



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARTE
NORTE DE LA ALDEA PASMOLON Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO,
CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**

Francisco Sinacán Caal Rosales
Asesorado por Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARTE
NORTE DE LA ALDEA PASMOLON Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO,
CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2014

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
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 LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLON Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de agosto de 2012.



Francisco Sinacán Caal Rosales



Guatemala, 24 de marzo de 2014
Ref.EPS.DOC.416.03.14

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Francisco Sinacán Caal Rosales** con carné No. **200714817**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLON Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN CHIACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ.**

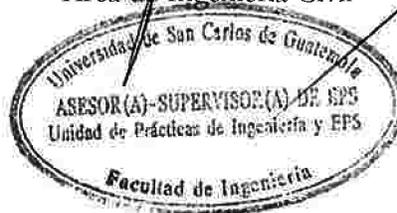
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
JMC/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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



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

Guatemala,
27 de marzo de 2014

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 LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLON Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Francisco Sinacán Caal Rosales, con Carnet No. 200714817, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

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





Guatemala, 07 de abril de 2014
Ref.EPS.D.195.04.14

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 LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLON Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Francisco Sinacán Caal Rosales**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano



SJRS/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Francisco Sinacán Caal Rosales, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLON Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2014

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua





DTG. 219.2014

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 LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLON Y SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN CHIJCORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Francisco Sinacán Caal Rosales**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recings
Decano

Guatemala, 13 de mayo de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres	Mario Sebastián Caal Jucub y Marina Rosales López de Caal.
Mis hermanos	Julio, Nickté, Quetzalí y Emiliana Caal Rosales.
Mis tíos	Aura, Graciela, Oscar Caal Jucub, Leticia Vásquez López.
Mis primos	Por su apoyo a lo largo de mi carrera.
Mis amigos	Parte del ciclo de formación académica.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Mediante su Facultad de Ingeniería me formé como profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Por haber sacrificado muchas cosas, por darme la oportunidad de poseer lo que para ellos es la mejor arma ante la vida; la educación.
Mi abuelo	Por haberme orientado en todo momento de su vida conmigo y hacerme entender lo que significa tener una remuneración con base al trabajo y mucha humildad.
Mis hermanos	Por ser parte fundamental en mi vida y darme la dicha de ser su ejemplo.
Mis amigos	Por darme siempre la motivación necesaria para lograr los objetivos académicos, personales y laborales.
Ingeniero Juan Merck Cos	Por darme el apoyo técnico necesario.
Facultad de Ingeniería	Por ser la Facultad que me ha formado como profesional al servicio de Guatemala.
Clase obrera de Guatemala	Porque sus esfuerzos hacen que la Universidad de San Carlos de Guatemala sea estatal, autónoma y con nivel constitucional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO	1
1.1. Ubicación y localización.....	1
1.2. Origen.....	2
1.3. Actividad económica.....	4
1.4. Salud	5
1.5. Educación.....	5
1.6. Investigación diagnóstica.....	6
1.6.1. Descripción de necesidades	6
1.6.2. Priorización de necesidades	6
2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLÓN TACTIC, ALTA VERAPAZ.....	7
2.1. Descripción del proyecto	7
2.1.1. Descripción del sistema actual	7
2.1.2. Descripción del sistema a utilizar.....	8
2.2. Fuente	8
2.3. Caudal de aforo	8

2.4.	Análisis físicoquímico del agua	9
2.5.	Examen bacteriológico	9
2.6.	Levantamiento topográfico	9
2.7.	Población actual	10
2.8.	Tasa de crecimiento	10
2.9.	Tipo y número de conexiones	10
2.10.	Parámetros de diseño	10
2.10.1.	Período de diseño	11
2.10.2.	Población de diseño	11
2.10.3.	Dotación	12
2.10.4.	Factores de consumo	12
2.10.4.1.	Factor de día máximo	12
2.10.4.2.	Factor de hora máximo	13
2.11.	Determinación de caudales	13
2.11.1.	Caudal medio diario	13
2.11.2.	Caudal máximo diario	14
2.11.3.	Caudal máximo horario	15
2.12.	Tanque de distribución	15
2.12.1.	Volumen del tanque	16
2.12.2.	Diseño de muro	17
2.12.3.	Diseño de losa	22
2.13.	Línea de conducción	28
2.13.1.	Caudal de distribución	28
2.13.2.	Determinación de diámetro de tubería	28
2.13.3.	Pérdidas reales del sistema de conducción	31
2.14.	Red de distribución	33
2.14.1.	Cálculo hidráulico de red	33
2.14.2.	Caudal de uso simultaneo	34
2.14.3.	Caudal unitario	34

2.14.4.	Diámetro de tubería	35
2.14.5.	Velocidad de agua	35
2.14.6.	Cota piezometrica	36
2.14.7.	Presión estática	37
2.14.8.	Presión dinámica	37
2.14.9.	Válvulas	39
2.14.9.1.	Caja de válvulas	39
2.14.9.2.	Válvula de aire	39
2.14.9.3.	Válvula de limpieza	40
2.14.9.4.	Válvula de compuerta	40
2.14.9.5.	Válvula de globo	40
2.14.10.	Sistema de desinfección	40
2.14.11.	Programa de operación y mantenimiento	41
2.15.	Propuesta de tarifa	42
2.16.	Impacto ambiental	42
2.16.1.	Diagnóstico de riesgo de impacto ambiental	42
2.16.2.	Descripción del ambiente físico	43
2.16.3.	Análisis de vulnerabilidad de entorno	43
2.16.4.	Consideraciones a tomar para no causar daños	43
2.17.	Planos.....	44
2.18.	Presupuesto	44
2.19.	Cronograma de ejecución.....	45
2.20.	Evaluación socioeconómica	46
2.20.1.	Valor Presente Neto	46
2.20.2.	Tasa Interna de Retorno	47
3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ.....	51
3.1.	Descripción del proyecto	51

3.2.	Levantamiento topográfico	51
3.2.1.	Altimetría	52
3.2.2.	Planimetría	52
3.3.	Diseño del sistema	53
3.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	53
3.3.2.	Período de diseño	53
3.3.3.	Población de diseño	53
3.3.4.	Dotación de agua potable.....	54
3.3.5.	Factor de Retorno	54
3.3.6.	Factor de Harmond	54
3.3.7.	Caudal sanitario	55
3.3.8.	Caudal domiciliar	56
3.3.9.	Caudal de infiltración	56
3.3.10.	Caudal por conexiones ilícitas.....	57
3.3.11.	Caudal comercial.....	57
3.3.12.	Factor de caudal medio	57
3.3.13.	Caudal de diseño	58
3.3.14.	Selección de tipo de tubería	59
3.3.15.	Diseño de secciones y pendientes	59
3.3.16.	Velocidades máximas y mínimas de diseño.....	59
3.3.17.	Cotas Invert	60
3.3.18.	Pozos de visita	61
3.3.19.	Conexiones domiciliarias.....	61
3.3.20.	Profundidad de tubería	62
3.3.21.	Principios hidráulicos.....	62
3.3.22.	Relaciones hidráulicas	62
3.3.23.	Cálculo hidráulico	63
3.3.24.	Especificaciones técnicas.....	63
3.4.	Estudio de Impacto Ambiental.....	69

3.4.1.	Estudio de impacto ambiental inicial.....	69
3.5.	Propuesta de tratamiento	70
3.6.	Elaboración de planos finales de drenaje sanitario	70
3.7.	Presupuesto por renglones de alcantarillado sanitario	70
3.8.	Análisis económico.....	72
3.8.1.	Valor Presente Neto	72
3.8.2.	Tasa Interna de Retorno	72
CONCLUSIONES		75
RECOMENDACIONES.....		77
BIBLIOGRAFÍA.....		79
ANEXOS.....		81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de Tactic, Alta Verapaz	1
2.	Hoja cartográfica del municipio de Tactic, Alta Verapaz	2
3.	Geometría y diagrama de presiones del muro	17
4.	Diagrama de distribución de momentos en losa (kg-m)	25

TABLAS

I.	Grupos étnicos	3
II.	Aforo de la fuente de agua	8
III.	Momentos estabilizantes en el muro	18
IV.	Diseño de la línea de conducción	33
V.	Integración de costos	44
VI.	Cronograma de ejecución físico - financiera	45
VII.	Presupuesto por renglones	71

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
A. V.	Alta Verapaz
ACI	American Concrete Institute
θ	Ángulo de fricción interna
â	Años
As	Área de acero
As max	Área de acero máxima
As mín	Área de acero mínima
As var	Área de acero varilla
Bm	Base del muro
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal
Qmed	Caudal medio
Qmax diario	Caudal máximo diario
Qmax horario	Caudal máximo horario
Qv	Caudal por vivienda
PVC	Cloruro de polivinilo rígido
\emptyset	Diámetro
\emptyset teórico	Diámetro teórico
Smáx	Espaciamiento máximo de acero
T	Espesor de losa

F_s	Factor de seguridad
hab	Habitantes
HG	Hierro galvanizado
Kg/m³	Kilogramo por cada metro cúbico
Km	Kilómetro
l/hab/día	Litro por habitante día
l/s	Litros por segundo
m	Metro
m.c.a	Metro columna de agua
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m/s	Metro por segundo
Msnm	Metros sobre el nivel de mar
N	Número de viviendas
Ppm	Partes por millón
H_f	Pérdida de carga
P	Perímetro
n	Período de años
Wconcreto armado	Peso específico concreto armado
Wconcreto ciclópeo	Peso específico concreto ciclópeo
Y_{agua}	Peso específico del agua
W suelo	Peso específico del suelo
W_t	Peso total
Pa	Población actual
PEA	Población económicamente activa
P_f	Población futura
%Alm	Porcentaje de volumen medio diario
in	Pulgada
f'_c	Resistencia a la compresión del concreto

fy	Resistencia a la tensión del acero
TIR	Tasa Interna de Retorno
VPN	Valor Presente Neto
Vs	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

Accesorios	Codos, niples, tees, coplas, etc.
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Aforo	Proceso de medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.
Agua potable	Es una sustancia sanitariamente segura y de gusto a los sentidos.
Azimut	Es el ángulo horizontal de un punto medido en grados respecto al del norte, el valor tiene rango de 0° a 360°.
Caudal	Volumen de agua que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.
Coeficiente - rugosidad	Factor que se aplica a fórmulas que determinan caudales y el valor depende de la superficie del material.
Concreto ciclópeo	Material de construcción con aspecto de piedra, que se obtiene de una mezcla proporcionada de cemento, arena, piedra y agua.

Cota piezometrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o en la red de distribución que alcanzará una columna de agua, también es el equivalente a la cota de salida menos la pérdida de carga por fricción que ocurre en la distancia de separación.
Consumo	Volumen de agua que es utilizado. Está en función de una serie de factores inertes a la localidad que se abastece, por lo que es diferente en cada población.
Desinfección	Eliminar a una cosa la infección o la propiedad de usarla, destruyendo los gérmenes nocivos o evitando el desarrollo.
Obras de arte	Es toda estructura necesaria para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.
Pérdida de carga	Es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del agua de un punto a otro en una sección de tubería.
Presión	Representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

RESUMEN

En la aldea Pasmolón, Tactic, Alta Verapaz existe un problema evidente de abastecimiento de agua potable, debido al crecimiento poblacional de los últimos años. El problema se hace aún mayor, porque la comunidad cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, por lo tanto se necesita de un mantenimiento adecuado al mismo.

Derivado de ello, es prioridad para la municipalidad local darle solución a la problemática y para ello se tiene contemplado, primeramente, un estudio técnico para después hacer las gestiones pertinentes para ejecutar el proyecto.

El terreno es muy adaptable para la realización del estudio, por las variaciones favorables de las alturas, lo cual hace que la presión del flujo del agua se pueda manipular, de modo que no se tengan mayores problemas, al momento de realizar el análisis para abastecer a la población.

El otro proyecto está centrado en el área del cantón Chijacorral, Tactic, Alta Verapaz, ubicado a 1 km de distancia del casco urbano del municipio, el cual no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario. Esta carencia hace que la población utilice opciones no adecuadas para satisfacer las necesidades fisiológicas, provocando con ello las consecuencias del caso como son: contaminación ambiental, enfermedades de índole gastrointestinal, malos olores y otros de carácter negativo.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la parte norte de la aldea Pasmolón y el sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Chijacorral, Tactic, Alta Verapaz.

Específicos

1. Capacitar a los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de las comunidades beneficiadas, sobre operación para mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable y sistema de alcantarillado sanitario.
2. Realizar una investigación diagnóstica para determinar las principales necesidades de los pobladores y partir de ello para realizar los análisis pertinentes.

INTRODUCCIÓN

Existen distintas problemáticas que padece la población guatemalteca, las que en la mayoría convergen en obras civiles, es por ello que en las municipalidades existen bancos de solicitudes, que los vecinos presentan, para darle solución a los problemas.

El área de incidencia del presente análisis técnico, radica en la parte norte del país, específicamente en dos comunidades de Tactic, Alta Verapaz, en las cuales se hizo una priorización de proyectos. Se manifestó la deficiencia en sistemas de servicio básico y saneamiento. La problemática del municipio no siempre radica en aspectos de infraestructura, como se manifiesta en este caso, que se priorizó un alcantarillado sanitario y un sistema de abastecimiento de agua potable para las comunidades Chijacorrall y Pasmolón, respectivamente.

Para lo anteriormente descrito, se plantea el diseño del alcantarillado sanitario para el cantón Chijacorrall, ya que los vecinos no cuentan con un sistema de evacuación de aguas negras. En la actualidad estas corren a flor de tierra, haciendo vulnerable el ambiente de la comunidad.

Asimismo, el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la parte norte de la aldea Pasmolón, que no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua, que es un elemento indispensable para la vida de las personas.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO

1.1. Ubicación y localización

El municipio de Tactic, Alta Verapaz está al norte del país de Guatemala, colinda al norte con Cobán y San Juan Chamelco, Alta Verapaz, al sur con San Miguel Chicaj, Baja Verapaz, al este con Purulhá Baja Verapaz y Tamahú, Alta Verapaz y al oeste con Santa Cruz, Alta Verapaz. Las coordenadas UTM con datum WGS84 son X=515 920 y Y=1 693 960 y geográficas: latitud norte de 15° 19' 00" y longitud oeste 90° 21' 10".

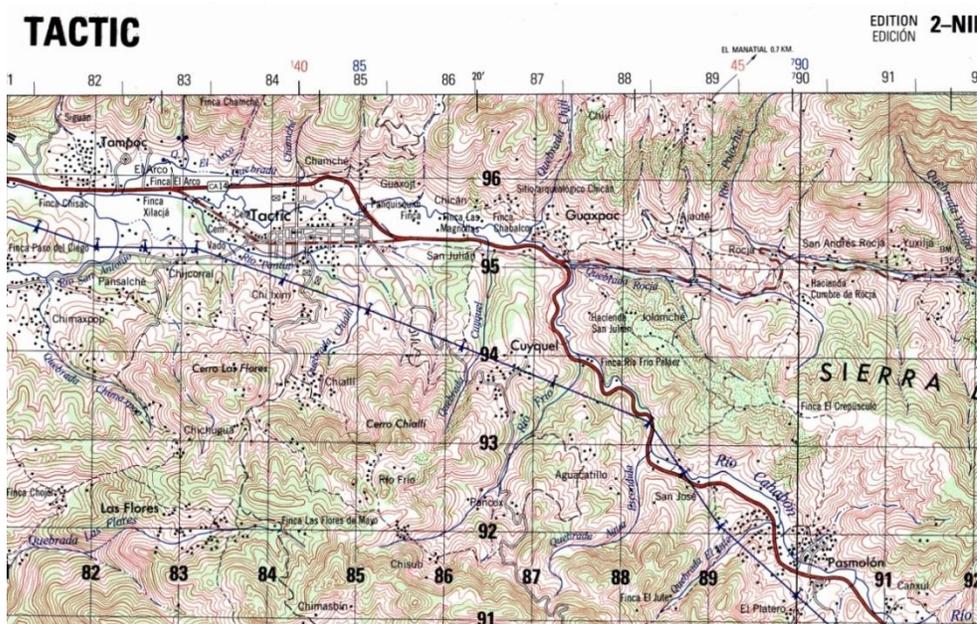
Se ubica a 28 km de la cabecera departamental y 184 km de la ciudad capital.

Figura 1. Mapa de Tactic, Alta Verapaz



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

Figura 2. Hoja cartográfica del municipio de Tactic, Alta Verapaz



Fuente: Instituto Geografico Nacional, hoja cartográfica 2 161 IV G escala 1: 50 000.

1.2. Origen

La palabra Tactic se deriva de las voces pocomchies: *sag*; blanco. *tic*; durazno, “tierra del durazno blanco”, o bien se puede derivar de otras voces poconchies como: *Taq – Aj – tik* “Vamos a la tierra del durazno”. La razón del nombre se debe a que en tiempos de la colonia en esta tierra existían muchos plantíos de durazno.

La historia del municipio de Tactic relata que durante la época prehispánica existían, en los alrededores del municipio, solamente centros ceremoniales, localizados en el actual Chicán, Guaxpac, Jauté, Chiji, Cuyquel, Patal, Pansalché y Chiacal, en estos lugares hay vestigios que prueban la verdad sobre las tradiciones. Asimismo, existía un cerro ceremonial en

chi – ixim en donde se reunían tradicionalmente en luna llena los caciques, sacerdotes y otras principales personas del pueblo.

Después de Chichén fue Chicán el centro ceremonial más grande de esta parte de Alta Verapaz, siendo un asentamiento de mucho poderío político y económico entre los *poqomchi'*.

La diversidad cultural en el municipio se debe a la colindancia de la región *q'eqchi* de Alta Verapaz, y achí con Baja Verapaz, existiendo una convivencia entre diferentes culturas.

Tabla I. **Grupos étnicos**

Etnia	Porcentaje
Maya	86,53 %
Xinka	0,02 %
Garífuna	0,00 %
Ladina	13,21 %
Otra	0,24 %

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) Censo poblacional 2002.

Estos grupos étnicos son quienes todavía mantienen las creencias, costumbres y tradiciones resaltando las creencias respecto a: siembras, los funerales, pedidas de mano, casamientos, bautizos y el Paabank. Es importante mencionar que resaltan en este tipo de actividades los principios de solidaridad y el trabajo comunitario, debido a que no es responsabilidad de una persona sino de un grupo de personas que se identifican con la causa.

1.3. Actividad económica

En el municipio la actividad minera se constituye únicamente en la extracción de arena. Existen actualmente 7 canteras la mayoría se localiza en la región nororiente y el sur del municipio. Situación, que en este momento ha generado empleo, sin embargo es una amenaza para el ambiente, por posibles derrumbes, deslizamiento que pueda provocarse en los alrededores, energía y minas sobre exploración. El municipio cuenta con la empresa Tactilac, la cual se dedica a la elaboración de lácteos que son distribuidos dentro y fuera del municipio

La producción artesanal en el municipio de Tactic es reconocida en la región por la perfección en los acabados y la calidad de los derivados. Los productos tradicionales elaborados por campesinos y microempresas son: telas típicas de algodón, arcilla, escobas de palma, artículos de cuero, platería, candelas, coheterías, canastos, petates, suyates, tejidos (güipiles), sombreros de palma, platería y bordado a mano. En la producción artesanal se encuentra también la carpintería y artesanías.

La actividad más representativa de la producción artesanal es el tejido, siendo los productos más importantes los güipiles y las chalinas, ya que la mayoría de la población teje estas prendas, las cuales se venden a nivel local y también a distribuidores que los comercializan en otros departamentos y al exterior.

El municipio cuenta con la asociación Brillantes Artesanas y Tejedoras Tactiqueñas (BATZ), la cual está conformada por 170 mujeres que elaboran tejidos y los venden dentro del municipio en el salón de Chamché.

1.4. Salud

Existe un centro de salud en el casco urbano del municipio en donde se dan los servicios de resguardo principales, tales como: el resfriado, amigdalitis, infecciones urinarias, parasitismo, también se atienden partos. Los problemas de salud más graves de los pobladores se atienden en la ciudad de Cobán, Alta Verapaz o son remitidos directamente a la ciudad capital.

Las comadronas son capacitadas en el centro de salud para atender a las personas que no tienen acceso al casco urbano.

1.5. Educación

El municipio de Tactic cuenta con 35 establecimientos de nivel primario, de los cuales 5 pertenecen al área urbana y 30 del área rural. En el área urbana 2 son del sector público y 3 del sector privado. Según el Ministerio de Educación, para el 2008, posee un 73,5 % de cobertura educativa del nivel primario y en relación al objetivo de desarrollo del milenio 2, con el indicador: “lograr la enseñanza primaria universal” para el 2008, la tasa de matriculación neta es de 74 %, matriculación bruta de 90 % y la relación que existe entre la inscripción inicial de alumnos que le corresponde cursar el primer grado un nivel educativo por primera vez, no repitentes y la población de la misma edad (una incorporación neta) de 54,02 %.

El porcentaje de alumnos que comienzan el ciclo escolar y culminan la enseñanza primaria para el 2008 es de 53,84 %, la brecha para alcanzar la meta al 2015 es de 46,17 %.

1.6. Investigación diagnóstica

A continuación se presenta una descripción sobre las necesidades básicas del municipio.

1.6.1. Descripción de necesidades

Las principales necesidades de las comunidades del municipio de Tactic, Alta Verapaz, radican en aspectos de servicios básicos.

En la aldea Pasmolón los representantes, del Comité Coordinador de Desarrollo (COCODES), han dado a conocer la problemática que existe con el servicio del agua potable, ya que recientemente se ha instalado un sistema de alcantarillado sanitario y por consecuencia la demanda en el vital líquido ha ido incrementando.

1.6.2. Priorización de necesidades

Con base en las priorizaciones realizadas por los comunitarios mediante asambleas, se llegó a la conclusión que la priorización de las necesidades de la aldea, fortaleció la decisión de optar por el proyecto de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario para cubrir estas necesidades básicas.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTACIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLÓN TACTIC, ALTA VERAPAZ

2.1. Descripción del proyecto

El tipo de sistema a diseñar será por gravedad, tanto la línea de conducción como la red de distribución, siendo esta última por ramales abiertos. Se diseñará una captación típica para fuentes de tipo acuífero libre con brote definido en ladera, tanque de distribución y 259 conexiones domiciliarias.

2.1.1. Descripción del sistema actual

Las dos principales problemáticas de agua potable en la aldea Pasmolón son: recientemente ha tenido la introducción de un sistema de alcantarillado sanitario, que necesita satisfacer las necesidades de mantenimiento y que el sistema actual, ya cumplió el período de vida útil para el cual fue diseñado. Es por ello que los pobladores han tenido inconvenientes con el sistema actual, para lo cual es evidente la necesidad de que se realice un diseño nuevo, que pueda satisfacer la demanda actual y futura de la parte norte de esta aldea. La parte sur es abastecida por otra fuente.

2.1.2. Descripción del sistema a utilizar

El sistema a utilizar será por gravedad, la topografía del lugar es favorable, por lo cual, la distribución con base en este método se puede realizar sin ningún inconveniente.

2.2. Fuente

El tipo de fuente es un nacimiento de tipo acuífero libre con brote definido en ladera.

2.3. Caudal de aforo

Un aforo es la medición del caudal, la cual se define como la medición de un volumen conocido por unidad de tiempo, realizándose preferiblemente en épocas de estiaje de la cuenca bajo estudio, para hacer el análisis con la disponibilidad mínima del agua.

Tabla II. **Aforo de la fuente de agua**

No	tiempo	tiempo prom. (seg)	Volumen (lts.)	Q prom (lts/seg)
1	5,56	5,53	18,93	3,423
2	5,50		18,93	
3	5,53		18,93	

Fuente: elaboración propia.

2.4. Análisis físicoquímico del agua

El análisis físicoquímico sanitario demostró que el agua es potable, según Norma COGUANOR NGO 29001, por los resultados se encuentran dentro de los límites máximos aceptables. En conclusión, el agua es adecuada para el consumo humano, respaldado por el informe de laboratorio adjuntado en el apéndice.

2.5. Examen bacteriológico

El propósito de estos análisis es determinar la presencia o existencia de contaminación de origen fecal o presencia de los gérmenes del grupo coniforme.

Con base en los resultados de laboratorio, se puede concluir que el agua es sanitariamente segura, siempre y cuando se tenga un sistema de cloración. El informe de laboratorio se adjunta en el apéndice

2.6. Levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento topográfico de segundo orden, el método utilizado fue el de conservación del azimut, considerándolo como un polígono abierto, para el levantamiento topográfico se consideró un norte arbitrario. El equipo utilizado fue: teodolito TOPCOM DT-200, estadal, estacas, martillo, pintura y cinta métrica.

2.7. Población actual

El crecimiento de población está determinado por factores de tipo socioeconómico: aumenta por nacimientos y decrece por muertes, existe una variable de crecimiento y decrecimiento por migración y aumenta por anexión. La institución que proporciona datos oficiales de población es el Instituto Nacional de Estadística (INE). Según el último censo realizado, la población que registra el INE para la aldea Pasmolón es de 1 500 personas, pero con base en censos realizados por el comité comunal se logró determinar que la cantidad real de habitantes actuales es de 1 542 personas.

2.8. Tasa de crecimiento

En el municipio de Tactic se tiene una tasa de crecimiento poblacional de 2,67 %, según el último censo realizado por el INE en el 2002.

2.9. Tipo y número de conexiones

El tipo de conexión es predial, es decir, un chorro por vivienda. Se tiene contemplado realizar 259 conexiones.

2.10. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño son los límites permisibles de diseño, los cuales son determinados por Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) e Instituto de Fomento Municipal (INFOM), que se detallan conforme se desarrolla el proyecto.

2.10.1. Período de diseño

El período de diseño es el tiempo en el cual la vida útil del proyecto cumple con la durabilidad para la cual fue diseñado. En este tipo de proyectos no se contemplan factores de mantenimiento y limpieza, se utiliza 20 años de vida útil.

2.10.2. Población de diseño

Los métodos para estimar la población futura son: aritmético, exponencial y geométrico; para el presente proyecto se usará el método geométrico, ya que el crecimiento de población en Guatemala, se ajusta a la proyección de este método tomando como tasa de crecimiento de 2,67 % según análisis realizados por el INE en esta región del país.

Con base en el censo realizado por el COCODE, se determinó que existen 1 554 habitantes, tomando en cuenta que en promedio hay 6 habitantes por vivienda.

Se calcula la población futura o de diseño con la siguiente ecuación:

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

Donde:

Pf = población al final del período de diseño (habitantes)

Po = población en el año inicial del período de diseño (habitantes)

r = tasa de crecimiento anual (%)

n = período de diseño (años)

Datos:

Po= 1 542 hab.

r = 2,67 %

n = 20 años

Solución:

$$P_f = 1\,542 \left[1 + \left(\frac{2,67}{100} \right)^{20} \right]$$

Pf = 2 612 habitantes.

2.10.3. Dotación

Es la cantidad de agua que se asigna a una persona, en litros/habitantes/día; depende del clima, capacidad de la fuente y de la ubicación de la población, si es en el área urbana o rural, de las actividades comerciales o industriales. Para este proyecto se adoptó una dotación de 85 l/ha/d.

2.10.4. Factores de consumo

A continuación se describen los factores de consumo, que se tomaron en cuenta para el diseño del proyecto.

2.10.4.1. Factor de día máximo

Factor de día máximo que oscila entre 1,2 y 1,5, para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes se recomienda utilizar 1,5 y 1,2 para poblaciones

futuras mayores de 1 000 habitantes, según Normas UNEPAR, en este caso se utilizará 1,5.

2.10.4.2. Factor de hora máximo

Factor de hora máximo que oscila entre 2,00 y 3,00, para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes se recomienda utilizar 3,00 y 2,00 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, según Normas UNEPAR.

2.11. Determinación de caudales

A continuación se muestran los distintos caudales necesarios para llevar acabo el cálculo del proyecto.

2.11.1. Caudal medio diario

Es el caudal que consume a diario una población; generalmente se obtiene del promedio de consumos de un año. Para la aldea Pasmolón no existen datos de consumo, por lo que el caudal medio se obtiene a partir de la dotación de 85 litros/habitantes/día.

El caudal medio diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{med}} = \frac{D \times P}{86\,400}$$

Donde:

Q med = caudal medio diario [l/s]

D = dotación [l/hab/día]

P = número de habitantes futuros

86 400 = cantidad de segundos en día

$$Q_{\text{med}} = \frac{85 \times 2\,612}{86\,400} = 2,57 \text{ l/s}$$

2.11.2. Caudal máximo diario

Es el caudal que satisface la demanda del día de mayor consumo, se utiliza en el diseño de la línea de conducción del sistema, para el efecto se calcula incrementando el caudal medio por el factor de día máximo.

Este caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q_{\text{max diario}} = f_{\text{dm}} \times Q_{\text{med}}$$

Donde:

$$Q_{\text{max diario}} = \text{caudal máximo diario (l/s)}$$

$$f_{\text{dm}} = 1,5$$

$$Q_{\text{med}} = \text{caudal medio diario (l/s)}$$

$$Q_{\text{med diario}} = 1,50 \times 2,6\,3,90 \text{ l/s}$$

2.11.3. Caudal máximo horario

Es el caudal que satisface la demanda de la hora de mayor consumo. Se utiliza en el diseño de la red de distribución del sistema, para el efecto se calcula incrementando el caudal medio por el factor de hora máximo.

$$Q_{\text{máx horario}} = f_{\text{hm}} \times Q_{\text{med}}$$

Donde:

$$Q_{\text{máx horario}} = \text{Caudal máximo horario (l/s)}$$

$$f_{\text{hm}} = 2$$

$$Q_{\text{med}} = \text{Caudal medio diario (l/s)}$$

$$Q_{\text{med horario}} = 2,00 \times 2,60 = 5,21 \text{ (l/s)}$$

2.12. Tanque de distribución

Los tanques de distribución tienen como fin principal cubrir las variaciones de los horarios para el consumo, teniendo como objetivo principal almacenar el agua durante las horas de bajo consumo, proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día. También se puede proporcionar agua durante algunas horas en un caso de emergencia.

Se implementará el diseño de un tanque de almacenamiento, al momento de la ejecución del proyecto el tanque actual servirá para abastecer a la parte sur de la aldea.

2.12.1. Volumen del tanque

En los sistemas de gravedad, cuando se carece de un estudio de demanda, se puede determinar el volumen del tanque de distribución entre un 25 % y un 40 % del volumen medio diario, para este caso se utiliza el valor de 30 %.

El volumen del tanque de almacenamiento se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Vol} = \frac{\% \text{ Alm} * \text{Qmd} * 86\,400 \text{seg/día} * 1 \text{m}^3}{1\,000 \text{ lts}}$$

Donde:

Vol. = volumen del tanque [m³]

Qmd = caudal medio diario [l/s]

% Alm = porcentaje de volumen medio diario

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Vol} = \frac{0,30 * 2,57 * 86\,400 * 1}{1\,000} = 66,61 \text{ m}^3$$

Para efectos de diseño y terreno disponible, se diseñará un tanque de 50 m³, cuidando la relación largo – ancho de 1.5:1 a 2:1, el cual será construido con concreto ciclópeo de diseño semisuperficial.

2.12.2. Diseño de muro

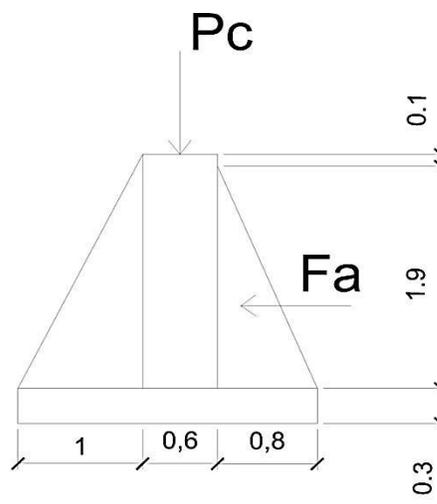
Para el cálculo se utilizan los siguientes datos:

Peso concreto ciclópeo ($W_{\text{concreto ciclópeo}}$)	= 2 700 kg/m ³
Peso concreto armado ($W_{\text{concreto armado}}$)	= 2 400 kg/m ³
Peso del suelo (W_{suelo})	= 1 700 kg/m ³
Angulo de fricción interna (θ)	= 28°
Valor soporte del suelo (V_s)	= 10 000 kg/m ²

El V_s es asumido, debido a que no se realizó el ensayo de suelo, debido al aspecto.

La figura 3 muestra la geometría y diagrama de presiones del muro. La tabla II contiene los cálculos de momento estabilizante en el muro.

Figura 3. Geometría y diagrama de presiones del muro



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

Tabla III. Momentos estabilizantes en el muro

Sec	MENSION	ÁREA	PESO VOL.	PESO WR	BRAZO	MOMENTO
	(m)	(m ²)	(kg / m ³)	(kg)	(m)	M (kg · m)
1	1	1,95	2 700	2 632,50	0,67	1 755
2	0,6	1,95	2 700	3 159,00	1,60	5 054,40
3	2,4	0,30	2 700	1 944,00	1,20	2 332,80
			Σ =	7 735,50	3,47	9 142,20

Fuente: elaboración propia.

Carga de losa y vigas sobre el muro

Carga muerta CM

Peso propio de losa = 2 400 kg/m³ x 0,10 m = 240 kg/m³

Sobre peso = 60 kg/m²

CM = 240+60= 300 kg/m²

Carga viva CV = 100 kg/m²

Carga última

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CV = 1,4 \times 300 + 1,7 \times 100 = 590 \text{ kg/m}^2$$

$$A = \left[\frac{4,30 \times 1,90}{2} \right] = 4,085 \text{ m}^2$$

$$B = \left[\frac{6,20 \times 1,90}{2} \right] * 1,90 = 7,695 \text{ m}^2$$

Peso sobre el muro = peso de área tributaria de losa + peso propio de viga

$$W_A = \frac{6,40 * 4,085}{4,30} + 2 400 \times 1,5 \times 0,20 = 732,30 \text{ kg/m}$$

$$W_B = \frac{6,40 * 7,695}{6,20} + 2\,400 * 1,5 * 0,20 = 920,35 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{crítico}} = 920,35 \text{ kg/m}$$

W = carga puntual (PC)

$$P_c = W * L = 920,35 * 1,00 = 920,35 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual (Mc)

$$M_c = 920,35 * \left[\left(\frac{0,60}{2} \right) + 1 \right] = 1\,196,45 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Peso total del muro (WT)

$$W_T = W + W_R = 920,35 + 7\,735,5 = 8\,655,85 \text{ kg/m}$$

Fuerza activa

$$F_a = \gamma_{\text{agua}} * \frac{H^2}{2}$$

$$F_a = 1\,000 * \frac{(1,90)^2}{2} = 1,805 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo con respecto a X

$$M_{\text{act}} = F_a * \left(\frac{H}{3} \right)$$

$$M_{act} = 1,805 * \left(\frac{1,90}{3} + 0,3 \right)$$

$$M_{act} = 1\,684,67 \text{ kg} \cdot \text{m/m}$$

Chequeos

Estabilidad contra volteo (F_{sv}) > 1,50

$$F_{sv} = \frac{(M_R + M_C)}{M_{act}}$$

$$F_{sv} = \frac{(9\,142,20 + 1\,196,45)}{1\,684,67} = 6,14 > 1,50$$

Estabilidad contra deslizamiento (F_{sd}) > 1,50

$$F_{sd} = \frac{(W_r * 0,90 * \text{tg } \theta)}{F_a}$$

$$F_{sd} = \frac{(8\,655,85 * 0,90 * \text{tg } (28))}{1\,805} = 2,29 > 1,50$$

Presion máxima bajo la base del muro $P_{max} < V_s$

$$a = \frac{(M_R + M_C - M_{act})}{W_r}$$

$$a = \frac{(9\,142,20 + 1\,196,45 - 1\,684,67)}{8\,655,85} = 1\text{m}$$

Excentricidad (ex)

$$ex = \left[\frac{1}{2} * 2,40 \right] - 1 = 0,20 \text{ m}$$

Módulo de sección por metro lineal (Sx)

$$Sx = \left(\frac{1}{6} \right) * (b_m)^2 * longitud$$
$$Sx = \left(\frac{1}{6} \right) * (2,40)^2 * 1,60 = 1,54 \text{ m}^3$$

Presión máxima (Pmax) y mínima (Pmin)

$$P_{\max} = \left(\frac{W_r}{A} \right) + \left[\frac{W_r * ex}{Sx} \right]$$
$$P_{\max} = \left(\frac{8\,655,85}{2,40 * 1,60} \right) \pm \left[\frac{8\,655,85 * 0,20}{1,536} \right]$$

$$P_{\max} = 3\,381,19 \text{ kg/m}^2 < 10\,000 \text{ kg/m}^2$$

La presión máxima en el suelo es menor al valor soporte del suelo (Vs) (10 000 kg/m²), por lo tanto cumple.

Verificando cada uno de los chequeos correspondientes, en los cuales cumple con las condiciones mínimas, se concluye que el diseño propuesto del muro del tanque resiste las fuerzas a que será sometido.

2.12.3. Diseño de losa

Para el diseño de la losa del tanque de distribución, se toman las dimensiones de 6,20 m x 4,30 m, diseñando la misma según el método 3 del American Concrete Institute (ACI):

Cálculo del peralte o espesor de la losa:

El método utiliza como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyo que tiene:

$$t_{\text{llosa}} = \frac{P}{180}$$

$$t_{\text{llosa}} = \frac{(6,20 + 4,30) * 2}{180} = 0,12 \text{ m}$$

Por razones de cálculo se utilizará un espesor de 11 cm para la losa a diseñar.

Los datos de las propiedades de los materiales a utilizar será la siguiente:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$Ec = 2,67 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$Es = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

Recubrimiento para losa = 2,5 cm

Cargas:

$$W_{\text{viva}} = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 * 0,11 = 264 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{sobrecarga}} = 60 \text{ kg/m}^2$$

Determinación de la forma en la que trabajará la losa:

$$m = \frac{L_A}{L_B} = \frac{4,30}{6,20} = 0,69$$

Si $m > 0,50$ la losa trabaja en 2 sentidos

Si $m < 0,50$ la losa trabaja en 1 sentido

Según el chequeo de cómo trabaja la losa, se determinó que trabaja en dos sentidos, por lo que sería el caso 2 ya que se apoya en los cuatro lados.

Cálculo de la carga de diseño:

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

$$CMU = 1,4 (W_{\text{losa}} + W_{\text{sobrecarga}})$$

$$CVU = 1,7 (W_{\text{viva}})$$

Sustituyendo datos en las ecuaciones anteriores se obtiene:

$$CMU = 1,4 \times (264 + 60) = 453,60 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = 1,7 \times 100 = 170 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 453,60 + 170,00 = 623,60 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de los momentos positivos y negativos de la losa, los cuales se determinan bajo las siguientes ecuaciones:

Momentos positivos:

$$M_{A POS} = C_{A POS} * CMU * L_A^2 + C_{A POS} * CVU * L_A^2$$

$$M_{B POS} = C_{B POS} * CMU * L_B^2 + C_{B POS} * CVU * L_B^2$$

Momentos negativos

$$M_{A NEG} = C_{A NEG} * CU * L_A^2$$

$$M_{B NEG} = C_{B NEG} * CU * L_B^2$$

Donde:

C = coeficiente para momentos

A = lado corto de la losa

B = lado largo de la losa

Sustituyendo datos, se obtienen los siguientes momentos:

$$M_{A POS} = 0,032 \times 453,60 \times 4,30^2 + 0,053 \times 170 \times 4,30^2 = 434,98 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

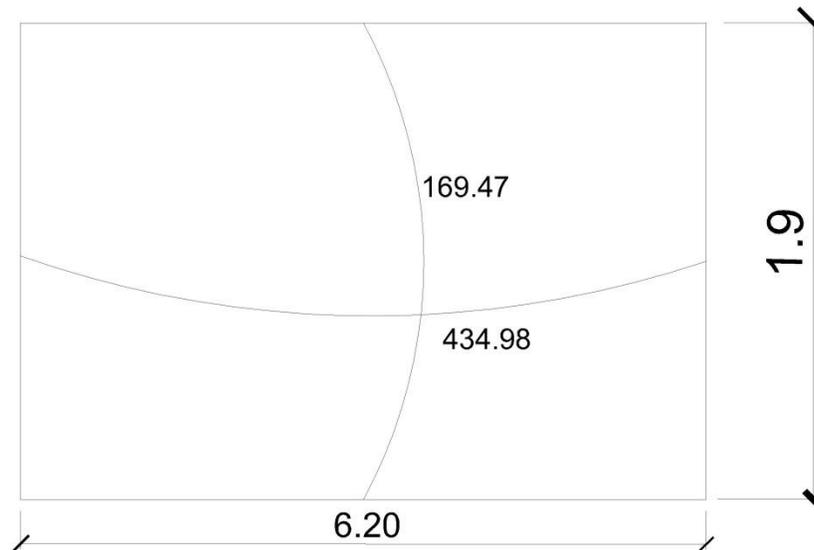
$$M_{B POS} = 0,006 \times 453,60 \times 6,20^2 + 0,010 \times 170 \times 6,20^2 = 169,97 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{A NEG} = 0,077 \times 623,60 \times 4,30^2 = 887,84 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{B NEG} = 0,014 \times 623,60 \times 6,20^2 = 335,60 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

En los bordes donde no existe continuidad, se usará un tercio del momento positivo calculado. En la siguiente figura se representa el diagrama de momentos de la losa a diseñar.

Figura 4. Diagrama de distribución de momentos en losa (kg-m)



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD 2014.

Para el cálculo del peralte de la losa, se determinó de la siguiente manera:

$$d = t_{\text{losa}} - \text{recubrimiento} = 0,11\text{m} - 0,025\text{m} = 0,085\text{ m.}$$

En el diseño de losas de concreto se utiliza un 40 % del A_s min de una viga en una franja de un metro. Con base en ello se calcula el área de acero mínimo de la losa mediante la siguiente ecuación:

$$A_{\text{min}} = 40\% * \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{\text{min}} = 0,40 * \frac{14.1}{2810} * 100 * 8,50 = 1,71\text{cm}^2$$

Conociendo el área de acero, se calcula el espaciamiento entre varillas de la siguiente manera:

$$S = \frac{As \text{ var}}{As} * 100$$

$$S_{\text{max}} = 2 * t$$

Donde:

S = espaciamiento entre varillas [cm]

As = área de acero de refuerzo [cm²]

As var = área de acero de la varilla a utilizar será, acero No.3 de 0,71 cm²

100 = base en cm, en la cual se colocara el As

t = espesor de la losa [cm]

As máx. = en base al código ACI 318-05, sección 13.3.2

Se procede a determinar el espaciamiento de las varillas, sustituyendo los datos en las ecuaciones siguientes:

$$S = \frac{0,71}{1,71} * 100 = 41,52$$

$$S_{\text{max}} = 2 * 11,00 = 22,00 \text{ cm}$$

Se aplica el criterio del espaciamiento máximo, en función del As min, el cual será de espaciamientos de 22 cm, para lo cual el área de acero requerida será:

$$A_s = \frac{A_{s_{var}}}{S} * 100 = \frac{0,71}{22} * 100 = 3,22 \text{ cm}^2$$

El momento último que resistirá la losa con el área de acero se calcula con la siguiente ecuación:

$$M_u = \varphi * \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right]$$

$$M_u = 0,90 * \left[3,22 * 2810 * \left(8,50 - \frac{3,22 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right]$$

$$M_u = 74\,647,65 \text{ kg} - \text{m}$$

Chequeo por corte

El corte máximo actuante, se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_{max} = \frac{C_u * L}{2}$$

Donde:

L= lado corto

Sustituyendo datos en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$V_{max} = \frac{623,60 * 4,30}{2} = 1\,340,75 \text{ kg}$$

Cálculo del corte que resiste el concreto:

$$V_{CU} = \varphi * 1,70 * b * d * \sqrt{\frac{f_c}{10}}$$

$$V_{CU} = 0,70 * 1,70 * 100 * 8,50 * \sqrt{\frac{210}{10}} = 4\,966,37 \text{ kg}$$

Si $V_{cu} < V_{max}$ Aumentar el peralte de la losa.

Si $V_{cu} > V_{max}$ El peralte es adecuado.

Para este caso $V_{cu} > V_{max}$ por lo tanto el peralte es el adecuado.

2.13. Línea de conducción

A continuación se describen los lineamientos para el diseño de la línea de conducción.

2.13.1. Caudal de distribución

Es el caudal disponible para cumplir con la demanda para la cual se diseña el sistema, regularmente se refiere a la salida del tanque de distribución hasta la última vivienda a la cual se instalará la acometida de agua.

2.13.2. Determinación de diámetro de tubería

Se deben determinar las longitudes y los diámetros de la tubería, para ajustar las pérdidas a las alturas disponibles con base en el caudal necesario, para satisfacer a la población proyectada.

Para el diseño de la línea de conducción, se toman en cuenta los diámetros comerciales mayor y menor, en referencia al calculado teóricamente para certificar que las pérdidas sean iguales a las alturas disponibles.

Para el diseño de la línea de conducción se utilizará la ecuación de Hazen & Williams. La longitud de diseño de toda la tubería se debe de incrementar de 5 a 10 %, en este caso se incrementó en un 5 %, el cual representa la incertidumbre al considerar la pendiente del terreno y las condiciones de accesibilidad en el momento de ejecutar el proyecto.

La ecuación de Hazen & Williams viene dada por:

$$H_f = \frac{1\,743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \varnothing^{4,37}}$$

Donde

H_f = pérdida de carga [m]

L = longitud de tubería [m]

Q = caudal de conducción [l/s]

C = coeficiente de fricción de la tubería [PVC $C = 150$; HG $C = 100$]

\varnothing = diámetro de la tubería [in]

Con base en la ecuación anterior, se calcula la línea de conducción para el nacimiento, iniciando desde la ubicación del tanque de captación hasta el tanque de distribución, teniendo los datos siguientes:

Datos del nacimiento Pasmolón:

Estación inicial = E – 1 = 1 000 m

Estación final = E – 43 = 937,32 m

Q = 3,85 l/s

Longitud = 1 195,76 m

Como paso inicial se calcula la diferencia de niveles o carga disponible entre las estaciones:

$$H_f = \text{estación inicial} - \text{estación final} = 1\ 000 - 937,32 = 62,68 \text{ m}$$

Para esta carga disponible se tendrá un diámetro teórico de la tubería, realizando el despeje de la ecuación de Hazen & Williams, para el cálculo del diámetro de tubería, se obtiene la siguiente forma:

$$\emptyset \text{ teorico} = \left(\frac{1\ 743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times H_f} \right)^{1/4,87}$$

$$\emptyset \text{ teorico} = \left(\frac{1\ 743,811 \times 1\ 195,76 \times 1,05 * 3,85^{1,85}}{150^{1,85} \times 62,68} \right)^{1/4,87} = 2,13 \text{ in}$$

Del resultado obtenido, se usan dos diámetros comerciales, uno mayor y otro menor del diámetro teórico, siendo necesario el cálculo de la pérdida de carga para cada diámetro, para poder combinar ambos y hacer que las pérdidas sean iguales a la altura disponible. Para esta conducción se utilizan los diámetros de 2" y 2 ½".

2.13.3. Pérdidas reales del sistema de conducción

Para el cálculo de las pérdidas reales del sistema de conducción se utilizará la ecuación de Hazen & Williams y con ello determinar las longitudes de cada tramo para que las pérdidas sean iguales a la altura disponible.

Para la línea de conducción los diámetros comerciales son de 2" y 2 ½", pero para cuestiones de diseño se utilizan diámetros internos reales.

$$H_{f_2} = \frac{1\,743,811 \times 1\,195,76 \times 1,05 \times 3,85^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,193^{4,37}} = 54,44 \text{ m}$$

$$H_{f_1} = \frac{1\,743,811 \times 1\,195,76 \times 1,05 \times 3,85^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,655^{4,37}} = 21,50 \text{ m}$$

Con las pérdidas obtenidas hay que determinar cuál es la longitud para cada diámetro propuesto, con base en las relaciones de triángulos generadas en el perfil tomando como catetos opuestos las pérdidas debidas a cada diámetro comercial utilizado. Este cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$L_2 = \frac{L * (H - H_{f_1})}{H_{f_2} - H_{f_1}}$$

$$L_1 = L - L_2$$

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtienen las siguientes longitudes:

$$L_2 = L_{2\ 1/2"} = \frac{11\ 95,76 \times 1,05 \times (62,68 - 54,55)}{54,55 - 21,50} = 308,85 \text{ m}$$

$$L_1 = L_{2"} = 1195,76 - 308,85 = 946,75 \text{ m}$$

Con las longitudes obtenidas se pueden tomar tramos aproximados a estas, siendo para la conducción la longitud 1 con tubería PVC de 2 ½" de la estación E – 1 a E – 22 y el tramo de longitud 2 con tubería PVC de 2" de la estación E – 22 a E – 43, para lo cual se chequean las pérdidas reales por cada tramo:

$$Hf_1 = \frac{1\ 743,811 \times 946,75 \times 3,85^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,655^{4,37}} = 11,58 \text{ m}$$

$$Hf_2 = \frac{1\ 743,811 \times 308,85 \times 3,85^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,193^{4,37}} = 51,10 \text{ m}$$

$$H = Hf_1 + Hf_2 = 11,58 + 51,10 = 62,68 \text{ m}$$

La presión dinámica al final del tramo es cero, sin embargo se utilizan las cotas de terreno para poder considerar una pequeña cantidad de presión dinámica. Para mantenimiento y servicios deberá cerrarse la válvula de compuerta en el nacimiento o considerar un *bypass* para que el flujo sea constante en la entrada al tanque de almacenamiento.

El resumen de los cálculos de la línea de conducción se describe en la siguiente tabla:

Tabla IV. **Diseño de la línea de conducción**

Tramo		Cota terreno		Long.	\emptyset	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
1	43	1000	937,32	1195,75	2,13	3,85	62,68	1,67	210	160

Tramo		Cota terreno		Long.	\emptyset	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
1	43	1000	937,32	1195,75	2,66	3,85	21,50	1,08	210	160

Tramo		Cota terreno		Long.	\emptyset	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
1	43	1000	937,32	1195,75	2,19	3,85	54,55	1,58	210	160

TRAMO	LONGITUD	PERDIDAS			
L2 ($\emptyset=2\ 1/2''$)	308,80	m	Hf2	11,58	m
L1 ($\emptyset=2''$)	946,75	m	Hf1	51,10	m
			Hh total	62,7	m

Fuente: elaboración propia

2.14. Red de distribución

A continuación se describen los lineamientos para el diseño de la red de distribución.

2.14.1. Cálculo hidráulico de red

En las áreas rurales generalmente se utilizan redes abiertas porque la ubicación de las viviendas depende estrictamente de la topografía del terreno, es decir, al estar el terreno con frecuentes variaciones las viviendas se encuentran alejadas unas de otras. Es muy complicado emplear el diseño con base en bloques como se realiza regularmente en áreas urbanas.

Al igual que la línea de conducción, los ramales de la red de distribución se calculan con la ecuación de Hazen & Williams, verificando que las velocidades y las presiones se encuentren dentro de los rangos establecidos.

2.14.2. Caudal de uso simultaneo

Este caudal se considera como la probabilidad estadística del uso simultáneo de las conexiones domiciliarias, este no debe ser menor de 0,20 l/s, se determina en función de la siguiente ecuación:

$$Q_1 = \sqrt{K * (N - 1)}$$

Donde:

Q_i = caudal instantáneo [l/s]

K = coeficiente, 0,15 para conexión predial y 0,20 para llena cántaros

N = número de viviendas

Sustituyendo datos en la expresión anterior:

$$Q_1 = \sqrt{0,15 * (259 - 1)} = 6,22 \text{ l/s}$$

2.14.3. Caudal unitario

Este caudal es igual al caudal máximo horario, el cual se describió y calculó en 2.1.11.3, obteniendo el siguiente valor:

$$Q_{\text{max horario}} = 5,1394 \text{ l/s}$$

Para el diseño de la red de distribución se aplica el Q_{Hm} mayor de estos dos caudales, es decir el mayor entre el caudal simultáneo y el caudal unitario, tomando en cuenta, en qué escenario existe mayor demanda. Siendo el valor a utilizar el caudal simultáneo.

Con el caudal tomado, se procede a calcular el caudal por vivienda, el cual servirá para determinar el necesario para cada tramo, este se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_v = \frac{Q_{\text{diseño}}}{N} = \frac{6,22}{259} = 0,024015 \text{ l/s}$$

2.14.4. Diámetro de tubería

Para determinar el diámetro de la tubería de la red de distribución, se calcula igual que la línea de conducción, con la ecuación de Hazen & Williams.

$$Hf_1 = \frac{1\,743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \emptyset^{4,37}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga [m]

L = longitud de tubería [m]

Q = caudal de conducción [l/s]

C = coeficiente de fricción de la tubería (PVC C = 150)

\emptyset = diámetro de la tubería [in]

2.14.5. Velocidad de agua

Es importante conocer la velocidad del agua dentro del sistema, debido a que por ser un caudal forzado interesa conocer el comportamiento, ya que si es muy lenta puede provocar sedimentación o si es muy rápida puede erosionar la tubería.

Para el cálculo de la velocidad se utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

v = velocidad del flujo en la tubería [m/s]

Q = caudal [l/s]

∅ = diámetro de la tubería [in]

2.14.6. Cota piezometrica

Sirve para referenciar gráficamente los cambios de presión en el sistema, por lo que para cada punto de la tubería indica la pérdida de carga o altura de presión que ha sufrido el agua desde el recipiente de alimentación, es decir desde el tanque de distribución hasta el punto de estudio.

Para determinar la cota piezométrica, se utiliza la siguiente ecuación

$$C_p = C_1 - H_f$$

Donde:

C_p = cota piezométrica [m]

C_i = cota de inicio del tramo [m]

H_f = pérdida de carga [m]

2.14.7. Presión estática

Esta presión se produce cuando todo el líquido de la tubería y del depósito se encuentra en reposo. Sirve para determinar si la tubería contemplada para el diseño es la adecuada, ya que con ella se determina si es necesario aumentar la presión que soporta la tubería o la incorporación de una caja rompe presión. El parámetro a seguir es la capacidad de presión que tiene la tubería de acuerdo al fabricante.

La presión estática se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_E = C_1 - C_f$$

Donde:

P_E = presión estática [m]

C_i = cota de inicio del tramo [m]

C_f = cota final del tramo [m]

2.14.8. Presión dinámica

Cuando el líquido se encuentra en movimiento dentro del sistema, la presión dinámica modifica el valor, el cual disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería.

Lo que inicialmente era una altura de carga estática, al estar en movimiento se convierte en una carga de menor valor, debido al consumo de presión que se conoce como pérdida de carga.

La presión dinámica se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_D = C_p - C_t$$

Donde:

P_D = presión dinámica m

C_p = cota piezométrica m

C_t = cota del terreno m

A manera de ejemplo se diseñó el tramo de la red de distribución que va del tanque de distribución E – 93 al punto E – 93.4.

Datos:

$C_{E-93} = 684,17$ m

$C_{E-93.4} = 691,18$ m

$Q = 0,24$ l/s

$L = 136,99$ m

Población = 60 personas.

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 \times 1\,36,99 \times 0,24^{1,85}}{150^{1,85} \times (691,18 - 684,17)} \right)^{1/4,87} = 0,74 \text{ in}$$

$$\phi = 1,00 \text{ in}$$

$$H_{f1} = \frac{1\,743,811 \times 136,99 \times 0,24^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,195^{4,37}} = 0,68 \text{ m}$$

$$V = \frac{1,974 \times 0,24}{1,195^2} = 0,87 \text{ m/s}$$

$$C_p = 741,02 - 0,68 = 740,84 \text{ m}$$

$$P_E = 937,32 - 691,18 = 246,14 \text{ m}$$

$$P_E = 740,34 - 691,18 = 49,16 \text{ m}$$

El diseño de la red de distribución contemplada en este estudio se resume en los cuadros adjuntos en el apéndice.

2.14.9. Válvulas

Una válvula es un mecanismo que regula el flujo de agua en los sistemas de agua potable, son componentes que dejan pasar un fluido en un sentido y lo impiden en el contrario. Hay de diferentes tipos dependiendo de la finalidad técnica para la que se quiera implementar.

2.14.9.1. Caja de válvulas

Son elementos estructurales que sirven para proteger cualquier tipo de válvula que se coloque dentro del sistema, tales como válvulas de compuerta, válvulas de aire, válvulas de limpieza, válvulas de paso y válvulas reguladoras de presión.

2.14.9.2. Válvula de aire

Estas válvulas tienen la función de permitir que se expulse automáticamente el aire acumulado en la tubería en los puntos altos, para evitar así la formación de cámaras de aire comprimido que bloquean el libre paso del agua. Estas válvulas irán colocadas en la línea de conducción en la estación E- 26.

2.14.9.3. Válvula de limpieza

Son aquellas que se usan para extraer los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la tubería; para la instalación se requiere agregar una te a la red y de allí se desprende un niple que al final tiene una válvula de compuerta, protegida por una caja de mampostería. Se colocarán en las estaciones E-17, y E-31.

2.14.9.4. Válvula de compuerta

Tienen la función de abrir o cerrar el paso del agua. Se colocarán en la estación E- 1 y en la red distribución en la estación E-43.

2.14.9.5. Válvula de globo

Se emplean por lo general en las conexiones domiciliarias para regular el caudal. El agua al pasar por el interior de la válvula tendrá que hacer un recorrido lo que produce una considerable pérdida de carga, aún con la válvula completamente abierta.

Para el diseño de este sistema no se tomarán en cuenta estas válvulas, el flujo en la distribución se regula mediante las presiones dinámicas.

2.14.10. Sistema de desinfección

Desinfección es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua, mediante la aplicación directa de medios físicos y químicos para obtener agua potable.

El tratamiento o sistema de desinfección mínimo que se le debe dar al agua para consumo humano, es de control sanitario y generalmente se aplica para comunidades del área rural, con fuentes provenientes de manantiales, donde el caudal requerido no es muy grande.

Los métodos químicos más empleados para desinfección son: el yodo, la plata y el cloro, siendo este último el más recomendado.

Según la Norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 ppm (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua. Para este caso se utilizarán 135 gramos/metro cúbico

2.14.11. Programa de operación y mantenimiento

Para el sistema de abastecimiento de agua potable se pueden realizar dos tipos de mantenimiento, siendo estos:

- Mantenimiento preventivo

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

- Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realizará ante cualquier daño que se presente en el sistema, siendo este accidental o premeditado, en el cual se

tendrá que realizar a la mayor brevedad posible para no afectar a la población con la carencia del vital líquido.

La comisión que lidera el COCODE es la encargada de coordinar dichos mantenimientos.

2.15. Propuesta de tarifa

La propuesta de tarifa se realiza con base en la capacidad económica de los usuarios. Hay una variedad de gastos en cuestión de mantenimiento como tubería, cloro, etc. Se hace una propuesta de Q.10,00 mensuales por los usuarios para cumplir con la demanda económica en cuanto al mantenimiento.

Este monto está establecido en esta Municipalidad con base en el análisis socioeconómico de las comunidades.

2.16. Impacto ambiental

A continuación se muestra un análisis de impacto ambiental inicial el cual describe lo más relevante en los proyectos.

2.16.1. Diagnóstico de riesgo de impacto ambiental

No se presentan impactos ambientales adversos de gran magnitud que pudiera poner en riesgo el medio ambiente.

En la etapa de construcción del sistema de abastecimiento de agua potable es necesario preparar los terrenos donde se instalarán los distintos elementos estructurales y no estructurales, no cortar árboles sin los debidos

procesos y el terreno del tanque de almacenamiento no debiera generar impactos significativos en el medio ambiente. No dañar el hábitat natural de la flora y fauna.

2.16.2. Descripción del ambiente físico

El ambiente físico está conformado por todo aquel entorno en el que se encuentra el sistema de distribución de agua potable diseñado, desde captación hasta distribución se pretende evitar hacer contaminaciones de cualquier tipo con el afán de no dañar al medio ambiente y hacer cumplir el tiempo de vida útil del proyecto.

2.16.3. Análisis de vulnerabilidad de entorno

El ambiente natural puede ser afectado por el sistema de agua potable en los aspectos siguientes:

- Capa vegetal del terreno
- Contaminación de acuíferos
- Hacer uso desmedido del agua

2.16.4. Consideraciones a tomar para no causar daños

Se deben de tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- No incendiar capas vegetales con el afán de crear espacios disponibles para la construcción.

- Si un área es deforestada considerablemente es necesario realizar reforestaciones que a corto plazo puedan sustituir el área verde retirada.
- Una vez finalizados los trabajos de construcción retirar cualquier tipo de material de los accesos públicos.
- Concientizar a la población en el buen manejo del recurso hídrico.

2.17. Planos

Los planos elaborados del proyecto son los siguientes: planta general, planta perfil y detalles.

2.18. Presupuesto

Integración de costos del sistema de abastecimiento de agua potable de la parte norte de la aldea Pasmolón.

Tabla V. Integración de costos

RESUMEN DE PRESUPUESTO				
"SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLÓN, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, A.V."				
RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES	1,00	GLOBAL	42 400,59	42 400,59
TANQUE DE CAPTACIÓN PASMOLÓN	1,00	GLOBAL	31 174,56	31 174,56
LINEA DE CONDUCCIÓN PASMOLÓN (2" Y 2 1/2")	1195,76	M	75,61	94 935,79
RED DE DISTRIBUCIÓN PASMOLÓN (DESGLOSE DE DIÁMETROS EN ANEXOS)	3651,87	M	62,38	248 137,49
TANQUE DISTRIBUCIÓN	1,00	UNIDADES	81 256,65	81 256,65
CONEXIONES DOMICILIARES	457,00	UNIDADES	1 027,79	469 694,89
VALVULA DE COMPUERTA	2,00	UNIDADES	14 635,79	29 271,57
VALVULA DE LIMPIEZA	1,00	UNIDADES	8 966,74	8 966,74
VALVULA DE AIRE	1,00	UNIDADES	5 275,07	5 275,07
CAJA DE CLORACIÓN	1,00	UNIDADES	14 845,23	14 845,23
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				1 025 958,57
METRO LINEAL				211,64

Fuente: elaboración propia.

2.20. Evaluación socioeconómica

A continuación se muestra una evaluación socioeconómica para el análisis de costos del proyecto.

2.20.1. Valor Presente Neto

Con base en este se calcula el valor presente de la suma de flujos netos de caja destinados para el proyecto tomando en cuenta la inversión inicial. El proyecto de inversión según este criterio se acepta cuando el valor presente neto es positivo, porque agrega capital.

El método descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, mientras que por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia, cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente.

Para el proyecto de agua potable para la parte norte de la aldea Pasmolón del municipio de Tactic, departamento de Alta Verapaz se requiere hacer la inversión inicial el cual tiene un costo total del proyecto siendo Q. 1 297 548,59 teniendo únicamente los ingresos anuales del proyecto de la forma siguiente:

$$I_{\text{anual}} = N \times Pt \times 12$$

Donde:

I_{anual} = ingreso anual

N = número de viviendas

P_t = propuesta de tarifa

$I_{\text{anual}} = 259 \times 10 \times 12 = \text{Q.}31\ 080,00$

Para el ingreso anual de Q. 31 080,00 y con valor de rescate nulo, con tasa de interés 5 % anual para 20 años.

$$\text{VPN} = 1\ 297\ 548,59 + 31\ 080,00 (P/A, 5\%, 20)$$

$$\text{VPN} = -\text{Q}\ 1\ 297\ 548,59 + \text{Q}\ 31\ 080,00 \left(\frac{(1 + 0,05)^{20} - 1}{0,05 * (1 + 0,05)^{20}} \right)$$

$$\text{VPN} = -\text{Q}\ 1\ 684\ 874,08$$

El Valor Presente Neto da la información de pérdidas en el mantenimiento del sistema. Se debe tomar en cuenta que a pesar de las pérdidas el proyecto es de servicio social que beneficiará a la comunidad relacionada.

2.20.2. Tasa Interna de Retorno

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es igual a la suma de los ingresos actualizados, con la suma de los egresos actualizados igualando al egreso inicial, también se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

La TIR es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto, es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión y se obtiene del valor presente.

Para la TIR, el proyecto es rentable cuando esta es mayor que la tasa de costo de capital, dado que se ganará más ejecutando el proyecto, que efectuando otro tipo de inversión.

El modelo matemático es el siguiente:

$$(VP - VR) * Crf + (VR * i) + D = I$$

Donde:

VP = valor presente

VR = valor de rescate

D = desembolsos

I = ingresos

n = número de períodos

i = tasa de interés

Crf = factor de recuperación de capital

Para el cálculo de la TIR se comienza con una tasa tentativa de actualización y con la misma se trata de calcular un valor actual neto se tantea hasta que sufra un cambio de signo el (VP). Después se continúa a través de la siguiente fórmula:

$$TIR = R + (R_2 - R_1) * \left(\frac{VPN(+)}{VPN(+)-VPN(-)} \right)$$

Donde:

TIR = Tasa Interna de Retorno

R = tasa inicial de descuento

R_1 = tasa de descuento que origina el VPN (+)

R_2 = tasa de descuento que origina el VPN (-)

VPN (+) = Valor Presente Neto positivo

VPN (-) = Valor Presente Neto negativo

Para el proyecto se tiene para inversión $I = Q\ 1\ 297\ 548,59$ y producir un beneficio anual de $Q.31\ 080,00$, con vida de servicio de 20 años.

$$VP (3\%) = - Q\ 1\ 297\ 548,59 + Q\ 31\ 080,00 (P/A, 3\%,20)$$

$$VP (3\%) = - Q\ 1\ 297\ 548,59 + Q\ 31\ 080,00 *14,8775 = -Q\ 639\ 677,37$$

$$VP (1\%) = - Q\ 1\ 297\ 548,59 + Q\ 31\ 080,00 (P/A, 1\%,20)$$

$$VP (1\%) = - Q\ 1\ 297\ 548,59 + Q\ 31\ 080,00 *18,0456 = -Q\ 1\ 858\ 405,84$$

No hay una Tasa Interna de Retorno, debido a que no se puede conseguir un valor presente positivo, por lo cual se tienen pérdidas para el proyecto de agua potable en la parte norte de la aldea Pasmolón.

Las pérdidas se pueden justificar debido a la tarifa baja que se aplicará a los usuarios, pero se debe tomar en cuenta que el proyecto no es de fines comerciales si no de beneficio para la comunidad.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ

3.1. Descripción del proyecto

Este proyecto comprende el diseño del sistema de alcantarillado sanitario del cantón Chijacorrall, Tactic, Alta Verapaz, el cual está conformado por un sistema de 1 416,29 metros y 62 pozos de visita.

La tubería a utilizar será de PVC, con diámetros de 6 y 8 pulgadas para el colector principal y de 4 pulgadas para las conexiones domiciliarias, las cuales deben cumplir con las Normas ASTM D 3034. Se le dará un tratamiento primario a las aguas servidas por medio de una planta de tratamiento ya construida y diseñada con base en la población del cantón Chijacorrall. El servicio tendrá una cobertura de 492 habitantes actuales y 1 094 habitantes a futuro.

3.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita y para ubicar puntos de referencia. Se realizaron los levantamientos siguientes: planimétrico y altimétrico. Se utilizaron para este trabajo los aparatos de precisión: teodolito TOPCOM DT-200 y nivel de precisión TOPCOM AT-G6.

3.2.1. Altimetría

Metodología de procedimientos necesarios para determinar y representar la altura o cota de cada punto, respecto de un plano de referencia, y con ello determinar alturas de pozos de visita y creación de perfiles de terreno. El equipo utilizado fue:

- Nivel de precisión TOPCOM AT-G6
- Estadal
- Cinta métrica
- Plomada
- Estacas, pintura y clavos

3.2.2. Planimetría

Sirve para localizar la red dentro de las calles, ubicar los pozos de visita y todos aquellos puntos de importancia en el diseño.

Para la planimetría se utilizó el método de conservación de azimut, el equipo utilizado fue:

- Teodolito TOPCOM DT-200
- Estadal
- Cinta métrica
- Plomada
- Estacas, pintura y clavos

3.3. Diseño del sistema

A continuación se describe cada uno de los pasos llevados a cabo en el diseño del proyecto.

3.3.1. Descripción del sistema a utilizar

El sistema de alcantarillado a diseñar es sanitario es decir que los flujos por conducción son de aguas residuales domésticas. No existe en el lugar industria o comercio de gran magnitud que pueda afectar los valores de diseño.

3.3.2. Período de diseño

Se consideró un período de diseño de 30 años

3.3.3. Población de diseño

Se determina la cantidad de pobladores que se va a servir en un período de tiempo establecido. Se calculará la población futura por medio del método de incremento geométrico, por ser el más apto y el que se apega a la realidad del crecimiento poblacional del medio. Para el efecto se utilizará una tasa de crecimiento poblacional de 2,67 %, esta se calculó con base en los censos realizados en el lugar. La población actual a servir es de 492 habitantes.

Incremento geométrico

$$Pf = Po(1 + R)^n$$

Donde

Pf = población futura

Po = población actual
R = tasa de crecimiento
N = años proyectados

$$Pf = 492(1+0,0267)^{30} = Pf = 1101 \text{ habitantes.}$$

3.3.4. Dotación de agua potable

Es la cantidad de agua que una persona necesita por día, para satisfacer las necesidades se expresa en litros por habitante al día.

Las dotaciones se establecen de acuerdo al clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos y región donde se está trabajando el proyecto. Para este caso, la municipalidad tiene definida una dotación de 85 l/ha/d.

3.3.5. Factor de Retorno

Se sabe que no todo el 100 % de agua potable que ingresa a cada vivienda regresará a las alcantarillas, por razones del uso que se le da a la dotación dentro de la vivienda. Puede perderse un 15 %, tomando en cuenta que el área de influencia del proyecto cuenta con viviendas que en su mayoría poseen patios de tierra, se consideró un factor de retorno al sistema del 85 %.

3.3.6. Factor de Harmond

Es un factor de seguridad que involucra a la población en un tramo determinado, actúa en las horas pico.

$$FH = (18 + \sqrt{P} / 1\ 000) / (4 + \sqrt{P} / 1\ 000)$$

Donde:

FH = factor de Harmond

P = población en miles de habitantes

$$FH = (18 + \sqrt{1085/1000}) / (4 + \sqrt{1085/1000}) = 3,78$$

3.3.7. Caudal sanitario

El caudal sanitario que puede transportar el drenaje está determinado por el diámetro, la pendiente y velocidad del flujo dentro de la tubería. Para todo diseño se debe considerar que el drenaje funciona como un canal abierto, es decir, que no funciona a presión. Está conformado por los siguientes caudales: domiciliar, comercial, industrial, conexiones ilícitas y de infiltración (para verano), adicional a estos el caudal de infiltración en épocas de invierno.

$$Q_{\text{SANITARIO VERANO}} = Q_{\text{DOM}} + Q_{\text{COM}} + Q_{\text{IND}} + Q_{\text{CI}}$$

$$Q_{\text{SANITARIO INVIERNO}} = Q_{\text{DOM}} + Q_{\text{COM}} + Q_{\text{IND}} + Q_{\text{CI}} + Q_{\text{INF}}$$

Donde:

$Q_{\text{SANITARIO}}$ = caudal sanitario total (verano o invierno)

Q_{DOM} = caudal domiciliar

Q_{COM} = caudal comercial

Q_{IND} = caudal industrial

Q_{CI} = caudal de conexiones ilícitas

Q_{INF} = caudal de infiltración

3.3.8. Caudal domiciliar

Es el caudal de las aguas desechadas por las viviendas, debido a las distintas actividades domiciliarias (limpieza, cocción de alimentos, etc.), depende principalmente de la dotación de agua potable asignada a la población a servir, viene dado por la siguiente ecuación:

$$Q_{DOM} = \text{No. habitantes} * \text{dotación} * \text{factor de retorno} / 86\ 400 \text{ en l/s}$$

Cuando no se sabe con certeza la dotación asignada a la población a servir, se puede asumir un valor aproximado tomando como referencia el tipo de clima, el tipo de comunidad, densidad de vivienda, nivel económico, etc.

$$Q_{DOM} = (1\ 101 \text{ha} * 0,85 * 85 \text{ l/ha/d}) / 86\ 400 \text{ s} = 0,921 \text{ l/s}$$

3.3.9. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado sanitario, depende de la profundidad del nivel freático del agua, la profundidad de colocación de la tubería, permeabilidad del terreno, tipo de juntas y la calidad de la mano de obra utilizada.

La tubería en este proyecto es de PVC Norma ASTM – 3034 y dadas las propiedades del material, el caudal de infiltración es cero, sin embargo INFOM especifica que se debe incluir lo indicado en el inciso 2.7 de las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados: $q_i = 0,01 * \text{diámetro en pulgadas}$.

$$Q_i = 0,01 * 8 = 0,08 \text{ l/s}$$

3.3.10. Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que por no contar con un sistema de alcantarillado apropiado para la evacuación de las aguas pluviales, las introducen al sistema de alcantarillado sanitario.

Por no contar con la información necesaria para la utilización del método racional, el caudal de conexiones ilícitas se calculará por medio de los parámetros utilizados por la Asociación de Ingenieros Sanitarios de Colombia, tomando en cuenta que estos parámetros se adecuan a los valores característicos de Guatemala. Dichos parámetros oscilan entre los 50 a 150 l/ha/d, para este caso se tomó un valor de 85 l/ha/d.

Caudal ilícito

$$Q_{\text{ilicito}} = \frac{f_{Q_{\text{ilicito}}} * \text{poblacion}}{86\ 400s}$$

$$Q_{\text{ilicito}} = \frac{85 \text{ l/hab/día} * 1101\text{ha}}{86\ 400s} = 1,083 \text{ l/s}$$

3.3.11. Caudal comercial

En el cantón Chijacorral no existen comercios e industrias, por lo tanto no existen caudales a considerar como tales. En este caso el caudal comercial como el industrial, son iguales a cero.

3.3.12. Factor de caudal medio

Es el factor relacionado con la aportación media de agua por persona. Una vez calculado el valor de los caudales anteriormente descritos y al no contar

con caudales comerciales e industriales, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar, que a la vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, se obtiene un factor del caudal medio, el cual varía entre el rango de 0,002 a 0,005; si el cálculo del factor está entre esos dos límites, se utiliza el calculado; en cambio, si es inferior o excede, se utiliza el límite más cercano según sea el caso. Es decir:

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\text{habitantes}}$$

$$f_{qm} = \frac{0,921 + 1,083 + 0,08}{1\ 101} = 0,00189$$

$$0,002 \leq f_{qm} \leq 0,005$$

El factor es menor a 0,002 por lo tanto se utilizará 0,002

3.3.13. Caudal de diseño

Es la cantidad de aguas negras que transportará el alcantarillado, en los diferentes puntos donde fluya. Se utiliza para diseñar el sistema del alcantarillado sanitario. Para el cálculo se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_{\text{dis}} = \text{No. hab.} \cdot F.H \cdot f_{qm}$$

Donde:

Q dis = caudal de diseño futuro o presente

No. Hab.= número de habitantes

F.H. = factor de Harmond

Fqm = factor de caudal medio

$$Q_{\text{dis}} = 1\ 101 \cdot 3,777 \cdot 0,002 = 8,317 \text{ l/s}$$

3.3.14. Selección de tipo de tubería

La tubería que será utilizada en un proyecto es seleccionada bajo las condiciones con que se pretenda construir el sistema de drenajes, para lo cual influyen distintos aspectos tales como: eficiencia, economía, durabilidad, facilidad de manejo y colocación.

En este caso se utilizará tubería PVC junta rápida Norma D-3034, la cual, según las características, presenta facilidad de instalación y optimización de tiempo.

3.3.15. Diseño de secciones y pendientes

Para el diseño de la sección de la tubería, se debe tener en cuenta el tirante hidráulico, que debe estar entre: $0,10 \leq d/D \leq 0,75$.

Para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente, proporcionando las condiciones para que el sistema funcione, cumpliendo con los parámetros establecidos para d/D y v/V .

Para todo diseño de alcantarillado, es recomendable seguir la pendiente del terreno, dependiendo siempre si la pendiente va a favor o en contra del sentido del fluido.

3.3.16. Velocidades máximas y mínimas de diseño

La velocidad del flujo está determinada por el diámetro de la tubería, la pendiente del terreno y el tipo de material de la tubería a utilizar. Se determina

por medio de la ecuación de Manning y la relación hidráulica de velocidades v/V , donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena.

Por norma, al utilizar tubería PVC, v no debe ser menor de 0,40 m/s para evitar la sedimentación en la tubería, ni mayor de 4,00 m/s para evitar la erosión o desgaste del material. Estos parámetros de velocidades son dados según fabricante, INFOM define el intervalo 0,6 m/s y 2,5 m/s.

3.3.17. Cotas Invert

Las cotas Invert se calculan con base en la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. La cota Invert de salida de un pozo, se coloca al menos tres centímetros más abajo que la cota Invert de llegada de la tubería más baja.

Las cotas Invert de entrada y de salida, se miden desde la rasante del suelo natural y se calculan de la siguiente manera:

$$CIS1 = CT - Hp1$$

$$CIE2 = CIS1 - S\% \cdot DH/100$$

$$CIS2 = CIE2 - 0,03 \text{ metros}$$

Donde:

CIS1 = cota Invert de salida del pozo de visita 1 (CIS)

CT = cota de terreno

Hp1 = altura del pozo de visita 1

CIE2 = cota Invert de entrada del pozo de visita 2 (CIE)

CIS2 = cota Invert de salida del pozo de visita 2 (CIS)

S% Tubo = pendiente del tubo

DH = distancia horizontal entre pozos

3.3.18. Pozos de visita

Son parte de las obras accesorias de un alcantarillado y se emplean como medio de inspección y limpieza. Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

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

El detalle de construcción se especifica en los planos de pozo de visita típico.

3.3.19. Conexiones domiciliarias

Una conexión domiciliar es un tubo que lleva las aguas servidas, desde una vivienda o edificio a una alcantarilla común o a un punto de desagüe.

Ordinariamente, al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar prevista una conexión en Y o en T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas.

3.3.20. Profundidad de tubería

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la misma, en cualquier punto, será determinada de la siguiente manera:

- Para tránsito normal (menor a 200 quintales) = 1,00 m
- Para tránsito pesado (mayor a 200 quintales) = 1,20 m

Es importante mencionar que en el cantón Chicajorral únicamente existen caminos comunales y debido a las pendientes de terreno pronunciadas, es difícil pensar que en un futuro pudiera existir carreteras con tránsito de vehículos de 4 ruedas, pero para una mayor protección de la tubería, en el diseño de este proyecto se determinó utilizar como profundidad mínima 1,10m.

3.3.21. Principios hidráulicos

En el caso de los sistemas de alcantarillado se emplean canales cerrados circulares, en donde la superficie del agua está sometida a la presión atmosférica y eventualmente, a presiones producidas por los gases que se forma en el canal cerrado.

3.3.22. Relaciones hidráulicas

Al realizar el cálculo de las tuberías que trabajan a sección parcialmente llena, para agilizar de alguna manera los resultados de velocidad, área, caudal, perímetro mojado y radio hidráulico, se relacionaron los términos de la sección totalmente llena con los de la sección parcialmente llena. De los resultados obtenidos se construyeron tablas, utilizando para eso la ecuación de Manning

3.3.23. Cálculo hidráulico

Para el diseño de sistemas de alcantarillado se debe considerar un aspecto importante, como es la pendiente del terreno, ya que de esta depende la pendiente que adoptará la tubería; así mismo, las cotas Invert de entrada y salida, lo cual es básicamente lo que determina la profundidad de la localización de la tubería y la profundidad de los pozos de visita.

3.3.24. Especificaciones técnicas

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendientes se hará aplicando la ecuación de Manning, transformada al sistema métrico, para secciones circulares de PVC, así:

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

Donde:

v = velocidad del flujo a sección llena (metro /segundo)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning 0,010 para tubería de PVC

Ejemplo de diseño para el tramo de PV-6 a PV-7

Población actual	= 102
Tasa de crecimiento	= 2,67 por ciento
Pv	= pozo de visita
Período de diseño	= n = 30 años

Población acumulada a futuro	= 226 personas
Distancia horizontal	= 15 metros
Cota inicio de terreno pv-6	= 595,43 metros
Cota final de terreno pv-7	= 592,33 metros
Dotación	= 85 litros por habitante por día
Factor de retorno	= 0,85
Factor de caudal medio	=0,002

- Calculando población futura

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

$$Pf = 102 * (1 + 0,0267)^{30} = 226 \text{ personas}$$

Se aplican criterios de aproximación, debido a que no se puede tener fracciones numéricas por tratarse de una población.

- Calculando pendiente de terreno

$$Co = 595,43$$

$$Cf = 592,33$$

Diferencia de altura de terreno = $Co - Cf$

$$= 595,43 \text{ metros} - 592,33 \text{ metros}$$

$$= 3,1 \text{ metros}$$

Pendiente de terreno

$$S \% = \text{Diferencia de altura de terreno} * 100 / \text{distancia horizontal}$$

$$S \% = (3,1 \text{ metros} * 100) / 15 \text{ metros}$$

$$S \% = 20,67$$

- Calculando caudal domiciliar tomando en cuenta el factor de retorno y dotación

$$\text{Dotación} = 85 \text{ litros habitantes por día}$$

$$\text{Factor de retorno} = 0,85$$

Caudal sanitario a futuro, ya calculados los parámetros en la descripción.

$$Q_{\text{SANITARIO INVIERNO}} = Q_{\text{DOM}} + Q_{\text{COM}} + Q_{\text{IND}} + Q_{\text{CI}} + Q_{\text{INF}}$$

$$Q_{\text{SANITARIO INVIERNO}} = 0,188987 \text{ l/s} + 0 + 0 + 0,222 \text{ l/s} + 0$$

$$Q_{\text{SANITARIO INVIERNO FUTURO}} = 0,411 \text{ l/s}$$

Calculando caudal de diseño sanitario

Factor de Harmond presente

$$FH = \frac{18 + \sqrt{p/1000}}{4 + \sqrt{p/1000}} \quad FH = \frac{18 + \sqrt{102/1000}}{4 + \sqrt{102/1000}} = 4,2148$$

Factor de Harmond futuro

$$FH = \frac{18 + \sqrt{226/1000}}{4 + \sqrt{226/1000}} = 4,1282$$

Factor de caudal medio presente y futuro

$$Fqm = 0,002$$

Al igual que otros datos, el fqm posee valores mínimos y máximos y como se sobreentiende, si su cálculo particular diera un valor fuera del rango, se debe utilizar el máximo o mínimo según sea el caso. El rango del fqm es:

$$0,002 \leq f_{qm} \leq 0,005$$

$$Q \text{ diseño} = \# \text{ habitantes} * F.H. * f_{qm}$$

- Calculando caudal de diseño sanitario presente

$$Q \text{ diseño presente} = 102 * 4,2148 * 0,0020 = 0,8600 \text{ l/s}$$

- Calculando caudal de diseño sanitario futuro

$$Q \text{ diseño futuro} = 226 * 4,1282 * 0,0020 = 1,8669 \text{ l/s}$$

- Calculando velocidad a sección llena, con la ecuación de Manning para flujos de canales

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

Donde:

v = velocidad del flujo a sección llena (metro /segundo)

D = diámetro de la sección circular (pulgadas)

S = pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n = coeficiente de rugosidad de Manning 0,010 para tubería de PVC

$$V = \frac{0,03429 * 6^{2/3} * 14 / 100^{1/2}}{0,0100} = 4,24 \text{ m/s}$$

- Calculando caudal a sección llena

$$Q_{\text{llena}} = V * A = \frac{\pi (6 * 0,0254)^2}{4} * 4,24 \text{ m/s} = 77,279 \text{ l/s}$$

- Relación de caudales velocidades y diámetros

$$\frac{q \text{ diseño}}{Q \text{ sección llena}} = \frac{1,8669 \text{ l/s}}{77,2790 \text{ l/s}} = 0,0242$$

De la relación de caudales podemos encontrar la relación de velocidades y diámetros

$$\frac{v}{V} = 0,4200 \qquad \frac{d}{D} = 0,1075$$

- Velocidades mínimas y máximas

La velocidad mínima con el caudal de diseño es de 0,40 metros por segundo.

La velocidad máxima con el caudal de diseño es de 4,00 metros por segundo.

$$V_{\text{real}} = v * \frac{v}{V} = 4,24 \text{ m/s} * 0,42 = 1,781 \text{ m/s, si cumple}$$

- Calculando el tirante

Para la determinación de la sección de la tubería sanitaria, se debe tener en cuenta el tirante hidráulico que debe estar entre:

$$0,10 \leq d/D \leq 0,75$$

$$T = \frac{d}{D} = 0.1075 = 0.645, \text{ si cumple}$$

- Calculando cotas Invert

$$CIS1 = CT - Hp1 = 589,717 - 0,0508 = 589,667$$

$$CIE2 = CIS1 - S \% * DH/100 = 591,817m - \frac{14 * 15 m}{100} = 589,717 m$$

$$CIS2 = CIE2 - 0,03m = 589,717m - 0,03 m = 589,687 m$$

- Calculando profundidad de pozo de visita

$$Cf - C.I. E = 592,33 m - 589,717 m = 2,613 m$$

$$Cf - C.I.S = 592,33 m - 589,687 m = 2,643m$$

Donde:

CIS1	= cota Invert de salida del pozo de visita 1 (CIS)
CT	= cota de terreno
Hp1	= altura del pozo de visita 1
CIE2	= cota Invert de entrada del pozo de visita 2 (CIE)
CIS2	= cota Invert de salida del pozo de visita 2 (CIS)
S% Tubo	= pendiente del tubo
DH	= distancia horizontal entre pozos

3.4. Estudio de Impacto Ambiental

A continuación se presenta los aspectos más relevantes de la evaluación de impacto ambiental para el proyecto.

3.4.1. Estudio de impacto ambiental inicial

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es una metodología de impactos negativos o positivos, de un determinado proyecto para presentar alternativas viables.

A continuación, se describen algunas de las características de los estudios de impacto ambiental en el lugar a construir, en dicho proyecto de alcantarillado sanitario:

En lo referente a la excavación para el zanjeo se hará mediante un ambiente controlado de polvo para evitar el levantado del mismo.

Para el acarreo sobrante del material se tiene previsto un botadero de ripio en las cercanías de cada comunidad involucrada sin que este no afecte a la población.

En lo referente al ruido ocasionado por la maquinaria pesada, se trabajará en horario diurno, de manera que en la noche quede completamente en silencio.

En el proceso de destronque de árboles, si la tubería llega a pasar por los mismos, se tiene contemplado la siembra de árboles en un área adecuada para su crecimiento.

Los impactos asociados a la calidad del aire, suelo, vivienda, servicios públicos y estética del paisaje serán adversos, no significativos, reversibles y temporales. La extensión de los efectos de estos impactos quedará contenida dentro de los límites de la mancha urbana, en sitios cercanos a donde se desarrollen las obras.

Los impactos positivos pueden ser medibles, mediante estadísticas de salud y precios de inmuebles en el mercado.

Sin embargo, existe la posibilidad de impacto negativo en el sitio de descarga del sistema de drenajes. Para ello se tendrá como destino la planta de tratamiento anteriormente citada que evitará la contaminación ambiental y enfermedades derivadas del desecho de la misma.

3.5. Propuesta de tratamiento

El tratamiento que se le dará a los desechos sólidos será mediante una planta de tratamiento que está ya construida, la cual fue diseñada para dar servicio a los sectores adyacentes a el cantón Chijacorral.

3.6. Elaboración de planos finales de drenaje sanitario

- Planta de conjunto
- Planta perfil
- Detalles

3.7. Presupuesto por renglones de alcantarillado sanitario

Se aplican los criterios del caso del proyecto de agua potable.

Tabla VI. Presupuesto por renglones

PROYECTO					
CONSTRUCCIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN CHIJACORRAL, TACTIC, ALTA VERAPAZ					
MANO DE OBRA					
No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	ML	1 416,29		
	Trazo	ml	1 416,29	Q 9,00	Q 12 746,61
	Replanteo y nivelación	ml	1 416,29	Q 6,00	Q 8 497,74
	Rótulo	unidad	1,00	Q 3 200,00	Q 3 200,00
Sub-Total:					Q 11 697,74
4	INSTALACIÓN DE TUBERIAS	ML	1,416.29		
	Instalación tubería de 6"	ml	1 058,08	Q 336,50	Q 356 043,92
	Instalación tubería de 8"	ml	358,21	Q 485,50	Q 173 910,96
Sub-Total:					Q 529 954,88
5	POZOS DE VISITA	UNIDAD	62,00		
	Construcción de brocal	unidad	62,00	Q 520,00	Q 32 240,00
	Construcción de tapadera	unidad	62,00	Q 145,00	Q 8 990,00
	Construcción de cono + alisado	unidad	62,00	Q 1 674,00	Q 103 788,00
	Construcción de fondo + alisado	unidad	62,00	Q 220,00	Q 13 640,00
	Construcción de tronco + alisado	ml	62,00	Q 1 000,00	Q 62 000,00
	Instalación de tuberías en caída a pozos	unidad	35,00	Q 220,00	Q 7 700,00
Sub-Total:					Q 228 358,00
6	CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	82,00		
	Construcción de fondo	unidad	82,00	Q 65,00	Q 5 330,00
	Instalación de tubo de concreto de 16"	unidad	82,00	Q 165,00	Q 13 530,00
	Instalación de tapadera prefabricada	unidad	82,00	Q 75,00	Q 6 150,00
	Instalación de tubería PVC	unidad	82,00	Q 250,00	Q 20 500,00
Sub-Total:					Q 45 510,00
7	CORTE Y COLOCACIÓN DE CONCRETO	M2	580,00		
	Colocación de concreto	m2	580,00	Q 137,00	Q 79 460,00
Sub-Total:					Q 79 460,00
9	ZANJEO	M3	2,974.21		
	Capacitación, administración de planta	m3	2 974,21	Q 50,00	Q 148 710,45
Sub-Total:					Q 148 710,45
FLETES					
1	FLETES	GLOBAL	1,00		
	Transporte de materiales	global	1,00	Q 20 000,00	Q 20 000,00
Sub-Total:					Q 20 000,00
COSTOS INDIRECTOS					
	Administración	%	5.00%	Q0.00	Q0.00
	supervisión	%	5.00%	Q0.00	Q0.00
	Imprevistos	%	7.00%	Q0.00	Q0.00
	Utilidad	%	8.00%	Q0.00	Q0.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS:					Q0.00
COSTO TOTAL DE APORTE DE MUNICIPALIDAD:					Q 1 063 691,07

Fuente: elaboración propia.

3.8. Análisis económico

A continuación se resume el análisis económico del proyecto.

3.8.1. Valor Presente Neto

Se utiliza el signo negativo para los egresos y el positivo para los ingresos:

Se asume un monto de Q 1500,00 de costo mensual por mantenimiento.

$$\text{VPN} = -\text{costo inicial} + \text{ingreso inicial} - \text{costo anual} \cdot (1 + \text{tasa de interés})^n \\ + \text{ingreso anual} \cdot (1 + \text{tasa de interés})^n$$

$$\text{VPN} = -\text{Q.1 202 431,58} - 18\,000,00 (1 + 0,1277)^{30} + 0$$

$$\text{VPN} = -\text{Q. 1 228 770,46}$$

3.8.2. Tasa Interna de Retorno

Se puede concluir que tampoco se obtiene un resultado positivo en el cambio de tasa de interés, debido a que no existe un ingreso mensual fijo; por tanto, no existe una Tasa Interna de Retorno.

$$\text{VPN} = -\text{Q.1 202 431,58} - 18\,000,00(1 + 0,1277)^{30} + 0$$

$$\text{VPN} = -\text{Q. 1 228 770,46}$$

Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valores promedio de la metodología de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Para una tasa de interés de 10 por ciento se obtiene:

Para una tasa de interés de 12,77 por ciento se obtiene:

$$\text{VPN} = - \text{Q.} 1\,202\,431,58 - 18\,000,00(1 + 0,1277)^{30} + 0$$

$$\text{VPN} = -\text{Q.} 1\,228\,770,46$$

Para una tasa de interés de 15 % se obtiene:

$$\text{VPN} = - \text{Q.} 1\,202\,431,58 - 18\,000,00(1 + 0,15)^{30} + 0$$

$$\text{VPN} = -\text{Q.} 4\,983\,594,74$$

Como se puede observar, el resultado del VPN no muestra ningún resultado positivo con el aumento de la tasa de interés, lo cual significa que, como no existe ningún ingreso inicial ni anual, este proyecto no presenta una Tasa Interna de Retorno.

CONCLUSIONES

1. Los diseños de abastecimiento de agua potable para la parte norte de la aldea Pasmolón y sistema de alcantarillado sanitario para el cantón Chijacorral, ambos del municipio de Tactic, Alta Verapaz son un aporte viable técnicamente para dar solución a los problemas de saneamiento de las dos comunidades en estudio.
2. Mediante el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) manifiesta que la ejecución de los proyectos no provocarán deterioro al medio ambiente ni ningún tipo de contaminación y que los impactos mínimos son totalmente mitigables.
3. Debido a la topografía del lugar, en ambos diseños, los sistemas funcionarán por medio de la acción gravitatoria y funcionarán de forma permanente, incluso el proyecto de agua potable, ya que el aforo de la fuente se realizó en temporada de estiaje.

RECOMENDACIONES

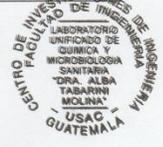
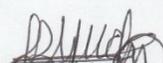
1. Deberá haber supervisión calificada durante todos los procesos de ejecución para que se constaten los detalles técnicos descritos en los estudios y garantizar el funcionamiento de los sistemas a ejecutar.
2. Dar mantenimiento al sistema de agua potable clorando el líquido con la dosis y los intervalos de tiempo establecido, realizar análisis de laboratorio para verificar aspectos fisicoquímicos y bacteriológicos, de igual forma para el sistema de alcantarillado sanitario, realizando limpieza en los pozos de visita que unen los ramales, principalmente. Estos aspectos son de cuidado y deberán ser coordinados por la municipalidad mediante las dependencias correspondientes.
3. Realizar reforestaciones a cerca del nacimiento de agua para el sistema de abastecimiento de agua potable para conservar, incluso en temporadas de estiaje, el caudal necesario para abastecer a la población involucrada.
4. Capacitar a los usuarios con el apoyo del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) sobre la importancia del buen uso de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, además del uso correcto y racional uso del agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 2007. 207 p.
2. American Concrete Institute. *Building Code Requirements for Structural Concrete: ACI 318-2008*. California: ACI. 2008. 518 p.
3. JORDÁN CASASOLA, Jorge Alejandro. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Veguitas y edificio municipal en la cabecera del municipio de San Juan Ermita, Chiquimula, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 184 p.
4. LÓPEZ OSOY, Luis Gustavo. *Diseño de abastecimiento de agua potable para la aldea El Rincon Cedral, en el municipio de Amatitlán*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 215 p.
5. TERENCE J. MCGHEE, *Ingeniería sanitaria y de aguas residuales Vol. 1*, Estados Unidos: Lafayette College, 1995. 461 p.

ANEXOS

Anexo 1

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 31035		INF. No. A – 314903	
INTERESADO	<u>FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES</u> (CARNÉ No. 2007-14817)	PROYECTO:	<u>EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA PARTE NORTE DE LA ALDEA PASMOLÓN, TACTIC ALTA VERAPAZ"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea Pasmolón</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2013-02-17: 18 h08 min</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento Pasmolón</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2013-02-18: 08 h 10 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Tactic</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>En refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Alta Verapaz</u>		
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01.00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
0,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2
<p>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.</p> <p>OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I, calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua</p>			
Guatemala, 2013-02-26			
Vo.Bo.  Ing. Telma Maricela Caña Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zenón Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	
FACULTAD DE INGENIERÍA – USAC – Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt			

Fuente: Centro de investigaciones de Ingeniería CII/USAC

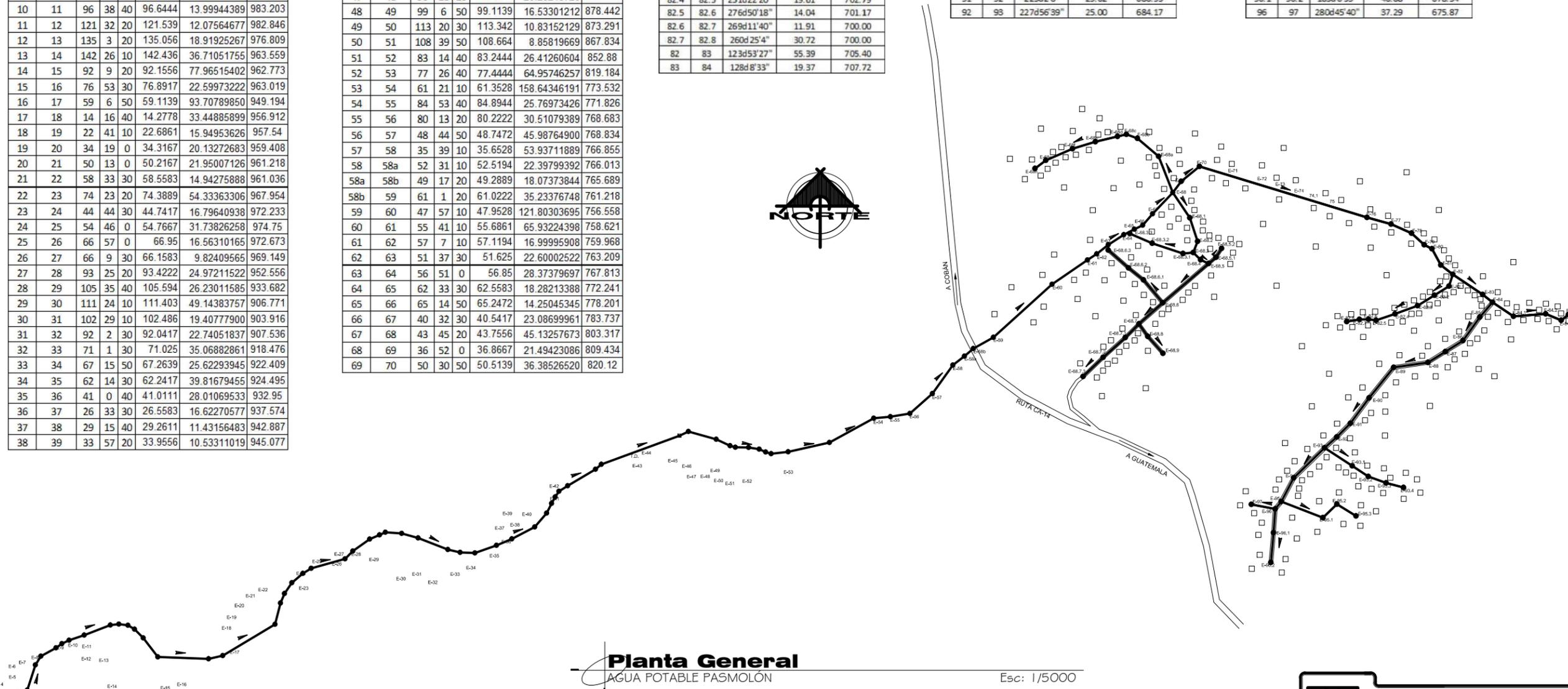
EST	P.O	AZIMUT				DISTANCIA	COTA
		d	'	''	GRADOS		
1	2	78	6	20	78.1056	15.61747910	997.143
2	3	17	47	20	17.7889	40.59830469	993.09
3	4	32	28	0	32.4667	15.95040242	990.001
4	5	61	21	20	61.3556	26.35669986	982.7
5	6	54	14	30	54.2417	11.09659354	983.051
6	7	65	42	0	65.7	12.39394183	982.527
7	8	71	22	50	71.3806	24.56928440	982.565
8	9	68	49	10	68.8194	42.99997079	982.535
9	10	83	38	10	83.6361	13.18467268	982.985
10	11	96	38	40	96.6444	13.99944389	983.203
11	12	121	32	20	121.539	12.07564677	982.846
12	13	135	3	20	135.056	18.91925267	976.809
13	14	142	26	10	142.436	36.71051755	963.559
14	15	92	9	20	92.1556	77.96515402	962.773
15	16	76	53	30	76.8917	22.59973222	963.019
16	17	59	6	50	59.1139	93.70789850	949.194
17	18	14	16	40	14.2778	33.44885899	956.912
18	19	22	41	10	22.6861	15.94953626	957.54
19	20	34	19	0	34.3167	20.13272683	959.408
20	21	50	13	0	50.2167	21.95007126	961.218
21	22	58	33	30	58.5583	14.94275888	961.036
22	23	74	23	20	74.3889	54.33363306	967.954
23	24	44	44	30	44.7417	16.79640938	972.233
24	25	54	46	0	54.7667	31.73826258	974.75
25	26	66	57	0	66.95	16.56310165	972.673
26	27	66	9	30	66.1583	9.82409565	969.149
27	28	93	25	20	93.4222	24.97211522	952.556
28	29	105	35	40	105.594	26.23011585	933.682
29	30	111	24	10	111.403	49.14383757	906.771
30	31	102	29	10	102.486	19.40777900	903.916
31	32	92	2	30	92.0417	22.74051837	907.536
32	33	71	1	30	71.025	35.06882861	918.476
33	34	67	15	50	67.2639	25.62293945	922.409
34	35	62	14	30	62.2417	39.81679455	924.495
35	36	41	0	40	41.0111	28.01069533	932.95
36	37	26	33	30	26.5583	16.62270577	937.574
37	38	29	15	40	29.2611	11.43156483	942.887
38	39	33	57	20	33.9556	10.53311019	945.077

EST	P.O	AZIMUT				DISTANCIA	COTA
		d	'	''	GRADOS		
39	40	58	3	40	58.0611	15.82695041	946.213
40	41	59	18	50	59.3139	49.59929020	942.765
41	42	50	58	0	50.9667	11.91684717	942.485
42	43	69	49	30	69.825	127.83621011	937.316
43	44	65	26	20	65.4389	15.25928874	934.92
44	45	105	24	10	105.403	44.38477631	915.365
45	46	115	5	20	115.089	23.41379042	904.572
46	47	106	58	10	106.969	8.58099926	899.21
47	48	90	28	20	90.4722	20.20248726	888.383
48	49	99	6	50	99.1139	16.53301212	878.442
49	50	113	20	30	113.342	10.83152129	873.291
50	51	108	39	50	108.664	8.85819669	867.834
51	52	83	14	40	83.2444	26.41260604	852.88
52	53	77	26	40	77.4444	64.95746257	819.184
53	54	61	21	10	61.3528	158.64346191	773.532
54	55	84	53	40	84.8944	25.76973426	771.826
55	56	80	13	20	80.2222	30.51079389	768.683
56	57	48	44	50	48.7472	45.98764900	768.834
57	58	35	39	10	35.6528	53.93711889	766.855
58	58a	52	31	10	52.5194	22.39799392	766.013
58a	58b	49	17	20	49.2889	18.07373844	765.689
58b	59	61	1	20	61.0222	35.23376748	761.218
59	60	47	57	10	47.9528	121.80303695	756.558
60	61	55	41	10	55.6861	65.93224398	758.621
61	62	57	7	10	57.1194	16.99995908	759.968
62	63	51	37	30	51.625	22.60002522	763.209
63	64	56	51	0	56.85	28.37379697	767.813
64	65	62	33	30	62.5583	18.28213388	772.241
65	66	65	14	50	65.2472	14.25045345	778.201
66	67	40	32	30	40.5417	23.08699961	783.737
67	68	43	45	20	43.7556	45.13257673	803.317
68	69	36	52	0	36.8667	21.49423086	809.434
69	70	50	30	50	50.5139	36.38526520	820.12

Est.	Po.	AZIMUT	DISTANCIA	COTA
70	76	106d53'37"	269.39	765.49
76	77	105d27'50"	38.53	763.21
77	78	114d1'38"	34.27	759.20
78	79	132d21'5"	26.30	748.04
79	80	117d29'54"	13.46	732.29
80	81	151d8'58"	28.70	724.73
81	82	127d54'5"	23.17	712.26
82	82.1	198d6'21"	16.65	717.51
82.1	82.2	238d8'46"	14.42	711.79
82.2	82.3	238d8'46"	14.95	707.75
82.3	82.4	250d18'13"	9.20	703.56
82.4	82.5	251d22'20"	19.61	702.79
82.5	82.6	276d50'18"	14.04	701.17
82.6	82.7	269d11'40"	11.91	700.00
82.7	82.8	260d25'4"	30.72	700.00
82	83	123d53'27"	55.39	705.40
83	84	128d8'33"	19.37	707.72

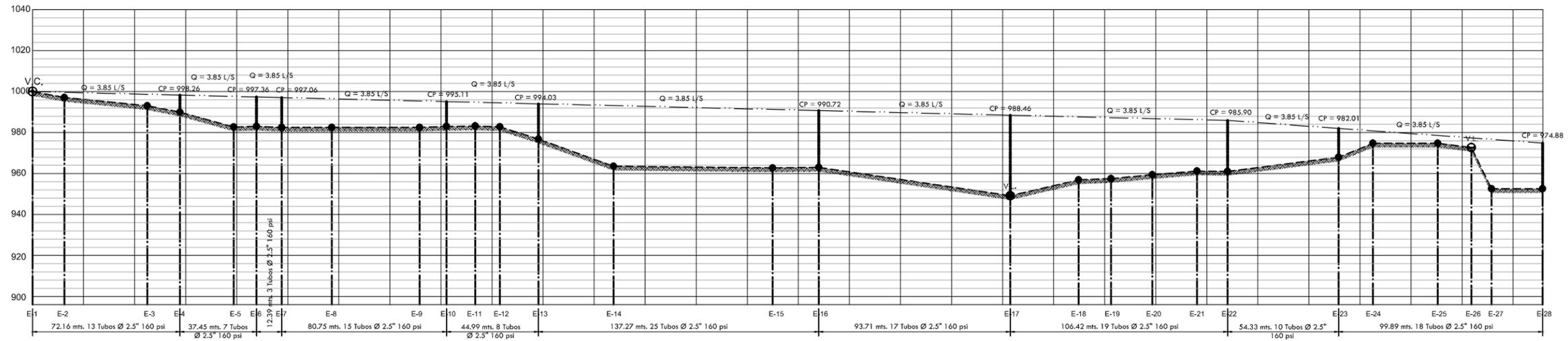
Est.	Po.	AZIMUT	DISTANCIA	COTA
84	84.1	123d51'49"	38.69	712.32
84.1	84.2	85d20'31"	49.89	728.48
84.2	84.3	112d40'13"	25.75	737.78
84.3	84.4	52d25'35"	13.99	737.27
84	85	221d6'11"	29.89	705.97
85	86	215d37'35"	44.51	700.08
86	87	238d15'32"	31.87	698.30
87	88	238d15'32"	31.48	695.51
88	89	261d36'23"	53.25	692.12
89	90	218d51'40"	60.18	688.87
90	91	216d28'35"	48.35	687.46
91	92	225d2'0"	29.62	686.95
92	93	227d56'39"	25.00	684.17

Est.	Po.	AZIMUT	DISTANCIA	COTA
93	93.1	123d5'49"	50.00	684.168
93.1	93.2	123d5'49"	30.24	687.258
93.2	93.3	109d53'46"	28.97	689.458
93.3	93.4	104d37'6"	27.78	691.178
93	94	225d55'7"	66.00	684.91
94	95	208d8'15"	41.21	681.08
95	95.1	111d4'57"	68.77	681.08
95.1	95.2	46d2'4"	29.86	684.38
95.2	95.3	121d29'58"	34.46	690.31
95	96	219d15'30"	14.80	678.90
96	96.1	183d59'20"	36.22	674.11
96.1	96.2	185d6'59"	46.08	678.54
96	97	280d45'40"	37.29	675.87



Planta General
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/5000

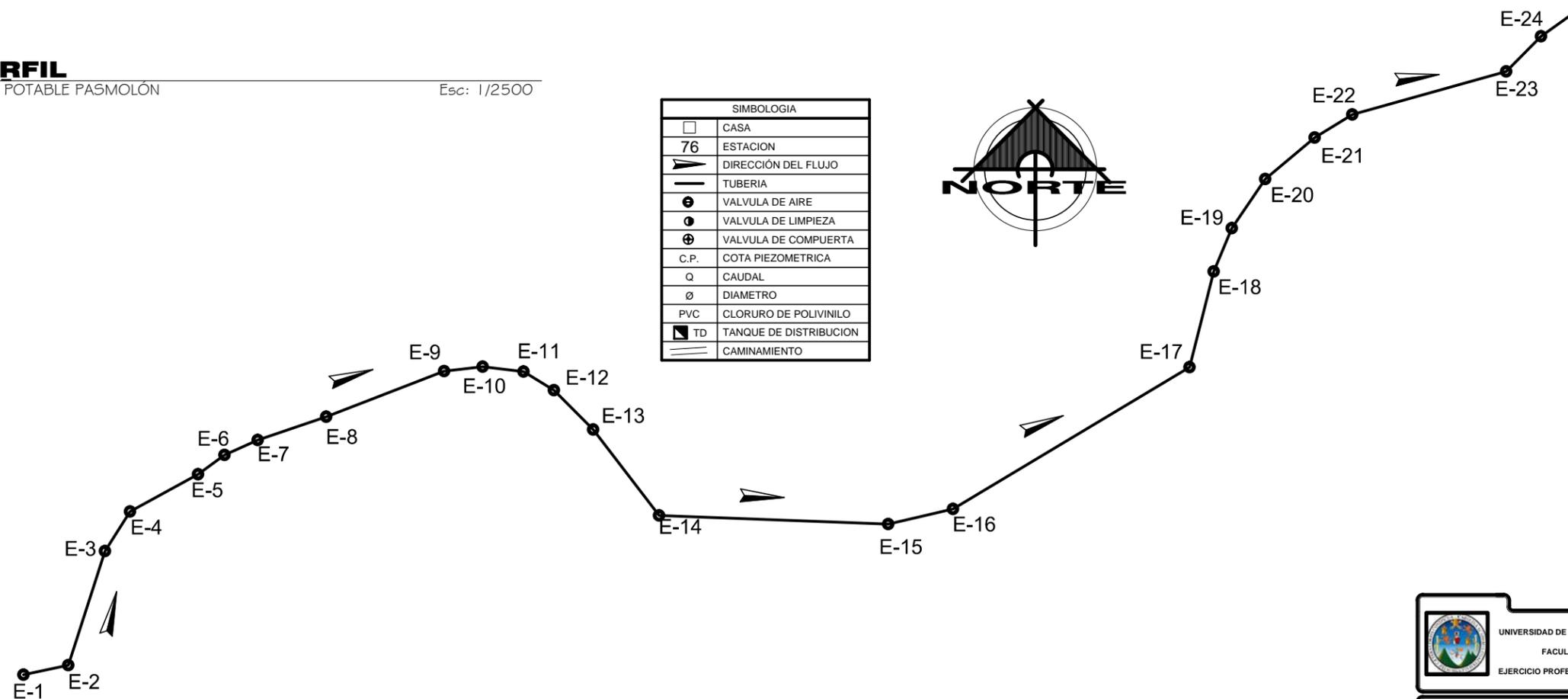
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTIENE: PLANTA GENERAL	EPISBITA: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES ESCALA: INDICADA	CARNET: 2307-14817 PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
ELABORÓ: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES CALCULO: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	DEBUIÓ: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES 17-5 93 9 08 CP 574 B. MARZO DE 2013	HOJA No: 1 11 ASESOR: Ing. JUSTO MATEO CÉS



PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN

Esc: 1/2500

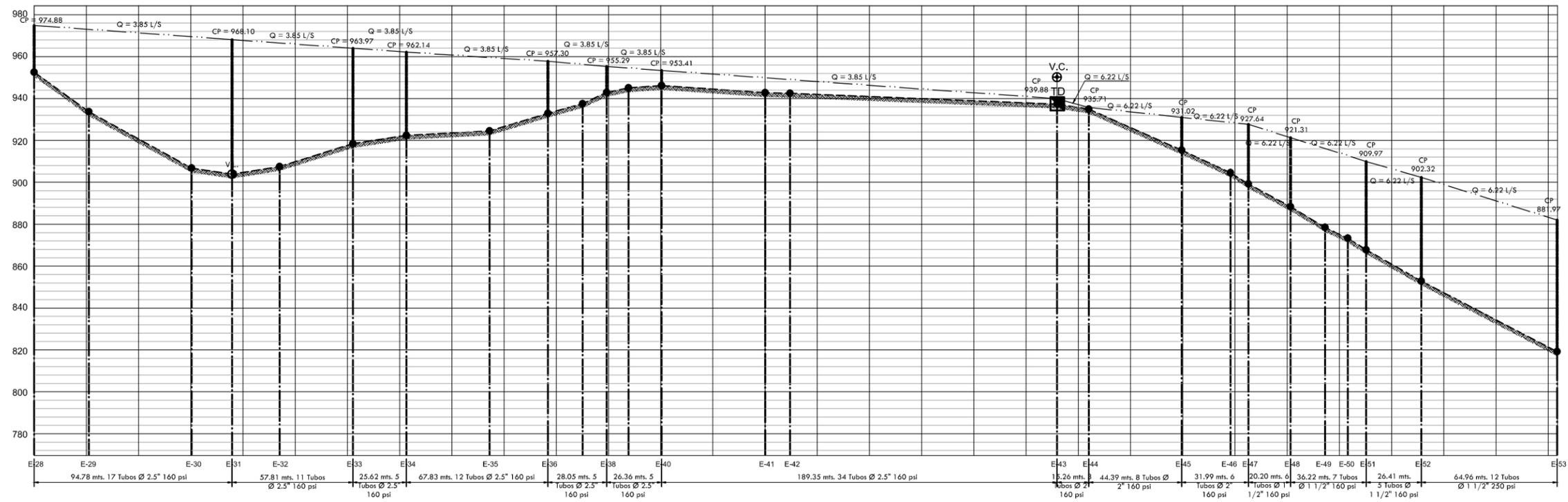
SIMBOLOGIA	
□	CASA
76	ESTACION
▶	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERIA
⊙	VALVULA DE AIRE
⊕	VALVULA DE LIMPIEZA
⊗	VALVULA DE COMPUERTA
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL
∅	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	CAMINAMIENTO



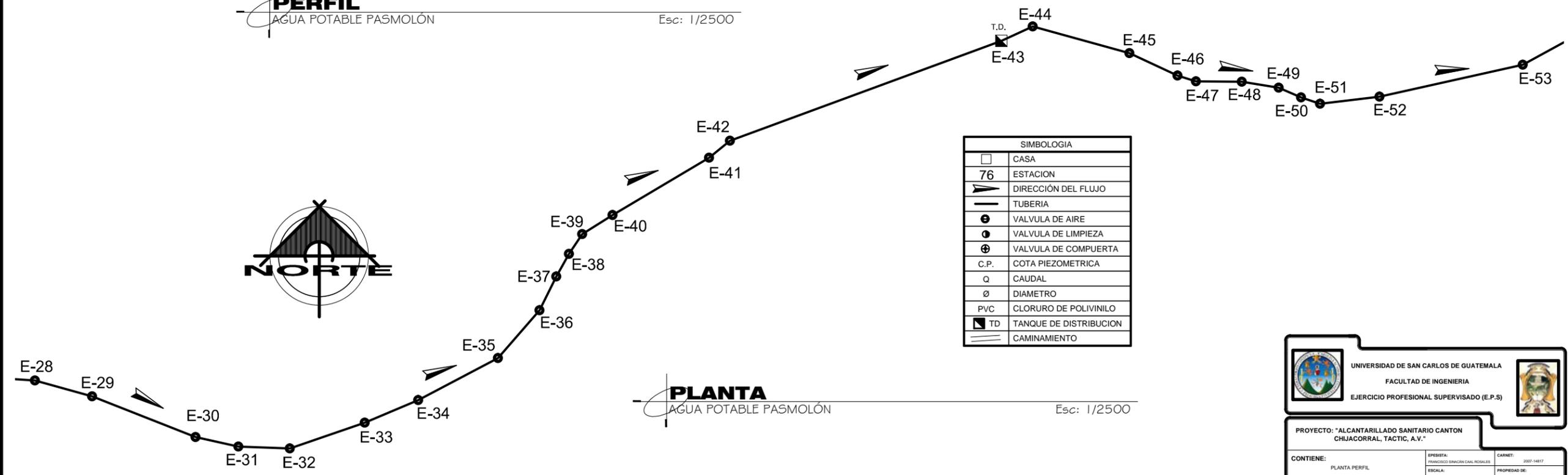
PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN

Esc: 1/2500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJA CORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTENIDO: PLANTA PERFIL	EPISBITA: FRANCISCO BINACÁN CAAL ROSALES	CARNET: 2507-14817
	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
DISEÑADO: FRANCISCO BINACÁN CAAL ROSALES	DIBUJADO: FRANCISCO BINACÁN CAAL ROSALES	HOJA No. 2 11
CALCULO: FRANCISCO BINACÁN CAAL ROSALES	19-13-93 (ECP) 174 B. MARZO DE 2013 Vo.Bo.	ASESOR: Ing. JUSTO MIGUEL COX



PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/2500



PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/2500

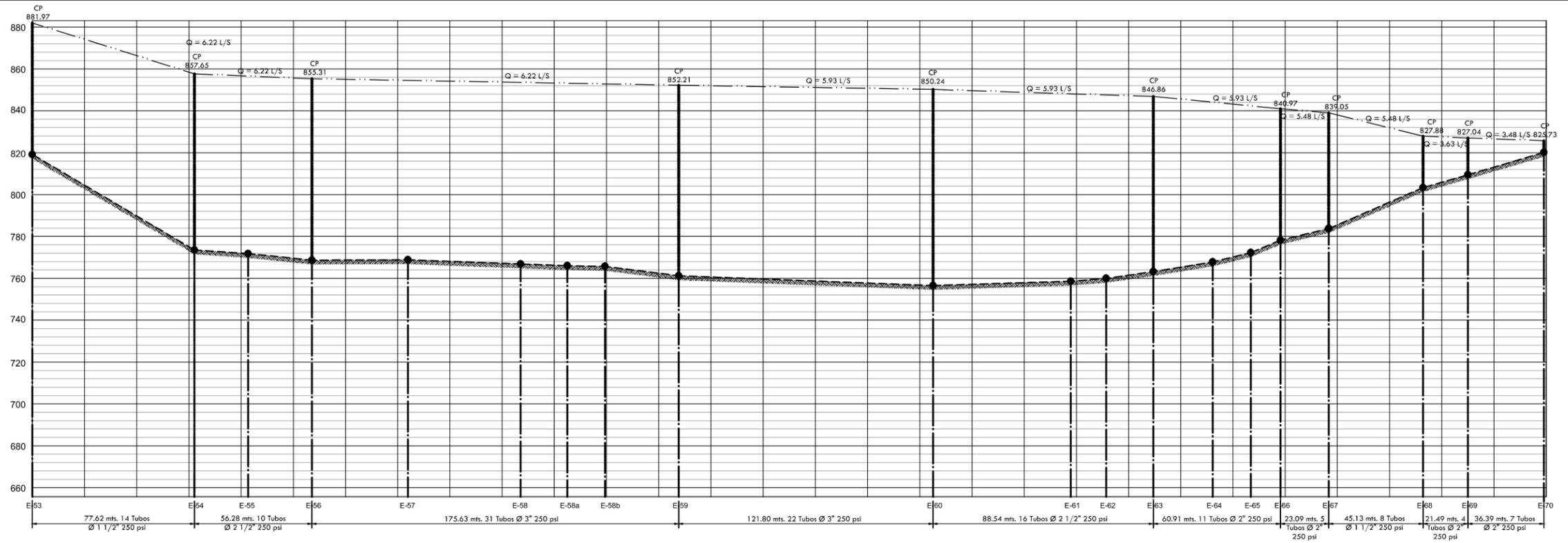
SIMBOLOGIA	
	CASA
	ESTACION
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE COMPUERTA
	COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL
	DIAMETRO
	PVC CLORURO DE POLIVINILO
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAMINAMIENTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

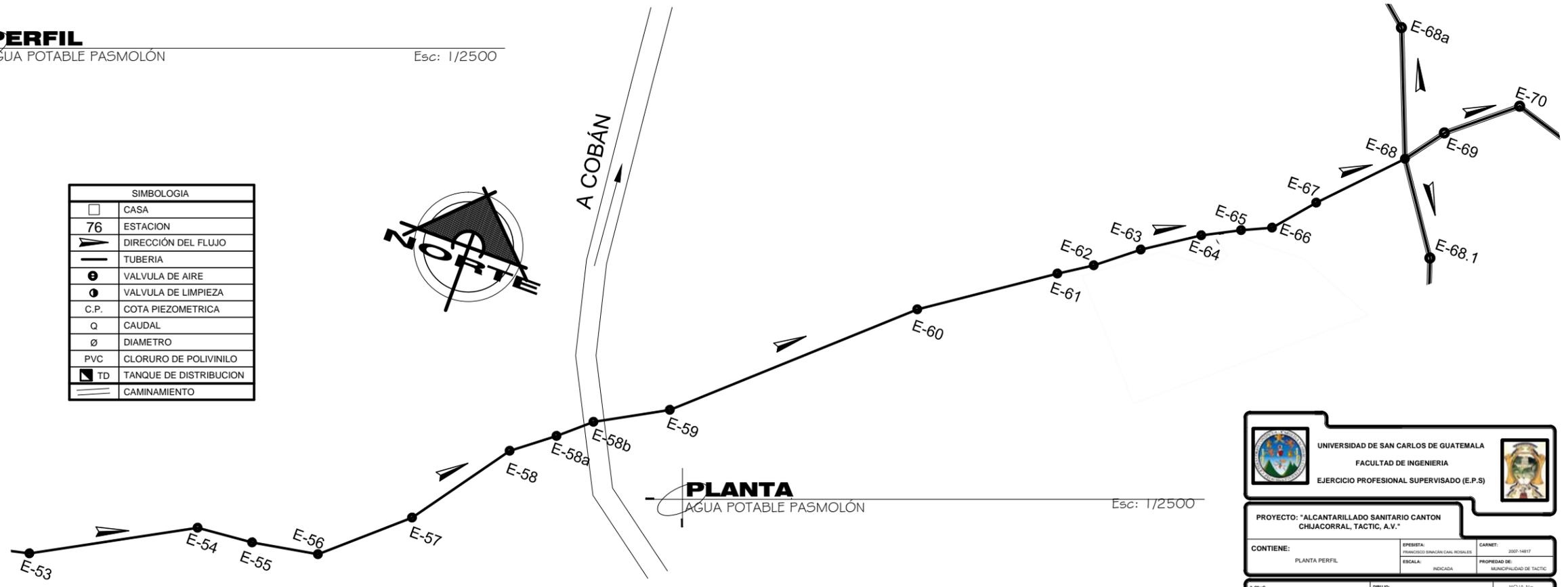
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."

CONTIENE: PLANTA PERFIL	EPISEIETA: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	CARNET: 2207-14877
	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC

DISEÑÓ: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	DIBUJÓ: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	HOJA No.:
CALCULO: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	19-5 93 9 08 CFS 74 B. MARZO DE 2013	3
Vo.Bo.:	ASESOR: Ing. JORGE MIGUEL CARRERA	11



PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/2500

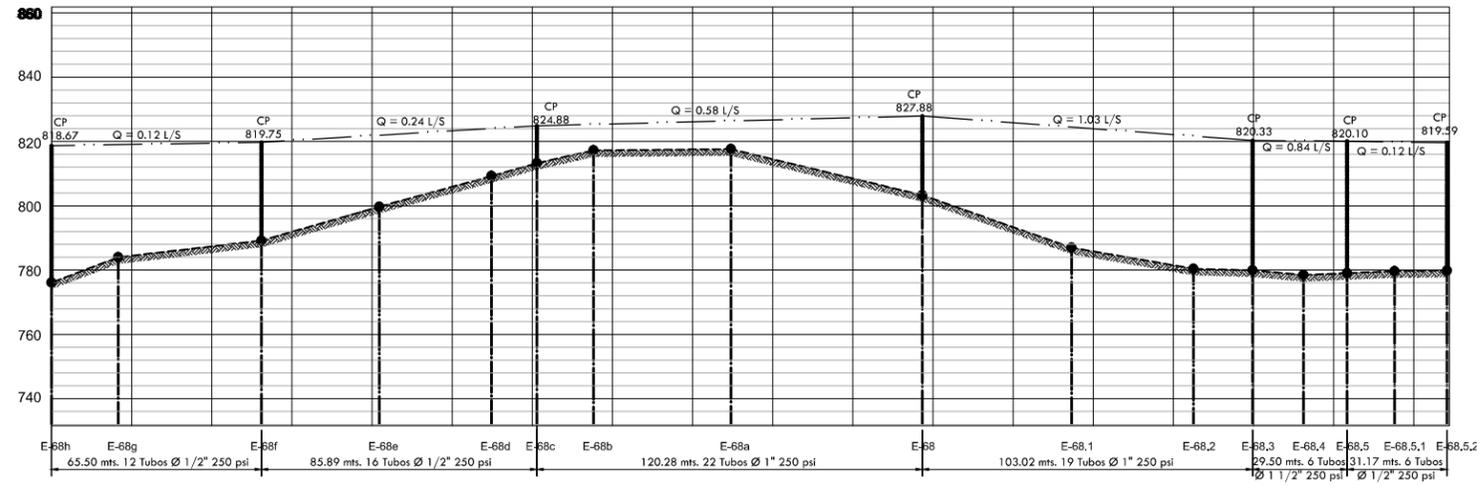


SIMBOLOGIA	
□	CASA
76	ESTACION
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERIA
⊙	VALVULA DE AIRE
⊙	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	CAMINAMIENTO

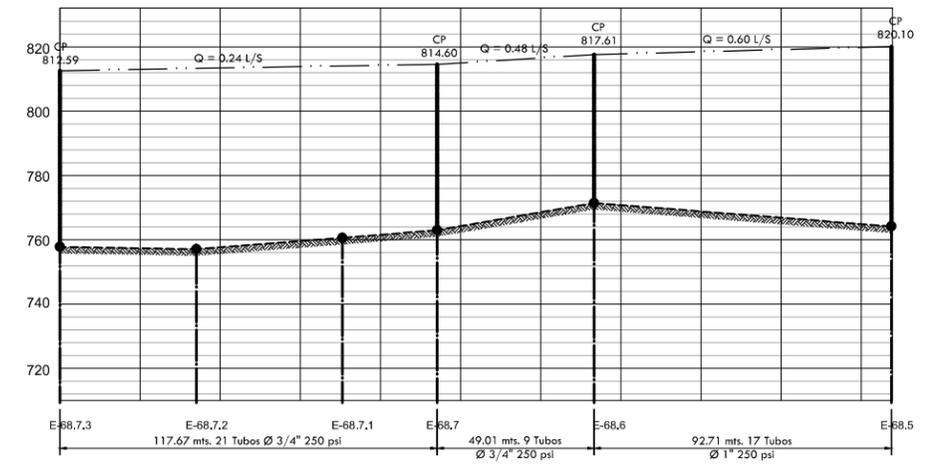


PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/2500

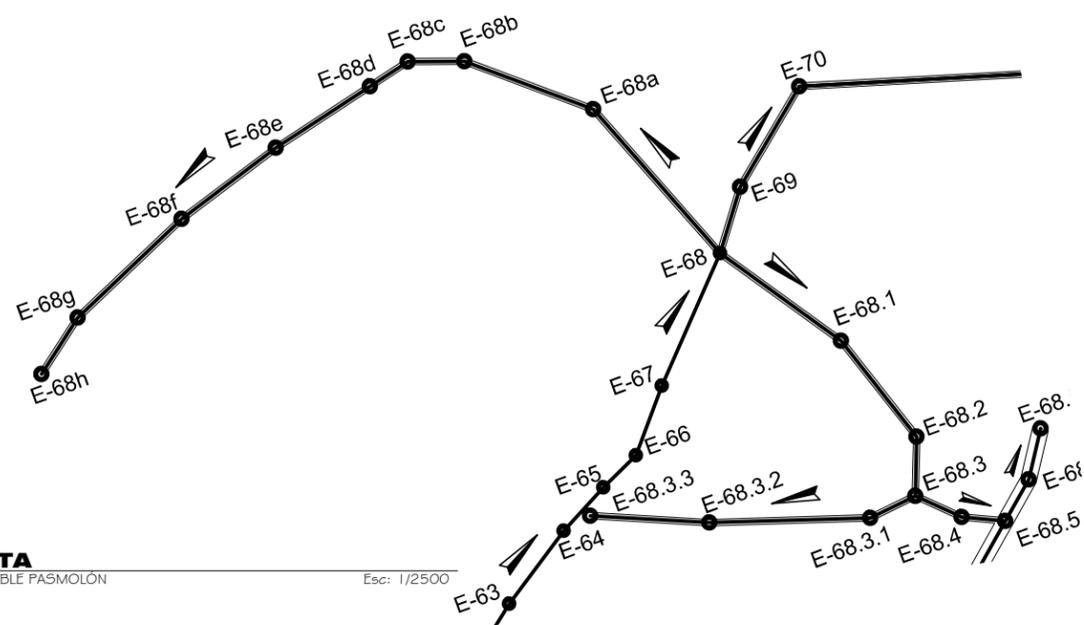
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."	
CONTENIENE: PLANTA PERFIL	ESPECIETA: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES
ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
CALCULO: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES
Vo.Bo.	FECHA: MARZO DE 2013
ASesor: Ing. JORGE MORALES	
HICIA No. 4 11	



PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/2500



PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/2500

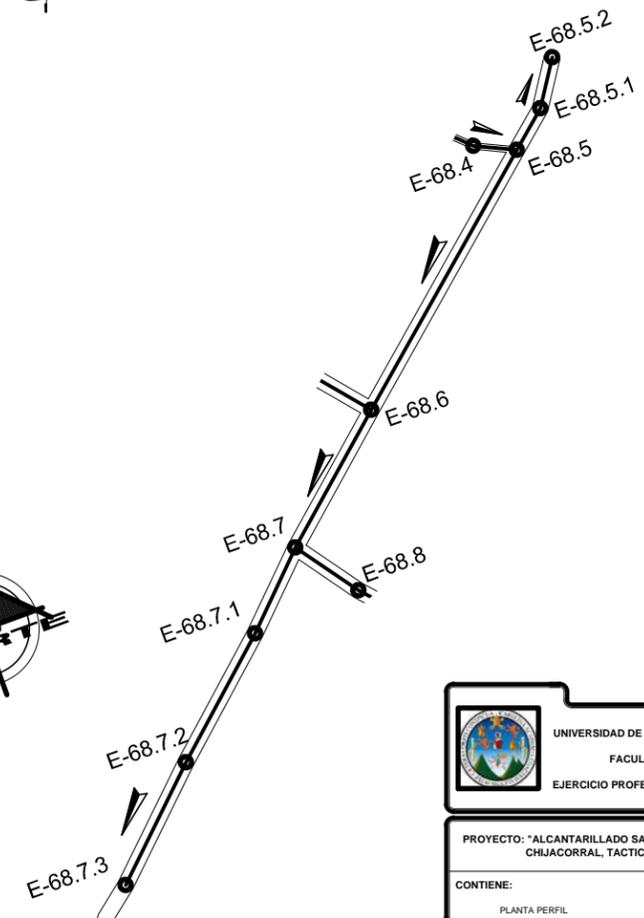


PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/2500

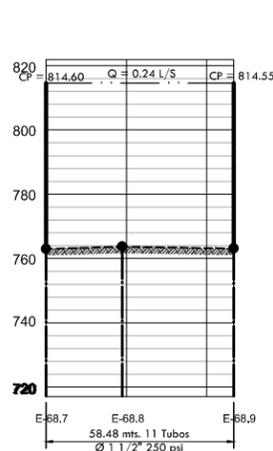
SIMBOLOGIA	
[Square]	CASA
[Circle]	ESTACION
[Arrow]	DIRECCION DEL FLUJO
[Line]	TUBERIA
[Circle with dot]	VALVULA DE AIRE
[Circle with cross]	VALVULA DE LIMPIEZA
[Circle with dot]	C.P. COTA PIEZOMETRICA
[Circle]	CAUDAL
[Circle with slash]	DIAMETRO
[Line with cross]	PVC CLORURO DE POLIVINILO
[Square with cross]	TD TANQUE DE DISTRIBUCION
[Dashed line]	CAMINAMENTO



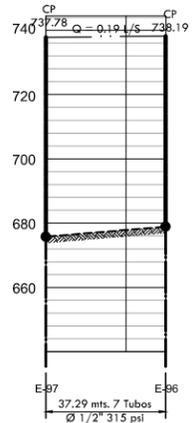
PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN
Esc: 1/2500



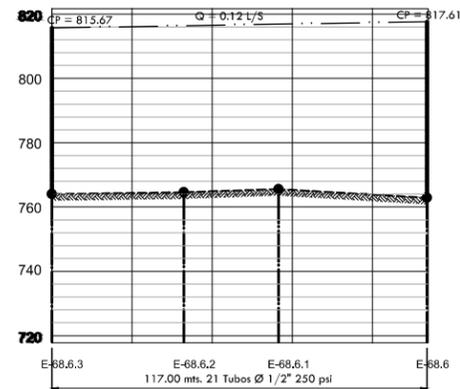
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)	
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."	
CONTENIENE: PLANTA PERFIL	EPISBETA: FRANCISCO SINACAN CAJAL ROSALES ESCALA: INDICADA
CARNET: 2507-14877 PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC	Hoja No: 5 / 11
8-09-06: FRANCISCO SINACAN CAJAL ROSALES CALCULO: FRANCISCO SINACAN CAJAL ROSALES 19-15-93 9 08 6CF 574 B. MARZO DE 2013 Vo.Bo.	ASESOR: Ing. JUSTO MERRIC CAS



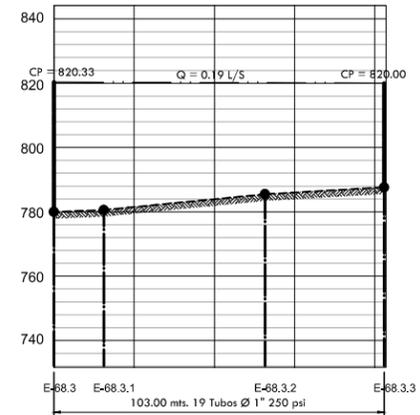
PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



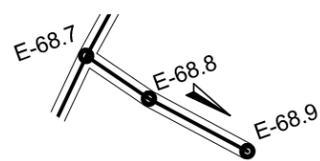
PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



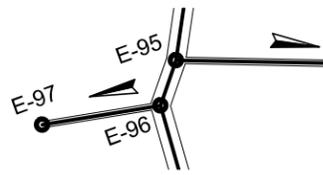
PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



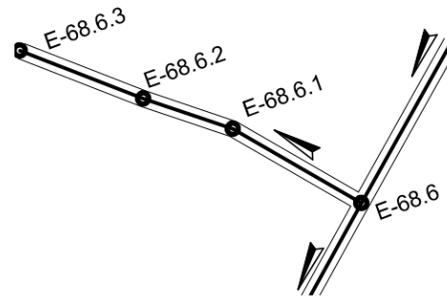
PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



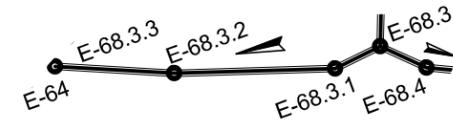
PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



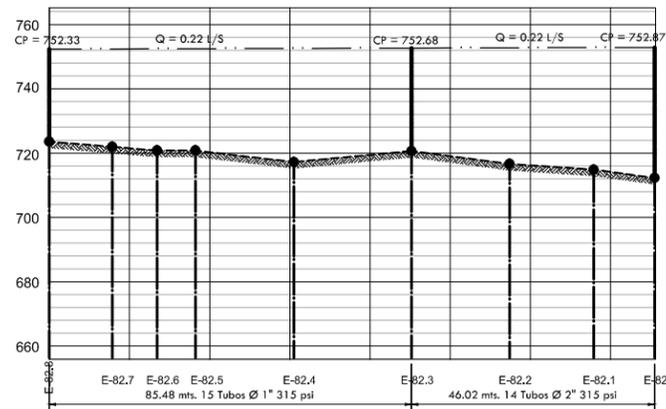
PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



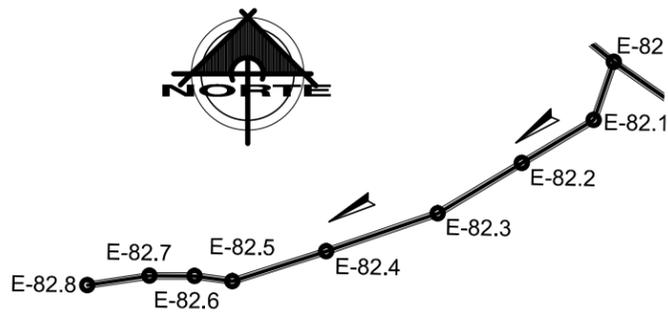
PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



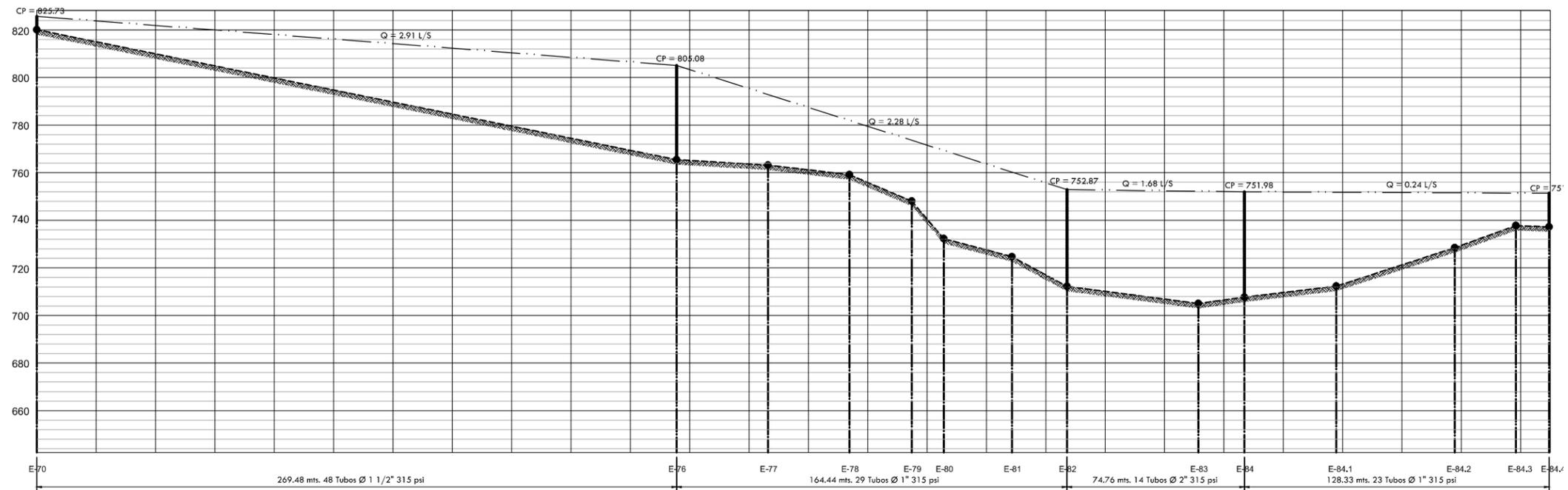
SIMBOLOGIA	
[Square]	CASA
[Circle]	ESTACION
[Arrow]	DIRECCIÓN DEL FLUJO
[Line]	TUBERIA
[Circle with dot]	VALVULA DE AIRE
[Circle with cross]	VALVULA DE LIMPIEZA
[Circle with number]	C.P. COTA PIEZOMETRICA
[Circle with Q]	CAUDAL
[Circle with Ø]	DIAMETRO
[Line with PVC]	PVC CLORURO DE POLIVINILO
[Square with TD]	TANQUE DE DISTRIBUCION
[Dashed line]	CAMINAMIENTO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)

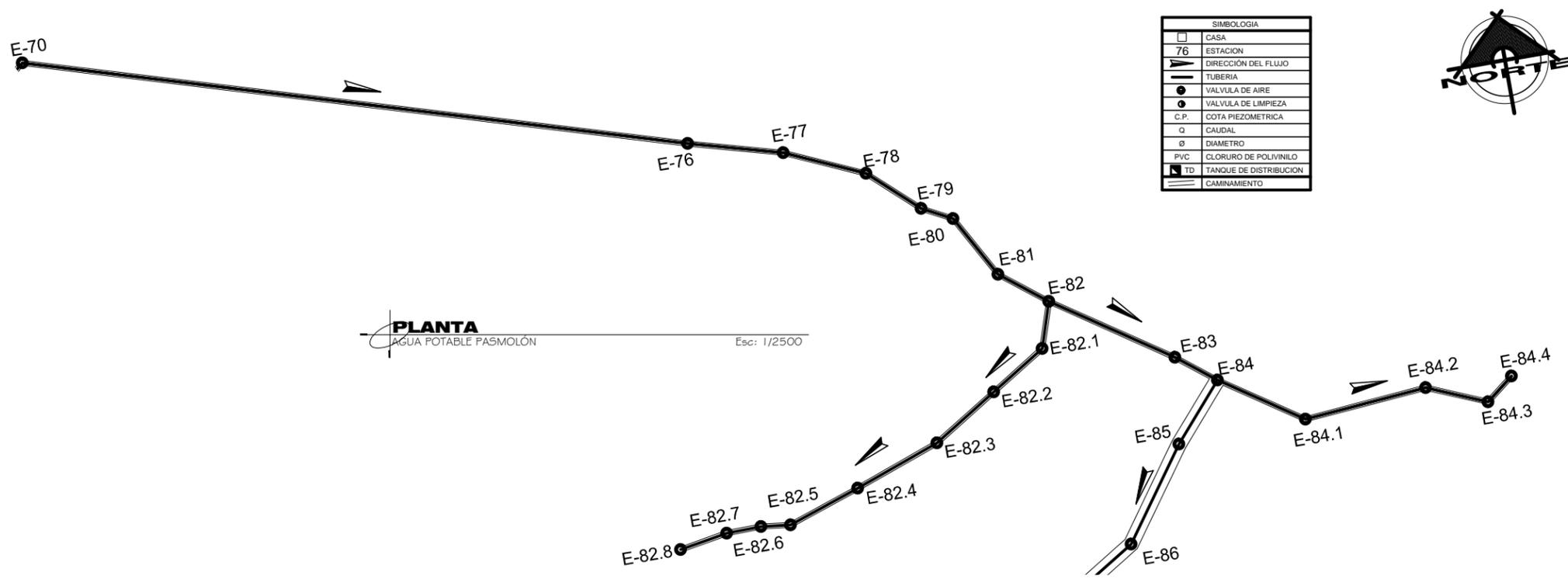
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON
CHIJCORRAL, TACTIC, A.V."

CONTIENE: PLANTA PERFIL	EPISBETA: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	CARNET: 2207-14817
	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC

DISEÑÓ: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	DIBUJÓ: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	HOJA No.:
CALCULO: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	19-5 93 9 08 CP 574 B. MARZO DE 2013	6
Vo.Bo.:	ASESOR: Ing. JUSTO MIGUEL CARR	11

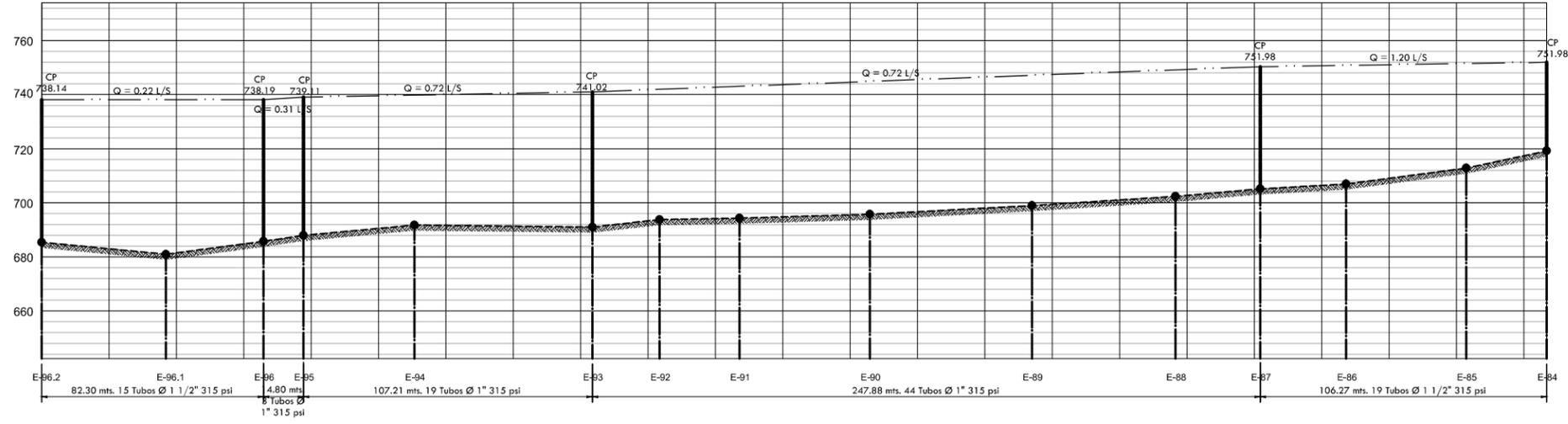


PERFIL
AGUA POTABLE FASMOLÓN
Esc: 1/2500



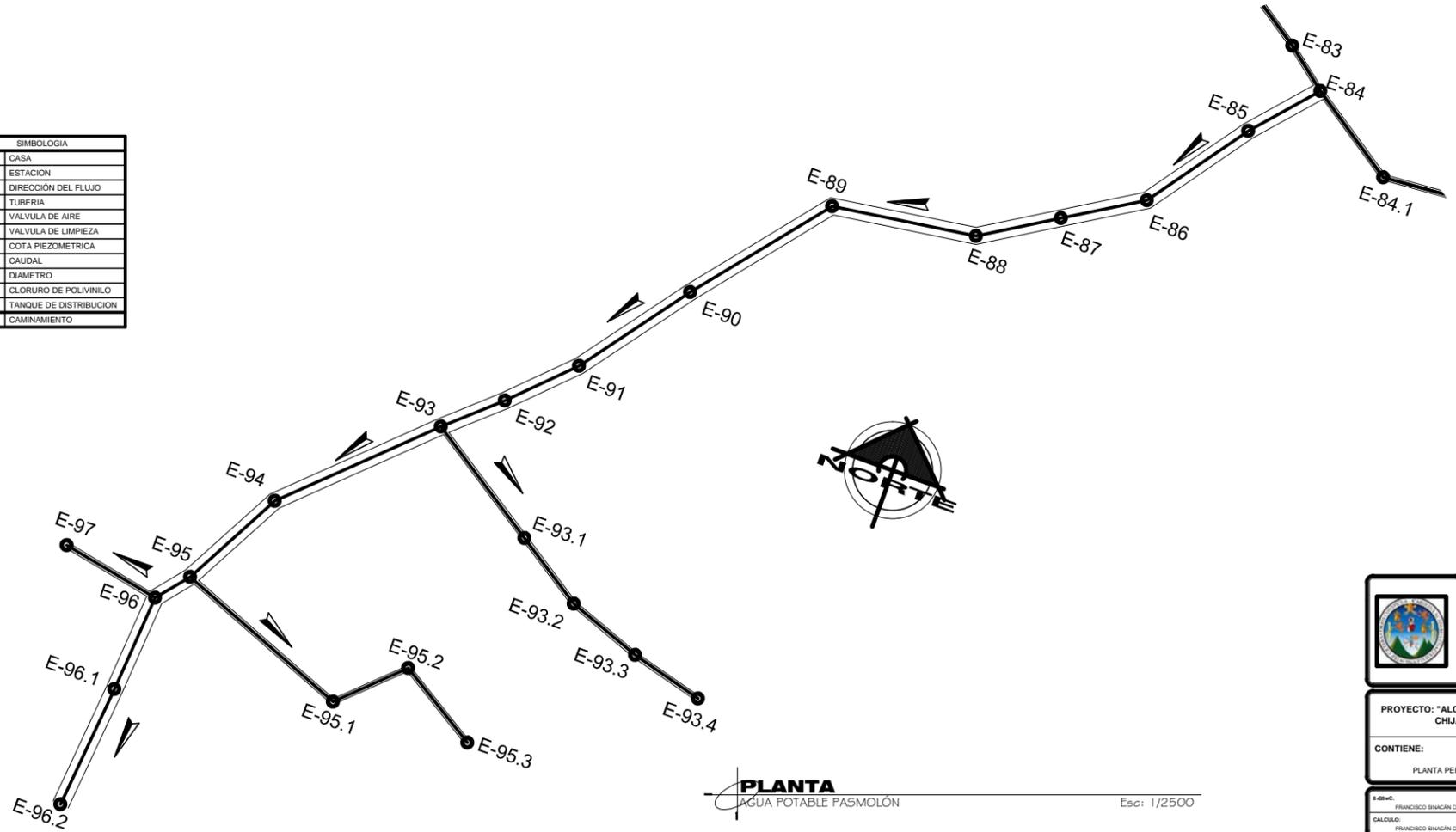
PLANTA
AGUA POTABLE FASMOLÓN
Esc: 1/2500

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTIENE: PLANTA PERFIL	EPESITA: FRANCISCO BINACÁN CAAL ROSALES	CARNET: 2207-14817
	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
DISEÑADO: FRANCISCO BINACÁN CAAL ROSALES	DIBUJADO: FRANCISCO BINACÁN CAAL ROSALES	HOJA No. 7 / 11
CALCULO: FRANCISCO BINACÁN CAAL ROSALES	:97-5 93 9 08 62 574 B. MARZO DE 2013	Vo.Bo. ASesor: Ing. JUSTO MIGUEL COX



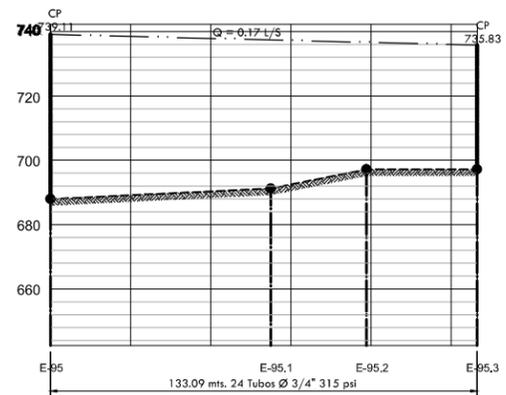
PERFIL
 AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500

SIMBOLOGIA	
	CASA
	ESTACION
	DIRECCION DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
	Q CAUDAL
	Ø DIAMETRO
	PVC CLORURO DE POLIVINILO
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAMINAMENTO

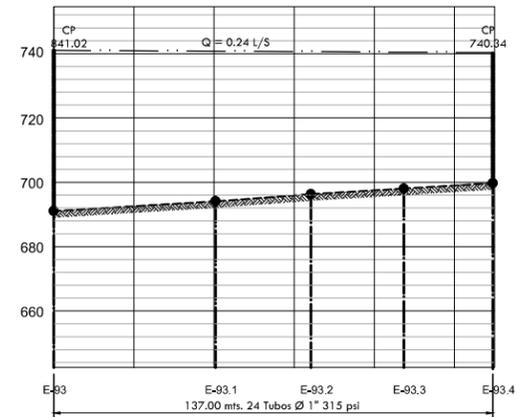


PLANTA
 AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500

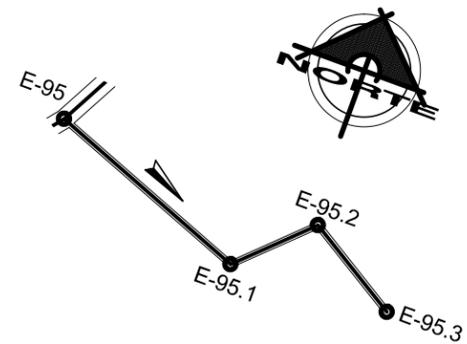
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTIENE: PLANTA PERFIL	EPISBITA: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	CARNET: 2207-14817
	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
DISEÑÓ: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	DIBUJÓ: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	HOJA No. 8 / 11
CALCULO: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	19-5 93 9 08 CFS 174 B. MARZO DE 2013	Vo.Bo. ASesor: Ing. JUSTO MIGUEL COX



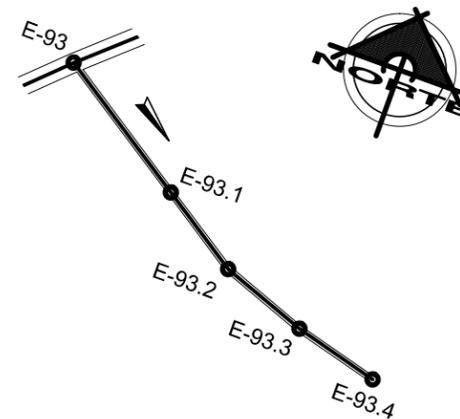
PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



PERFIL
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



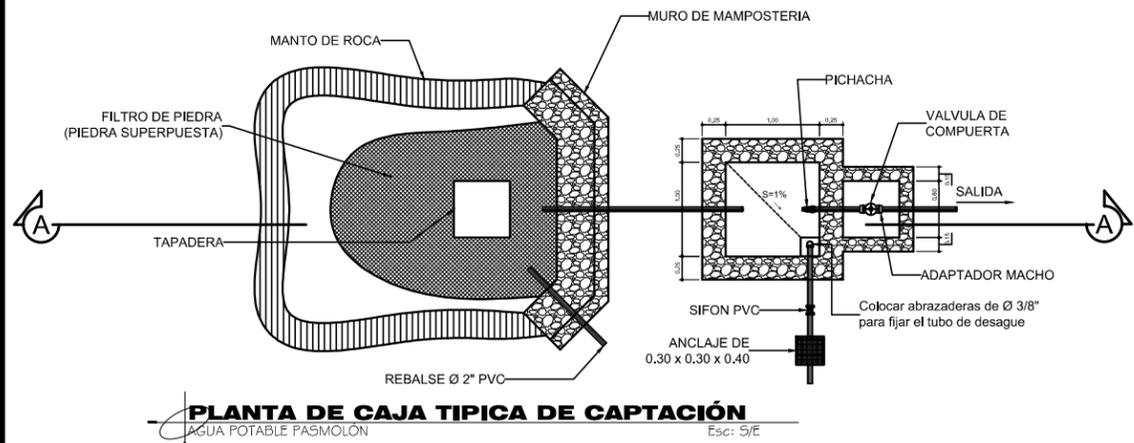
PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500



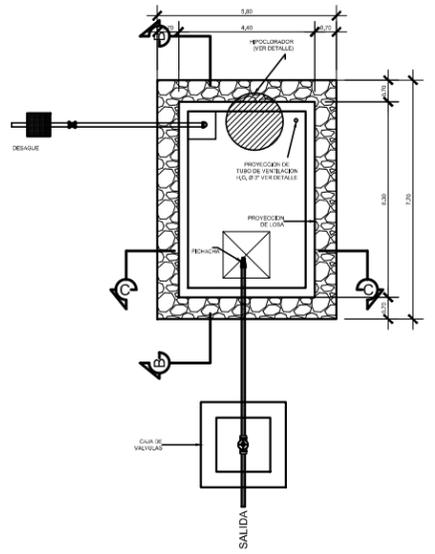
PLANTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 1/2500

SIMBOLOGIA	
[Square]	CASA
76	ESTACION
[Arrow]	DIRECCION DEL FLUJO
[Line]	TUBERIA
[Circle]	VALVULA DE AIRE
[Circle]	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
[Square]	TANQUE DE DISTRIBUCION
[Line]	CAMINAMIENTO

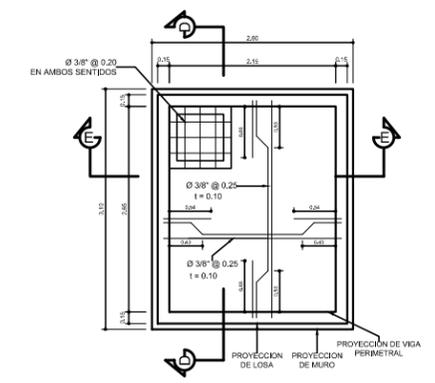
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTIENE: PLANTA PERFIL	EPISBITA: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	CARNET: 2207-14817
	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
DISEÑÓ: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	DIBUJÓ: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	HICIA: No.
CALCULO: FRANCISCO BINACÁN CAL ROSALES	19-5 93 9 08 CFS 174 B. MARZO DE 2013	9 11
Vo.Bo. ASESOR: Ing. JUSTO MIGUEL COX		



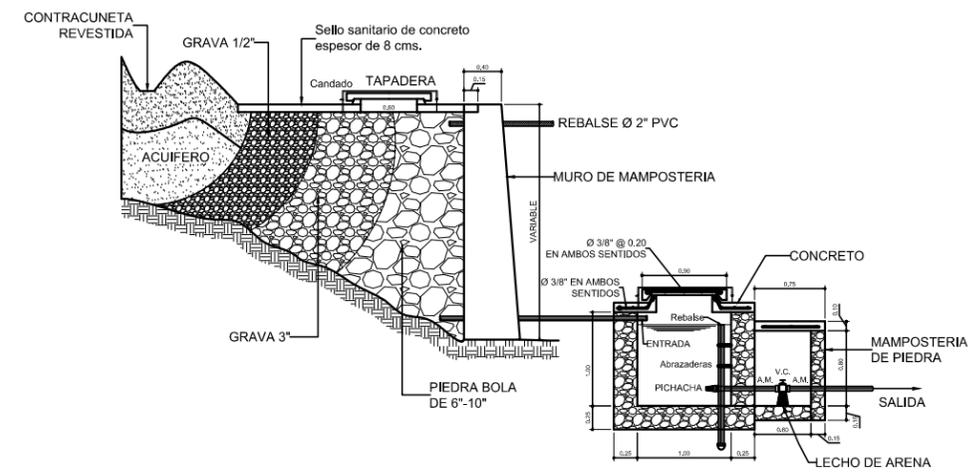
PLANTA DE CAJA TIPICA DE CAPTACION
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E



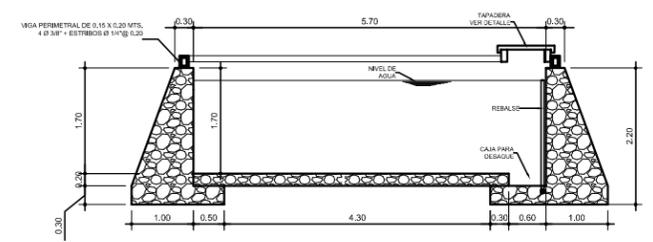
PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCION
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E



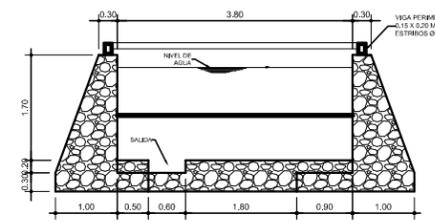
PLANTA DE ARMADO DE LOSA
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E



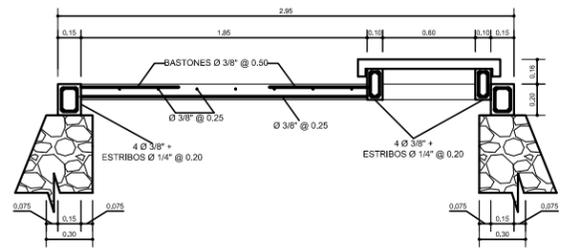
SECCION A-A' DE CAJA TIPICA DE CAPT.
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E



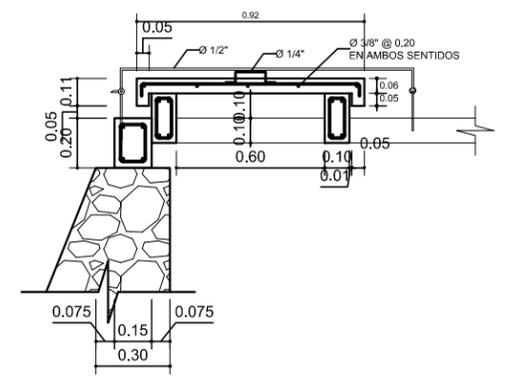
SECCION B-B' DE TANQUE
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E



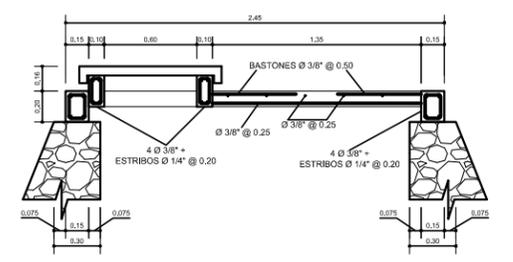
SECCION C-C' DE TANQUE
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E



SECCION D-D' DE TANQUE
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E



DETALLE DE TAPADERA
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E



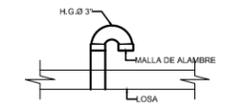
SECCION E-E' DE TANQUE
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E

ESPECIFICACIONES

- CONCRETO:
MEZCLA DE CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN EN PROPORCION 1:2:2.
F_c = 210 KG/CM² (3,000 PSI).
- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
MEZCLA DE 67% PIEDRA BOLA Y 33% MORTERO, EL MORTERO DE ZABIETA DE CEMENTO Y ARENA EN PROPORCION 1:2.
- ALISADO:
MORTERO MEZCLA DE CEMENTO Y ARENA EN PROPORCION 2:1.
- REPELLO:
MORTERO DE ZABIETA MEZCLA DE CEMENTO Y ARENA EN PROPORCION 1:2.
- REFUERZO:
F_y = 2,810 KG/CM² (40,000 PSI).

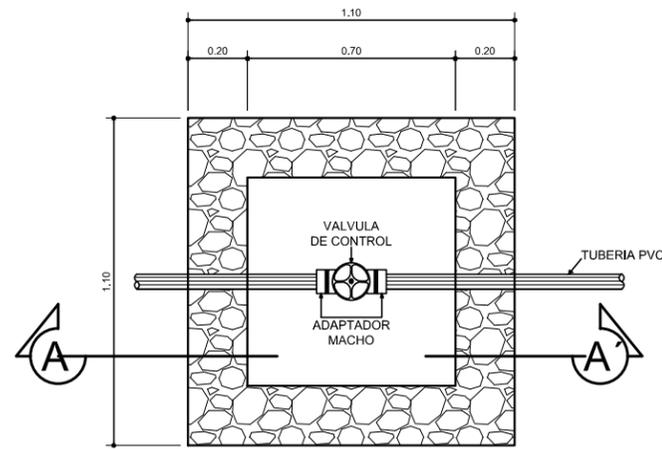
NOTAS GENERALES

- PARA LA CAPTACION:
- SE DEBE CAPTAR EL TOTAL DEL AGUA DEL ACUIFERO DEJANDO PREVISTO EL REBALSE.
 - EN ESTE PLANO SE INDICAN SOLAMENTE LAS ESTRUCTURAS MAS IMPORTANTES, QUEDANDO A CRITERIO DEL INGENIERO CONSTRUCTOR LA DECISION EN PARTICULAR PARA CADA CASO.
 - SE HARA UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA EVITAR INFILTRACIONES DE AGUA SUPERFICIAL Y PARA PROTECCION, SE COLOCARA A UN MINIMO DE 7 MTS. DE LA CAPTACION.
 - LA EXCAVACION SE HACE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE.
- PARA EL TANQUE DE DISTRIBUCION:
- EN LAS CARAS INTERIORES DEL TANQUE SE DEBE APLICAR UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO Y ARENA PROPORCION 1:2 DEBIDAMENTE ALISADA. RECORDAR QUE LA CAPACIDAD DE LAS CARRETIILLAS DE MANO ES DE UN PIE CUBICO.
 - DEBE QUEDAR PERFECTAMENTE APISONADO EL TERRENO DEBAJO DE LA LOSA DEL PISO.
 - LA LOSA DEL TANQUE DEBERA TENER 1% DE PENDIENTE HACIA LOS LADOS.
 - LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE CONCRETO CICLOPEO CON LA PROPORCION 67% DE PIEDRA BOLA Y 33% DE MORTERO, EL MORTERO DE CONCRETO DE CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN EN PROPORCION 1:2:3. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.

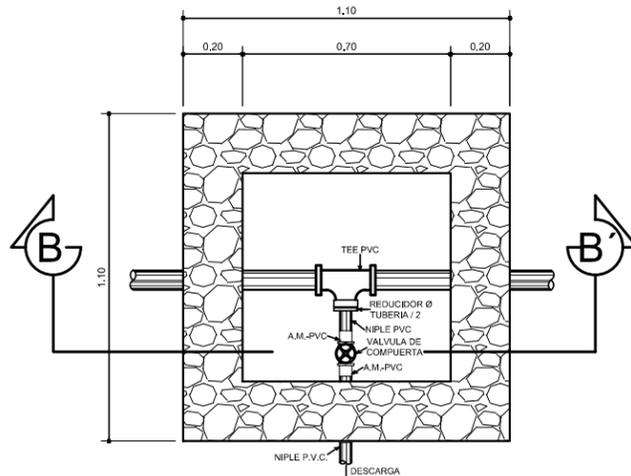


DETALLE DE TUBO DE VENTILACION
AGUA POTABLE PASMOLON Esc: 5/E

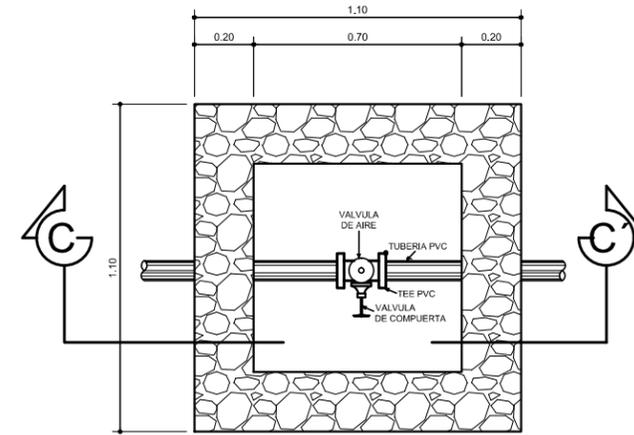
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTENIENE: DETALLES	EPIBETA: FRANCISCO BINACAN CAAL ROSALES ESCALA: INDICADA	CARNET: 2207-14817 PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
4-09-01: FRANCISCO BINACAN CAAL ROSALES CALCULO: FRANCISCO BINACAN CAAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO BINACAN CAAL ROSALES 19-13-93 08:00 PM 174 B. MARZO DE 2013	HOJA No: 10 11 ASESOR: Ing. JUSTIN MERRICK COX



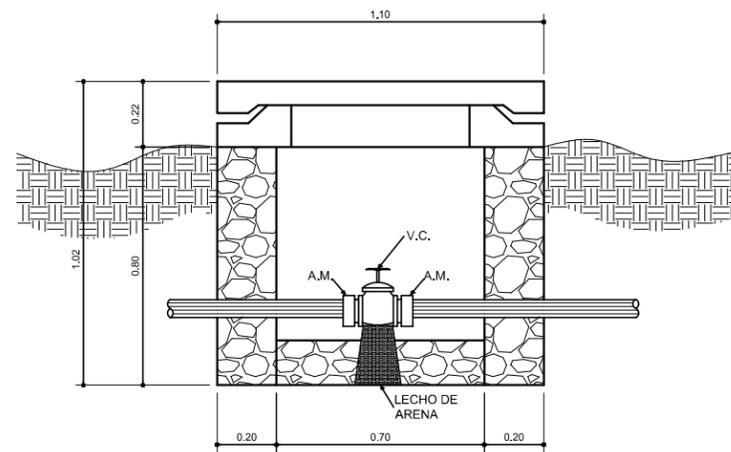
PLANTA VALVULA DE COMPUERTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 5/E



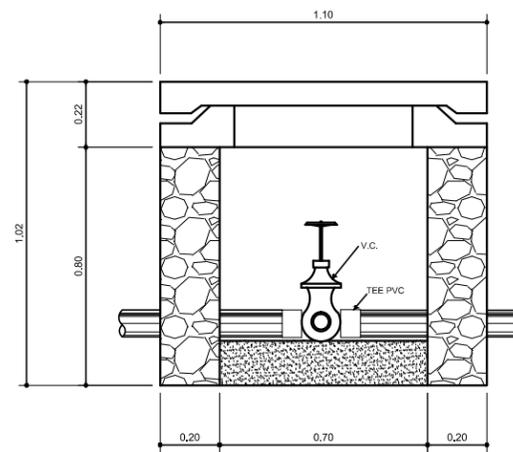
PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 5/E



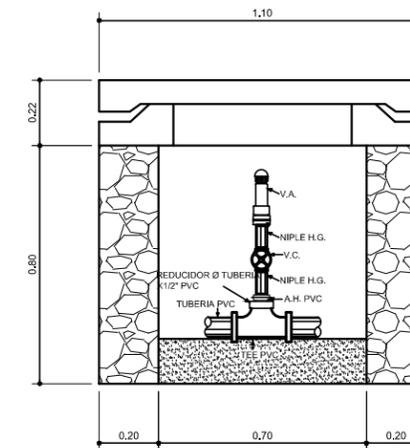
PLANTA VALVULA DE AIRE
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 5/E



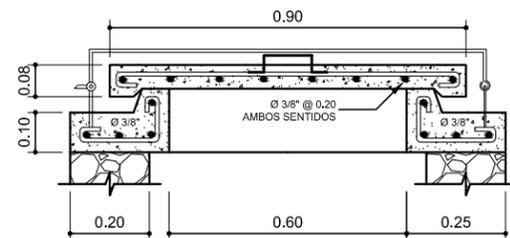
SECCIÓN A-A' VALVULA DE COMPUERTA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 5/E



SECCIÓN B-B' VALVULA DE LIMPIEZA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 5/E



SECCIÓN C-C' VALVULA DE AIRE
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 5/E



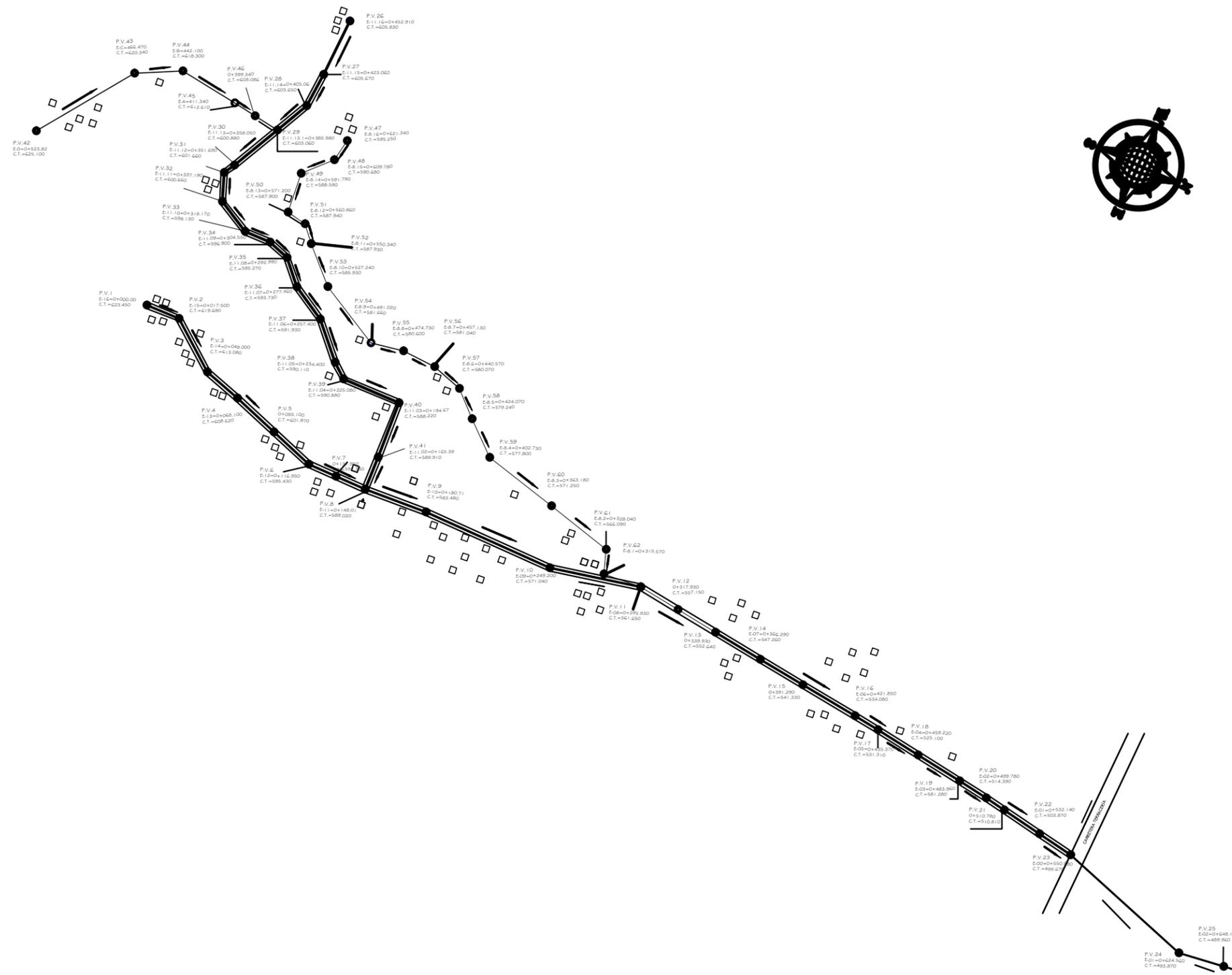
DETALLE DE TAPADERA
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 5/E

MATERIALES:

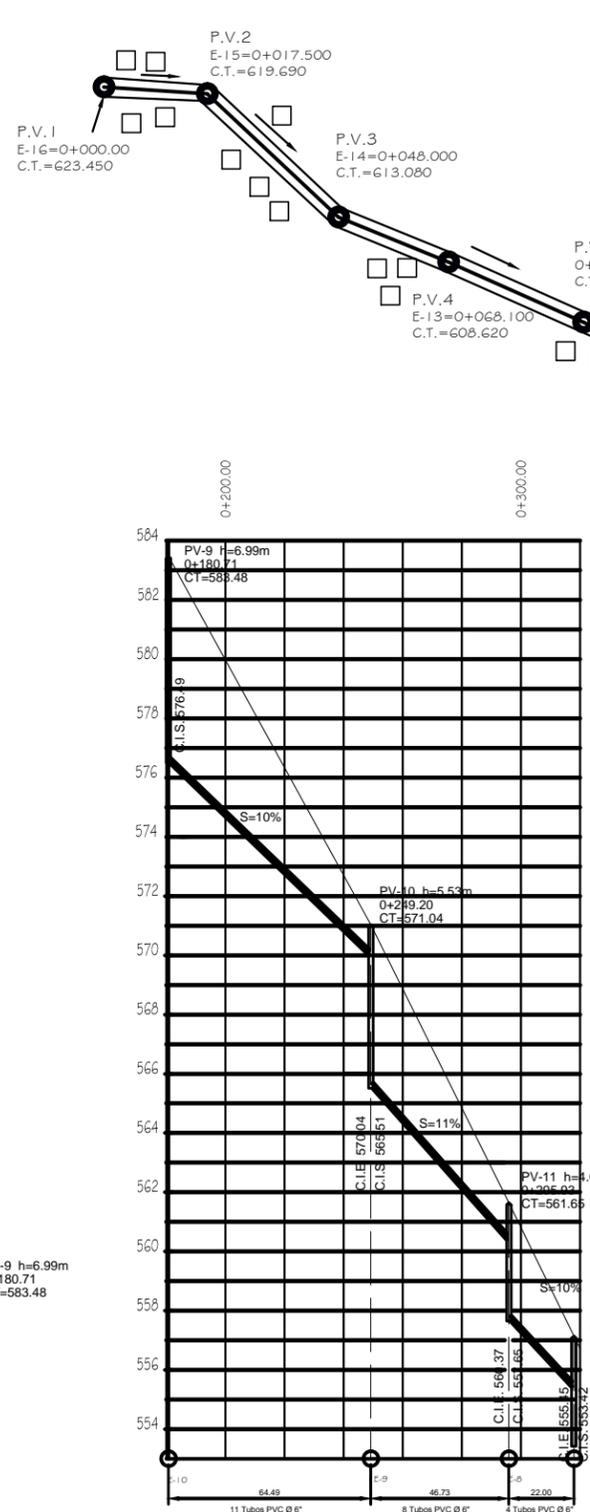
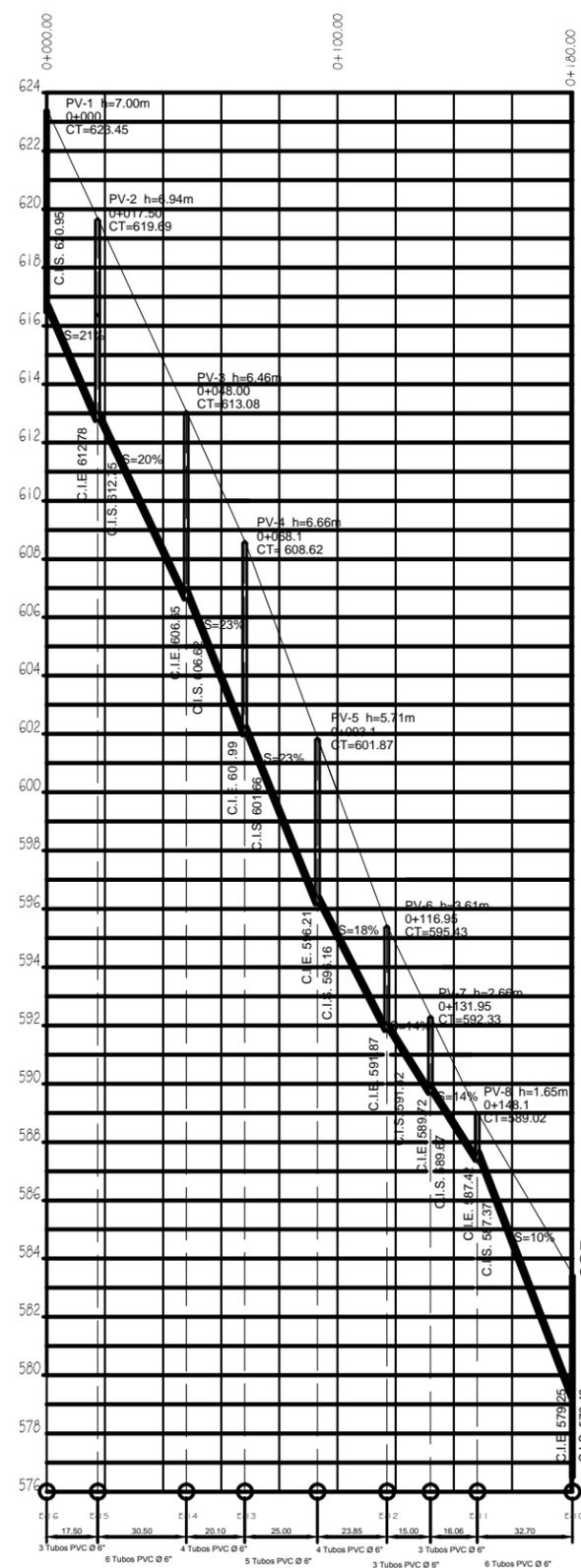
1. RED DE DISTRIBUCION CON Ø 1/2"
2. NIPLE TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
6. CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
7. NIPLE H.G. Ø 1/2" X 1.50 M
8. CODO H.G. 90° Ø 1/2"
9. NIPLE H.G. Ø 1/2" X 0.15 M
10. ADAPTADOR HEMBRA Ø 1/2"
11. LLAVE DE CHORRO DE BRONCE Ø 1/2"

DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR
AGUA POTABLE PASMOLÓN Esc: 5/E

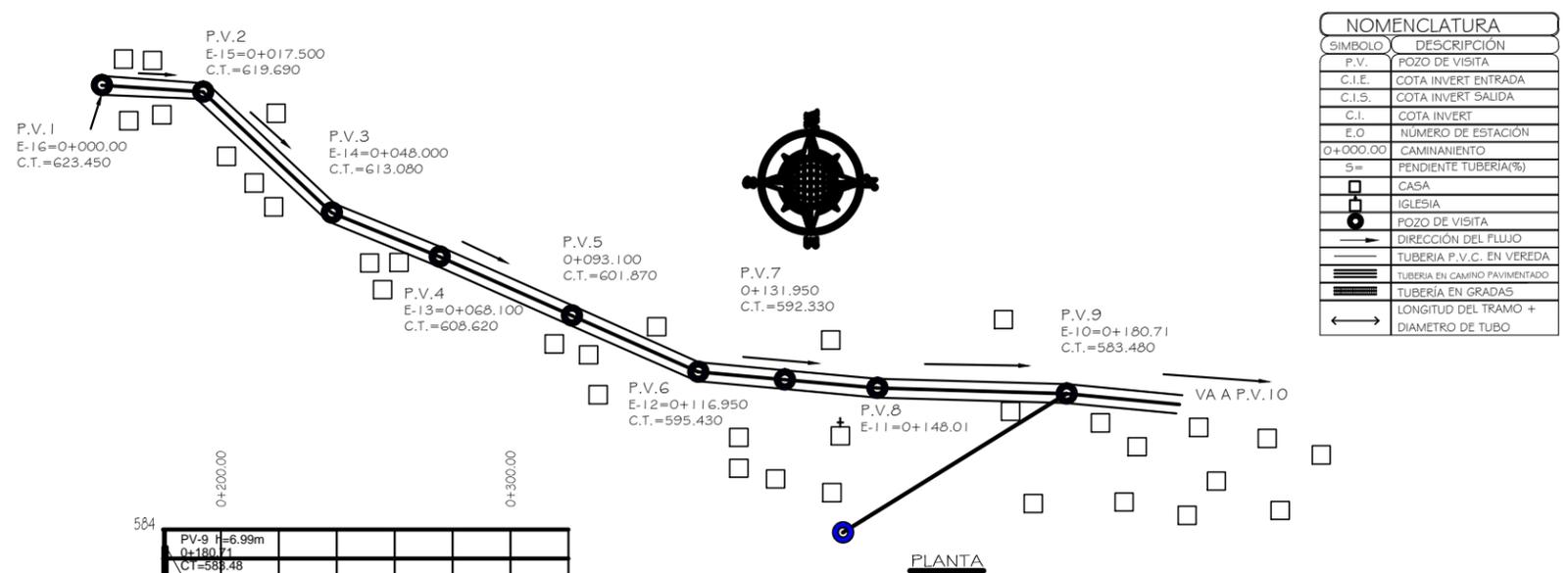
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTENIENE: DETALLES	EPISBITA: FRANCISCO BINACÁN CAJAL ROSALES ESCALA: INDICADA	CARNET: 2207-14817 PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
8-09-11 FRANCISCO BINACÁN CAJAL ROSALES CALCULO: FRANCISCO BINACÁN CAJAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO BINACÁN CAJAL ROSALES 19-13-93-08-6CF574-B MARZO DE 2013 Vo.Ba.	HOJA No. 11 11 ASESOR: Ing. JUSTO MATEO CAJAL



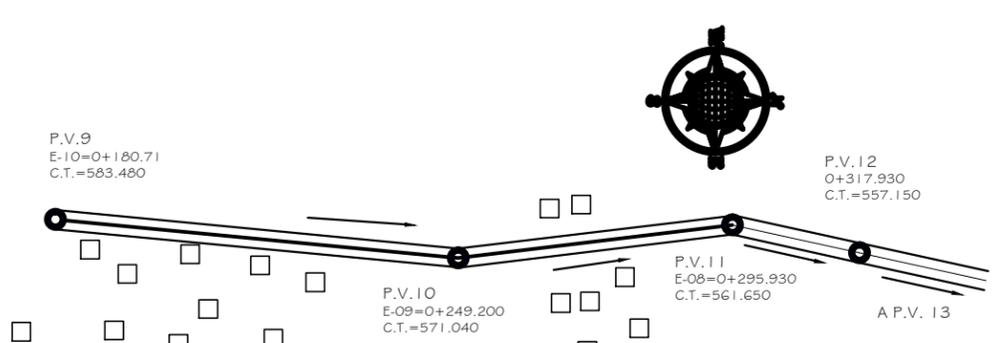
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJCORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTIENE: PLANTA GENERAL	EPISTEMA: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	CARNET: 2007-14817
	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
6.00w.c. FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	HOJA No. 1 8
CALCULO: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	197-5 999 84 CFS 7 8. MARZO DE 2013 Vo.Bo.	ASESOR: Ing. Juan Melior Cós



HOR. ESC. 1:1000
VERT. ESC. 1:100

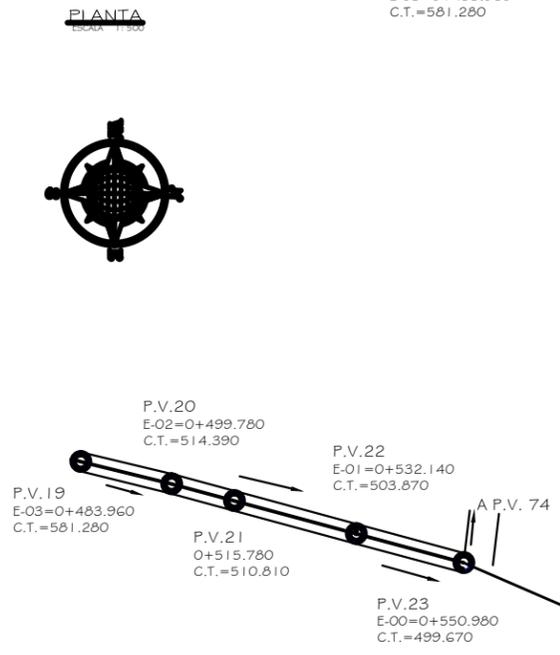
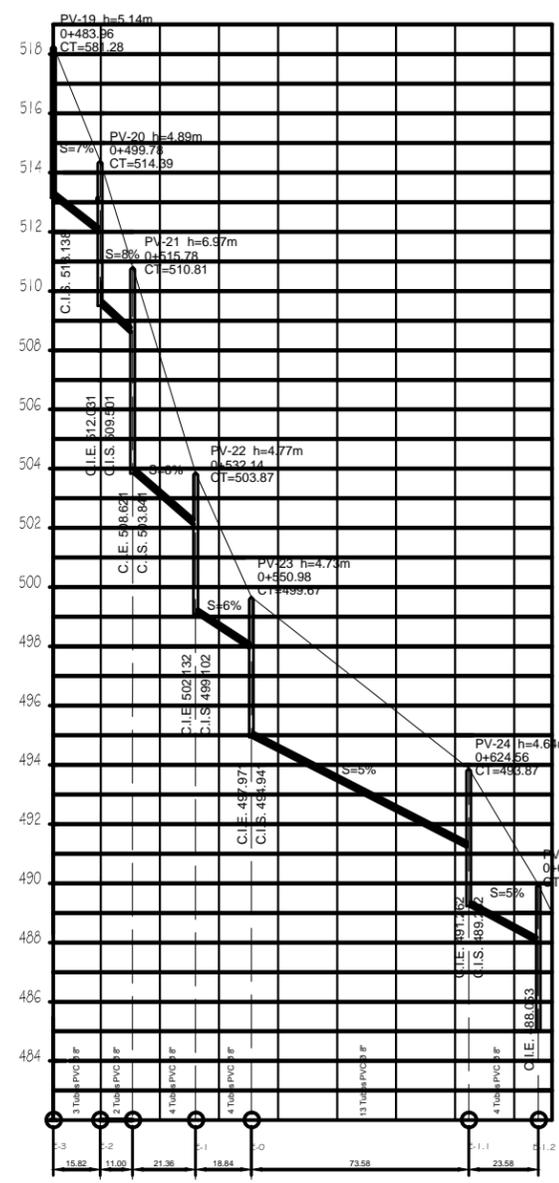
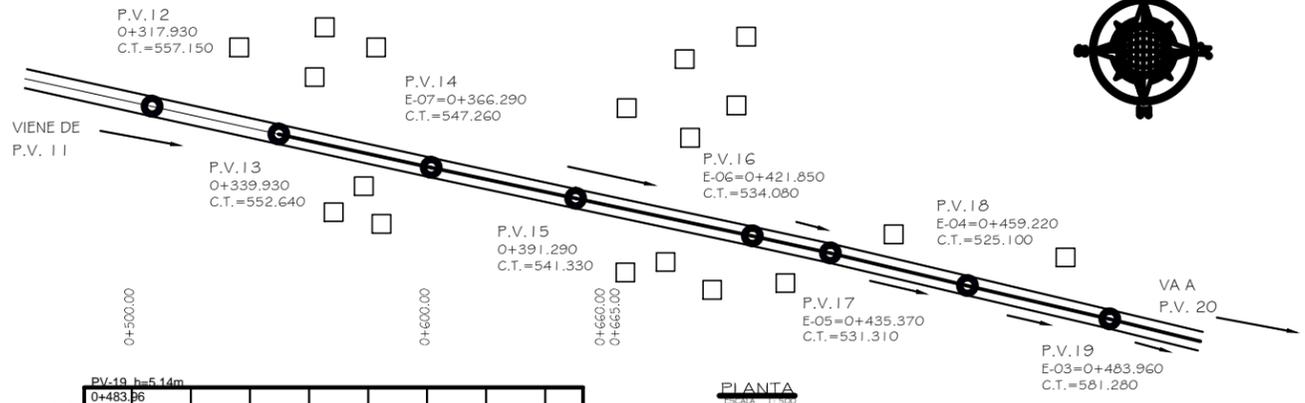
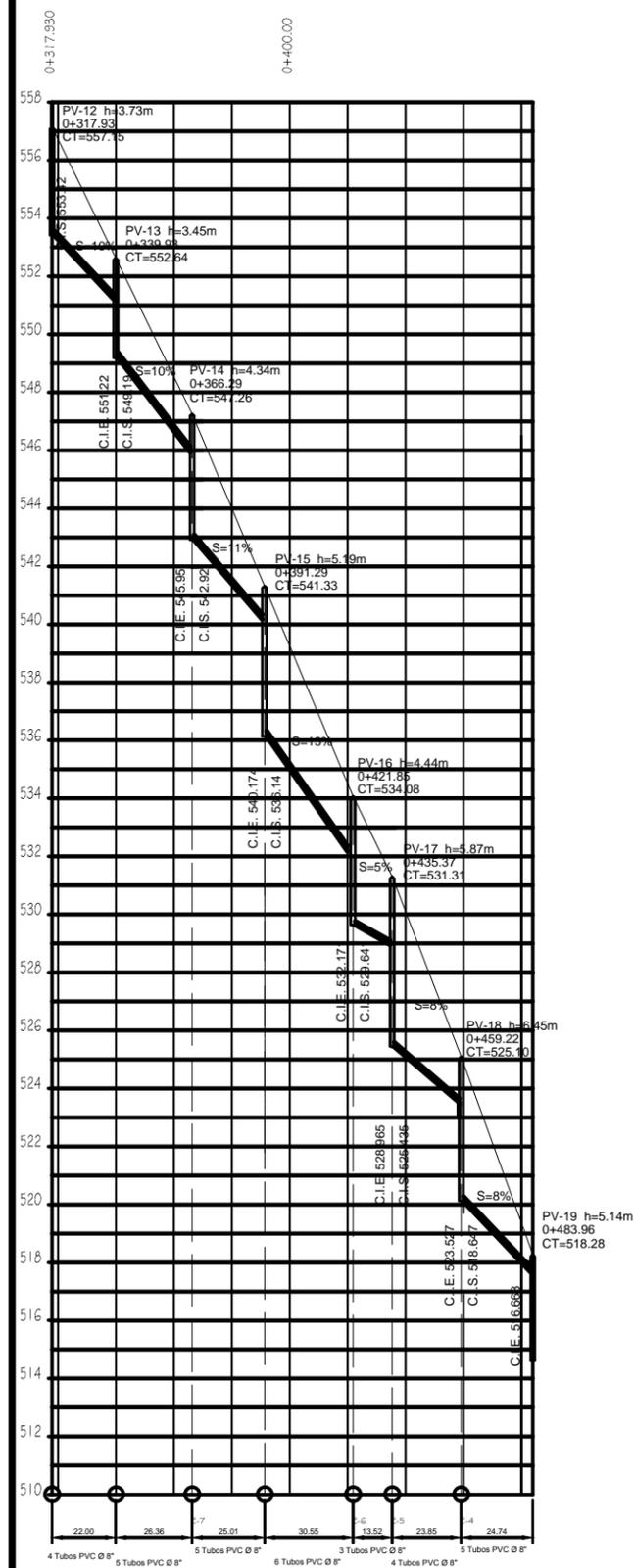


NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
P.V.	POZO DE VISITA
C.I.E.	COTA INVERT ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT SALIDA
C.I.	COTA INVERT
E.O.	NÚMERO DE ESTACIÓN
0+000.00	CAMINAMIENTO
S=	PENDIENTE TUBERÍA(%)
□	CASA
⊕	IGLESIA
⊙	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA P.V.C. EN VEREDA
—	TUBERÍA EN CAMINO PAVIMENTADO
—	TUBERÍA EN GRADAS
←	LONGITUD DEL TRAMO +
⊘	DIAMETRO DE TUBO



- NOTA:
- LA NUMERACIÓN DE LAS ESTACIONES ESTÁ EN BASE AL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.
 - TUBERÍA Y ACCESORIOS TIPO P.V.C. NORMA ASTM 3034, VELOCIDADES MINIMA: 0.4m/s Y MAXIMA DE 4m/s; SEGÚN FABRICANTE.
 - LA LONGITUD DE CONEXIÓN DOMICILIAR DE 2.00 MTS.
 - CAIDA EN POZOS DE VISITA EN LOS CUALES LA DIFERENCIAS DE COTAS INVERT SEA MAYOR O IGUAL A 0.60 MTS UTILIZAR CODOS A 45°, VER DETALLE.
 - LAS CAMPANAS DE LA TUBERÍA DEBEN COLOCARSE EN DIRECCIÓN AGUAS ARRIBA; Y LA INSTALACIÓN DEBE EMPEZARCE EN LA PARTE BAJA HACIA LA PARTE ALTA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJA CORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTIENE: PLANTA PERFIL	EPIGRAMA: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES ESCALA: INDICADA	CARNET: 2007-14817 PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
ELABORÓ: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES CALCULO: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES 197-5 999 84 CFS7 A.B. MARZO DE 2013 Vo.Bo.	HOJA No. 2 8 ASESOR: Ing. Juan Melior Cós



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
P.V.	POZO DE VISITA
C.I.E.	COTA INVERT ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT SALIDA
C.I.	COTA INVERT
E.O	NÚMERO DE ESTACIÓN
0+000.00	CAMINAMIENTO
S=	PENDIENTE TUBERÍA(%)
□	CASA
⊕	IGLESIA
○	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA P.V.C. EN VEREDA
▨	TUBERÍA EN CAMINO PAVIMENTADO
▩	TUBERÍA EN GRADAS
↔	LONGITUD DEL TRAMO + DIAMETRO DE TUBO

- NOTA:
- LA NUMERACIÓN DE LAS ESTACIONES ESTÁ EN BASE AL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.
 - TUBERÍA Y ACCESORIOS TIPO P.V.C. NORMA ASTM 3034, VELOCIDADES MINIMA: 0.4m/s Y MAXIMA DE 4m/s; SEGÚN FABRICANTE.
 - LA LONGITUD DE CONEXIÓN DOMICILIAR DE 2.00 MTS.
 - CAIDA EN POZOS DE VISITA EN LOS CUALES LA DIFERENCIAS DE COTAS INVERT SEA MAYOR O IGUAL A 0.60 MTS UTILIZAR CODOS A 45°, VER DETALLE.
 - LAS CAMPANAS DE LA TUBERÍA DEBEN COLOCARSE EN DIRECCIÓN AGUAS ARRIBA; Y LA INSTALACIÓN DEBE EMPEZARCE EN LA PARTE BAJA HACIA LA PARTE ALTA

HOR. ESC. 1 : 1000
VERT. ESC. 1 : 100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S)

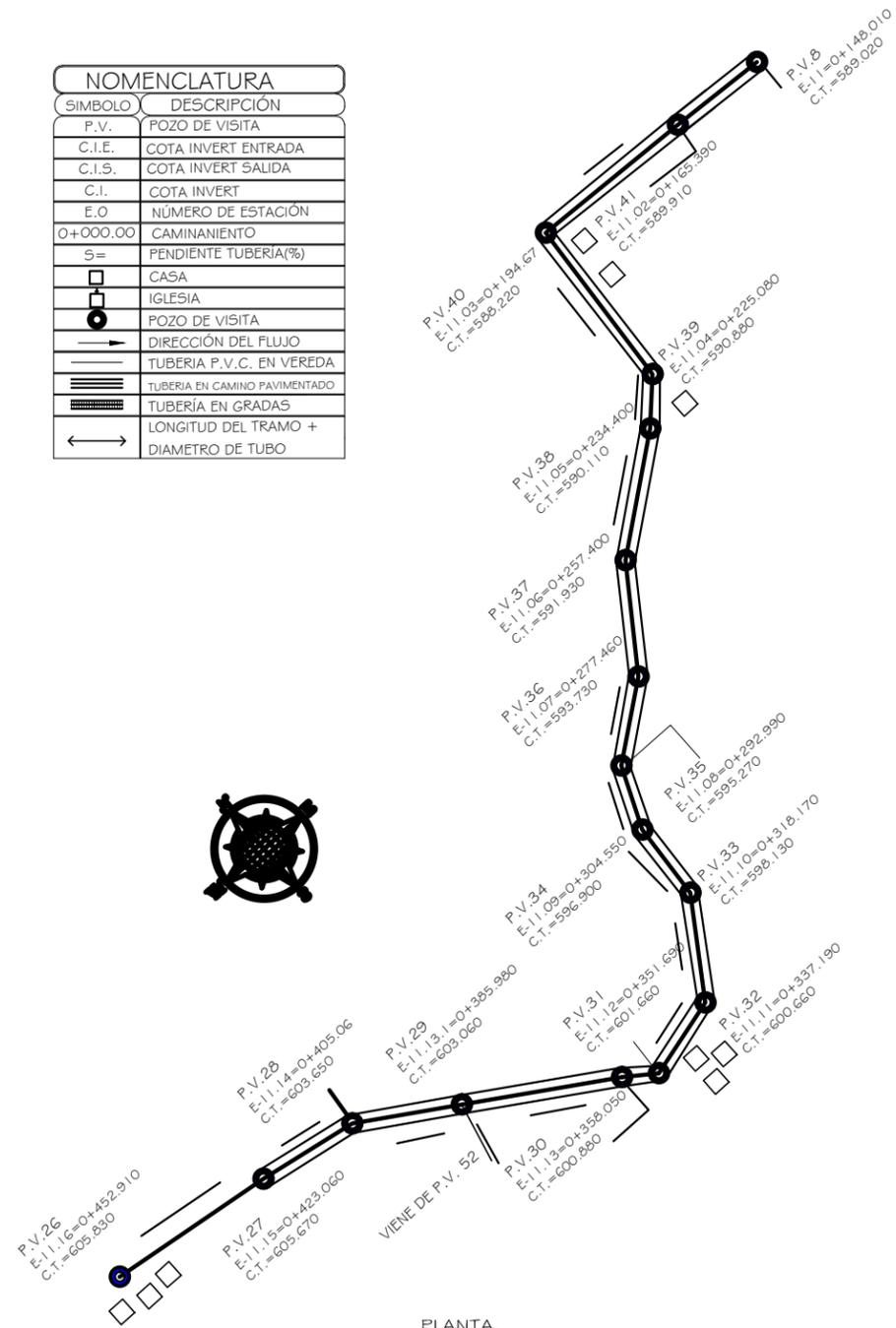
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJA CORRAL, TACTIC, A.V."

CONTIENE:	EPISTOLA:	CARNET:
PLANTA PERFIL	FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	2007-14817
	ESCALA:	PROPIEDAD DE:
	INDICADA	MUNICIPALIDAD DE TACTIC

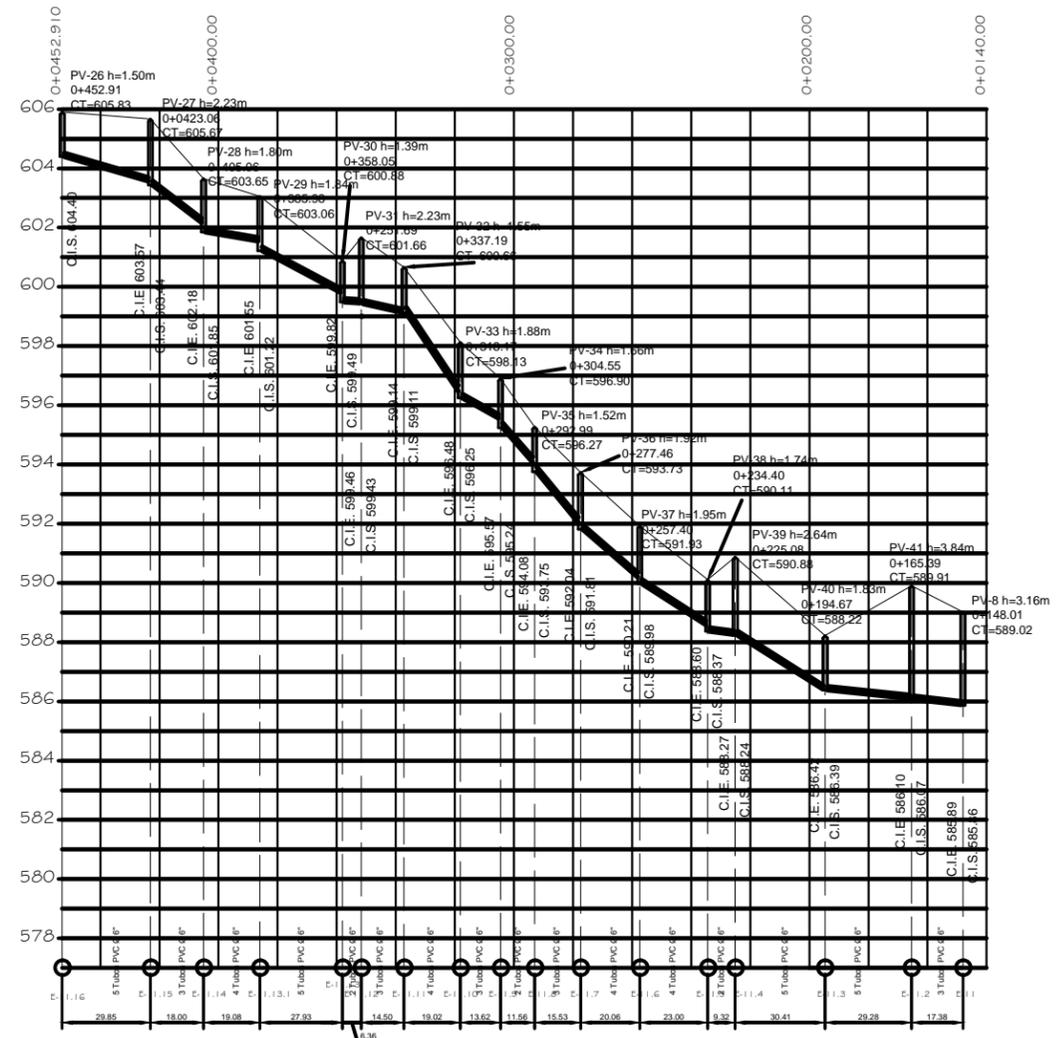
CALCULO:	DIBUJO:	HOJA No.:
FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	3 8
FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	197-5 99 9 84 CFS 7 # 8 MARZO DE 2013	

Vo.Bo. ASESOR: Ing. Juan Melior Ceb

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
P.V.	POZO DE VISITA
C.I.E.	COTA INVERT ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT SALIDA
C.I.	COTA INVERT
E.O	NÚMERO DE ESTACIÓN
O+000.00	CAMINAMIENTO
S=	PENDIENTE TUBERÍA(%)
	CASA
	IGLESIA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERÍA P.V.C. EN VEREDA
	TUBERÍA EN CAMINO PAVIMENTADO
	TUBERÍA EN GRADAS
	LONGITUD DEL TRAMO + DIAMETRO DE TUBO



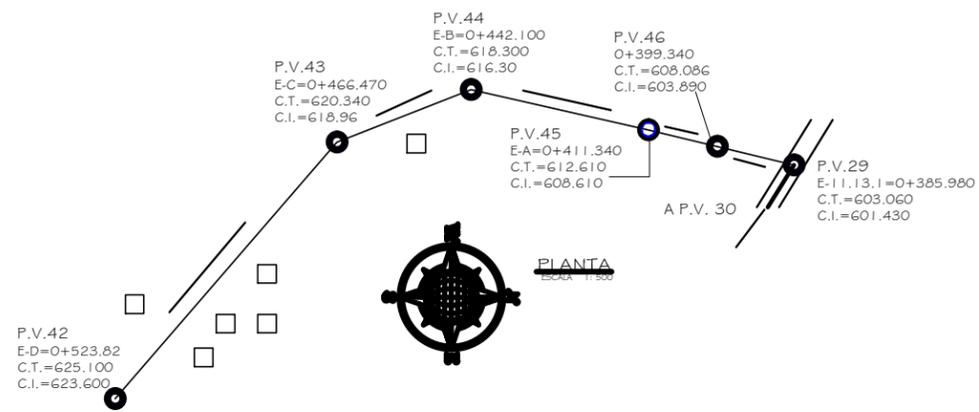
HOR. ESC. 1:500
VERT. ESC. 1:200



NOTA:

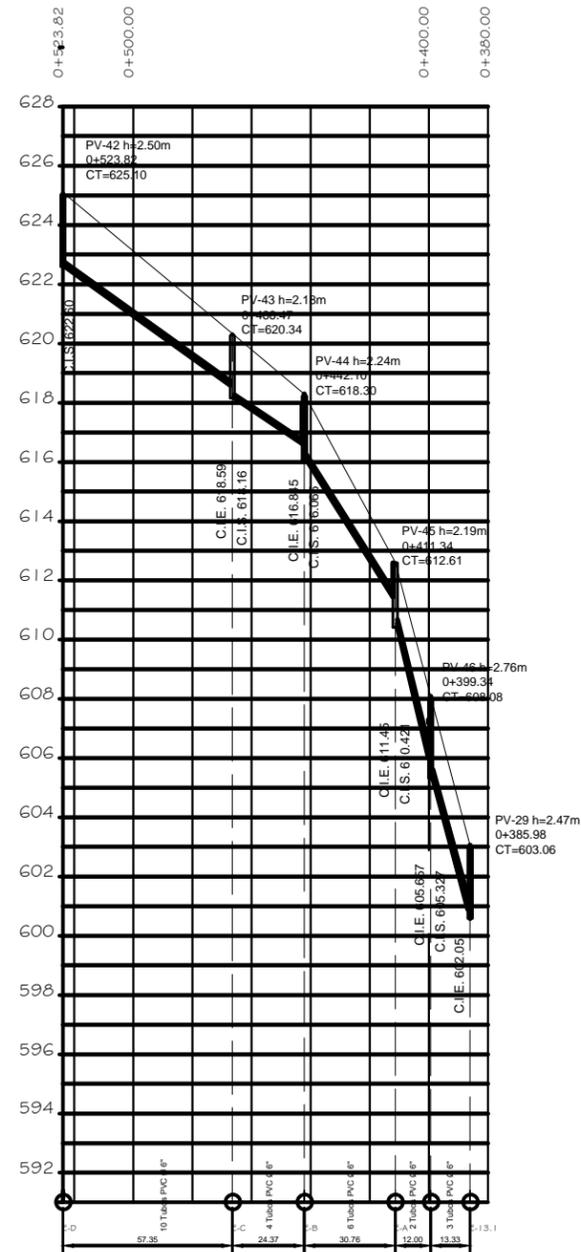
- LA NUMERACIÓN DE LAS ESTACIONES ESTÁ EN BASE AL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. TUBERÍA Y ACCESORIOS TIPO P.V.C. NORMA ASTM 3034, VELOCIDADES MINIMA: 0.4m/s Y MAXIMA DE 4m/s; SEGÚN FABRICANTE.
- LA LONGITUD DE CONEXIÓN DOMICILIAR DE 2.00 MTS.
- CAIDA EN POZOS DE VISITA EN LOS CUALES LA DIFERENCIAS DE COTAS INVERT SEA MAYOR O IGUAL A 0.60 MTS UTILIZAR CODOS A 45°, VER DETALLE.
- LAS CAMPANAS DE LA TUBERÍA DEBEN COLOCARSE EN DIRECCIÓN AGUAS ARRIBA; Y LA INSTALACIÓN DEBE EMPEZARCE EN LA PARTE BAJA HACIA LA PARTE ALTA.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S)	
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJA CORRAL, TACTIC, A.V."			
CONTIENE:	EPHEMERICA:	CARNET:	
PLANTA PERFIL	FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES	2007-14817	
	ESCALA:	INDICADA	PROPIEDAD DE:
			MUNICIPALIDAD DE TACTIC
ELABORÓ:	FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES	HOJA No.:	
CALCULO:	FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES	197-5 999 84 CFS7 A.B.	4
	FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES	MARZO DE 2013	8
	Vo.Bo.		
	ASESOR: Ing. Juan Melior Cis		



HOR. ESC. 1:1000
VERT.. ESC. 1:100

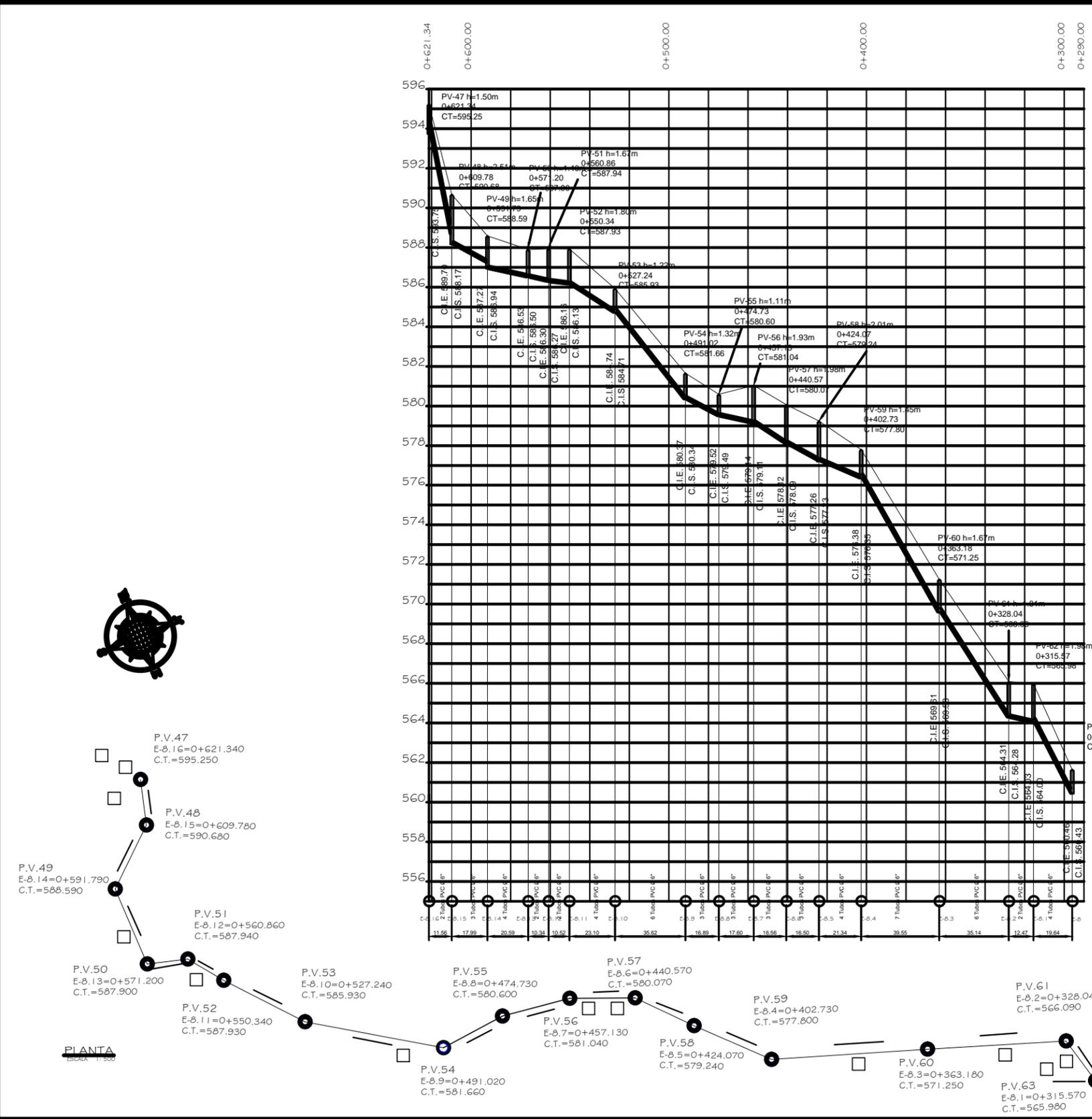
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
P.V.	POZO DE VISITA
C.I.E.	COTA INVERT ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT SALIDA
C.I.	COTA INVERT
E.O	NÚMERO DE ESTACIÓN
0+000.00	CAMINANIENTO
S=	PENDIENTE TUBERIA(%)
	CASA
	IGLESIA
	POZO DE VISITA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERIA P.V.C. EN VEREDA
	TUBERIA EN CAMINO PAVIMENTADO
	TUBERIA EN GRADAS
	LONGITUD DEL TRAMO + DIAMETRO DE TUBO



NOTA:

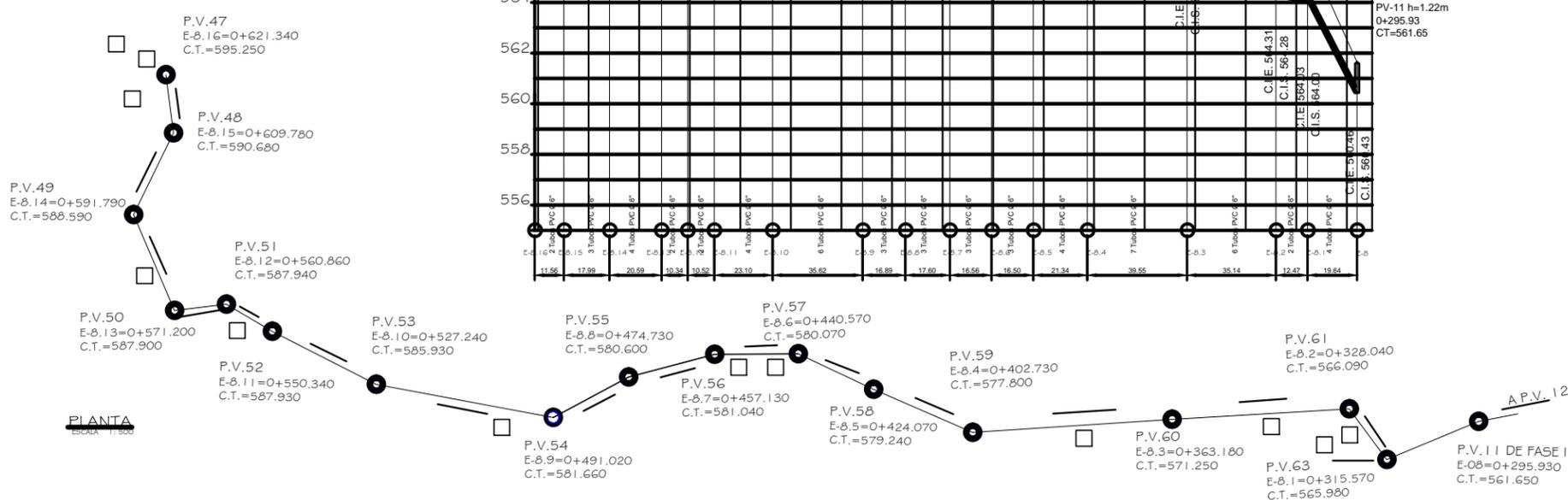
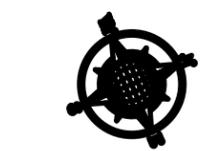
- LA NUMERACIÓN DE LAS ESTACIONES ESTÁ EN BASE AL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.
- TUBERIA Y ACCESORIOS TIPO P.V.C. NORMA ASTM 3034, VELOCIDADES MINIMA: 0.4m/s Y MAXIMA DE 4m/s; SEGÚN FABRICANTE.
- LA LONGITUD DE CONEXIÓN DOMICILIAR DE 2.00 MTS.
- CAIDA EN POZOS DE VISITA EN LOS CUALES LA DIFERENCIAS DE COTAS INVERT SEA MAYOR O IGUAL A 0.60 MTS UTILIZAR CODOS A 45°, VER DETALLE.
- LAS CAMPANAS DE LA TUBERÍA DEBEN COLOCARSE EN DIRECCIÓN AGUAS ARRIBA; Y LA INSTALACIÓN DEBE EMPEZAR EN LA PARTE BAJA HACIA LA PARTE ALTA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTIENE:	EPISTOLA: FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES	CARNET: 2007-14817
PLANTA PERFIL	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
648w.c. FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES 197-5 999 84 CFS7 88 FRANCISCO SINACÁN CAAL ROSALES MARZO DE 2013	HOJA No. 5 8 ASESOR: Ing. Juan Melior Cós



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
P.V.	POZO DE VISITA
C.I.E.	COTA INVERT ENTRADA
C.I.S.	COTA INVERT SALIDA
C.I.	COTA INVERT
E.O	NÚMERO DE ESTACIÓN
0+000.00	CAMINAMIENTO
S=	PENDIENTE TUBERÍA(%)
□	CASA
⊙	IGLESIA
⊙	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA P.V.C. EN VEREDA
—	TUBERÍA EN CAMINO PAVIMENTADO
—	TUBERÍA EN GRADAS
← →	LONGITUD DEL TRAMO + DIAMETRO DE TUBO

- NOTA:
- LA NUMERACIÓN DE LAS ESTACIONES ESTÁ EN BASE AL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.
 - TUBERÍA Y ACCESORIOS TIPO P.V.C. NORMA ASTM 3034, VELOCIDADES MINIMA: 0.4m/s Y MAXIMA DE 4m/s; SEGÚN FABRICANTE.
 - LA LONGITUD DE CONEXIÓN DOMICILIAR DE 2.00 MTS.
 - CAIDA EN POZOS DE VISITA EN LOS CUALES LA DIFERENCIAS DE COTAS INVERT SEA MAYOR O IGUAL A 0.60 MTS UTILIZAR CODOS A 45°, VER DETALLE.
 - LAS CAMPANAS DE LA TUBERÍA DEBEN COLOCARSE EN DIRECCIÓN AGUAS ARRIBA; Y LA INSTALACIÓN DEBE EMPEZARCE EN LA PARTE BAJA HACIA LA PARTE ALTA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

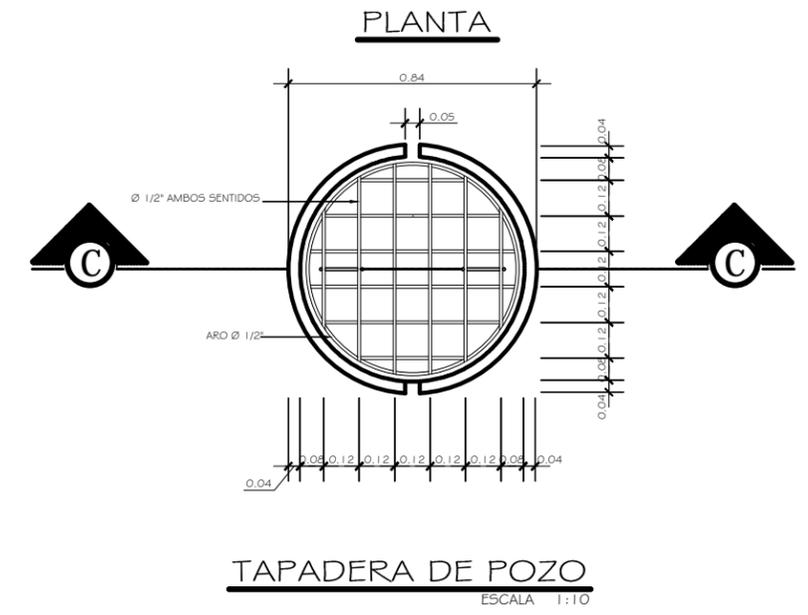
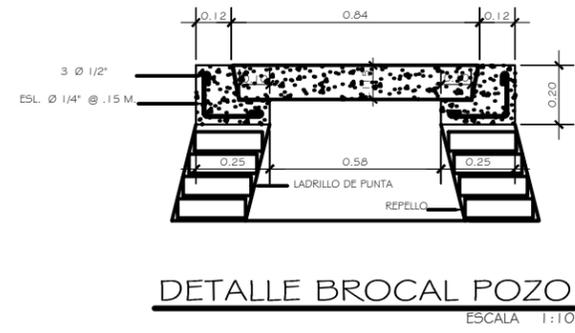
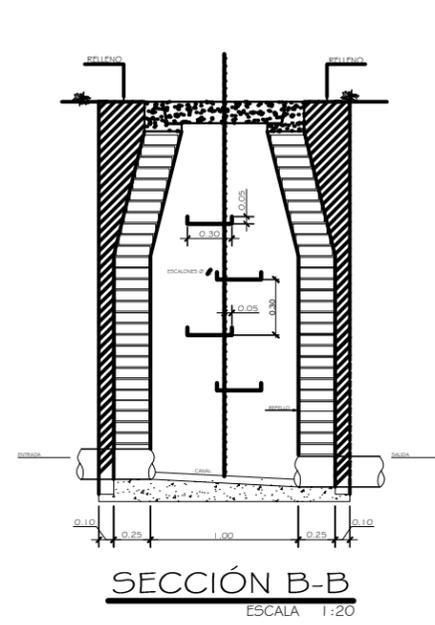
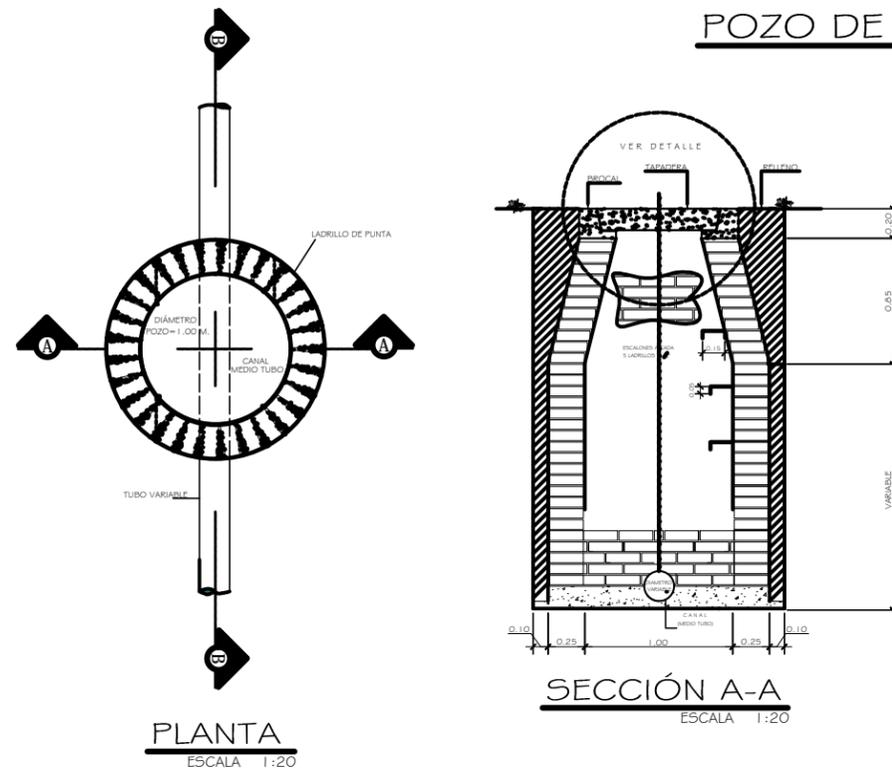
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S)

PROYECTO: "ALCANTARILLADO SANITARIO CANTON CHIJACORRAL, TACTIC, A.V."

CONTIENE:	EPISTEMA: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	CARNET: 2007-14817
PLANTA PERFIL	ESCALA: INDICADA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC

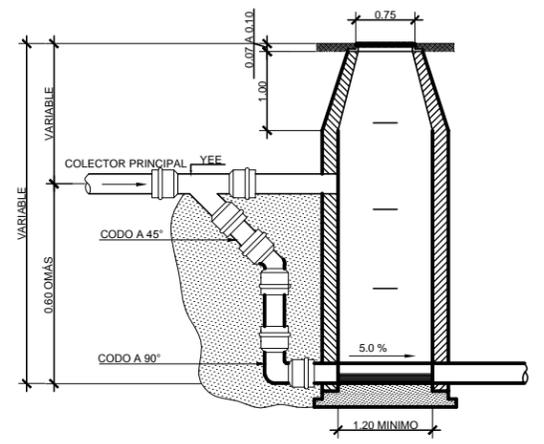
4804C. FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	FOLIO No.:
CALCULO: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	197-5 999 84 CFS7 A.B. FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	6
Vo.Bo.		8
ASESOR: Ing. Juan Melior Cós		

POZO DE VISITA TÍPICO



POZO DE VISITA CON CAIDA A 45°

SIN ESCALA

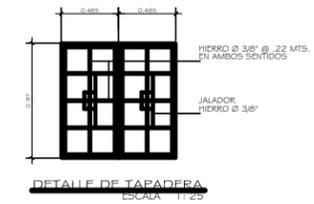
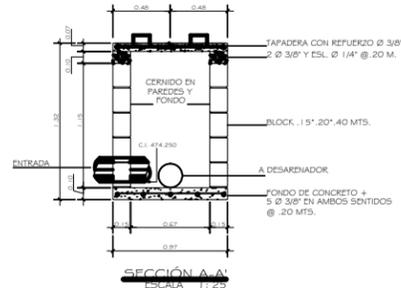
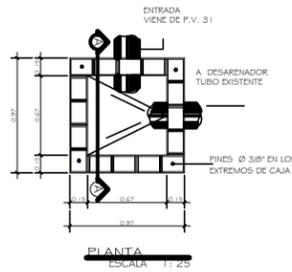


- MATERIALES A UTILIZAR
- $f_c = 210 \text{ KG/CM}^2$
 - $f_y = 60000 \text{ PSI}$
 - SABIETA PROPORCIÓN 1:2
 - TUBERIA Y ACCESORIOS NORMA ASTM 3034

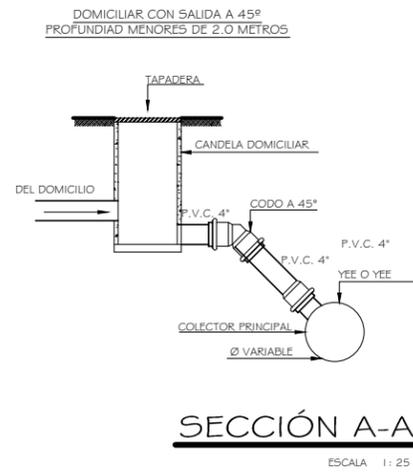
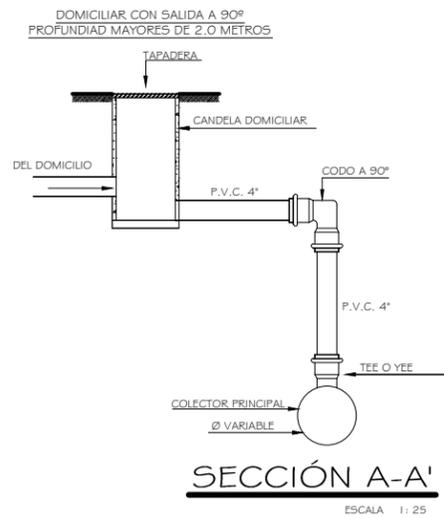
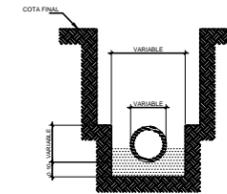
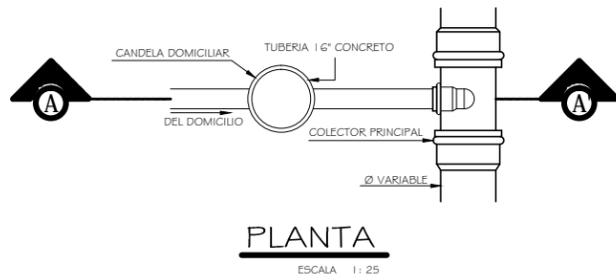
- NOTA:
- CADA POZO TÍPICO TENDRA GRABADA SU IDENTIFICACIÓN EN LA PARTE SUPERIOR
 - LA TUBERIA TENDRÁ UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO SOBRE CORONA DE 0.80 M. PARA CONEXIONES DOMICILIARES
 - CAIDA EN POZOS DE VISITA EN LOS CUALES LA DIFERENCIAS DE COTAS INVERT SEA MAYOR O IGUAL A 0.60m UTILIZAR CODOS A 45°, VER DETALLE.

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S.)		
DF CMB7 HC. "S @ 5 BH5 F @ 8 B C' G5 B45 F.C 7.5 BH6 B CHIJCORRAL, TACTIC, A.V."		
CONTIENE: DETALLES DE POZOS DE VISITA	EPISTETA: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES ESCALA: INDICADA	CARNET: 2007-14817 PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
4.00 H.C. FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES CALCULO: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO SINACÁN CAL ROSALES 197-5 999 84 CFS7 A.B. MARZO DE 2013 Vo.Bo. ASESOR: Ing. Juan Mator Cós	HOJA No. 7 8

CAJA UNIFICADORA



DETALLES DE CONEXIONES DOMICILIARES SIN ESCALA



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.P.S)	
DF CM7 HC. 7.5 @ 5 BH5 F @ 8.5 C' 05 B45 F.C 7.5 BH6 B CHIJCORRAL, TACTIC, A.V.		
CONTIENE: PLANTA PERFIL	EPERSTA: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES ESCALA: INDICADA	CARNET: 2007-14817 PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE TACTIC
6.48w.c. FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES CALCULO: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES	DIBUJO: FRANCISCO SINACÁN CAJAL ROSALES 197-5 999 84 CFS 7.8. MARZO DE 2013 Vo.Bo.	HOJA No. 8 8 ASESOR: Ing. Juan Melior Cis