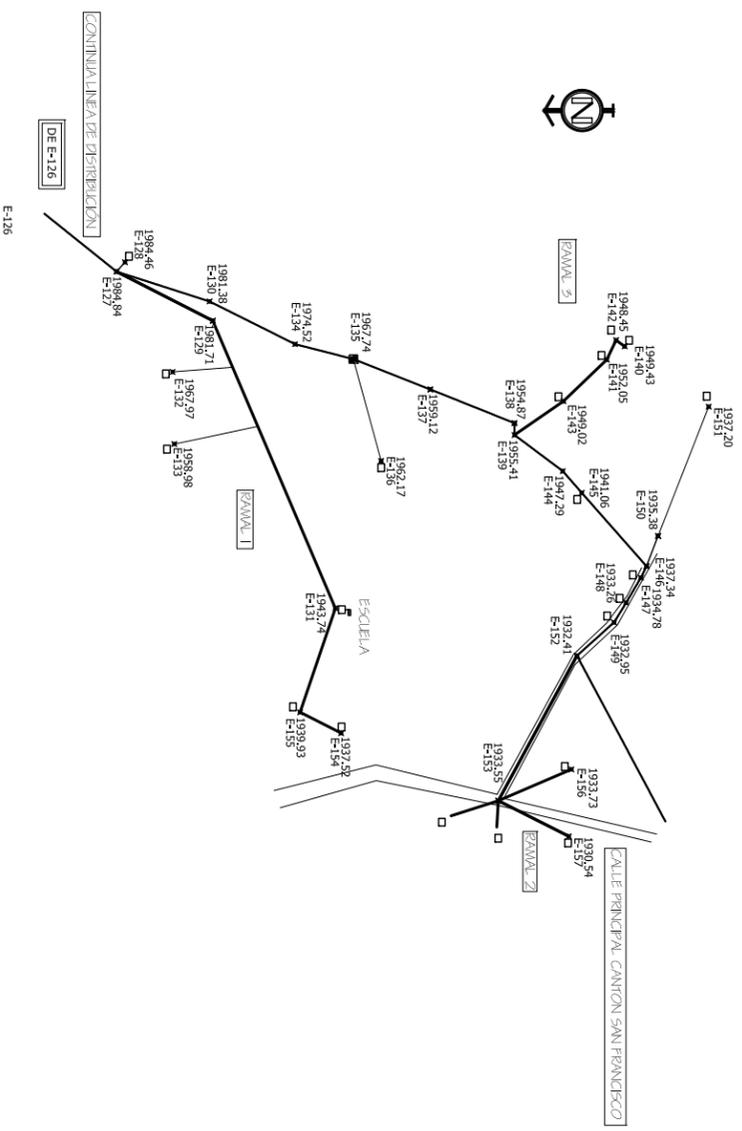


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS  
CANTON SAN FRANCISCO ALDEA COBAL GRANDE.

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: NOV 2011

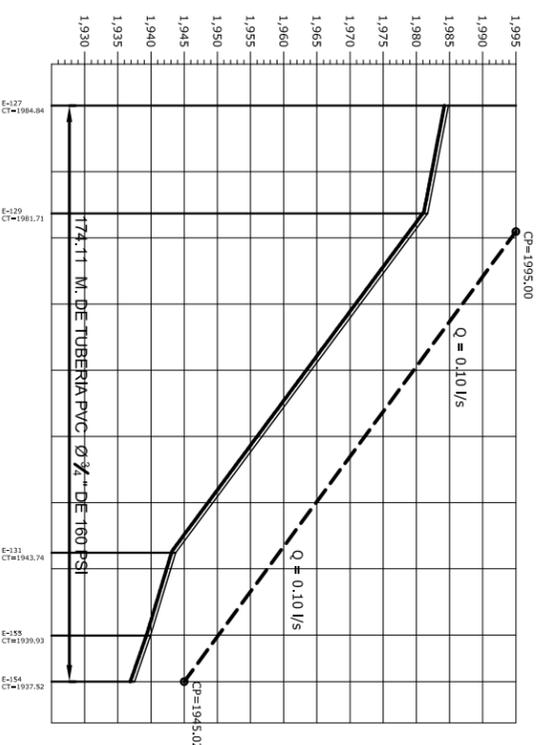
DISEÑO Y CALCULO: ENER PANEI, OROZCO  
DIBUJO: ENER PANEI, OROZCO  
PLANO No. 7/10

Nombre del Proyecto  
Fecha de Emisión  
Escala del Proyecto



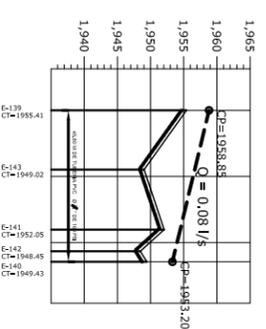
**PLANTA PERFIL**  
RAMALES 1, 2 Y 3

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



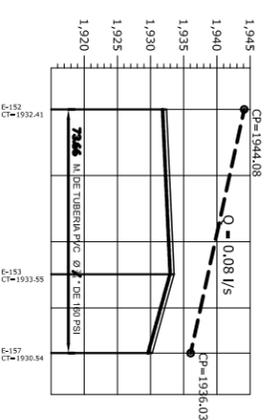
**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 1

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 2

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



**PLANTA PERFIL**  
RAMAL 3

ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500

SIMBOLOGIA	
	CAPTACION BROTE
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CUA KOMPRESION
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	VALVULA DE AIRE (V.A.)
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	PASO DE ZANON TIPO "B"
	PASO AEREO "x" mts.
	TANQUE DE SUCCION
	PASO AEREO DE 40m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
E.F.I.D.O. PROFESION SANEAMIENTO RBS  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
CANTON SAN FRANCISCO ALBA COBAL GRANDE.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

DISEÑO Y CALCULO: JENNER PANEI, OROZCO

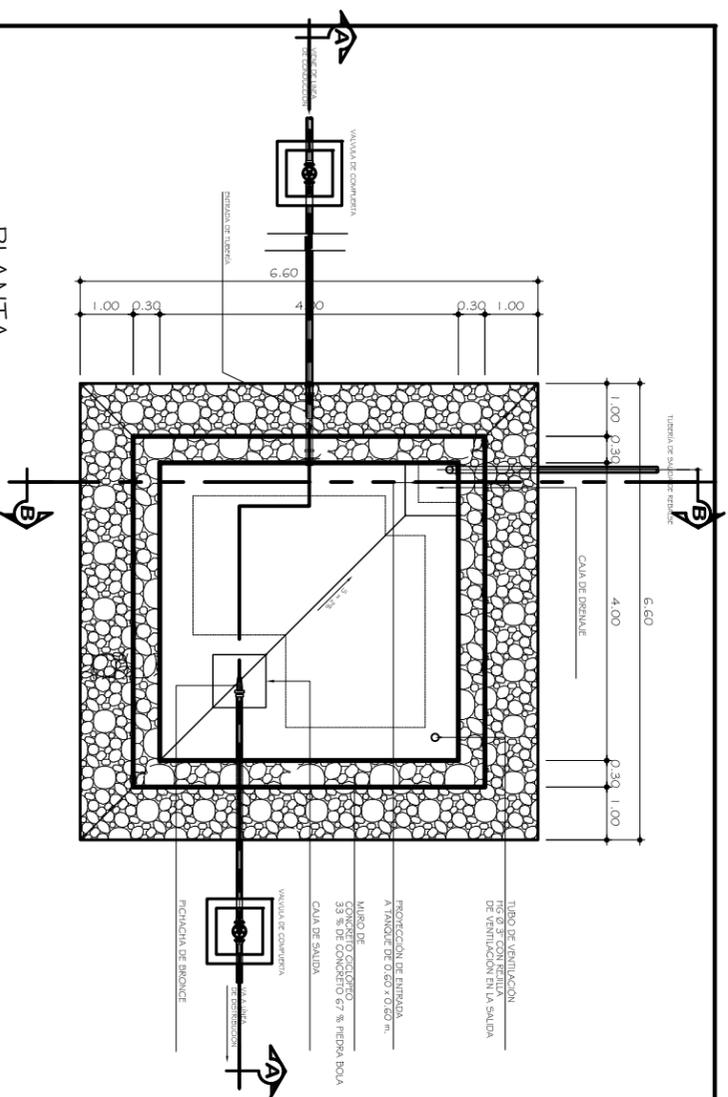
DEBLUDO: JENNER PANEI, OROZCO

ESCALA: INDICADA

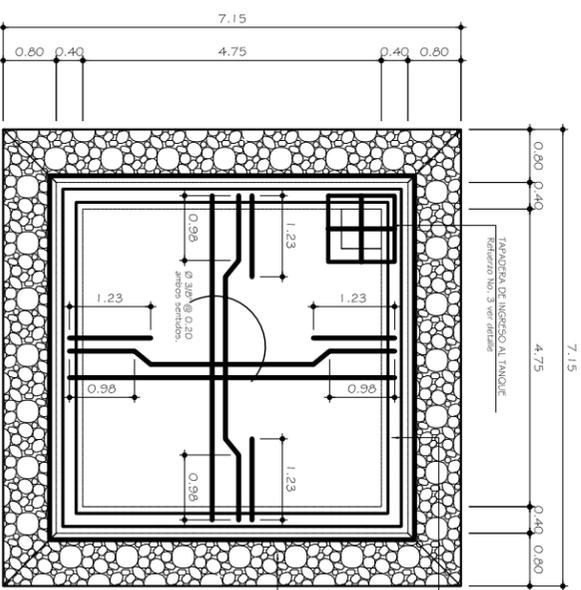
FECHA: NOV 2011

PLANO No. 8/10

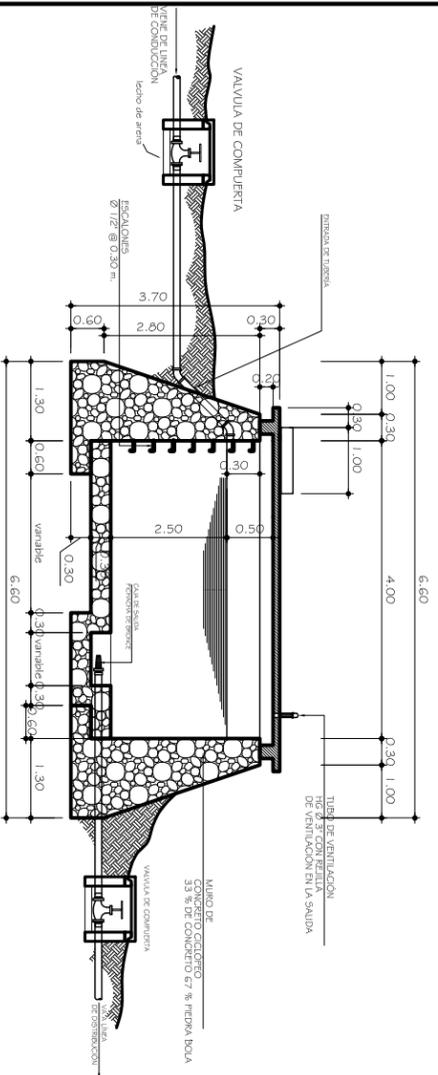
ENCARGADO DEL PROYECTO: JENNER PANEI, OROZCO



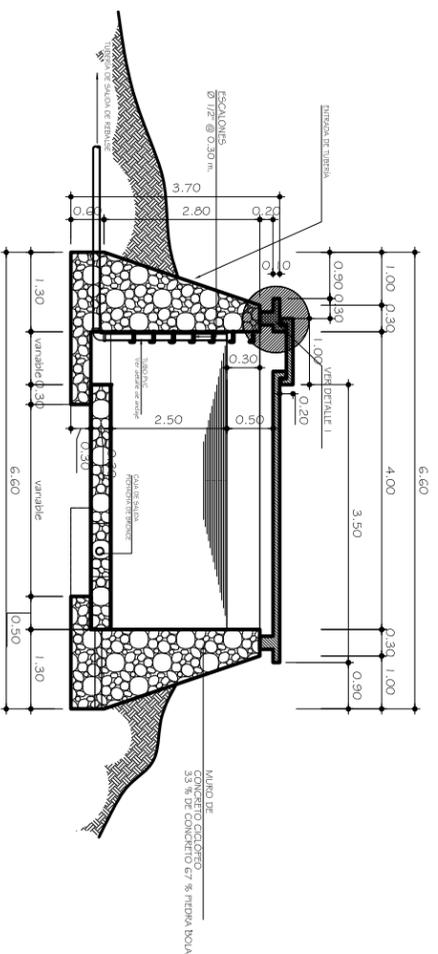
PLANTA  
Tanque de distribución de 40 M3 de capacidad



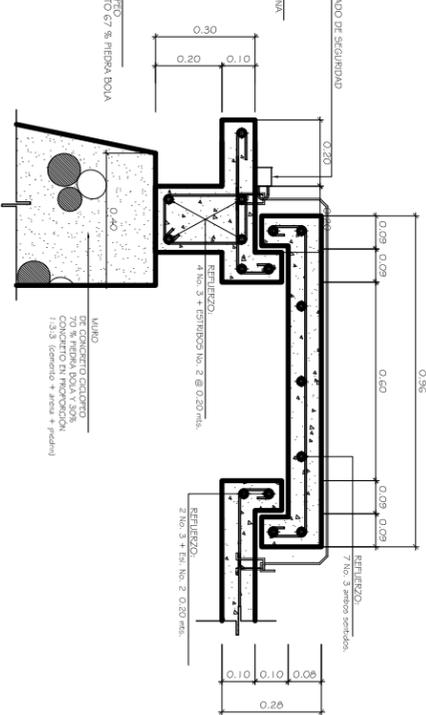
PLANTA  
Armado de losa tanque de distribución de 40 M3 de capacidad



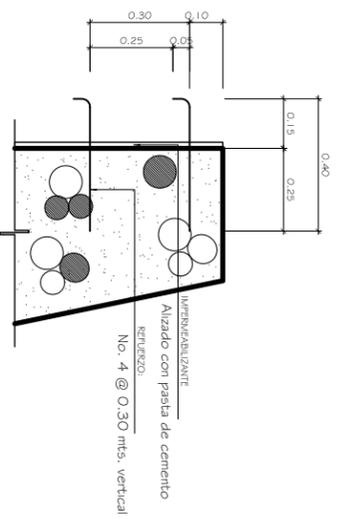
SECCIÓN A A  
Tanque de distribución de 40 M3 de capacidad



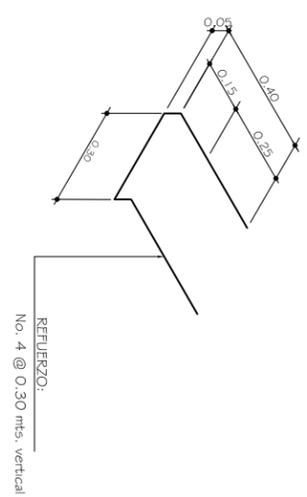
SECCIÓN B B  
Tanque de distribución de 40 M3 de capacidad



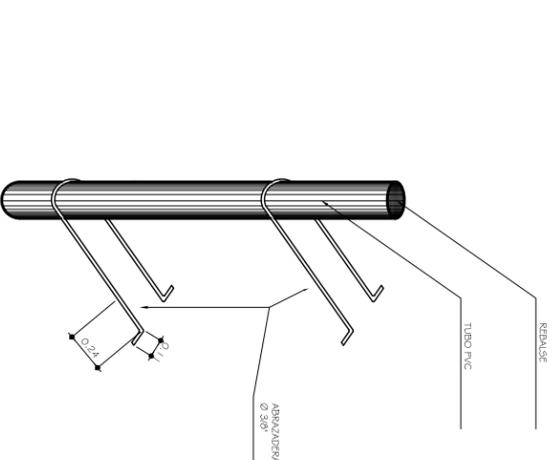
DETALLE NO. 1  
Solera corona + tapadera



DETALLE NO. 3  
Escalones



DETALLE NO. 4  
Isométrico de escalón.



DETALLE NO. 2  
Abrazadera

La mampostería de piedra se deberá hacer de la siguiente manera:  
33% de concreto, 67% de piedra bola.  
El concreto será en la proporción 1 : 2 : 3 cemento:arena:pedrín de 1/2"  
Se repellará en el interior con sablita proporción 1 : 2 cemento:arena de río con recubrimiento mínimo de 1.5 cms. y alzado interior y exterior.  
En las tapaderas se dejará un nivel necesario para drenar el agua de lluvia Se realizará un alzado interior de cemento y arena de río en proporción 1 : 1 para impermeabilizar las paredes internas de la caja

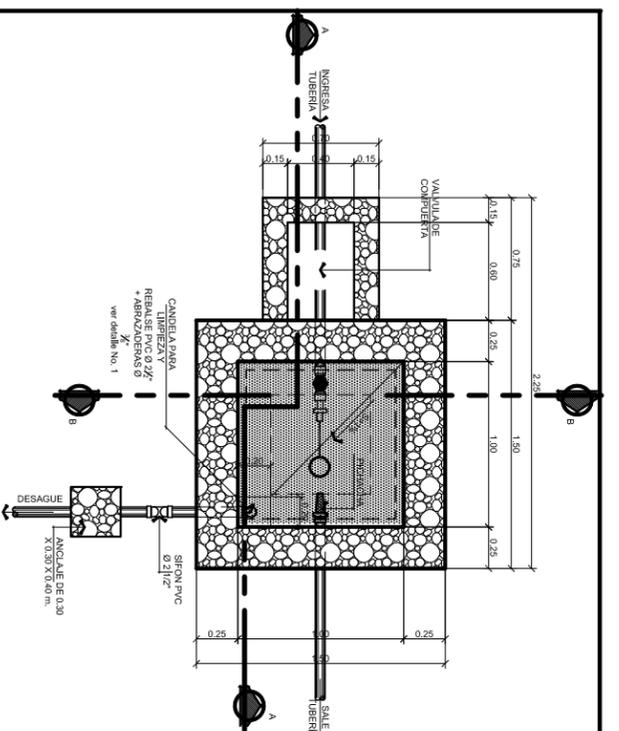


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA SUPERIOR EN  
MANEJO DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES

PROYECTO: SISTEMA DE MANEJO DE AGUAS POTABLES  
CONTENIDO: MANEJO DE AGUAS SANITARIAS Y AMBIENTALES  
DETALLES  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: NOV 2011

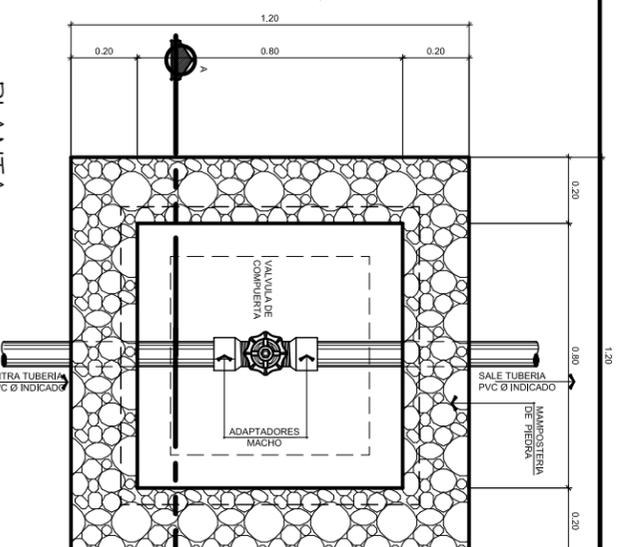
DISEÑO Y CALCULO: ENER DANE: OROZCO  
DIBUJO: ENER DANE: OROZCO  
PLANO No. 9 / 10

ASISTENTE DE DISEÑO: ENER DANE: OROZCO  
ASISTENTE DE DISEÑO: ENER DANE: OROZCO



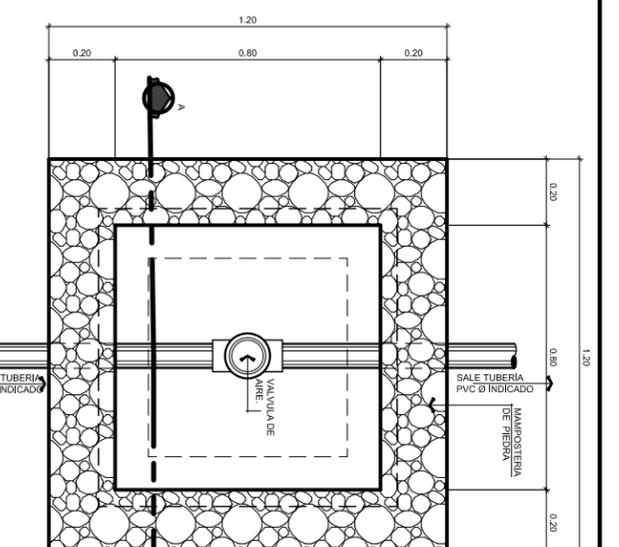
PLANTA  
CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1m3

ESCALA: 1/20



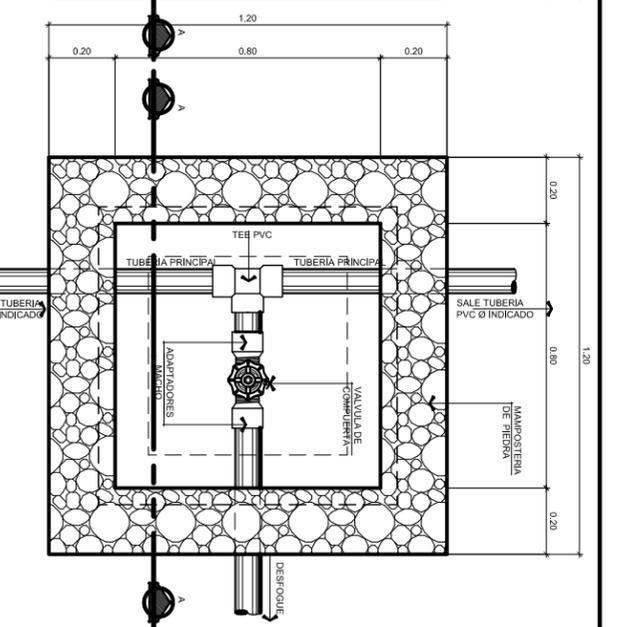
PLANTA  
CAJA P/VALVULA DE COMPUESTA

ESCALA: 1/10



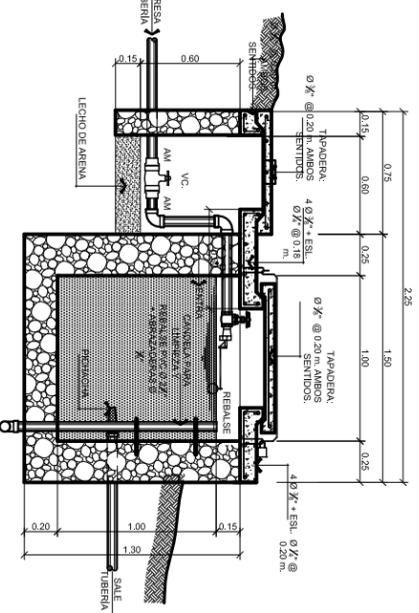
PLANTA  
CAJA VALVULA DE AIRE.

ESCALA: 1/10



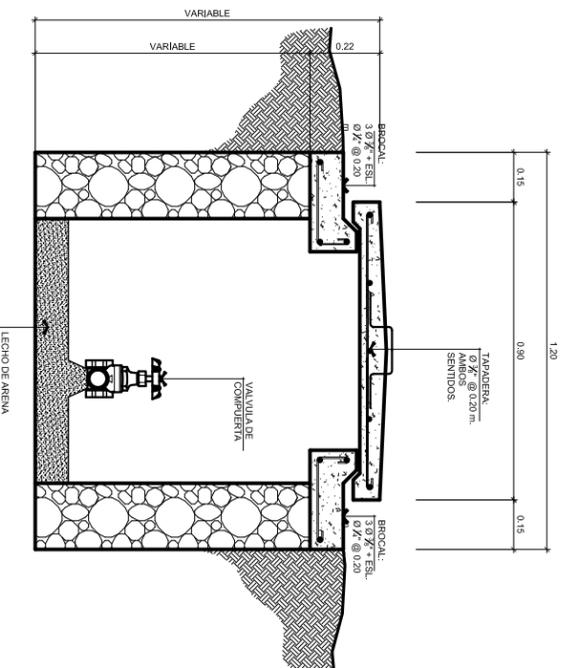
PLANTA  
CAJA P/VALVULA DE LIMPIEZA.

ESCALA: 1/10



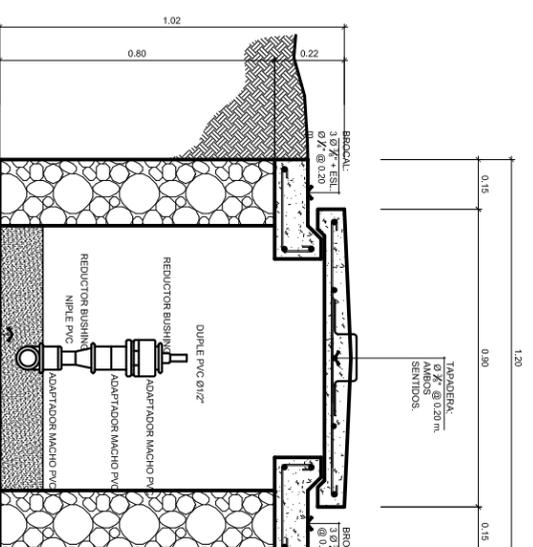
SECCION A-A  
CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1m3

ESCALA: 1/20



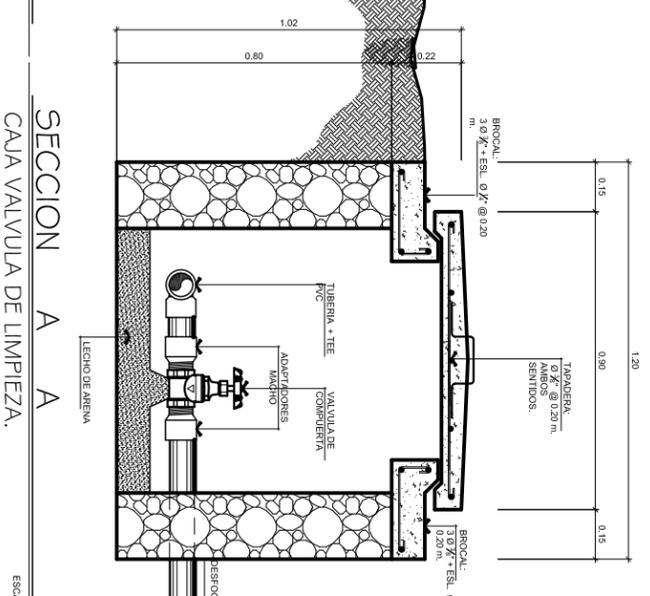
SECCION A A  
CAJA P/VALVULA DE COMPUESTA

ESCALA: 1/10



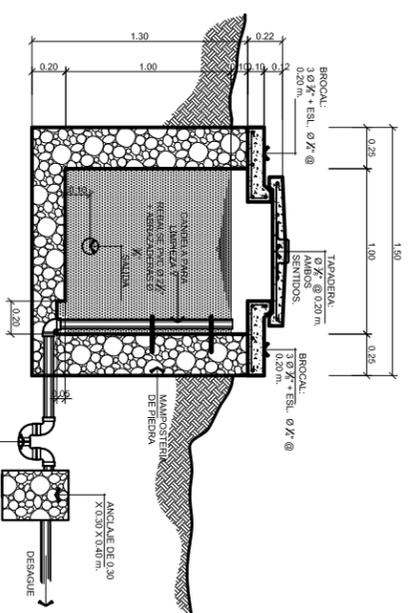
SECCION A A  
CAJA VALVULA DE AIRE.

ESCALA: 1/10



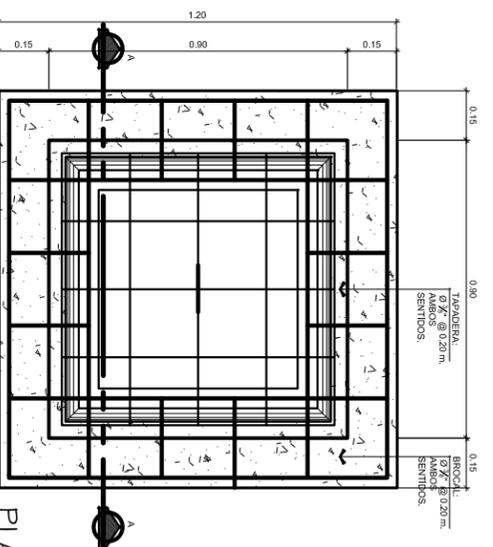
SECCION A A  
CAJA VALVULA DE LIMPIEZA.

ESCALA: 1/10



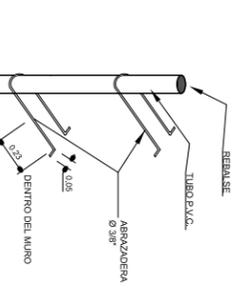
SECCION B-B  
CAJA ROMPE PRESIÓN DE 1m3

ESCALA: 1/20



PLANTA  
ARMADO DE TAPADERA

ESCALA: 1/10



ABRAZADERA

ESCALA: 1/20

**NOTAS:**  
La mampostería de piedra se deberá hacer de la siguiente manera:  
33% de concreto, 67% de piedra toda.  
El concreto será en la proporción 1:2:3 cemento:arena:grava de 1/2"  
Se repartirá en el interior con sabaleja proporción 1:2 cemento:arena de río con reductimiento mínimo de 1.5 cms. y alzado interior y exterior.  
En las tapaderas se deberá un nivel necesario para drenar el agua de lluvia  
El terreno bajo la losa de piso deberá ser perfectamente apisonado  
Se realizará un alzado interior de cemento y arena de río en proporción 1:1 para impermeabilizar las paredes internas de la caja



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA SUPERIOR EN FISICA  
MINISTERIO DE SAN PEBRO SANCHEZ SAN VICENTE

PROYECTO: SISTEMA DE MANEJO DE AGUA PORTABLE  
CONTENIDO: CANCHON SAN FRANCISCO ALBA COBAL GRANDE.  
DETALLES  
ESCALA: INDICADA  
FECHA: NOV 2011

DISEÑO Y CALCULO: JENER DANE, OROZCO

DIBUJO: JENER DANE, OROZCO

PLANO No. 10/10

FECHA DE ENTREGA: 10/10/2011

# PRESUPUESTO

Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS  
ALDEA CHIM  
Municipio: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ  
Departamento: SAN MARCOS  
Fecha: NOVIEMBRE DE 2011

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	P.U	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1388.96	ML	Q 5.00	Q 6,944.80
2	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	1806.00	ML	Q 79.91	Q 144,312.35
3	COLECTOR GENERAL	1388.96	ML	Q 242.30	Q 336,550.24
4	POZO DE VISITA (Hprom=1.60 m.)	53.00	UNIDAD	Q 3,839.36	Q 203,486.01
5	CANDELAS DOMICILIARES	87.00	UNIDAD	Q 1,099.56	Q 95,661.80
6	FOSA SÉPTICA	2.00	UNIDAD	Q 55,806.56	Q 111,613.13
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 898,568.33</b>

TOTAL EN LETRAS: OCHOCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL  
QUINIENTOS SESENTA Y OCHO QUETZALES CON TREINTA Y TRES CTVS.

# PRESUPUESTO DESGLOSADO

**PROYECTO:** ALCANTARILLADO SANITARIO CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS  
**MUNICIPIO:** ALDEA CHIM  
**DEPARTAMENTO:** SAN PEDRO SACATEPEQUEZ  
**FECHA:** SAN MARCOS  
 nov-11

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL	PRECIO T.
-----	-------------	----------	--------	-----------	-----------	-----------

1 TRABAJOS PRELIMINARES		1,388.96	ML			
	Trazo y replanteo de la linea	1,388.96	ML	Q 5.00	Q 6,944.80	
<b>TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>6,944.80</b>

2 EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA		1,806.00	M3			
MATERIALES						
	Selecto	105.00	M3	Q 150.00	Q 15,750.00	
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>15,750.00</b>
MANO DE OBRA CALIFICADA						
	excavación de la zanja	867.00	M3	Q 35.00	Q 30,345.00	
	Relleno de la Zanja	850.00	M3	Q 28.00	Q 23,800.00	
	Compactación de selecto	105.00	M3	Q 18.00	Q 1,890.00	
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>56,035.00</b>
				<b>Ayudante</b>	55%	Q 30,819.25
				<b>Prestaciones</b>	15%	Q 8,405.25
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>95,259.50</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>111,009.50</b>
				<b>INDIRECTOS</b>	30%	Q 33,302.85
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>144,312.35</b>

<b>3 COLECTOR GENERAL</b>		<b>ML</b>	<b>1388.96</b>			
<b>MATERIALES</b>						
TUBO P.V.C 6" ASTM F949	112	Tubos	Q 405.00	Q	45,360.00	
TUBO P.V.C. 8" ASTM F949	20	Tubos	Q 680.00	Q	13,600.00	
TUBO P.V.C. 10" ASTM F949	14	Tubos	Q 963.00	Q	13,482.00	
TUBO P.V.C. 12" ASTM F949	10	Tubos	Q 1,279.00	Q	12,790.00	
TUBO P.V.C. 15" ASTM F949	72	Tubos	Q 1,929.00	Q	138,888.00	
Accesorios	1	Global	Q 20,000.00	Q	20,000.00	
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>244,120.00</b>	
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>						
Instalación tubo P.V.C. 6"	112.00	Tubos	Q 20.00	Q	2,240.00	
Instalación tubo P.V.C. 8"	20.00	Tubos	Q 20.00	Q	400.00	
Instalación tubo P.V.C. 10"	14.00	Tubos	Q 23.00	Q	322.00	
Instalación tubo P.V.C. 12"	10.00	Tubos	Q 25.00	Q	250.00	
Instalación tubo P.V.C. 15"	72.00	Tubos	Q 28.00	Q	2,016.00	
Instalación de accesorios	1.00	Global	Q 4,000.00	Q	4,000.00	
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>9,228.00</b>	
			<b>Ayudante</b>	45%	Q 4,152.60	
			<b>Prestaciones</b>	15%	Q 1,384.20	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>14,764.80</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>Q</b>	<b>258,884.80</b>	
<b>INDIRECTOS</b>				<b>30%</b>	<b>Q 77,665.44</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>336,550.24</b>	

<b>4 POZO DE VISITA (Hprom=1.60 m.)</b>		<b>53.00</b>	<b>U</b>			
Cemento	700.00	Saco	Q 70.00	Q	49,000.00	
Arena de río	35.00	M3	Q 175.00	Q	6,125.00	
Piedrin	40.00	M3	Q 220.00	Q	8,800.00	
Madera para formaleta	4.00	Docena	Q 390.00	Q	1,560.00	
Clavo de 2"	30.00	Libras	Q 7.50	Q	225.00	
Alambre de Amarre	35.00	Libras	Q 7.50	Q	262.50	
Hierro de 1/2"	80.00	Varillas	Q 61.00	Q	4,880.00	
Hierro de 3/8"	160.00	Varillas	Q 35.00	Q	5,600.00	
Selecto	30.00	M3	Q 150.00	Q	4,500.00	
Ladrillo tayuyo 0.10x0.40x0.20	17,000.00	U	Q 2.50	Q	42,500.00	
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q</b>	<b>123,452.50</b>	
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>						
Excavación para pozos	96.00	M3	Q 35.00	Q	3,360.00	
Levantado de muros de ladrillo	310.00	M2	Q 40.00	Q	12,400.00	
Fundición de piso	11.00	m3	Q 18.00	Q	198.00	
Armado + fundición de brocal	53.00	U	Q 40.00	Q	2,120.00	
Armado + Fundición de tapadera	53.00	U	Q 26.00	Q	1,378.00	
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>19,456.00</b>	
			<b>Ayudante</b>	55%	Q 10,700.80	
			<b>Prestaciones</b>	15%	Q 2,918.40	
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q</b>	<b>33,075.20</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>Q</b>	<b>156,527.70</b>	
<b>INDIRECTOS</b>				<b>30%</b>	<b>Q 46,958.31</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>				<b>Q</b>	<b>203,486.01</b>	

<b>5 CANDELAS DOMICILIARES</b>		<b>87.00</b>	<b>U</b>			
Cemento	95.00	Saco	Q	70.00	Q	6,650.00
Arena de rio	8.00	m3	Q	175.00	Q	1,400.00
Piedrin	8.00	m3	Q	220.00	Q	1,760.00
Hierro de 1/4"	500.00	Varillas	Q	21.75	Q	10,875.00
Hierro de 3/8"	40.00	Varillas	Q	35.00	Q	1,400.00
Clavo de 2"	20.00	Libras	Q	7.50	Q	150.00
Alambre de Amarre	20.00	Libras	Q	7.50	Q	150.00
Tubo de concreto de 12"	87.00	U	Q	110.00	Q	9,570.00
Silleta Yee 45°	87.00	U	Q	130.00	Q	11,310.00
Tubo PVC 4"	87.00	U	Q	79.00	Q	6,873.00
Pegamento PVC	2.00	Galon	Q	300.00	Q	600.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>50,738.00</b>
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Instalación de tubería + acc a colector g.	87.00	U	Q	80.00	Q	6,960.00
Instalación de candela dom	87.00	U	Q	20.00	Q	1,740.00
Fundición de tapadera	87.00	U	Q	20.00	Q	1,740.00
Instalación de accesorios	1.00	U	Q	3,000.00	Q	3,000.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>13,440.00</b>
				<b>Ayudante</b>	55%	Q 7,392.00
				<b>Prestaciones</b>	15%	Q 2,016.00
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>22,848.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>73,586.00</b>
<b>INDIRECTOS</b>					<b>30%</b>	<b>Q 22,075.80</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>95,661.80</b>

<b>6 FOSA SÉPTICA</b>		<b>2.00</b>	<b>U</b>			
Cemento	400.00	Sacos	Q	70.00	Q	28,000.00
Arena	25.00	M3	Q	175.00	Q	4,375.00
Piedrin	34.00	M3	Q	220.00	Q	7,480.00
Piedra bola	30.00	M3	Q	180.00	Q	5,400.00
Hierro de 3/8	80.00	Varillas	Q	35.00	Q	2,800.00
Hierro de 1/4"	55.00	Varillas	Q	21.75	Q	1,196.25
Tubo de salida de 6"	6.00	Tubo	Q	55.00	Q	330.00
tubo de ventilacion de 4"	2.00	Tubo	Q	65.00	Q	130.00
Madera para formaleta	14.00	Docena	Q	390.00	Q	5,460.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>55,171.25</b>
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Muros de concreto armado	30.00	M2	Q	120.00	Q	3,600.00
Tapadera	1.00	U	Q	300.00	Q	300.00
Excavación	270.00	M3	Q	45.00	Q	12,150.00
Instalación de accesorios	1.00	U	Q	2,000.00	Q	2,000.00
<b>SUB-TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>18,050.00</b>
				<b>Ayudante</b>	55%	Q 9,927.50
				<b>Prestaciones</b>	15%	Q 2,707.50
<b>TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>30,685.00</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>85,856.25</b>
<b>INDIRECTOS</b>					<b>30%</b>	<b>Q 25,756.88</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>111,613.13</b>

<b>BASES DE DISEÑO PARA EL TRAMO 1</b>		
TIPO DE PROYECTO :	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
LUGAR	CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS ALDEA CHIM	
VIVIENDAS ACTUALES (AÑO 2011):	55	VIVIENDAS
DENSIDAD DE POBLACION ASUMIDA:	6	HABITANTES/VIVIENDA
POBLACION ACTUAL (AÑO 2011):	330	HABITANTES
VIVIENDAS FUTURAS (AÑO):	134	VIVIENDAS
POBLACION FUTURA (AÑO 2034):	801	HABITANTES
PERIODO DE DISEÑO:	30	AÑOS
TASA DE CRECIMIENTO:	3.00%	PORCENTAJE
DOTACION AGUA POTABLE:	150	LITROS/HABITANTE/DIA
FACTOR DE RETORNO	85%	
Qdoméstico	0.487	LITROS/HABITANTE/DIA
Qcomercial	0.003	LITROS/HABITANTE/DIA
Qilícito	0.097	LITROS/COMERCIO/DIA
Qmedio	0.587	lts/seg
FQmedio	0.002	Litros/Seg
COEFICIENTE MANNING:	0.010	PARA TUBERIA PVC
	0.014	PARA TUBERIA CONCRETO

<b>BASES DE DISEÑO PARA EL TRAMO 2</b>		
TIPO DE PROYECTO :	SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
LUGAR	CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM	
VIVIENDAS ACTUALES (AÑO 2011):	32	VIVIENDAS
DENSIDAD DE POBLACION ASUMIDA:	6	HABITANTES/VIVIENDA
POBLACION ACTUAL (AÑO 2011):	192	HABITANTES
VIVIENDAS FUTURAS (AÑO):	78	VIVIENDAS
POBLACION FUTURA (AÑO 2034):	467	HABITANTES
PERIODO DE DISEÑO:	30	AÑOS
TASA DE CRECIMIENTO:	3.00%	PORCENTAJE
DOTACION AGUA POTABLE:	150	LITROS/HABITANTE/DIA
FACTOR DE RETORNO	85%	
Qdoméstico	0.284	LITROS/HABITANTE/DIA
Qcomercial	0.009	LITROS/HABITANTE/DIA
Qilícito	0.057	LITROS/COMERCIO/DIA
Qmedio	0.350	lts/seg
FQmedio	0.002	Litros/Seg

TRAMO 1

TRAMO 1 PRINCIPAL																													
DE	A	COTA DE TERRENO		D.H. [mt]	S % (Terreno)	VIVIENDAS		No. HABITANTES		FACTOR DE HARMON		F.q.m.	q. diseño [LT/SEG]		Ø [plg]	S % Tubería	Sección Llena		Q (LTS/SEG)	Relación q/Q		v Diseño		Relación d/D		Cotas Invert		Altura	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURO		Actual	Futura			Vel. [m/s]	Q [M3/S]		Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Salida	Entrada	Inicio	Final
E-0	E-6	500.00	489.74	23.03	44.55%	2	2	12	30	4.4067036	4.3547357	0.002	0.106	0.261	6	44.55%	7.557	0.138	137.852	0.00077	0.00189	1.070	1.391	0.020	0.030	498.80	488.54	1.20	1.20
E-6	E-10	489.74	478.39	30.23	37.55%	2	4	24	59	4.3694998	4.2996306	0.002	0.21	0.507	6	37.55%	6.938	0.127	126.559	0.00166	0.00401	1.280	1.658	0.030	0.045	488.54	477.19	1.20	1.20
E-10	E-14	478.39	471.83	13.02	50.38%	2	6	36	88	4.3414988	4.258354	0.002	0.313	0.749	6	50.38%	8.036	0.147	146.594	0.00214	0.00511	1.560	2.057	0.033	0.050	477.19	470.63	1.20	1.20
E-14	E-17	471.83	468.46	9.80	34.39%	2	8	48	117	4.3182519	4.2242815	0.002	0.415	0.988	6	34.39%	6.640	0.121	121.117	0.00343	0.00816	1.530	1.972	0.043	0.063	470.63	467.26	1.20	1.20
E-17	E-21	468.46	466.71	7.51	23.30%	2	10	60	146	4.2980373	4.1948157	0.002	0.516	1.225	6	23.30%	5.465	0.100	99.693	0.00518	0.01229	1.400	1.864	0.050	0.078	467.26	465.51	1.20	1.20
E-21	E-25	466.71	463.19	12.39	28.41%	1	11	66	161	4.2887746	4.1809159	0.002	0.566	1.346	6	28.41%	6.035	0.110	110.084	0.00514	0.01223	1.550	2.058	0.050	0.078	465.51	461.99	1.20	1.20
E-25	E-27	463.19	459.65	8.76	40.41%	2	13	78	190	4.2715747	4.1560747	0.002	0.666	1.579	6	40.41%	7.197	0.131	131.290	0.00507	0.01203	1.850	2.404	0.050	0.075	461.99	458.45	1.20	1.20
E-27	E-32	459.65	445.11	39.01	37.27%	1	14	84	204	4.2635345	4.1448917	0.002	0.716	1.691	8	37.27%	8.374	0.272	271.543	0.00264	0.00623	1.780	2.286	0.038	0.055	458.45	443.91	1.20	1.20
E-32	E-34	445.11	440.83	11.92	35.91%	2	16	96	234	4.2483815	4.1223965	0.002	0.816	1.929	8	35.91%	8.219	0.267	266.542	0.00306	0.00724	1.820	2.375	0.040	0.060	443.91	439.63	1.20	1.20
RAMAL 1 TRAMO 1																													
E-112	E-110	479.91	474.59	18.20	29.23%	1	1	6	15	4.4335104	4.3960186	0.002	0.053	0.132	6	29.23%	6.121	0.112	111.661	0.00047	0.00118	0.720	0.998	0.015	0.025	478.71	473.39	1.20	1.20
E-110	E-109	474.59	467.99	20.13	32.79%	1	2	12	30	4.4067036	4.3547357	0.002	0.106	0.261	6	32.79%	6.483	0.118	118.266	0.00090	0.00221	0.990	1.258	0.023	0.033	473.39	466.79	1.20	1.20
E-109	E-104	467.99	463.08	22.77	21.56%	1	3	18	44	4.3864161	4.3256039	0.002	0.158	0.381	6	21.56%	5.257	0.096	95.899	0.00165	0.00397	0.970	1.256	0.030	0.045	466.79	461.88	1.20	1.20
E-104	E-103	463.08	456.73	27.18	23.36%	3	6	36	88	4.3414988	4.258354	0.002	0.313	0.749	6	23.36%	5.472	0.100	99.822	0.00314	0.00750	1.210	1.582	0.040	0.060	461.88	455.53	1.20	1.20
E-103	E-102	456.73	453.63	16.85	18.40%	2	8	48	117	4.3182519	4.2242815	0.002	0.415	0.988	6	18.40%	4.857	0.089	88.593	0.00468	0.01115	1.210	1.588	0.048	0.073	455.53	452.43	1.20	1.20
E-102	E-100	453.63	450.68	11.94	24.71%	0	8	48	117	4.3182519	4.2242815	0.002	0.415	0.988	6	24.71%	5.628	0.103	102.666	0.00404	0.00962	1.350	1.756	0.045	0.068	452.43	449.48	1.20	1.20
E-100	E-97	450.68	447.49	9.74	32.75%	0	8	48	117	4.3182519	4.2242815	0.002	0.415	0.988	6	32.75%	6.479	0.118	118.194	0.00351	0.00836	1.500	1.924	0.043	0.063	449.48	446.29	1.20	1.20
E-97	E-94	447.49	443.30	17.10	24.50%	3	11	66	161	4.2887746	4.1809159	0.002	0.566	1.346	6	24.50%	5.604	0.102	102.228	0.00554	0.01317	1.480	1.950	0.053	0.080	446.29	442.10	1.20	1.20
E-94	E-34	443.30	440.83	50.00	4.94%	1	12	72	175	4.2799727	4.168618	0.002	0.616	1.459	6	4.94%	2.517	0.046	45.904	0.01342	0.03178	0.880	1.132	0.080	0.120	442.10	439.63	1.20	1.20
CONTINUA TRAMO 1 DE E-34....																													
E-34	E-35	440.83	439.65	6.06	19.47%	28	28	168	408	4.174691	4.0180552	0.002	1.403	3.279	8	19.47%	6.052	0.196	196.264	0.00715	0.01671	1.750	2.227	0.060	0.088	439.63	438.45	1.20	1.20
E-35	E-51	439.65	427.86	40.00	29.47%	5	33	198	481	4.1496262	3.9828222	0.002	1.643	3.831	8	29.47%	7.446	0.241	241.462	0.00680	0.01587	2.100	2.740	0.058	0.088	438.45	426.66	1.20	1.20
E-51	E-55	427.86	423.76	13.26	30.92%	3	36	216	525	4.1356683	3.9632334	0.002	1.787	4.161	8	30.92%	7.627	0.247	247.331	0.00723	0.01682	2.210	2.860	0.060	0.090	426.66	422.56	1.20	1.20
E-55	E-58	423.76	416.84	24.35	28.42%	1	37	222	539	4.1311724	3.9572261	0.002	1.834	4.266	10	28.42%	8.485	0.430	429.929	0.00427	0.00992	2.030	2.715	0.045	0.070	422.56	415.64	1.20	1.20
E-58	E-61	416.84	413.02	13.68	27.92%	9	46	276	670	4.0936786	3.9054472	0.002	2.26	5.233	10	27.92%	8.410	0.426	426.131	0.00530	0.01228	2.160	2.868	0.050	0.078	415.64	411.82	1.20	1.20
E-61	E-62	413.02	408.42	15.64	29.41%	4	50	300	729	4.078464	3.8843291	0.002	2.447	5.663	10	29.41%	8.631	0.437	437.353	0.00560	0.01295	2.280	2.943	0.053	0.078	411.82	407.22	1.20	1.20
E-62	E-69	408.42	406.13	24.85	9.22%	2	52	312	758	4.0711388	3.8743703	0.002	2.54	5.874	10	9.22%	4.833	0.245	244.878	0.01037	0.02399	1.550	2.001	0.070	0.105	407.22	404.93	1.20	1.20
E-69	E-73	406.13	399.08	20.30	34.73%	1	53	318	772	4.0675419	3.869655	0.002	2.587	5.975	15	34.73%	12.291	1.401	1401.245	0.00185	0.00426	2.270	2.938	0.030	0.045	404.93	397.88	1.20	1.20
E-73	E-75	399.08	390.93	30.55	26.68%	1	54	324	787	4.063987	3.8646669	0.002	2.633	6.083	15	26.68%	10.773	1.228	1228.159	0.00214	0.00495	2.090	2.758	0.033	0.050	397.88	389.73	1.20	1.20
E-75	E-77	390.93	384.99	9.52	62.39%	1	55	330	801	4.060473	3.8600694	0.002	2.68	6.184	15	62.39%	16.473	1.878	1878.102	0.00143	0.00329	2.870	3.641	0.028	0.040	389.73	383.79	1.20	1.20

DISEÑO HIDRAULICO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO

TRAMO 2

TRAMO PRINCIPAL																													
DE	A	COTA DE TERRENO		D.H. [mt]	S % (Terreno)	VIVIENDAS		No. HABITANTES		FACTOR DE HARMON		F.q.m.	q. diseño [LT/SEG]		Φ [plg]	S % Tubería	Sección Llena			Relación q/Q		v Diseño		Relación d/D		Cotas Invert		Altura	
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACTUAL	FUTURA	ACTUAL	FUTURO		Actual	Futura			Vel. [m/s]	Q [M3/S]	Q [LTS/SEG]	Actual	Futura	Actual	Futura	Actual	Futura	Salida	Entrada	Inicio	Final
E-0	E-6	500.00	487.40	37.60	33.51%	2	2	12	30	4.4067036	4.3547357	0.002	0.106	0.261	6	33.51%	6.554	0.120	119.558	0.00089	0.00218	1.000	1.272	0.023	0.033	498.80	486.20	1.20	1.20
E-6	E-11	487.40	480.15	21.76	33.32%	4	6	36	88	4.3414988	4.258354	0.002	0.313	0.749	6	33.32%	6.535	0.119	119.214	0.00263	0.00628	1.390	1.784	0.038	0.055	486.20	478.95	1.20	1.20
E-11	E-15	480.15	470.55	33.75	28.44%	3	9	54	132	4.3078323	4.2085674	0.002	0.465	1.111	6	28.44%	6.039	0.110	110.151	0.00422	0.01009	1.450	1.932	0.045	0.070	478.95	469.35	1.20	1.20
E-15	E-17	470.55	467.85	13.55	19.93%	2	11	66	161	4.2887746	4.1809159	0.002	0.566	1.346	6	19.93%	5.054	0.092	92.194	0.00614	0.01460	1.380	1.794	0.055	0.083	469.35	466.65	1.20	1.20
E-17	E-18	467.85	463.64	8.16	51.59%	1	12	72	175	4.2799727	4.168618	0.002	0.616	1.459	6	51.59%	8.133	0.148	148.349	0.00415	0.00983	1.950	2.537	0.045	0.068	466.65	462.44	1.20	1.20
E-18	E-20	463.64	462.40	13.46	9.21%	0	12	72	175	4.2799727	4.168618	0.002	0.616	1.459	6	9.21%	3.437	0.063	62.687	0.00983	0.02327	1.080	1.423	0.068	0.105	462.44	461.20	1.20	1.20
E-20	E-25	462.40	451.21	41.83	26.75%	4	16	96	234	4.2483815	4.1223965	0.002	0.816	1.929	6	26.75%	5.856	0.107	106.822	0.00764	0.01806	1.700	2.231	0.060	0.093	461.20	450.01	1.20	1.20
E-25	E-30	451.21	445.19	27.58	21.83%	0	16	96	234	4.2483815	4.1223965	0.002	0.816	1.929	6	21.83%	5.290	0.096	96.492	0.00846	0.01999	1.620	2.079	0.065	0.098	450.01	443.99	1.20	1.20
E-30	E-29	445.19	442.69	5.80	43.10%	3	19	114	277	4.2275624	4.0930287	0.002	0.964	2.268	6	43.10%	7.433	0.136	135.595	0.00711	0.01673	2.150	2.788	0.060	0.090	443.99	441.49	1.20	1.20
E-29	E-36	442.69	438.71	20.40	19.51%	2	21	126	306	4.2147217	4.0747791	0.002	1.062	2.494	6	19.51%	5.001	0.091	91.225	0.01164	0.02734	1.680	2.160	0.075	0.113	441.49	437.51	1.20	1.20
E-36	E-37	438.71	435.92	11.39	24.50%	1	22	132	321	4.2085674	4.0657593	0.002	1.111	2.61	6	24.50%	5.604	0.102	102.218	0.01087	0.02553	1.840	2.387	0.073	0.110	437.51	434.72	1.20	1.20
E-37	E-37.1	435.92	429.41	24.51	26.56%	4	26	156	379	4.1854609	4.0331722	0.002	1.306	3.057	6	26.56%	5.835	0.106	106.441	0.01227	0.02872	1.990	2.562	0.078	0.115	434.72	428.21	1.20	1.20
E-37.1	E-46	429.41	423.93	19.76	27.73%	1	27	162	394	4.180017	4.0252647	0.002	1.354	3.172	6	27.73%	5.963	0.109	108.764	0.01245	0.02916	2.040	2.618	0.078	0.115	428.21	422.73	1.20	1.20
TRAMO 2 SECUNDARIO																													
E-42	E-39	436.43	432.53	18.20	21.43%	3	3	18	44	4.3864161	4.3256039	0.002	0.158	0.381	6	21.43%	5.241	0.096	95.606	0.00165	0.00399	0.970	1.253	0.030	0.045	435.23	431.33	1.20	1.20
E-39	E-46	432.53	423.93	40.19	21.40%	1	4	24	59	4.3694998	4.2996306	0.002	0.21	0.507	6	21.40%	5.238	0.096	95.539	0.00220	0.00531	1.020	1.383	0.033	0.053	431.33	422.73	1.20	1.20
CONTINUA TRAMO 1 DE E-46....																													
E-46	E-47	423.93	417.94	14.12	42.42%	32	32	192	467	4.1544476	3.9892979	0.002	1.595	3.726	12	42.42%	11.706	0.854	854.144	0.00187	0.00436	2.160	2.903	0.030	0.048	422.73	416.74	1.20	1.20
E-47	E-48	417.94	409.39	17.44	49.03%	0	32	192	467	4.1544476	3.9892979	0.002	1.595	3.726	15	49.03%	14.603	1.665	1664.836	0.00096	0.00224	2.220	2.964	0.023	0.035	416.74	408.19	1.20	1.20
E-48	E-49	409.39	404.84	20.84	21.83%	0	32	192	467	4.1544476	3.9892979	0.002	1.595	3.726	12	21.83%	8.398	0.613	612.762	0.00260	0.00608	1.790	2.293	0.038	0.055	408.19	403.64	1.20	1.20
E-49	E-51	404.84	399.72	21.90	23.38%	0	32	192	467	4.1544476	3.9892979	0.002	1.595	3.726	12	23.38%	8.690	0.634	634.086	0.00252	0.00588	1.770	2.294	0.035	0.053	403.64	398.52	1.20	1.20



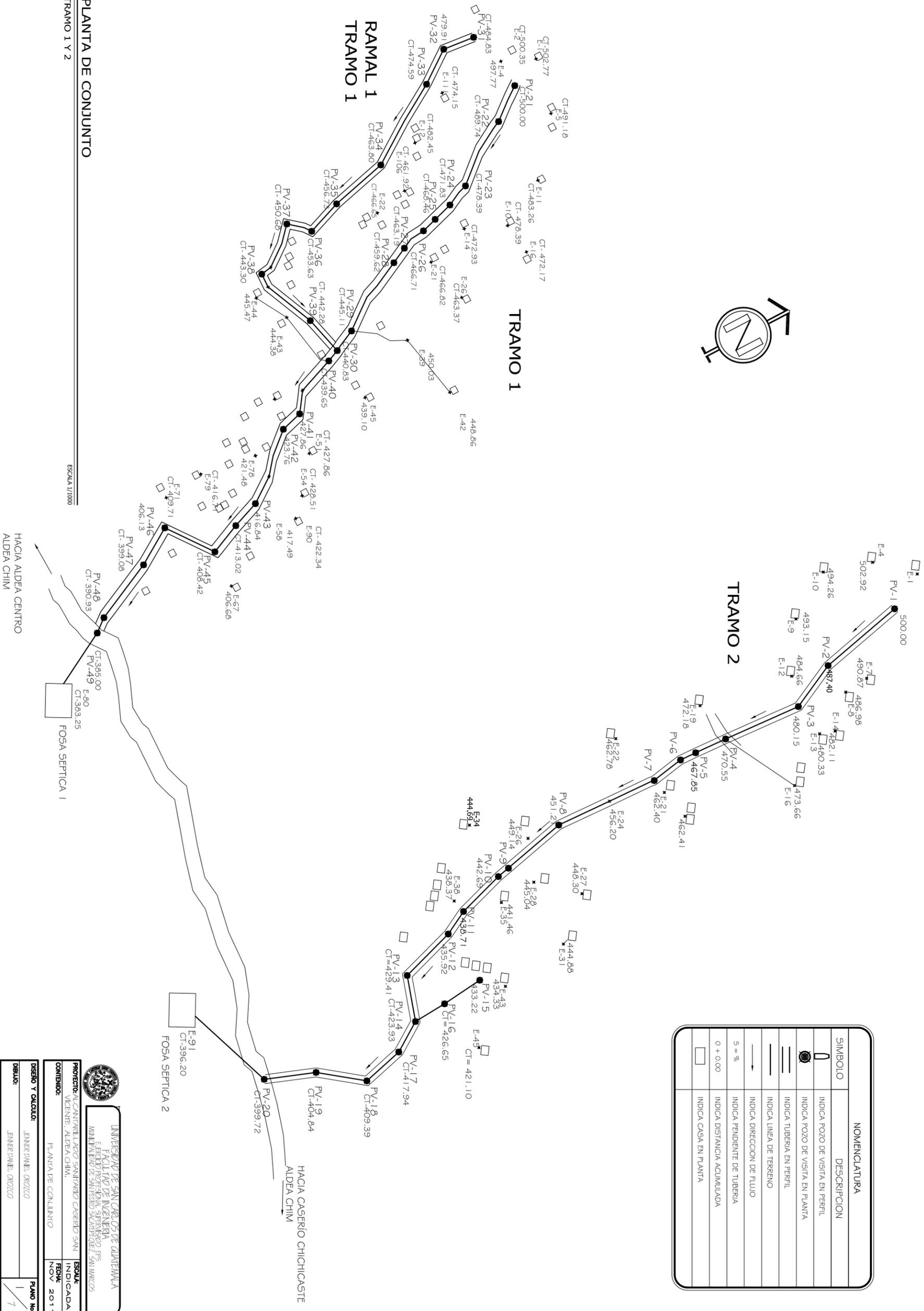
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA POZO DE VISITA EN PERFIL
	INDICA POZO DE VISITA EN PLANTA
	INDICA TUBERIA EN PERFIL
	INDICA LINEA DE TERRENO
	INDICA DIRECCION DE FLUJO
$S = \%$	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
$0 + 0.00$	INDICA DISTANCIA ACUMULADA
	INDICA CASA EN PLANTA

**TRAMO 2**

**TRAMO 1**

**RAMAL 1  
TRAMO 1**

**PLANTA DE CONJUNTO  
TRAMO 1 Y 2**



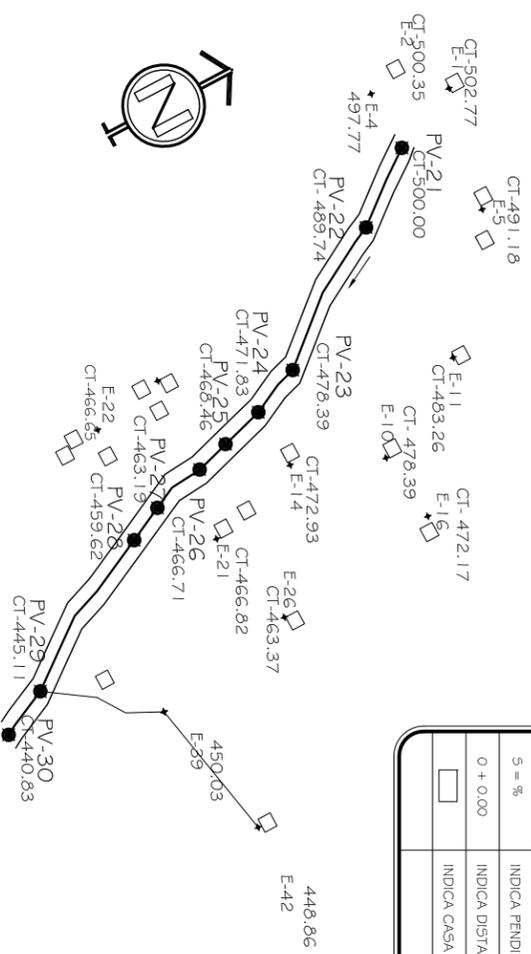
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 FERIA PROFESIONAL SEMESTRAL 2011  
 MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS

PROYECTO: AL CANTABIL LADO SANITARIO CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIMI.  
 CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO

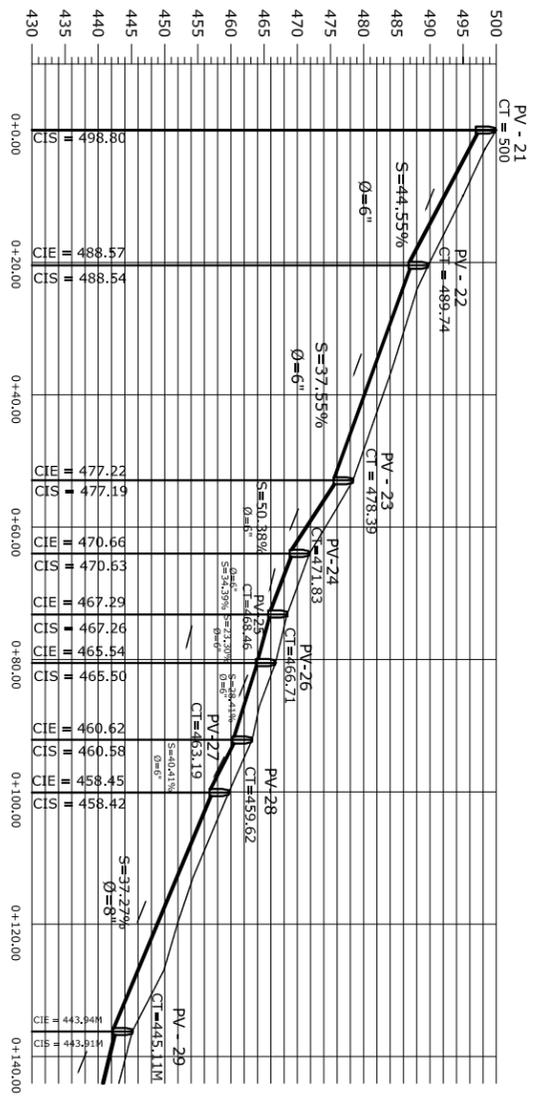
ESCALA: INDICADA  
 FECHA: NOV 2011  
 DISEÑO Y CALCULO: ENER PANEI, OROZCO  
 DIBUJO: ENER PANEI, OROZCO  
 PLANO No. 1/7

ENCARGADO DEL PROYECTO: ENER PANEI, OROZCO  
 ENCARGADO DEL DISEÑO: ENER PANEI, OROZCO

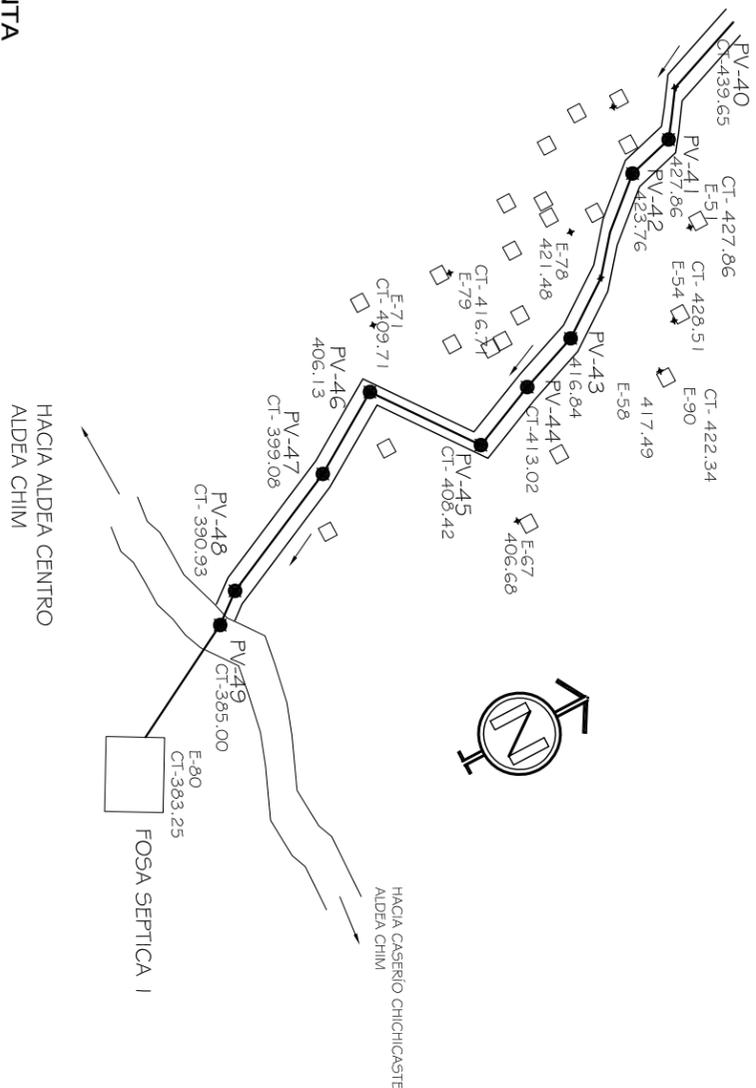
SIMBOLO	NOMENCLATURA
	INDICA POZO DE VISITA EN PERFIL
	INDICA POZO DE VISITA EN PLANTA
	INDICA TUBERIA EN PERFIL
	INDICA LINEA DE TERRENO
	INDICA DIRECCION DE FLUIDO
	INDICA PENDIENTE DE TUBERIA
	INDICA DISTANCIA ACUMULADA
	INDICA CASA EN PLANTA



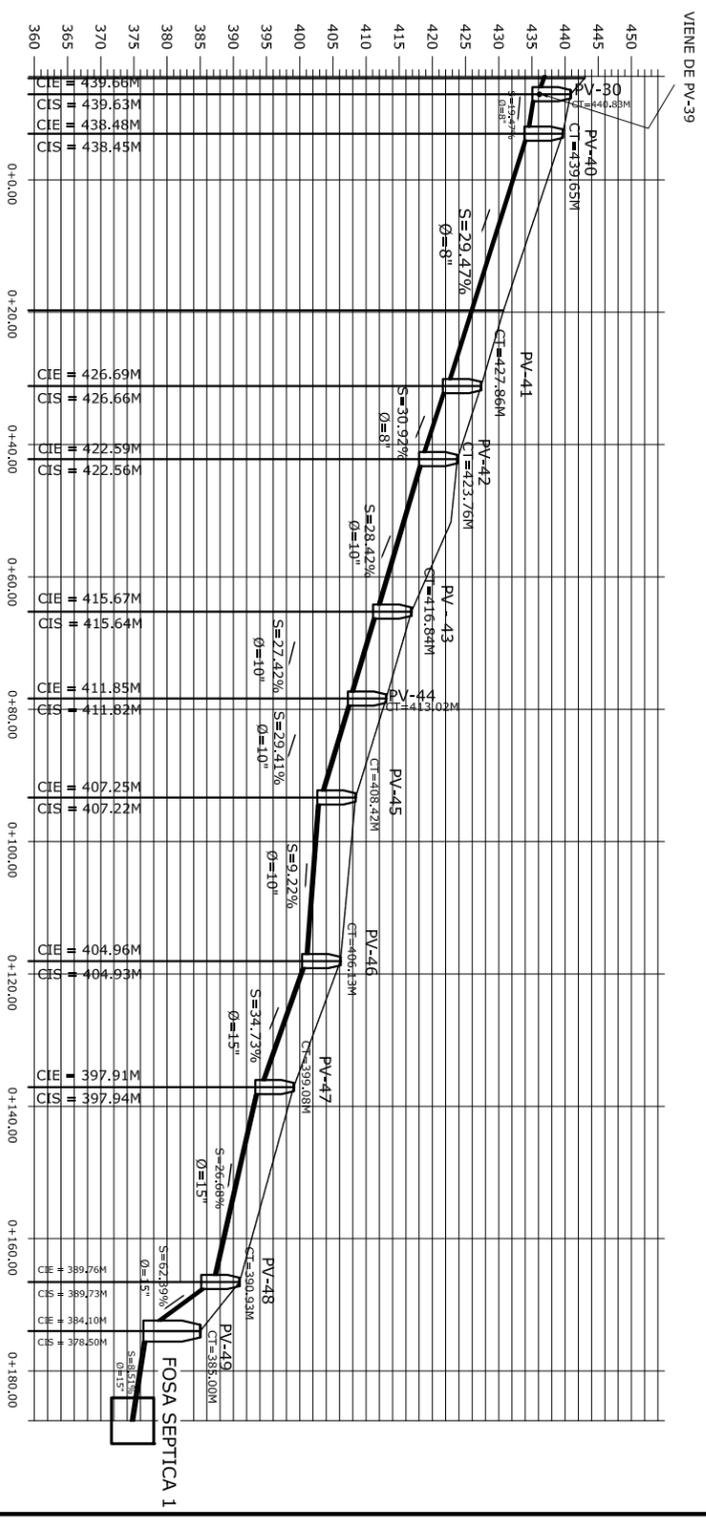
**PLANTA**  
TRAMO I DE PV-21 A PV-29  
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



**PERFIL**  
TRAMO I DE PV-21 A PV-29  
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



**PLANTA**  
TRAMO I DE PV-30 A PV-49  
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



**PERFIL**  
TRAMO I DE PV-30 A PV-49  
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
FERRERONIA, SEPTIEMBRE 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS

PROYECTO: M. CANTARIL LADO SANITARIO CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

ESCALA: INDICADA

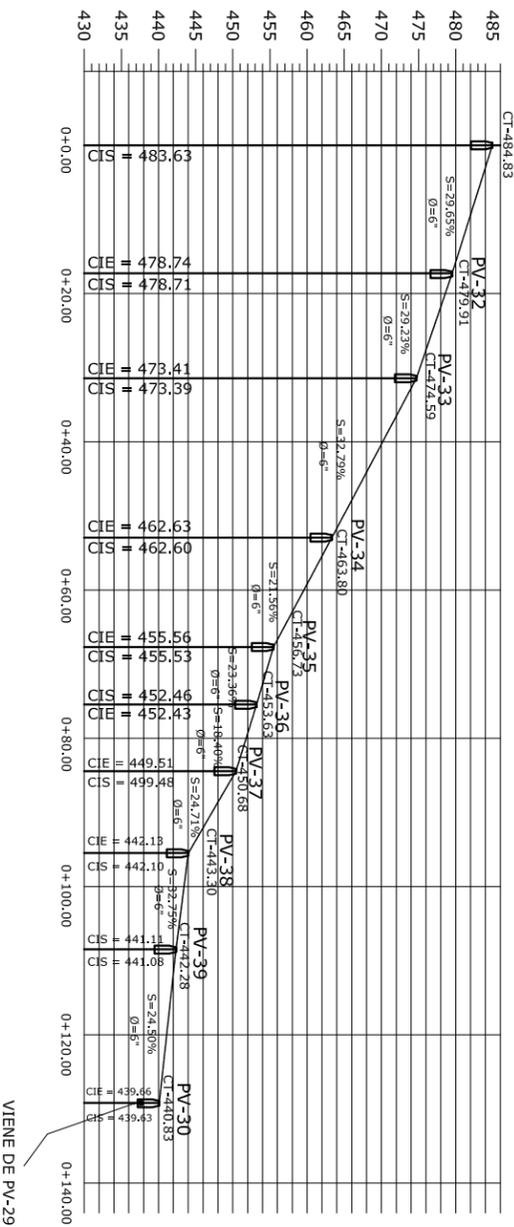
FECHA: NOV 2011

DISEÑO Y CALCULO: ENER PANEI, OROZCO

PLANO No. 2/7

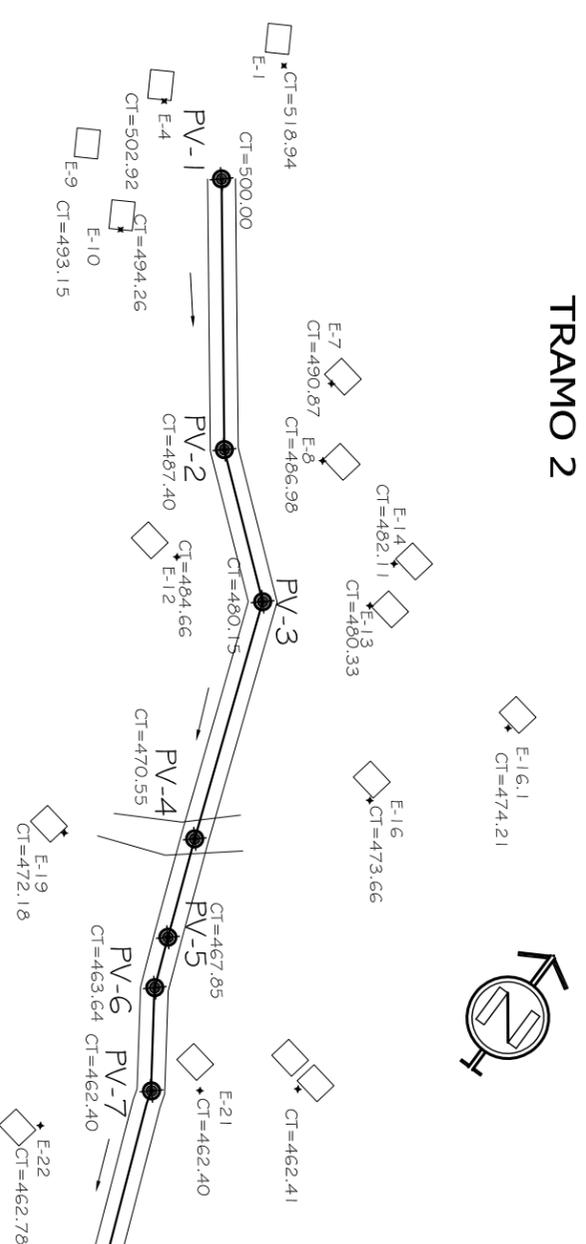
DEBLIDO: ENER PANEI, OROZCO

ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



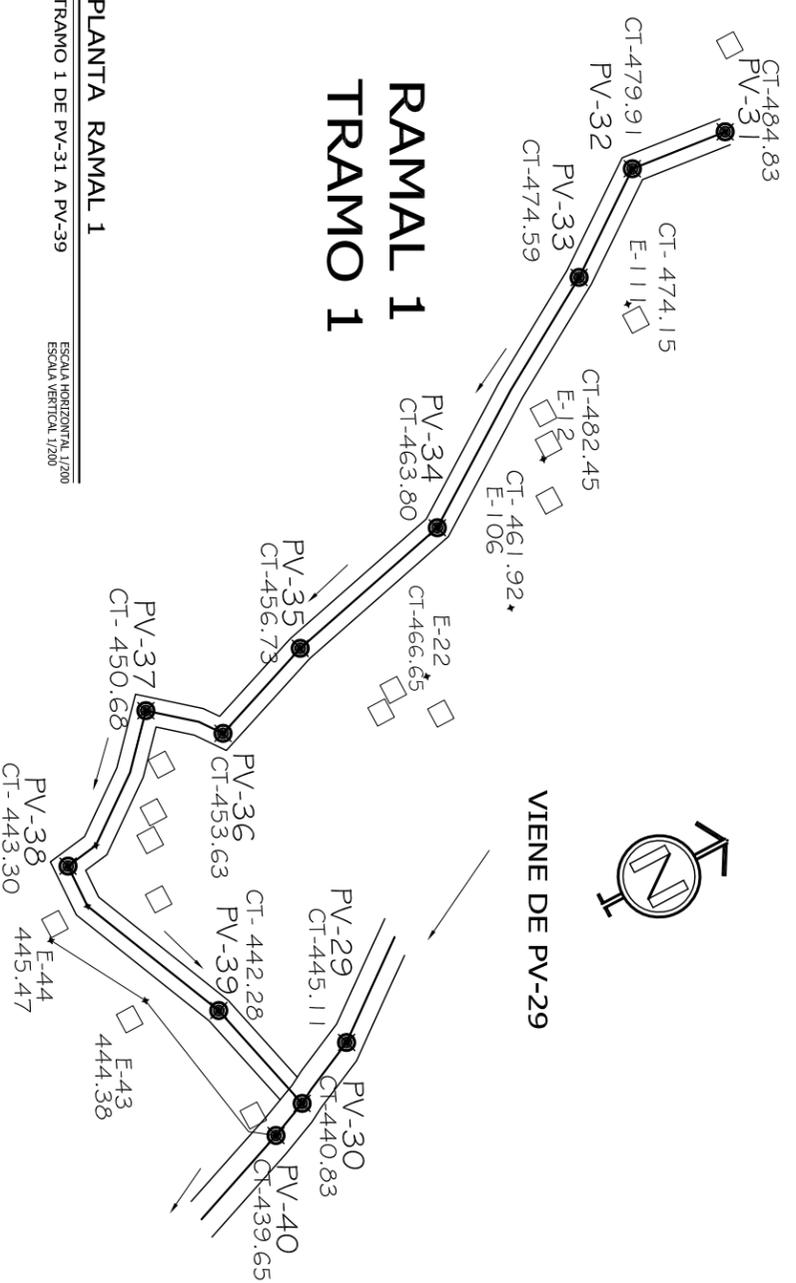
PERFIL RAMAL 1  
TRAMO 1 DE PV-31 A PV-39

ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



PLANTA  
TRAMO 2 DE PV-1 A PV-7

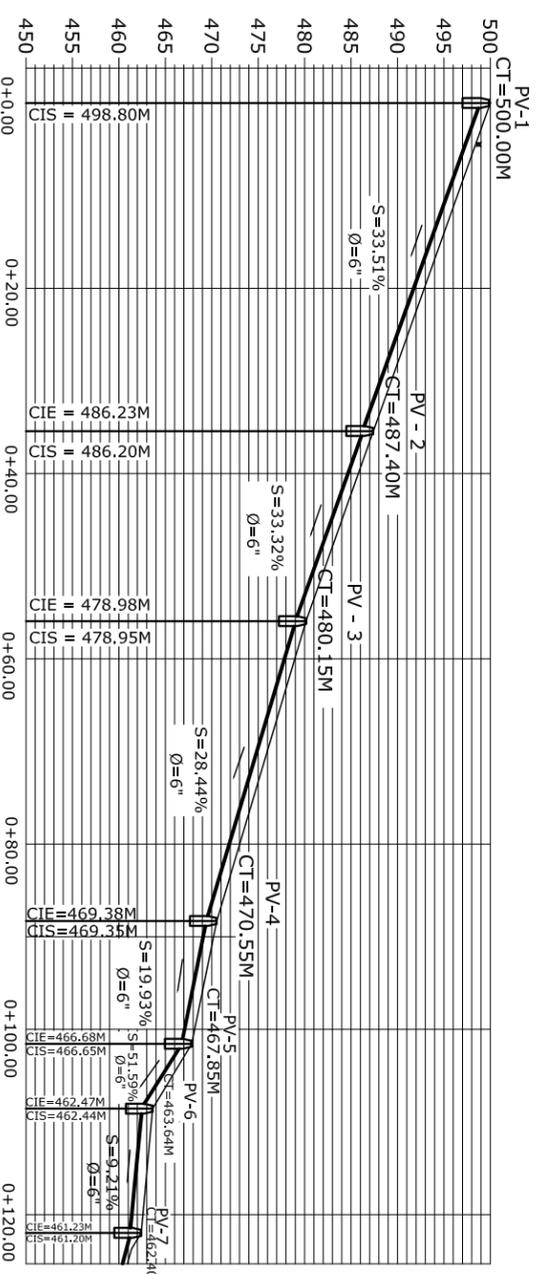
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



RAMAL 1  
TRAMO 1

PLANTA RAMAL 1  
TRAMO 1 DE PV-31 A PV-39

ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



PERFIL  
TRAMO 2 DE PV-1 A PV-7

ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
FERRERO PROFESIONAL SUPERMOROS  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS

PROYECTO: AL CANTABIL LADO SANITARIO CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

ESCALA: INDICADA

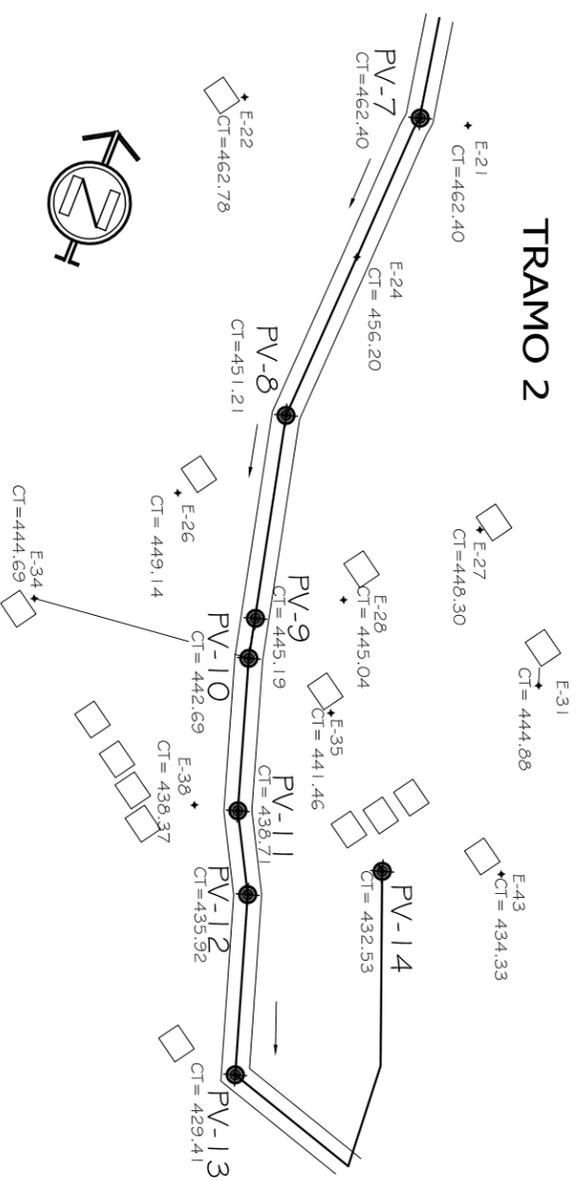
FECHA: NOV 2011

DISEÑO Y CALCULO: ENER PANEI, OROZCO

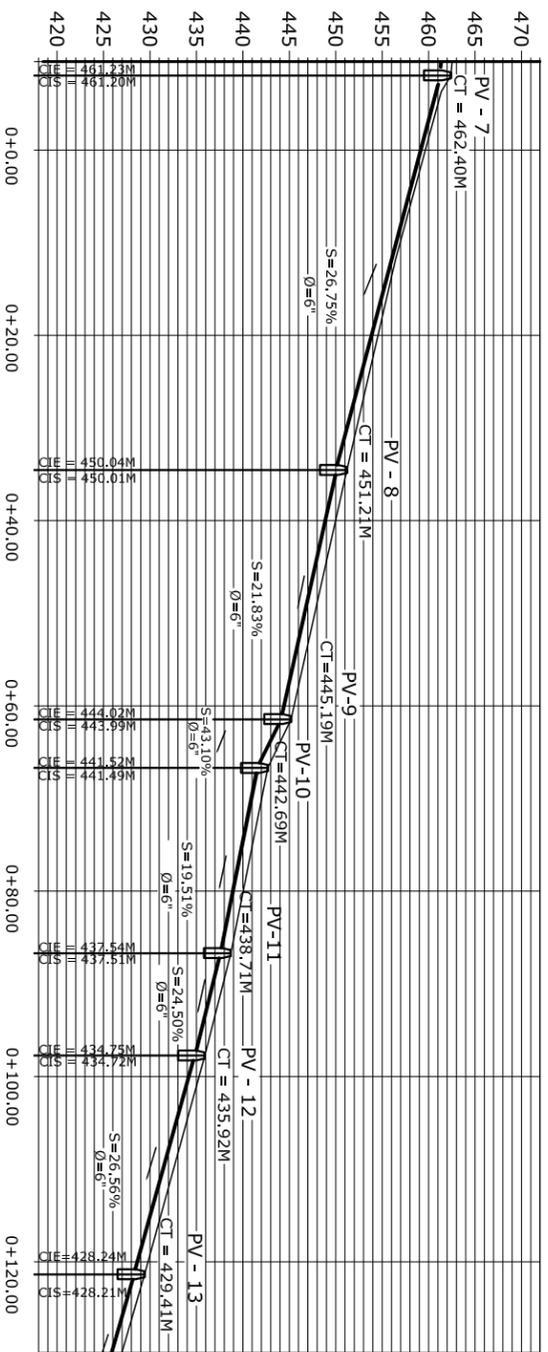
PLANO No. 3/7

DEBULO: ENER PANEI, OROZCO

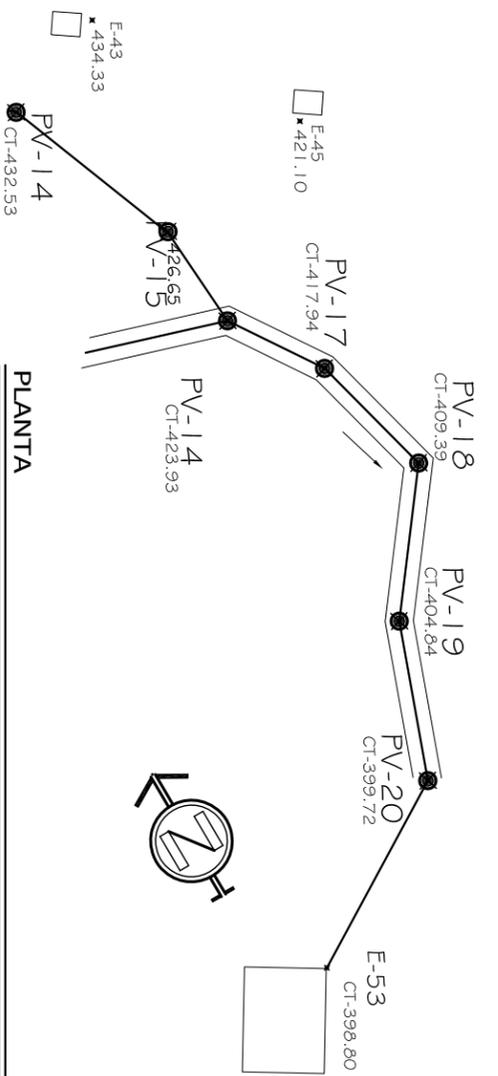
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



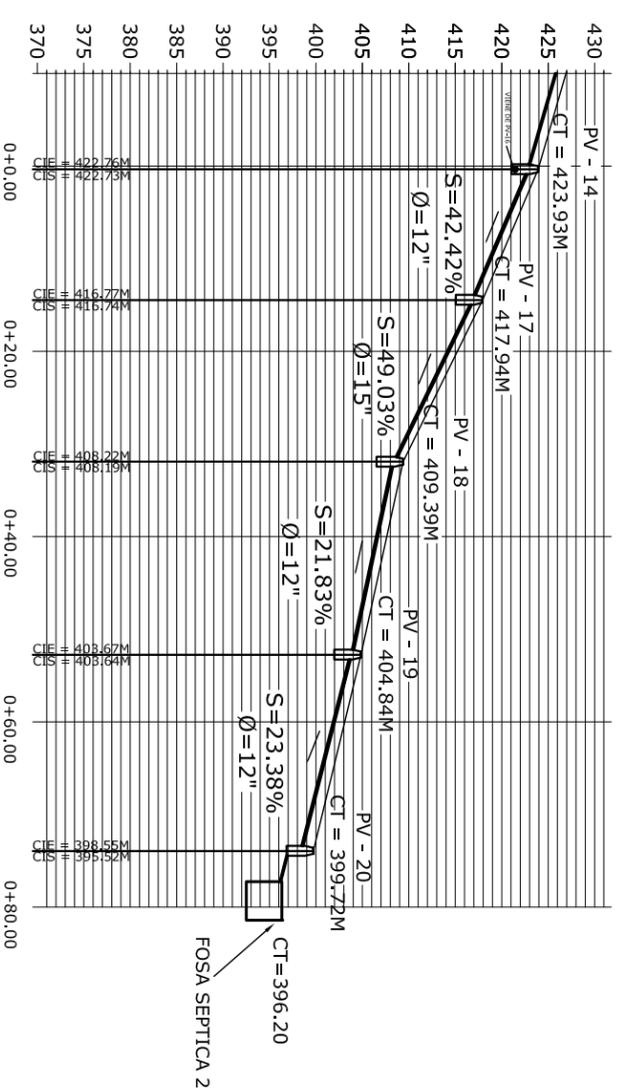
PLANTA  
TRAMO 2 DE PV-7 A PV-13  
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



PERFIL  
TRAMO 2 DE PV-7 A PV-13  
ESCALA VERTICAL 1/200  
ESCALA HORIZONTAL 1/200



PLANTA  
TRAMO 2 DE PV-14 A PV-20  
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



PERFIL  
TRAMO 2 DE PV-14 A PV-20  
ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS

PROYECTO: AL CANTARIL LADO SANITARIO CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

FECHA: NOV 2011

PLANO No. 4/7

PROYECTO: AL CANTARIL LADO SANITARIO CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.

CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

FECHA: NOV 2011

PLANO No. 4/7

ELABORADO POR: ENRIQUE PANEI, OROZCO

REVISADO POR: ENRIQUE PANEI, OROZCO

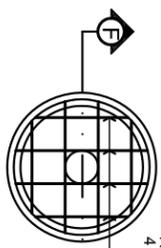
APROBADO POR: ENRIQUE PANEI, OROZCO



PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	DETALLES	FECHA:	NOV 2011

DISEÑO Y CALCULO:	ENER DANE: OROZCO	PLANO No.	5 / 7
DIBUJO:	ENER DANE: OROZCO		

ALICATORIO	PROYECTO DE SANITACION
------------	------------------------

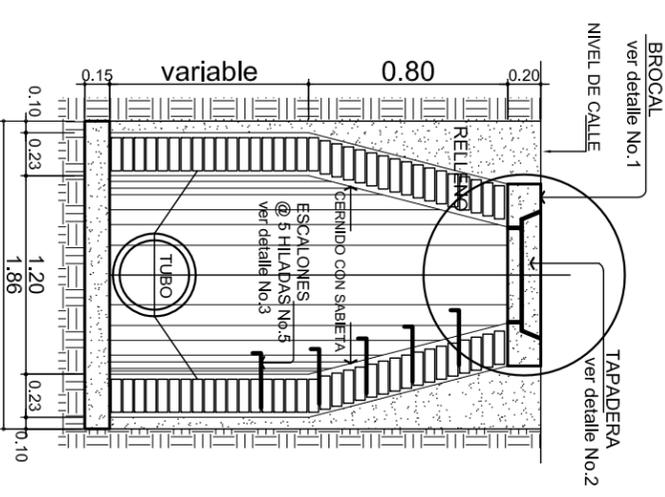


REFUERZO  
4 No.2 ambos sentidos

### DETALLE.

ARAMADO DE TAPADERA.

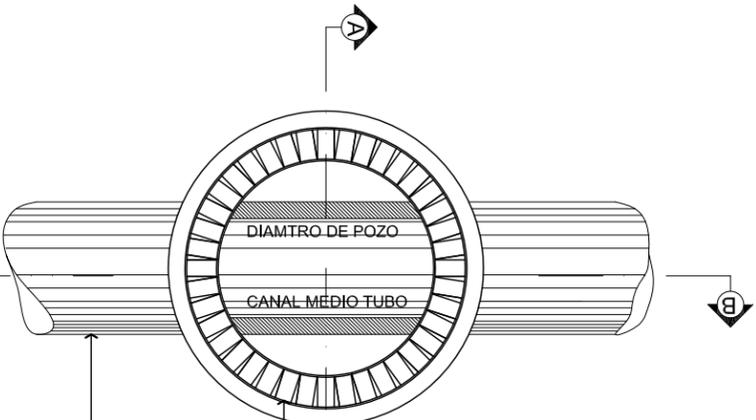
ESCALA 1/10



### Seccion A-A.

POZO DE VISITA TIPICO.

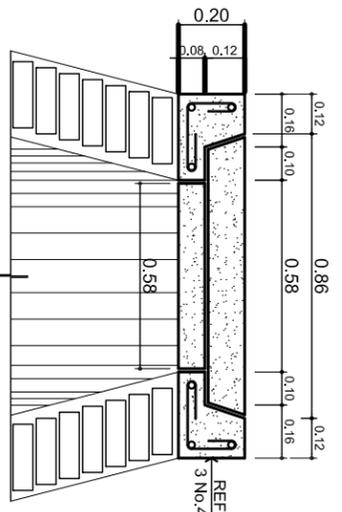
ESCALA 1/20



### PLANTA.

POZO DE VISITA TIPICO.

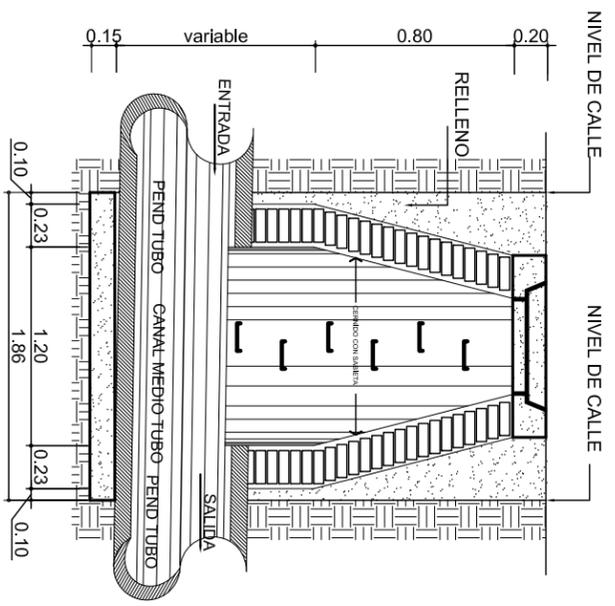
ESCALA 1/20



### DETALLE.

BROCAL.

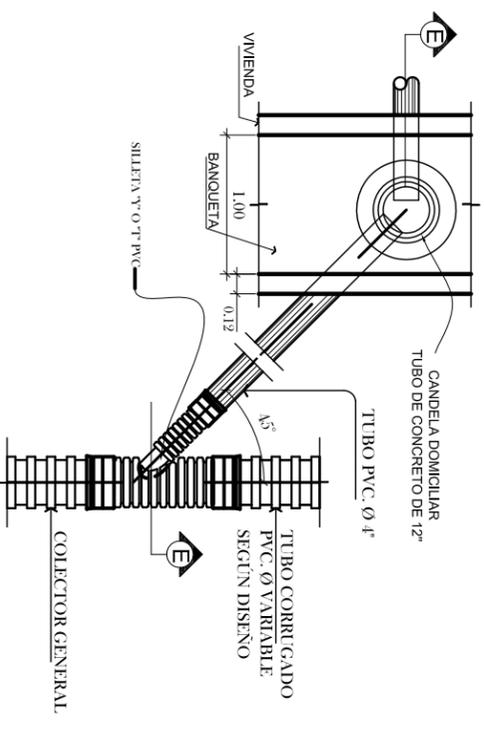
ESCALA 1/20



### Seccion B-B.

POZO DE VISITA TIPICO.

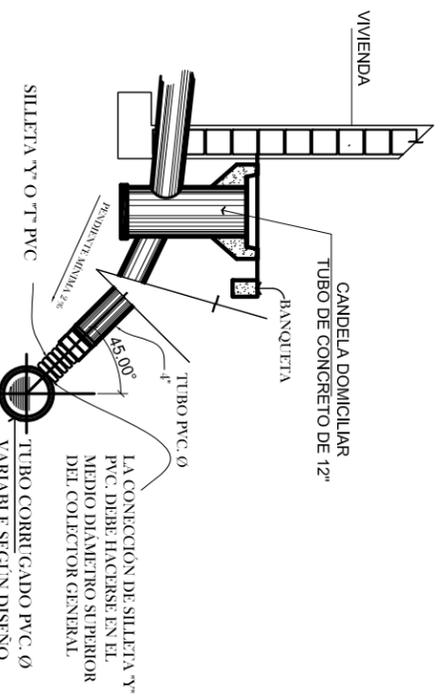
ESCALA 1/20



### PLANTA

ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA 1/10



### SECCION E-E

ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO FES  
MINISTERIO DE SAN PÉDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

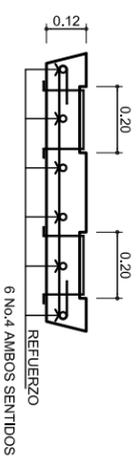
PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.  
CONTENIDO: DETALLES

ESCALA: INDICADA  
FECHA: NOV 2011

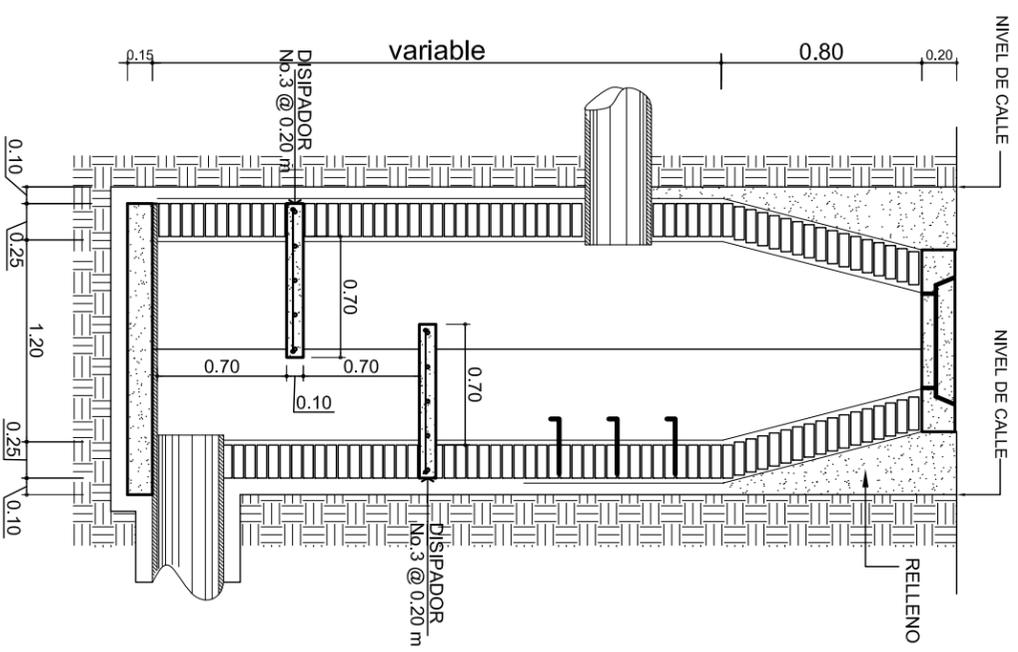
DISEÑO Y CALCULO: ENER DANE, OROZCO  
DIBUJO: ENER DANE, OROZCO

PLANO No. 6/7

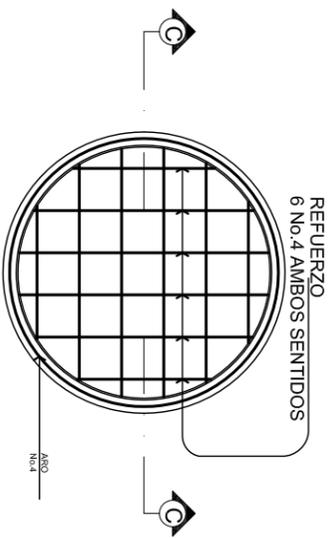
4/20/2011



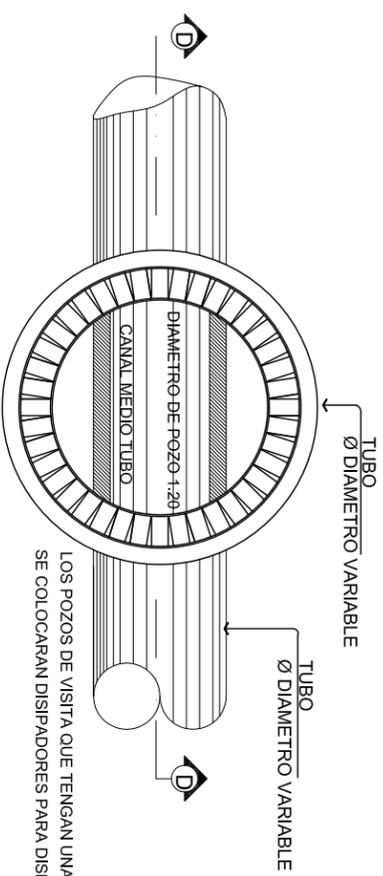
**Seccion C-C.**  
ARMADO DE TAPADERA. ESCALA 1/10



**Seccion D-D.**  
POZO DE VISITA CON DISIPADOR DE ENERGIA. ESCALA 1/20

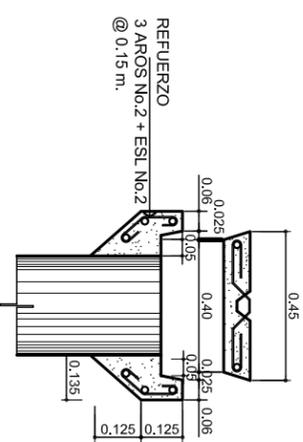


**DETALLE.**  
ARMADO DE TAPADERA. ESCALA 1/10

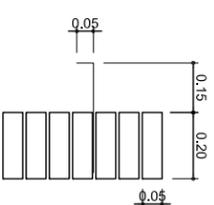
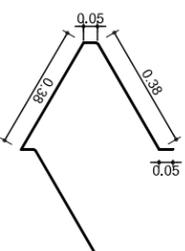


**PLANTA.**  
POZO DE VISITA CON DISIPADORES. ESCALA 1/20

LOS POZOS DE VISITA QUE TENGAN UNA CAIDA MAXIMA DE 1.50 m SE COLOCARAN DISIPADORES PARA DISMINUIR LA VELOCIDAD.



**Seccion F-F.**  
CANDELETA DOMICILIAR. ESCALA 1/10

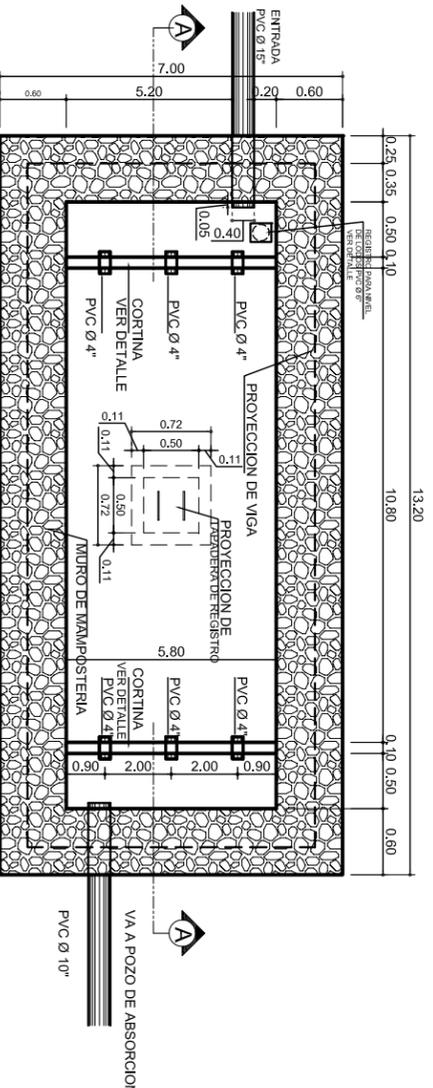
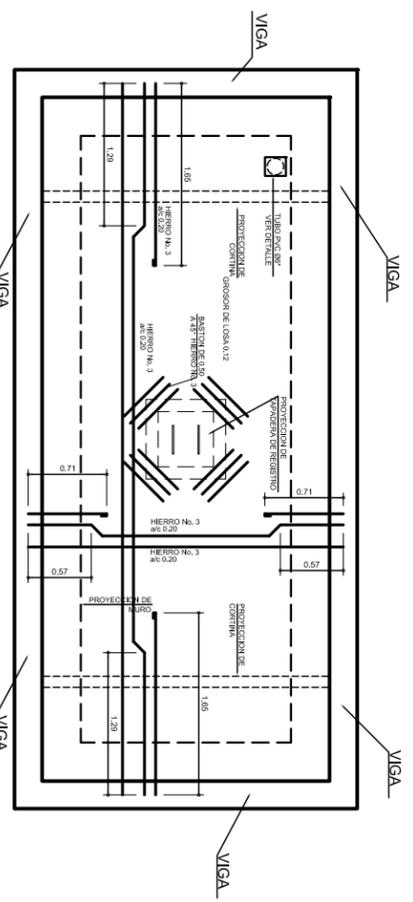


**DETALLE.**  
ESCALON. ESCALA 1/20

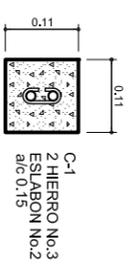
REFUERZO  
6 No.4 AMBOS SENTIDOS

ARRO  
No.4

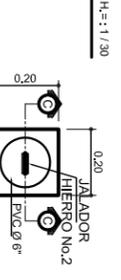
PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	DETALLES FOSA SEPTICA	FECHA:	NOV 2011
DISEÑO Y CALCULO:	JENNER PAINE, OROZCO	PLANO No.	7/7
DEBULO:	JENNER PAINE, OROZCO		
	4,620x 4,620		



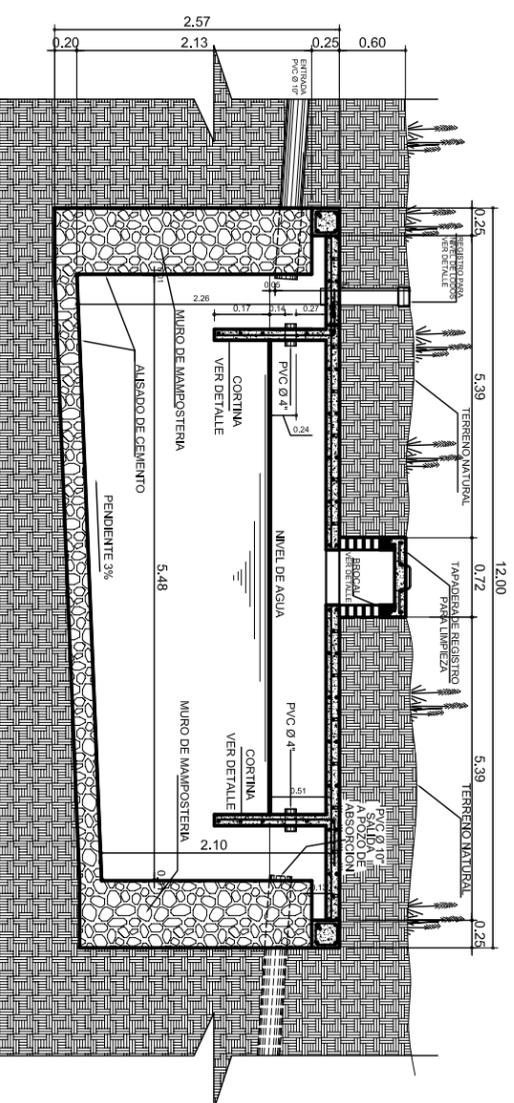
PLANTA C-1



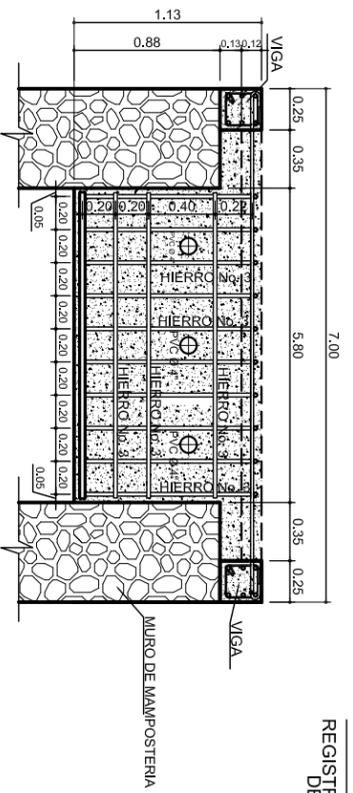
PLANTA ESTRUCTURA DE LOSA.



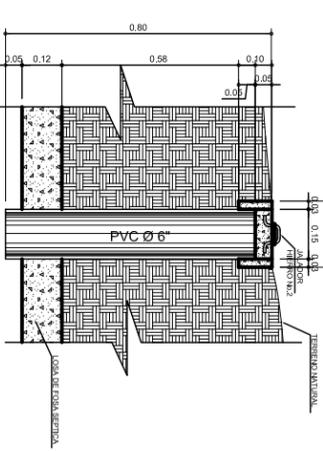
SECCION A-A FOSA SEPTICA.



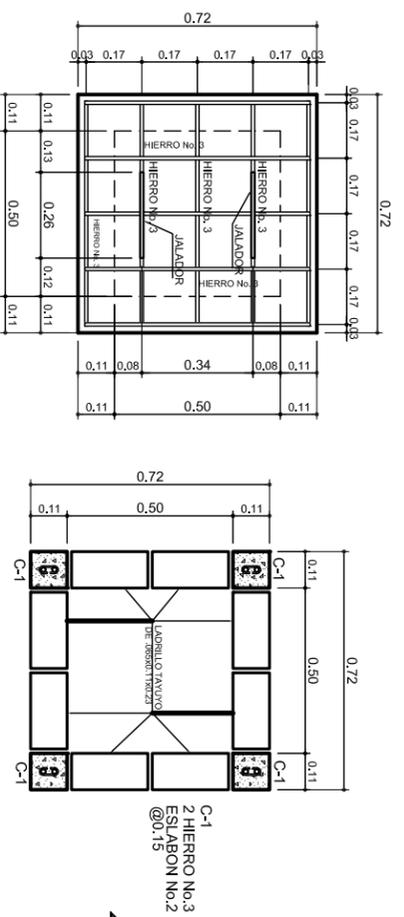
DETALLE CORTINA.



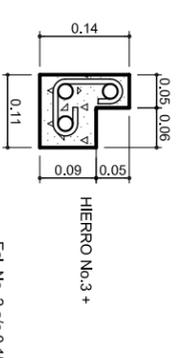
SECCION C-C REGISTRO PARA NIVEL DE LODOS.



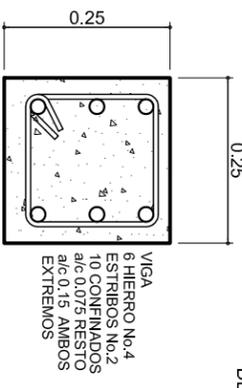
SECCION A-A FOSA SEPTICA.



DETALLE BROCAL.



DETALLE VIGA.

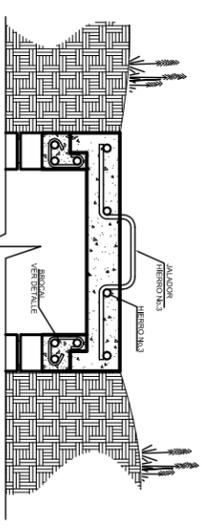
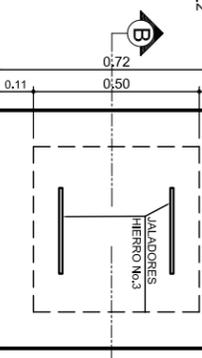


ESPECIFICACIONES

**MATERIALES:**  
 MAMPOSTERIA: 67% DE PIEDRA Y 33% DE SABIETA EN PROPORCION 1:2. CEMENTO, ARENA DE RIO.  
 CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm (3000 lb/ft²) A LOS 28 DÍAS.  
 ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE  $f_y = 2810$  Kg/cm (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615.  
**VIARIOS:**  
 LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.  
 TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.  
 LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.  
 EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APSONADO.  
 LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.  
 LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UN CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2). DEBIDAMENTE ALISADA.  
 LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR GERMINAS CON CEMENTO ARENA.  
 EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03 mts.

DETALLES.

TAPADERA DE REGISTRO, ARMADO DE LOSA, LOCALIZACION DE COLUMNAS Y SECCION B-B.



## PRESUPUESTO INTEGRADO

Proyecto: ALCANTARILLADO PLUVIAL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS  
ALDEA CHIM  
Municipio: SAN PEDRO SACATEPEQUEZ  
Departamento: SAN MARCOS  
Fecha: NOVIEMBRE DE 2011

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	U	P.U	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	544.00	ML	Q 5.00	Q 2,720.00
2	EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA	707.00	ML	Q 98.25	Q 69,464.00
3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	544.00	ML	Q 894.93	Q 486,842.04
4	POZO DE VISITA (Hprom=1,70 m)	20.00	UNIDAD	Q 3,421.15	Q 68,422.90
5	CONEXIONES DOMICILIARES	32.00	UNIDAD	Q 1,360.06	Q 43,522.00
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 670,970.94</b>

**TOTAL EN LETRAS: SEICIENTOS SETENTA MIL NOVECIENTOS SETENTA 94/100**

# PRESUPUESTO DESGLOSADO

**PROYECTO:** ALCANTARILLADO PLUVIAL CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS  
**MUNICIPIO:** ALDEA CHIM  
**DEPARTAMENTO:** SAN PEDRO SACATEPEQUEZ  
**FECHA:** SAN MARCOS  
**NOVIEMBRE**

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	SUB TOTAL	PRECIO T.
-----	-------------	----------	--------	-----------	-----------	-----------

1 TRABAJOS PRELIMINARES		544.00	ML			
	Trazo y replanteo de la línea	544.00	ML	Q 5.00	Q 2,720.00	
<b>TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>2,720.00</b>

2 EXCAVACION Y RELLENO DE ZANJA		707.00	M3			
	Excavación de la zanja	707.00	M3	Q 30.00	Q 21,210.00	
	Selecto	33.00	M3	Q 150.00	Q 4,950.00	
	Relleno de la Zanja	672.00	M3	Q 28.00	Q 18,816.00	
<b>SUB-TOTAL DEL RENGLÓN</b>					<b>Q</b>	<b>44,976.00</b>
	Transporte				Q 2,000.00	
	Costo total Mano de obra no calificada	1.00	Global	Q 8,995.20	Q 8,995.20	
	Costos indirectos	1.00	Global	Q 13,492.80	Q 13,492.80	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>69,464.00</b>
					PU	Q 98.25
					Q	47,696.00

3 INSTALACIÓN DE TUBERÍA		ML	544.00			
	TUBO P.V.C. 12" ASTM F949	49	Tubos	Q 1,279.00	Q 62,671.00	
	TUBO P.V.C. 18" ASTM F949	51	Tubos	Q 3,140.00	Q 160,140.00	
	Accesorios	1	Global	Q 33,421.65	Q 33,421.65	
<b>SUB-TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>256,232.65</b>
	Costo Total Mano de obra calificada	1.00	Global	Q 128,116.33	Q 128,116.33	
	Costo total Mano de obra no calificada	1.00	Global	Q 25,623.27	Q 25,623.27	
	Costos indirectos	1.00	Global	Q 76,869.80	Q 76,869.80	
<b>COSTO TOTAL DEL RENGLON</b>					<b>Q</b>	<b>486,842.04</b>
					PU	Q 894.93

<b>4 POZO DE VISITA (Hprom=1,70 m)</b>		<b>20.00</b>	<b>U</b>			
Cemento	225.00	Saco	Q	70.00	Q	15,750.00
Arena de rio	13.00	M3	Q	175.00	Q	2,275.00
Piedrin	15.00	M3	Q	220.00	Q	3,300.00
Madera para formaleta	5.00	Docena	Q	390.00	Q	1,950.00
Clavo de 2"	20.00	Libras	Q	7.50	Q	150.00
Alambre de Amarre	30.00	Libras	Q	7.50	Q	225.00
Hierro de 1/2"	26.00	Varillas	Q	61.00	Q	1,586.00
Hierro de 3/8"	53.00	Varillas	Q	35.00	Q	1,855.00
Selecto	10.00	M3	Q	150.00	Q	1,500.00
Ladrillo tayuyo 0.10x0.40x0.20	2,000.00	U	Q	2.00	Q	4,000.00
<b>SUB- TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>32,591.00</b>
Transporte					Q	6,500.00
Mano de calificada	1.00	GLOBAL	Q	16,295.50	Q	16,295.50
Mano de obra no calificada	1.00	GLOBAL	Q	6,518.20	Q	6,518.20
Gastos indirectos	1.00	GLOBAL	Q	6,518.20	Q	6,518.20
<b>TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q 68,422.90</b>
						<b>PU Q 3,421.15</b>

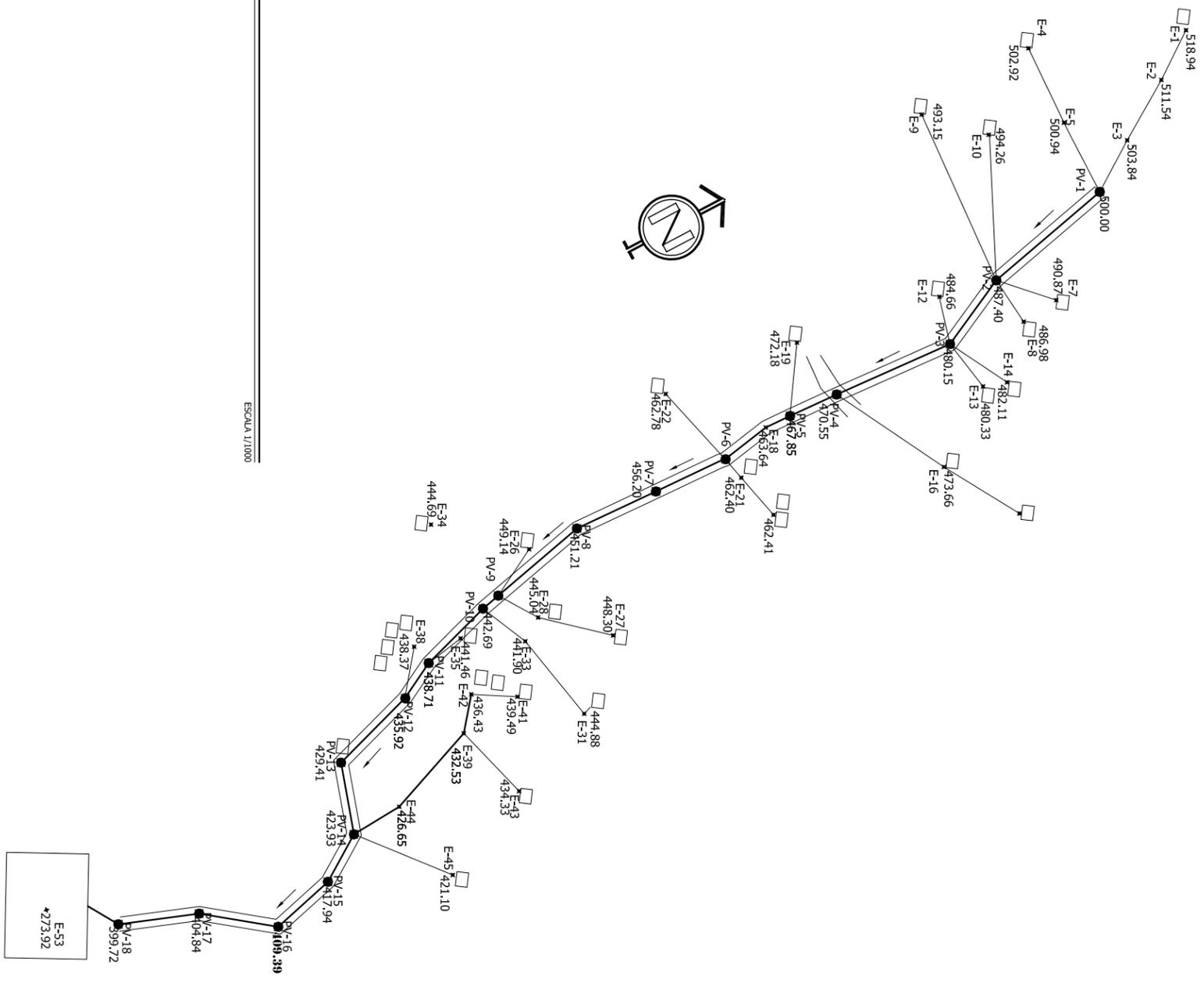
<b>5 CONEXIONES DOMICILIARES</b>		<b>32.00</b>	<b>U</b>			
Cemento	32.00	Saco	Q	70.00	Q	2,240.00
Arena de rio	2.00	m3	Q	175.00	Q	350.00
Piedrin	3.00	m3	Q	220.00	Q	660.00
Hierro de 1/4"	320.00	Varillas	Q	21.75	Q	6,960.00
Hierro de 3/8"	7.00	Varillas	Q	35.00	Q	245.00
Clavo de 2"	30.00	Libras	Q	7.50	Q	225.00
Alambre de Amarre	30.00	Libras	Q	7.50	Q	225.00
Tubo de concreto de 12"	32.00	U	Q	110.00	Q	3,520.00
Silleta Yee 45°	32.00	U	Q	80.00	Q	2,560.00
Tubo PVC 4"	32.00	U	Q	68.00	Q	2,176.00
Pegamento PVC	2.00	Galon	Q	300.00	Q	600.00
<b>SUB- TOTAL DE MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>19,761.00</b>
Transporte					Q	4,000.00
Mano de calificada	1.00	GLOBAL	Q	10,868.55	Q	10,868.55
Mano de obra no calificada	1.00	GLOBAL	Q	2,964.15	Q	2,964.15
Gastos indirectos	1.00	GLOBAL	Q	5,928.30	Q	5,928.30
<b>TOTAL DEL RENGLON</b>						<b>Q 43,522.00</b>
						<b>PU Q 1,360.06</b>

<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>						<b>670,970.94</b>
---------------------------------	--	--	--	--	--	-------------------

<b>BASES DE DISEÑO PARA DRENAJE PLUVIAL</b>		
TIPO DE PROYECTO :	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL	
LUGAR	CASERÍO SAN VICENTE ESQUIPULAS, ALDEA CHIM	
VIVIENDAS ACTUALES (AÑO 2011):	32	VIVIENDAS
DENSIDAD DE POBLACION ASUMIDA:	6	HABITANTES/VIVIENDA
POBLACION ACTUAL (AÑO 2011):	192	HABITANTES
VIVIENDAS FUTURAS (AÑO):	78	VIVIENDAS
POBLACION FUTURA (AÑO 2034):	467	HABITANTES
PERIODO DE DISEÑO:	30	AÑOS
TASA DE CRECIMIENTO:	3.00%	PORCENTAJE
DOTACION AGUA POTABLE:	150	LITROS/HABITANTE/DIA
COEFICIENTE MANNING:	0.010	PARA TUBERIA PVC
	0.014	PARA TUBERIA CONCRETO
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN INICIAL:	12	MINUTOS
FORMULA PARA INTENSIDAD DE LLUVIA	$i=22.01/(T_{ci}+10.17)$	
VELOCIDAD A SECCIÓN LLENA	$V_{Secllena}=0,003429/0,01 * D^{(2/3)} * S^{(1/2)}$	
CAUDAL	$Q=V * A$	
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	$T_c=12+37.60/60 * V$	

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL  
CASERÍO SAN VICENTE, ALDEA CHIM, SAN PEDRO SAC. SAN MARCOS

P.V.I.	P.V.F.	COTA DE TERRENO		D.H. [mt]	S % (Terreno)	AREA	AREA	AREA TR	TIEMPO DE CONCENTRACION		INTENSIDAD	C	Q. DIS	S %	DIAMETRO	Relaciones		Relaciones	Cotas Invert		prof de pozo			
		TR. M2	TR. HA			ACUMUL	T1	T2	L/S	TUBO			PLG	Vel.llena (m/s)	Q.lleno(L/s)	q/Q	v/V	Vel.parcial	Salida	Entrada	Inicio	Final		
		INICIO	FINAL																					
E-0	E-6	500.00	487.40	37.60	33.51%	2272	0.2272	0.22723	12	12.53	99.28	0.3	18.8	33.51%	12	1.040	75.915	0.24764	0.817	0.850	498.80	486.20	1.20	1.20
E-6	E-11	487.40	480.15	21.76	33.32%	1830	0.183	0.41023	12.53	12.89	96.96	0.3	33.15	33.32%	12	1.037	75.697	0.43793	0.964	1.000	486.20	478.95	1.20	1.20
E-11	E-15	480.15	470.55	33.75	28.44%	1302	0.1302	0.54043	12.89	13.46	95.45	0.3	42.99	28.44%	12	0.959	69.942	0.61465	1.049	1.006	478.95	469.35	1.20	1.20
E-15	E-17	470.55	467.85	13.55	19.93%	1456	0.1456	0.68603	13.46	13.67	93.14	0.3	53.25	19.93%	12	0.802	58.540	0.90963	1.132	0.908	469.35	466.65	1.20	1.20
E-17	E-18	467.85	463.64	8.16	51.59%	2024	0.2024	0.88843	13.67	13.86	92.32	0.3	68.35	51.59%	12	1.291	94.197	0.72561	1.089	1.406	466.65	462.44	1.20	1.20
E-18	E-20	463.64	462.40	13.46	9.21%	1350	0.135	1.02343	13.86	13.99	91.59	0.3	78.11	9.21%	12	0.546	39.804	1.96235	1.062	0.579	462.44	461.20	1.20	1.20
E-20	E-25	462.40	451.21	41.83	26.75%	1665	0.1665	1.18993	13.99	14.68	91.1	0.3	90.34	26.75%	12	0.930	67.829	1.33189	1.062	0.987	461.20	450.01	1.20	1.20
E-25	E-30	451.21	445.19	27.58	21.83%	1899	0.1899	1.37983	14.68	15.09	88.57	0.3	101.84	21.83%	12	0.840	61.269	1.66217	1.062	0.892	450.01	443.99	1.20	1.20
E-30	E-29	445.19	442.69	5.80	43.10%	2020	0.202	1.58183	15.09	15.21	87.13	0.3	114.85	43.10%	12	1.180	86.099	1.33393	1.062	1.253	443.99	441.49	1.20	1.20
E-29	E-36	442.69	438.71	20.40	19.51%	1300	0.13	1.71183	15.21	15.5	86.72	0.3	123.71	19.51%	12	0.794	57.925	2.13568	1.062	0.843	441.49	437.51	1.20	1.20
E-36	E-37	438.71	435.92	11.39	24.50%	1117	0.1117	1.82353	15.5	15.68	85.74	0.3	130.29	24.50%	12	0.890	64.906	2.00738	1.062	0.945	437.51	434.72	1.20	1.20
E-37	E-37.1	435.92	429.41	24.51	26.56%	1345	0.1345	1.95803	15.68	16.08	85.15	0.3	138.94	26.56%	12	0.926	67.587	2.05573	1.062	0.984	434.72	428.21	1.20	1.20
E-37.1	E-46	429.41	423.93	19.76	27.73%	1789	0.1789	2.13693	16.08	16.41	83.85	0.3	149.32	27.73%	12	0.946	69.062	2.16212	1.062	1.005	428.21	422.73	1.20	1.20
E-46	E-47	423.93	417.94	14.12	42.42%	1345	0.1345	2.27143	16.41	16.79	82.81	0.3	156.75	42.42%	18	1.534	251.834	0.62243	1.049	1.609	422.73	416.74	1.20	1.20
E-47	E-48	417.94	409.39	17.44	49.03%	1880	0.188	2.45943	16.79	17.29	81.64	0.3	167.32	49.03%	18	1.649	270.725	0.61804	1.049	1.730	416.74	408.19	1.20	1.20
E-48	E-49	409.39	404.84	20.84	21.83%	976	0.0976	2.55703	17.29	17.72	80.15	0.3	170.79	21.83%	18	1.100	180.665	0.94534	1.137	1.251	408.19	403.64	1.20	1.20
E-49	E-51	404.84	399.72	21.90	23.38%	320	0.032	2.58903	17.72	18.19	78.92	0.3	170.27	23.38%	18	1.139	186.952	0.91077	1.132	1.289	403.64	398.52	1.20	1.20



PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA 1/1000

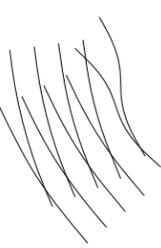


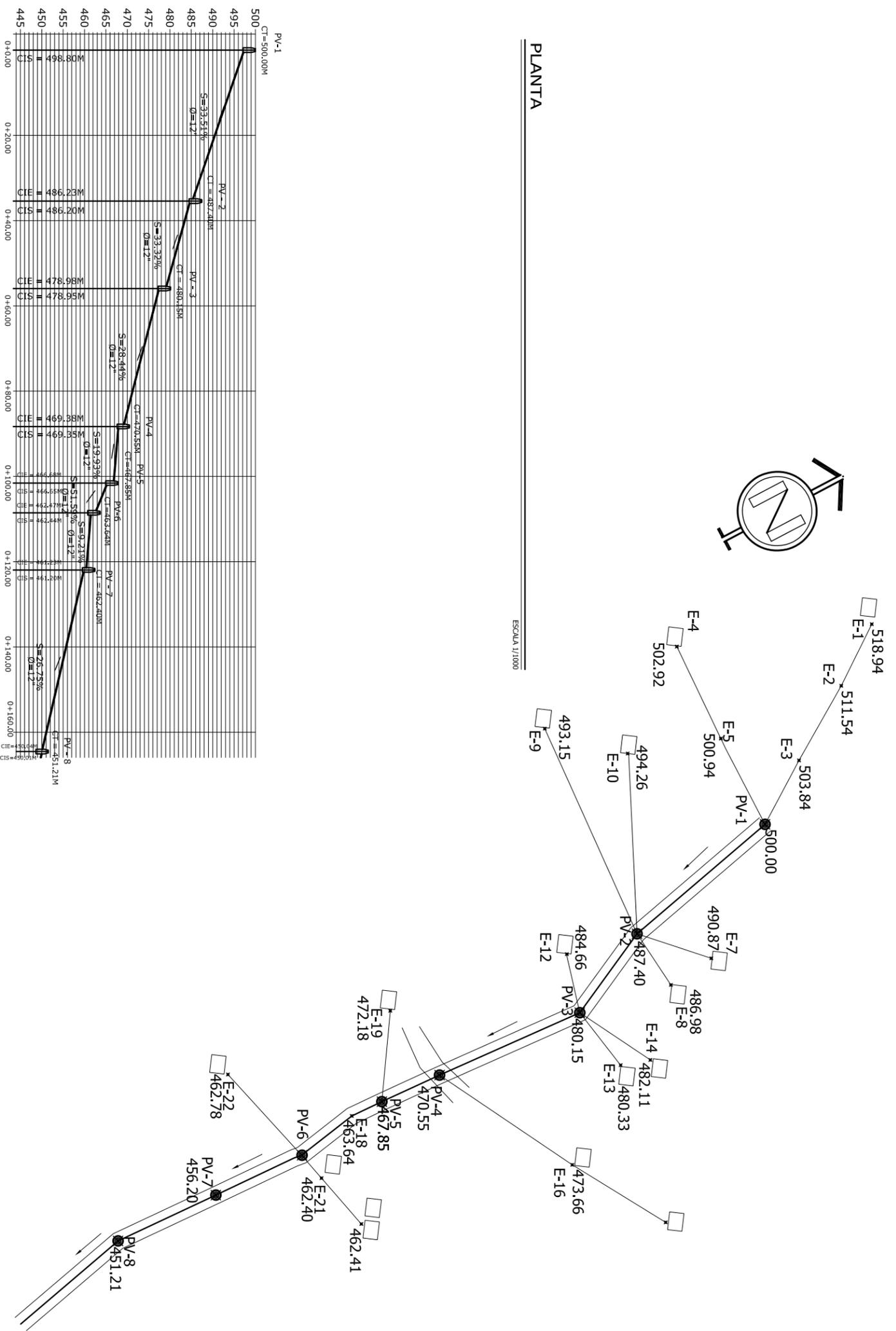
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN  
 MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUAS  
 MUNICIPALES DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS

PROYECTO:	ALCANTARILLADO PLUVAL CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	PLANTA DE CONJUNTO	FECHA:	NOV 2011

DISEÑO Y CALCULO:	JENNER PANEI, OROZCO	PLANO No.	1 / 4
DEBIDO:	JENNER PANEI, OROZCO		

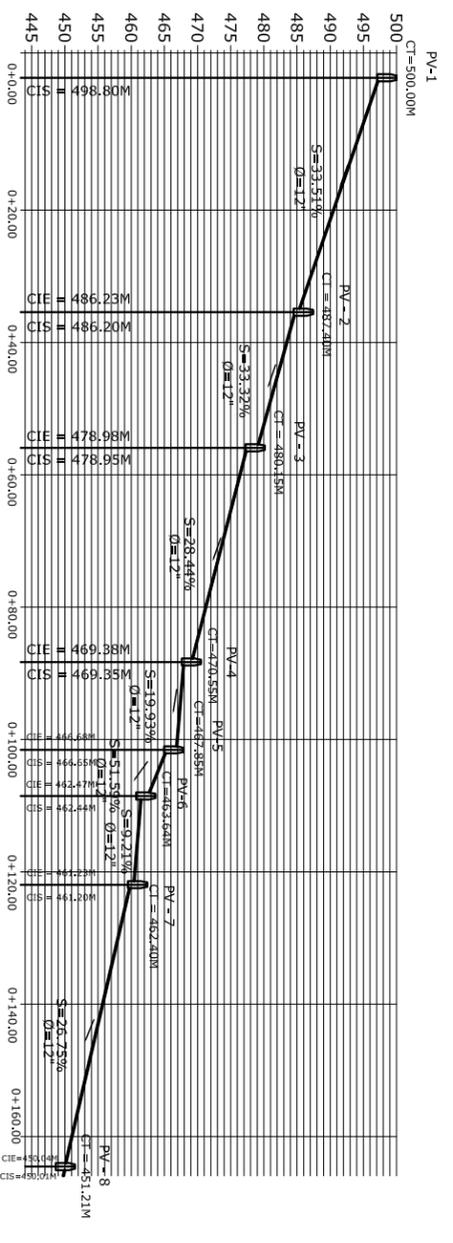
APROBADO:		REVISADO:	
FECHA:		FECHA:	





**PLANTA**

ESCALA 1/1000



**PERFIL**

ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA INGENIERIA  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS  
VICENTE, ALDEA CHIM.  
NOV 2011

PROYECTO: ALcantarillado Pluma Caserio SAN  
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

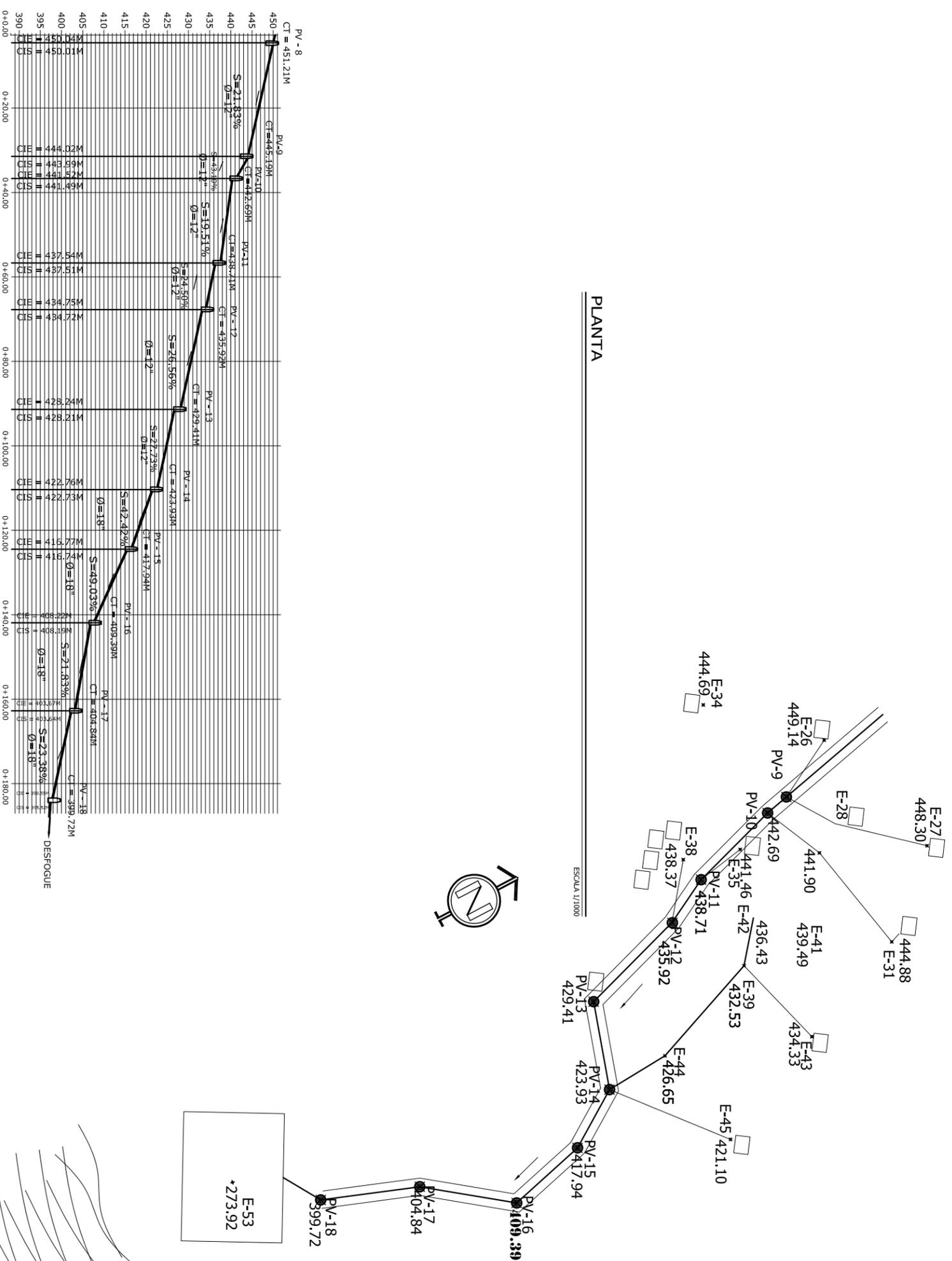
DISEÑO Y CALCULO: ENER PANEI, OROZCO  
FECHA: NOV 2011

DIBUJO: ENER PANEI, OROZCO  
PLANO No. 2/4

ASISTENTE: \_\_\_\_\_  
ENCARGADO: \_\_\_\_\_

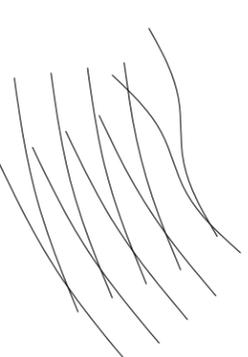
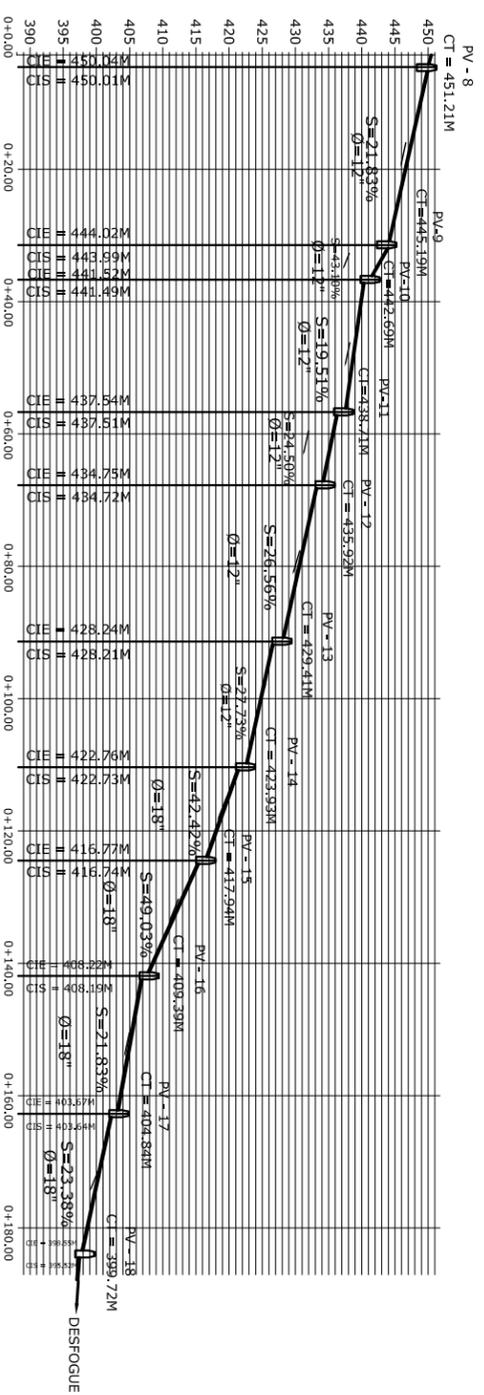
PLANTA

ESCALA 1/1000



PERFIL

ESCALA HORIZONTAL 1/200  
ESCALA VERTICAL 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA EN  
MANTENIMIENTO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA  
MUNICIPALIDAD DE SAN PABLO SACATEPEQUEZ, SAN MARCOS

PROYECTO: AL CANTONEL LAGO PLUMA, CASERIO SAN VICENTE, ALDEA CHIM.  
CONTENIDO: PLANTA + PERFIL

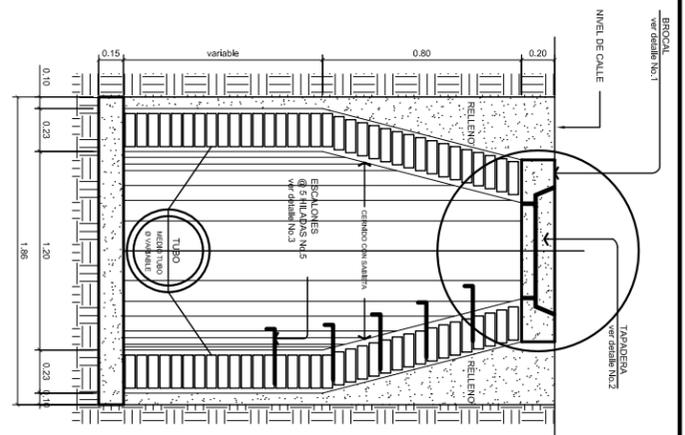
ESCALA: INDICADA  
FECHA: NOV 2011

DISEÑO Y CALCULO: JENNER PANEI, OROZCO  
DIBUJO: JENNER PANEI, OROZCO

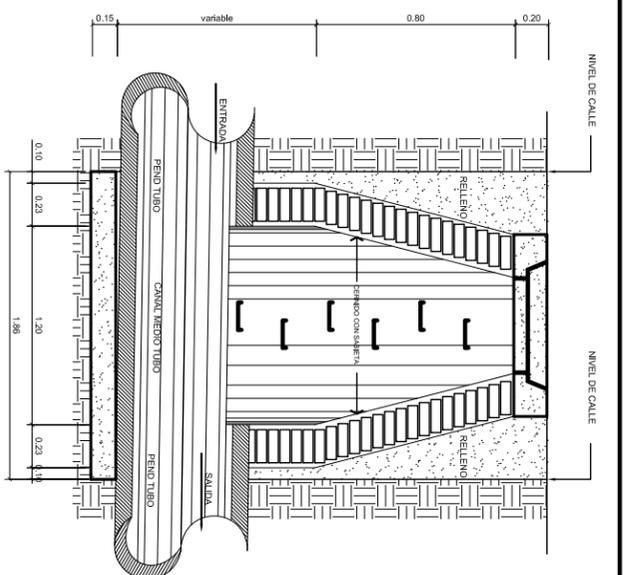
PLANO No. 3/4

ESCALA VERTICAL 1/200

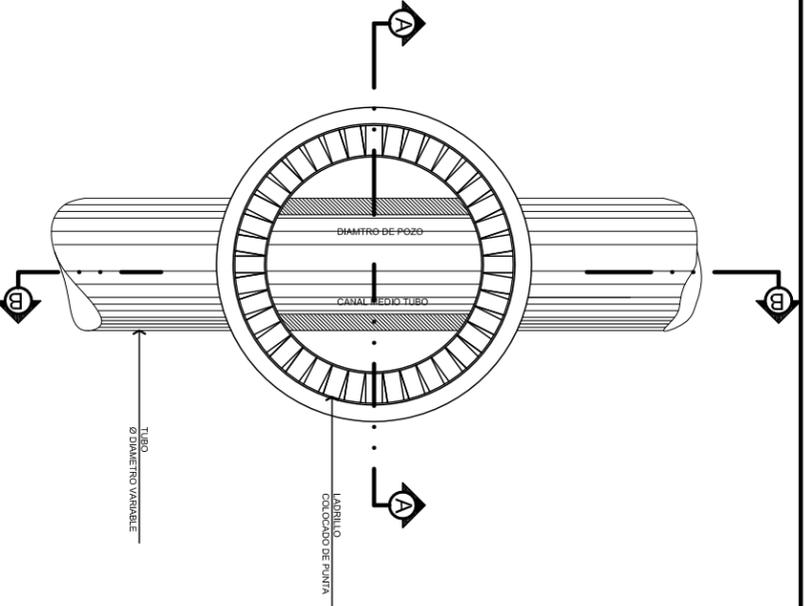
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA MINTERVALLO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS	
<b>PROYECTO:</b> AL CANTARILLADO PLUVIAL CABERHO SAN VICENTE, ALTA GUAM.	<b>ESCALA:</b> INDICADA FECHA: NOV 2011
<b>CONTENIDO:</b> DETALLES AL CANTARILLADO PLUVIAL.	<b>PLANO No.</b> 4 / 4
<b>DISEÑO Y CALCULO:</b> ENER DANE: OROZCO	<b>DRIBLUO:</b> ENER DANE: OROZCO
ALVARO VILLAR      ROBERTO GONZALEZ	



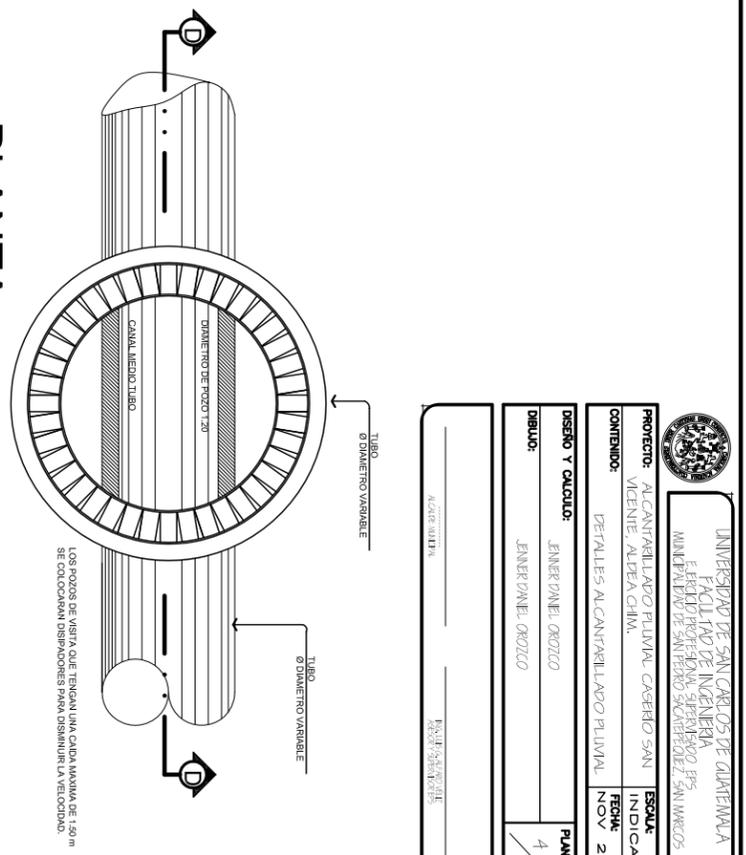
**Seccion A-A.**  
POZO DE VISTA TÍPICO.



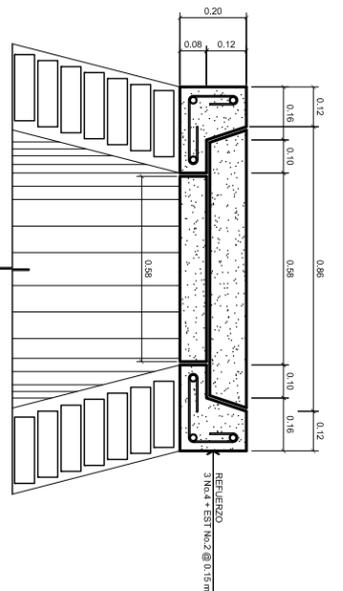
**Seccion B-B.**  
POZO DE VISTA TÍPICO.



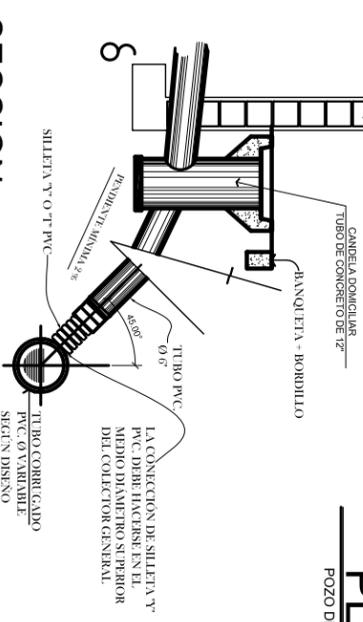
**PLANTA.**  
POZO DE VISTA TÍPICO.



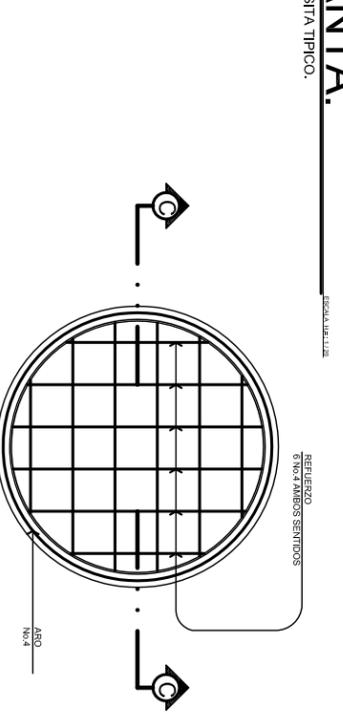
**PLANTA.**  
POZO DE VISTA CON DISPADORES.



**DETALLE.**  
BROCAL.



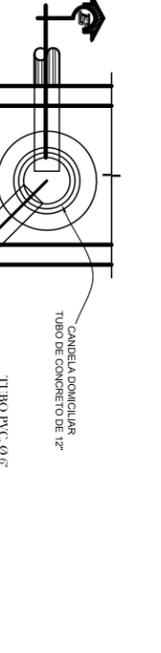
**SECCION**  
CONEXION DOMICILIAR



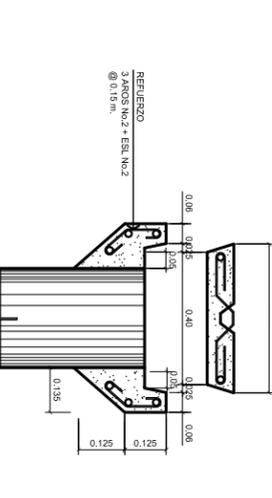
**DETALLE.**  
ARMADO DE TAPADERA.



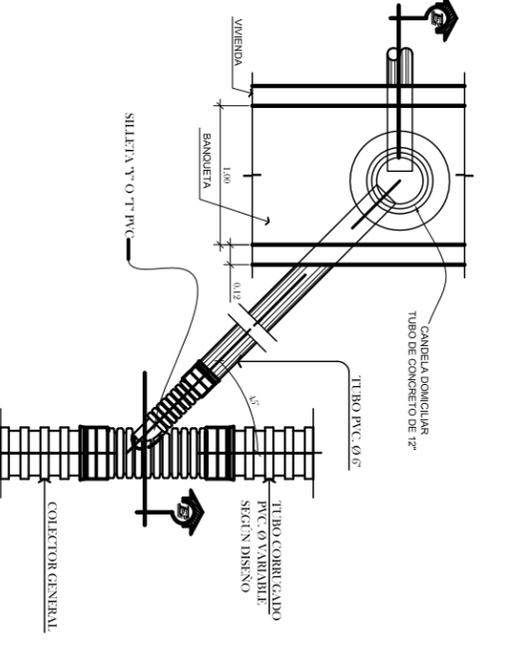
**DETALLE.**  
ARMADO DE TAPADERA.



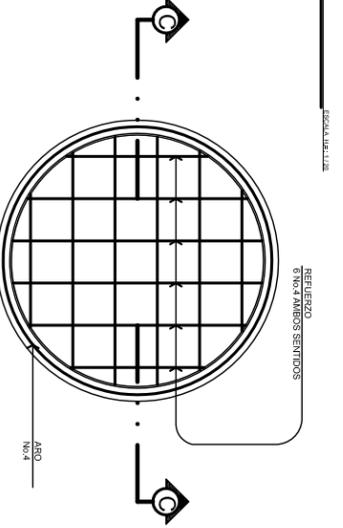
**Seccion C-C.**  
ARMADO DE TAPADERA.



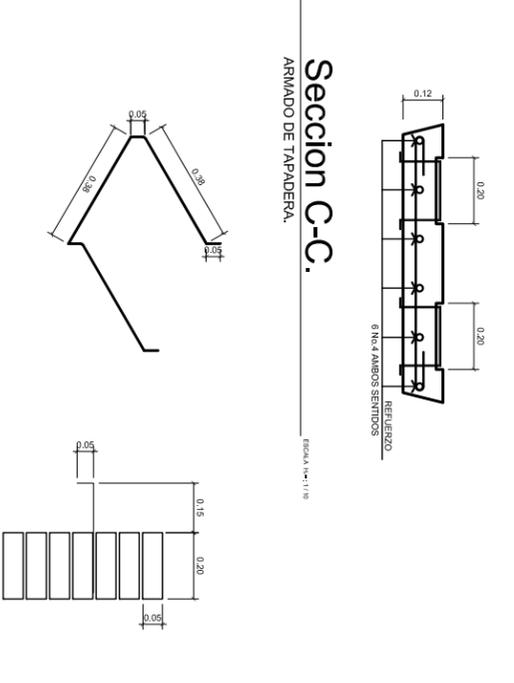
**Seccion F-F.**  
CANELA DOMICILIAR.



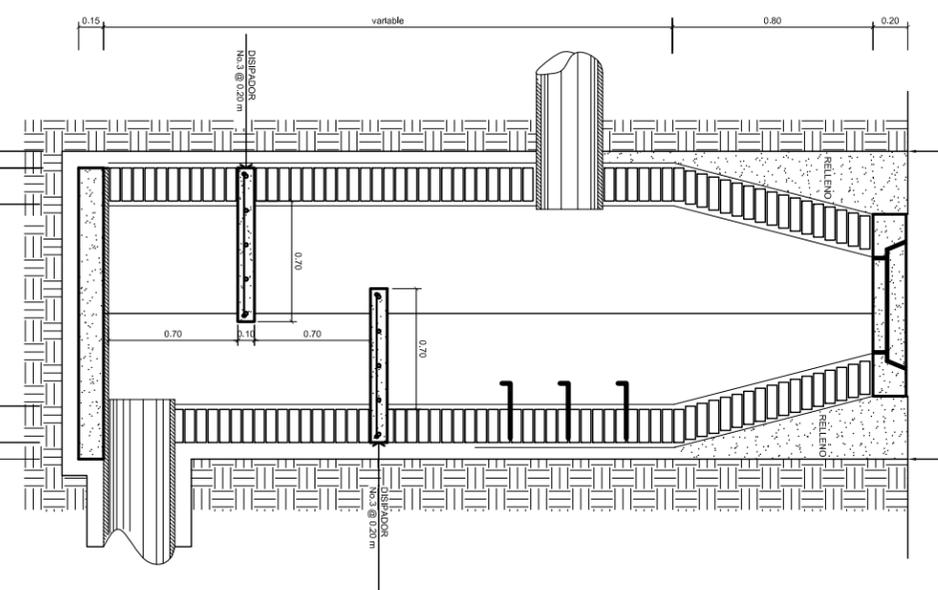
**PLANTA**  
ACOMETIDA DOMICILIAR



**DETALLE.**  
ARMADO DE TAPADERA.



**Seccion D-D.**  
POZO DE VISTA CON DISPADORES.



**DETALLE.**  
ESCALON.

**Seccion D-D.**  
POZO DE VISTA CON DISPADORES.