



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

**DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIQUIMULA**

Leonel Enrique Monroy Pesquera
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, noviembre de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIQUMULA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LEONEL ENRIQUE MONROY PESQUERA
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 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. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
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
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
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 DE LA AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIQUIMULA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha septiembre de 2013.



Leonel Enrique Monroy Pesquera



Guatemala, 13 de octubre de 2014
REF.EPS.DOC.1058.10.2014

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 **Leonel Enrique Monroy Pesquera** con carné No. **200815385**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIQUIMULA.**

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,
24 de octubre 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 DE LA AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIQUIMULA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Leonel Enrique Monroy Pesquera, con Carnet No. 200815385, 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,

EDUCACIÓN Y ENSEÑANZA 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 Continua





Guatemala, 30 de octubre de 2014
Ref.EPS.D.644.10.14

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 DE LA AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIQUIMULA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Leonel Enrique Monroy Pesquera, carné 200815385**, 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
Director Unidad de EPS

SJRS/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Leonel Enrique Monroy Pesquera, titulado **DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIQUIMULA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Hugo Leonel Montenegro Franco
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre 2014

/bbdeb.

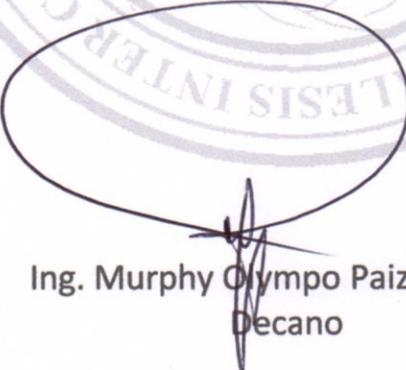
Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIQUIMULA**, presentado por el estudiante universitario **Leonel Enrique Monroy Pesquera**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 14 de noviembre de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por acompañarme y guiarme a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en mis momentos de debilidad y nunca soltar mi mano.
- Mis padres** Leonel Monroy y Vivian Pesquera, por ser los pilares de mi vida, con su esfuerzo, sacrificio y apoyo han formado mi carácter.
- Mis abuelos** Flavio Pesquera, Lucia Ochoa, María Luisa Zuchini y Luis Monroy (q.e.p.d.), por creer en mí y sé que siempre he estado en sus oraciones.
- Mis hermanas** Vivian María y Margarita de María Monroy Pesquera, por ser dos ángeles en mi vida.
- Mi familia** En general, por su apoyo incondicional, por no dejarnos nunca solos. Especialmente a tío Edgardo Pesquera y tía Connie Monroy, por estar siempre al pendiente de mí.
- Las familias** Vásquez Pesquera, Ávila Pesquera, Medinilla Ávila, Ávila Regalado y Guerra Sologaistoa.
- Mis amigos** Por su compañía fraternal, su sinceridad, metas en común y deseos de triunfar.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por haberme dado la vida, por cuidar de mí en todo momento y darme la oportunidad de culminar una etapa tan importante en mi vida.
Mis padres	Por hacerme crecer en una familia llena de amor. Por darme la educación, enseñarme los valores y principios del bien para seguir adelante y alcanzar mis metas.
Mis hermanas	Por su apoyo, motivación y estar siempre a mi lado.
Mi familia	Tíos y primos, a cada uno por nombre, infinitas gracias por su cariño, sus consejos y su apoyo incondicional.
Fam. Vásquez Pesquera	Gracias por acogerme en su hogar, apoyarme en todo momento, en especial durante mi carrera universitaria y con su cariño hacerme sentir uno más de ustedes.
Ing. Juan Merck Cos	Por su apoyo en mi preparación profesional, por brindarme su amistad, por ser ejemplo de profesionales dedicados a su labor y amor a su profesión.

Ing. Jaime J. Callén

Por su ayuda y apoyo en mi preparación profesional y valiosa amistad.

**Municipalidad de
San Jacinto**

Por brindarme el apoyo para realizar mi EPS y desempeñarme profesionalmente.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por formarme académicamente como profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA DE NECESIDADES EN SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURA DEL CASCO URBANO DE SAN JACINTO	1
1.1. Descripción de necesidades	1
1.2. Evaluación y priorización de necesidades	2
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	3
2.1. Diseño de la ampliación del sistema de agua potable para el casco urbano, San Jacinto, Chiquimula	3
2.1.1. Descripción del proyecto.....	3
2.1.1.1. Diagnóstico del sistema en funcionamiento.....	3
2.1.2. Levantamiento topográfico.....	4
2.1.3. Fuentes de agua	4
2.1.4. Caudal de aforo	4
2.1.5. Análisis de calidad de agua	5
2.1.5.1. Examen bacteriológico	5
2.1.5.2. Examen fisicoquímico sanitario	5

2.1.6.	Criterios de diseño.....	6
2.1.6.1.	Período de diseño.....	6
2.1.6.2.	Población de diseño	7
2.1.6.3.	Dotación	7
2.1.6.4.	Factores de consumo	8
	2.1.6.4.1. Factor de día máximo (Fdm).....	8
	2.1.6.4.2. Factor de hora máxima (Fhm).....	9
2.1.7.	Determinación de caudales	9
2.1.7.1.	Caudal medio diario.....	10
2.1.7.2.	Caudal máximo diario	10
2.1.7.3.	Caudal máximo horario.....	11
2.1.8.	Diseño hidráulico del sistema	12
2.1.8.1.	Captación	12
2.1.8.2.	Línea de conducción.....	12
2.1.8.3.	Tanque de almacenamiento	15
2.1.8.4.	Red de distribución	16
2.1.8.5.	Sistema de desinfección	19
2.1.8.6.	Obras de arte.....	19
2.1.8.7.	Válvulas	20
2.1.8.8.	Programa de operación y mantenimiento	21
2.1.9.	Propuesta de tarifa	22
2.1.10.	Elaboración de planos	22
2.1.11.	Elaboración de presupuesto	23
2.1.12.	Evaluación socioeconómica	24
2.1.12.1.	Valor Presente Neto	25
2.1.12.2.	Tasa Interna de Retorno	26

	2.1.12.3.	Evaluación de Impacto Ambiental	27
2.2.		Diseño de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario para el casco urbano de San Jacinto, Chiquimula	28
	2.2.1.	Descripción del proyecto	28
	2.2.1.1.	Diagnóstico del sistema en funcionamiento	29
	2.2.2.	Levantamiento topográfico	29
	2.2.3.	Diseño del sistema	30
	2.2.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	30
	2.2.3.2.	Período de diseño	30
	2.2.3.3.	Población de diseño	31
	2.2.3.4.	Dotación de agua potable	32
	2.2.3.5.	Factor de retorno	32
	2.2.3.6.	Factor de Harmond	32
	2.2.3.7.	Caudal sanitario	33
	2.2.3.7.1.	Caudal domiciliar	33
	2.2.3.7.2.	Caudal de infiltración	34
	2.2.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas	35
	2.2.3.7.4.	Caudal comercial e industrial	36
	2.2.3.7.5.	Factor de caudal medio	36
	2.2.3.7.6.	Caudal de diseño	37
	2.2.3.8.	Selección del tipo de tubería	38
	2.2.3.9.	Diseño de secciones y pendientes	38
	2.2.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas	38
	2.2.3.9.2.	Cotas Invert	39

2.2.3.10.	Pozos de visita	39
2.2.3.11.	Conexiones domiciliarias	40
2.2.3.12.	Profundidad de la tubería.....	41
2.2.3.13.	Principios hidráulicos	42
	2.2.3.13.1. Relaciones hidráulicas ..	43
2.2.3.14.	Cálculo hidráulico	43
	2.2.3.14.1. Especificaciones	
	técnicas	44
	2.2.3.14.2. Ejemplo de diseño de	
	un tramo	44
2.2.4.	Estudio de Impacto Ambiental	48
2.2.5.	Propuestas de tratamiento.....	49
2.2.6.	Elaboración de planos	51
2.2.7.	Presupuesto	51
2.2.8.	Análisis socioeconómico.....	53
	2.2.8.1. Valor Presente Neto	53
	2.2.8.2. Tasa Interna de Retorno	54
CONCLUSIONES		55
RECOMENDACIONES		57
BIBLIOGRAFÍA		59
APÉNDICES		61
ANEXOS		63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Cotas Invert.....	39
----	-------------------	----

TABLAS

I.	Necesidades del casco urbano de San Jacinto, Chiquimula	2
II.	Resumen diseño línea de conducción.....	15
III.	Resumen diseño red de distribución	18
IV.	Listado de planos de sistema de agua potable.....	22
V.	Presupuesto de la ampliación del sistema de agua potable	23
VI.	Profundidades mínimas en tubería PVC	42
VII.	Listado de planos de sistema de alcantarillado sanitario	51
VIII.	Presupuesto de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario ..	52

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal
PVC	Cloruro de polivinilo
Ø	Diámetro de tubo
PSI	Libras por pulgada cuadrada
lt/hab./día	Litro por habitante al día
m.c.a.	Metros columna de agua
P.V	Pozo de visita
Pd	Presión dinámica
PE	Presión estática
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de tirantes
v/V	Relación de velocidades

GLOSARIO

Aforo	Medición de la cantidad de agua por unidad de tiempo.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Aguas negras	El agua que se desecha, después de haber servido para un fin. Puede ser doméstica, comercial o industrial.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
Caudal	Cantidad de agua que corre en un tiempo determinado.
Colector	Conducto principal de sección circular que recolecta y transporta las aguas negras hasta el depósito final o desfogue.
Concreto ciclópeo	Material de construcción, obtenida de mezcla de cemento, arena, grava. El material pétreo es muy grueso.
Cota Invert	Cota o altura de la parte interior inferior del tubo instalado.

Dotación	Cantidad de agua que en promedio consume cada habitante.
Fosa séptica	Es un estanque cubierto y hermético, construido de piedra, concreto armado y otros materiales de albañilería. Es generalmente de forma rectangular, proyectado y diseñado para que las aguas negras se mantengan a una velocidad muy baja, por un tiempo determinado, que oscila entre 12 a 72 horas, durante el cual se efectúa un proceso anaeróbico de eliminación de sólidos sedimentables.
Mampostería	Obra hecha con mampuestos colocados y ajustados unos con otros sin sujeción a determinado orden de hiladas o tamaños.
Pérdida de carga	Es la disminución de presión dinámica debido a la fricción que existe entre el agua y las paredes de la tubería.
Piezométrica	Cargas de presión en el funcionamiento hídrico de la tubería.
Planimetría	Tema de la topografía que enseña a hacer mediciones horizontales de una superficie.
Saneamiento	Es la actividad que tiene por objeto recoger, transportar evacuar y depurar las aguas servidas de un asentamiento humano.

Tirante	Altura del flujo sanitario que abarca una sección parcial.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.

RESUMEN

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado en la Municipalidad de San Jacinto Chiquimula, se desarrollaron los diseños de las ampliaciones de los sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario, ambos ubicados en el casco urbano de San Jacinto, los cuales serán de suma importancia para el desarrollo de este municipio.

El primero de los proyectos trata del diseño de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en el casco urbano de San Jacinto, el cual será abastecido por un manantial natural ubicado en la aldea Escalón. Los componentes del proyecto son: captación, línea de conducción, red de distribución y obras hidráulicas, los cuales funcionarán por medio de un sistema por gravedad.

El segundo trata de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario del casco urbano de San Jacinto, el cual se conectará a una planta de tratamiento de aguas residuales. Los componentes de tal proyecto son: línea de conducción de aguas residuales, pozos de visita y conexiones domiciliarias.

Cada estudio posee planos y presupuestos respectivos.

OBJETIVOS

General

Diseñar la ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario para el casco urbano del municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula.

Específicos

1. Mejorar la calidad de vida de la población proporcionando agua de buena calidad para el consumo.
2. Prevenir la contaminación de los ríos y de enfermedades infecciosas causadas por las aguas residuales.
3. Aplicar los conocimientos adquiridos durante la formación académica en proyectos reales de beneficio a la población guatemalteca.

INTRODUCCIÓN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería se pretende proveer de los elementos técnicos necesarios, para atender la necesidad de las comunidades de la población guatemalteca, específicamente a la carencia de servicios básicos, es por ello que el siguiente trabajo de graduación se enfoca principalmente en la falta de servicios de saneamiento, el cual es la causa de los problemas en el desarrollo de una vida digna y sana.

El presente trabajo contiene el diseño de la ampliación a los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario para el casco urbano del municipio de San Jacinto, departamento de Chiquimula. Adecuándose a las necesidades básicas de la población, haciendo uso de los recursos que proporciona la Municipalidad de San Jacinto conjuntamente con la población.

Se proponen soluciones factibles desde el punto de vista técnico, el primer capítulo contiene una investigación diagnóstica con base en las necesidades de servicios básicos e infraestructura del casco urbano del municipio de San Jacinto. En los siguientes capítulos se podrá apreciar el diseño de un sistema de agua potable y de un sistema de alcantarillado sanitario. Al final, se presentarán los planos de cada uno de los proyectos.

1. INVESTIGACIÓN DIAGNÓSTICA DE NECESIDADES EN SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURA DEL CASCO URBANO DE SAN JACINTO

Fue necesario realizar un diagnóstico para definir las principales necesidades de los servicios en el casco urbano de San Jacinto.

1.1. Descripción de necesidades

Las necesidades que se presentan son distintas dependiendo de cada comunidad o población, siendo estas las más comunes en el casco urbano.

- Construcción de la pavimentación en todas las calles del casco urbano. Es indispensable la pavimentación de las calles, porque debido a la circulación diaria de vehículos y al tiempo que tienen de estar adoquinadas se han deteriorado, y en época de invierno el daño es mayor por las corrientes de agua, aumentando los baches, a tal grado que se vuelven intransitables.
- Ampliación del sistema de agua potable, dado que la población se ha incrementado y que los mantos acuíferos se secan en verano se necesita satisfacer las necesidades básicas de los habitantes del casco urbano, por ello es importante que tengan siempre este servicio.
- Ampliación en edificios escolares; se considera necesaria la ampliación de las escuelas primarias y del instituto de educación básica, ubicadas

en el casco urbano, debido a que la población escolar ha aumentado y el número de aulas es insuficiente.

- Ampliación del sistema de alcantarillado, ya que, es necesario conducir todas las descargas hacia una planta de tratamiento de aguas residuales, para evitar la contaminación del manto acuífero, y así disminuir enfermedades gastrointestinales de transmisión hídrica.

1.2. Evaluación y priorización de necesidades

La priorización de los proyectos se realizó según criterios que la Municipalidad y Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de San Jacinto determinaron, realizando para ello un estudio, definiéndolo de la siguiente forma

Tabla I. **Necesidades del casco urbano de San Jacinto, Chiquimula**

NÚMERO	NOMBRE DEL PROYECTO	UBICACIÓN	CLASIFICACIÓN
1	Ampliación del sistema de agua potable	Casco urbano	Servicio básico
2	Ampliación del sistema de alcantarillado	Casco urbano	Servicio básico
3	Pavimentación de calles	Casco urbano	Infraestructura vial
4	Ampliación de edificios escolares	Casco urbano	Educación

Fuente: elaboración propia.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la ampliación del sistema de agua potable para el casco urbano, San Jacinto, Chiquimula

Este diseño tiene la finalidad de determinar los elementos necesarios para un desempeño óptimo del mismo, captando y conduciendo el agua potable hacia los tanques de almacenamiento para luego ser distribuida.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar la ampliación del sistema de agua potable por gravedad para el casco urbano del municipio de San Jacinto. La fuente es un manantial natural, de brote definido en ladera, ubicado en la aldea Escalón. El sistema propuesto está constituido por una captación, 2 525 metros de línea de conducción y 155 metros de línea de distribución con tubería PVC.

2.1.1.1. Diagnóstico del sistema en funcionamiento

Dado que la población del casco urbano del municipio de San Jacinto ha aumentado y que los caudales de los mantos acuíferos disminuyen en época de verano se diagnosticó que el sistema de agua potable existente es ineficiente, debido que no satisface las necesidades básicas de la población, por lo que es necesario que se realice la ampliación de dicho sistema.

2.1.2. Levantamiento topográfico

Este constituye un elemento básico para la elaboración del diseño, debido a que permite representar gráficamente los posibles puntos de ubicación de la obra en estudio, en este proyecto el método utilizado fue el de conservación de azimut, con vuelta de campana y el taquimétrico para altimetría.

El equipo utilizado fue el siguiente:

- Teodolito Wild T-2
- Estadal
- Cinta métrica de 100 m.
- Plomada
- Estacas de madera, pintura, clavos, martillo, plomada, etc.

2.1.3. Fuentes de agua

La fuente de abastecimiento es un nacimiento tipo de brote definido en ladera, ubicado aproximadamente a una distancia de 2,5 kilómetros del tanque de distribución.

2.1.4. Caudal de aforo

El objetivo primordial es conocer el caudal que produce el manantial en época de estiaje, el aforo se practicó a finales de abril se obtuvo un caudal aproximado de 0,73 litros por segundo.

2.1.5. Análisis de calidad de agua

Para que el agua sea potable debe ser sanitariamente segura y agradable a los sentidos. Para determinar la calidad del agua es necesario regirse por las normas, en Guatemala dichas normas son de la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR) NGO 29 001; esta dictamina los límites y características de calidad físicas, químicas y bacteriológicas.

2.1.5.1. Examen bacteriológico

Es necesario reconocer que la mayoría de enfermedades en la población es de orígenes entéricos, tales como bacterianos, parasitarios y virales es decir que son organismos microbiológicos.

El objetivo primordial de este examen es la detección de la polución fecal, ya que esta es la que representa el mayor peligro para la humanidad. De acuerdo al análisis realizado a una muestra de agua, se determinó que es apta para consumo humano, según COGUANOR NGO 29 001 (ver anexo 1).

Sin embargo, es necesario mantener un margen de seguridad por lo que se recomienda un sistema de desinfección a base de cloro.

2.1.5.2. Examen fisicoquímico sanitario

El análisis físico determina el aspecto, color, turbiedad, olor, sabor, pH, temperatura y conductividad eléctrica.

El análisis químico mide las cantidades de minerales y materia orgánica existentes en el agua que afectan la calidad de esta, como lo son: amoníaco,

nitritos, nitratos, cloro residual, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro total, dureza total, sólidos totales, sólidos volátiles, sólidos fijos, sólidos en suspensión, sólidos disueltos y también la alcalinidad.

En este caso no se realizó este análisis ya que el Laboratorio de la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento no lo realiza.

2.1.6. Criterios de diseño

Son reglas o normas utilizadas como referencia para el dimensionamiento de tuberías y otro tipo de obras, relacionadas con el diseño y construcción del sistema de agua potable, para garantizar el buen diseño y funcionamiento.

2.1.6.1. Período de diseño

El período de diseño corresponde al tiempo en el cual se estima que el proyecto proporcione un servicio eficiente, tomando en cuenta algunos valores usuales en el medio, se tiene

- De 15 a 20 años: línea de conducción, tanque de distribución y red de distribución.
- De 10 años: para equipos mecánicos

En este caso se adoptó un período de diseño de 20 años más un año de trámites.

2.1.6.2. Población de diseño

Para la estimación de la población futura existen varios modelos matemáticos, estos pueden ser analíticos y gráficos.

El modelo que más se adecua para las poblaciones que se encuentran en vías de desarrollo es el método geométrico, consiste en el cálculo de la población con base en la tasa de crecimiento poblacional que se tiene registrado de los censos de población. Debe proyectarse en el tiempo según el período de diseño que se estime.

Ecuación de incremento geométrico

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

Pf = población futura

Pa = población actual

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño en años

Aplicando la ecuación se obtiene:

$$P_f = 132 * (1 + 0,033)^{21} = 262 \text{ habitantes}$$

2.1.6.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a una persona, en litros/habitante/día. Para la adopción de una dotación adecuada se debe tomar en cuenta el clima y

la ubicación de la población es decir, si es área urbana o rural y las distintas actividades comerciales. Por lo que se puede clasificar de la siguiente manera

- 60 a 90 litros / habitante / día (área rural)
- 90 a 120 litros / habitante / día (área rural clima cálido)
- 120 a 150 litros / habitante / día (área urbana clima frío en el interior del país).
- 150 a 200 litros / habitante / día (área urbana clima cálido en el interior del país).
- 200 a 300 litros / habitante / día (área metropolitana)

Para el presente diseño se tomará una dotación de 200 lt/hab./día, la cual es la que asigna la Municipalidad a los habitantes.

2.1.6.4. Factores de consumo

Existen rangos para determinar el valor que se le asignará. Por lo tanto, se calculan los factores de consumo principales.

2.1.6.4.1. Factor de día máximo (Fdm)

Este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. El Instituto de Fomento Municipal y la Unidad Ejecutora de Proyectos y Acueductos Rurales (INFOM/UNEPAR) recomiendan lo siguiente:

Tipo de población	Fdm
Área rural	1,20 a 1,80
Área urbana	1,80 a 2,00
Área metropolitana	2,00 a 3,00

Se tomará el factor de 1,80, ya que, para el presente proyecto se cuenta con una población futura menor a 1 000 habitantes en área urbana.

2.1.6.4.2. Factor de hora máxima (Fhm)

Este, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de las costumbres. El Instituto de Fomento Municipal y la Unidad Ejecutora de Proyectos y Acueductos Rurales (INFOM/UNEPAR) recomiendan lo siguiente:

Tipo de población	Fhm
Área rural	1,80 a 2,00
Área urbana	2,00 a 3,00
Área metropolitana	3,00 a 4,00

Para el diseño de la red de distribución de este proyecto se utilizará 2,50 por ser una población menor de 1 000 habitantes en área urbana.

2.1.7. Determinación de caudales

Los caudales de diseño son los consumos mínimos de agua requeridos por la población que se va abastecer en un sistema de agua potable.

2.1.7.1. Caudal medio diario

El consumo medio diario es el producto de multiplicar la dotación asignada para un día y el número de habitantes futuros dividido el número de segundos que tiene un día (86 400 segundos).

$$Q_{md} = \frac{\text{Dot.} * P_f}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{md} = caudal medio diario

Dot.= dotación a servir

P_f = población futura

$$Q_{md} = Q_{\text{aforo}} = 0,73 \text{ lt/s}$$

En este caso el caudal medio a utilizar será el caudal de aforo.

2.1.7.2. Caudal máximo diario

Es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año, es utilizado para el diseño de líneas de conducción por gravedad. Se obtiene del producto de la multiplicación del caudal medio diario y el factor de día máximo.

$$Q_{MD} = F_{dm} * Q_{md}$$

Donde:

Q_{MD} = caudal máximo diario

Q_{md} = caudal medio diario

F_{dm} = factor de día máximo

$$Q_{MD} = 0,73 \text{ lt/s} * 1,8 = 1,31 \text{ lt/s}$$

En este caso el caudal máximo diario para el diseño de la línea de conducción no se tomará en cuenta. Se utilizará el caudal de aforo debido que es una ampliación al sistema de agua potable.

2.1.7.3. Caudal máximo horario

Es el caudal de máximo consumo del agua durante una hora de un día en el período de un año es utilizado para el diseño de la línea y red de distribución; está en función del factor de hora máxima y el caudal medio diario. Se determina con la siguiente ecuación.

$$Q_{hm} = F_{hm} * Q_{md}$$

Donde:

Q_{hm} = caudal de hora máximo

F_{hm} = factor de hora máximo

Q_{md} = caudal medio diario

$$Q_{hm} = 2,5 * 0,73 \text{ lt/s} = 1,83 \text{ lt/s}$$

2.1.8. Diseño hidráulico del sistema

El diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable reúne los aspectos técnicos, tales como: topografía, criterios de diseño, determinación de caudales y exámenes de laboratorio, todos con el fin de diseñar de la mejor manera dicho sistema.

2.1.8.1. Captación

Se define como las obras de artes o estructuras de obra civil adecuadas para la captación total o parcial de una fuente de abastecimiento, el cual puede ser: superficial, brote definido y galerías de infiltración; toda estas estructuras diseñadas bajo ciertas normas y reglamentos. La fuente de abastecimiento constituye el elemento primordial en el diseño de un acueducto y previo a cualquier paso debe definirse el tipo, cantidad, calidad y ubicación.

El tipo de fuente que se tiene en este proyecto es de un nacimiento de brote definido en ladera, en el diseño se utilizará una captación típica con galería de infiltración, caja reunidora de caudal y caja válvula de compuerta de mampostería (ver en apéndices plano 5).

2.1.8.2. Línea de conducción

Es el conjunto de tuberías trabajando a presión forzada, que viene desde la captación al tanque de distribución. Para el presente diseño se trabajará el sistema por gravedad.

En el diseño de la línea de conducción se deben de tener en cuenta los principios de hidráulica como la carga disponible, piezométrica, pérdidas y otras herramientas.

A continuación se presenta la ecuación de Hazen - Williams.

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

H_f = pérdidas por fricción en la tubería (pérdidas de carga) en m

L = longitud del tramo en m

Q = caudal en lt/s

∅ = diámetro interno de la tubería en pulgadas

C = coeficiente que depende del material de la tubería:

PVC; C = 150

HG; C = 100

- Ejemplo de diseño:

Tramo 1, (conducción)

Cota inicial del tramo E-0: 493,00 m

Cota final del tramo E-39: 442,50 m

Longitud: 2 525,65 m

Caudal día máximo (aforo): 1,31 lt/s

Coeficiente C de PVC: 150

H_f disponible: 50,50 m

- Cálculo diámetro teórico:

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * 2\,525,67 * 1,31^{1,85}}{150^{1,85} * 50,50} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,72 \text{ ''}$$

Se tomó un diámetro comercial de 2'', con diámetro interno de 2,193''.

- Cálculo de pérdida:

$$Hf_{2''} = \frac{1\,743,811 * 2\,525,67 * 1,03 * 1,31^{1,85}}{150^{1,85} * 2,193^{4,87}} = 15,39 \text{ m}$$

- Cálculo de velocidad:

$$V = \frac{1,9735 * Q_d}{\phi^2} = \frac{1,9735 * 1,31}{2,193^2} = 0,54 \text{ m/s}$$

0,54 m/s < V = 0,40 m/s < 3,00 m/s; por consiguiente el diámetro de tubería propuesto cumple con los parámetros.

- Cota piezométrica

$$CP = \text{cota inicial} - Hf$$

$$CP = 493,00 - 15,39 = 477,61 \text{ m}$$

- Presión dinámica

$$Pd = \text{cota piezométrica final} - \text{cota terreno final}$$

$$Pd = 477,61 - 442,50 = 35,11 \text{ m.c.a.}$$

$Pd = 35,11 \text{ m.c.a}$ y; $10,0 \text{ m.c.a.} < Pd < 60,00 \text{ m.c.a.}$; por consiguiente el tramo cumple con los parámetros.

- Presión estática

$$Pe = \text{cota terreno inicial} - \text{cota terreno final}$$

$$Pe = 493,00 - 442,50 = 50,50 \text{ m.c.a.}$$

$Pe = 50,50 \text{ m.c.a.} < 112 \text{ m.c.a.}$; por consiguiente el tramo cumple con los parámetros.

Tabla II. **Resumen diseño línea de conducción**

LÍNEA DE CONDUCCIÓN														
Tramo		Long.	Q	Diámetro			Vel	Hf	Cota de terreno		Cota piezométrica		Presión dinámica	
Eo	Ef	m	l/s	Calc.	Usado	Nominal	m/s	Mts	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
E0	E39	2 525,67	1,31	1,72	1,754	2,00"	0,54	15,39	493,00	477,61	493,00	442,50	442,50	35,11

Fuente: elaboración propia.

2.1.8.3. Tanque de almacenamiento

El tanque de distribución tiene como fin principal cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

Según las normas generales del INFOM para el diseño del tanque de distribución, se tiene lo siguiente

- Población menor de 1 000 habitantes = 35 %
- Población entre 1 000 a 5 000 habitantes = 45 %
- Población mayor de 5 000 habitantes = 50 %

El volumen del tanque de distribución o almacenamiento (Vol. tanque) en metros cúbicos (m³) es el siguiente

$$\text{Vol. tanq.} = Q_{\text{md}} * 86\ 400 * 45 \%$$

El sistema en funcionamiento tiene un tanque de almacenamiento con un volumen de 110 m³, por lo que no fue necesario incorporar otro tanque.

2.1.8.4. Red de distribución

Son las líneas y ramales de abastecimiento que alimentan de agua a cada uno de los usuarios. Las líneas de distribución son en mayoría tuberías de PVC.

Para el diseño de la red de distribución se debe tener en cuenta que la presión mínima es de 10 m.c.a. y la presión máxima es de 60 m.c.a. Vale la pena mencionar que la presión máxima de 60 m.c.a, generalmente solo aplica para países latinoamericanos, porque los accesorios para instalaciones hidráulicas domiciliarias generalmente son diseñados para esta presión.

- Ejemplo de diseño:
Tramo (distribución)
Cota inicial del tramo E-39 (tanque): 442,50 m

Cota final del tramo E-37:	406,30 m
Longitud:	167,52 m
Caudal máximo horario:	1,83 lt/s
Coefficiente C PVC:	150
Hf disponible:	36,20 m

- Cálculo diámetro teórico:

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * 167,52 * 1,83^{1,85}}{150^{1,85} * 36,20} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,20 \text{ ''}$$

Por solicitud de la Municipalidad se tomó un diámetro comercial de 2", con diámetro interno de 2,193".

- Cálculo de pérdida:

$$Hf_{2''} = \frac{1\,743,811 * 167,52 * 1,03 * 1,50^{1,85}}{150^{1,85} * 2,193^{4,87}} = 1,90 \text{ m}$$

- Cálculo de velocidad:

$$V = \frac{1,9735 * Q_d}{\phi^2} = \frac{1,9735 * 1,83}{2,193^2} = 0,76 \text{ m/s}$$

0,76 m/s < V= 0,40 m/s < 3,00 m/s; por consiguiente el diámetro de tubería propuesto cumple con los parámetros.

- Cota piezométrica

$$CP = \text{cota inicial} - H_f$$

$$CP = 442,50 - 1,90 = 440,60 \text{ m}$$

- Presión dinámica

$$Pd = \text{cota piezométrica final} - \text{cota terreno final}$$

$$Pd = 440,60 - 406,30 = 34,30 \text{ m.c.a.}$$

$Pd = 34,30 \text{ m.c.a.}$ y; $10,0 \text{ m.c.a.} < Pd < 60,00 \text{ m.c.a.}$; por consiguiente el tramo cumple con los parámetros.

- Presión estática

$$Pe = \text{cota terreno inicial} - \text{cota terreno final}$$

$$Pe = 442,50 - 406,30 = 36,20 \text{ m.c.a.}$$

$Pe = 36,20 \text{ m.c.a.} < 112 \text{ m.c.a.}$; por consiguiente tramo cumple con los parámetros.

Tabla III. **Resumen diseño red de distribución**

RED DE DISTRIBUCION																
Tramo		Long.	Q	Diámetro			Vel	Hf	Cota de terreno		Cota piezométrica		Presión dinámica		Presión estática	
Eo	Ef	m	l/s	Calc.	Usado	Nominal	m/s	Mts	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
tanque	E37	167,52	1,83	1,20	2,00	2,19	0,76	1,90	442,5	406,3	442,5	440,60	0,00	34,30	0,00	36,20

Fuente: elaboración propia.

2.1.8.5. Sistema de desinfección

En todo sistema de abastecimiento de agua potable debe considerarse la incorporación de un sistema de desinfección, con la finalidad de proveer el agua libre de bacterias, virus y parásitos que puedan afectar la salud de las personas.

Con base en los resultados obtenidos por el centro de salud ubicado en el municipio de San Jacinto, Chiquimula se determinó que el agua requiere de tratamiento para el consumo. Para la desinfección se deberá aplicar la sustancia química hipoclorito de calcio, utilizando un dosificador de pastillas, este dispositivo disolverá las pastillas de hipoclorito de calcio por el flujo de agua entrante al hipoclorador y luego al tanque de distribución, siendo la cloración del agua controlada por este flujo.

Actualmente el tanque de distribución cuenta con un sistema de cloración, solo será necesario aumentar la dosis de cloración.

2.1.8.6. Obras de arte

- Cajas unificadoras de caudales: es utilizada cuando se hace necesario reunir dos o más caudales captados previamente. La capacidad varía en función del número de fuentes a reunir y al caudal que proporciona cada una de ellas.
- Caja rompe-presión: son utilizadas en puntos de la red de conducción donde la presión estática es igual a la presión máxima de trabajo de la tubería, estas cajas no cuentan con flotador y la localización está regida por la presión de trabajo de la tubería que se va a utilizar.

- Caja para válvulas: brindan protección a cualquier válvula instalada dentro del sistema tales como, válvulas de aire, válvulas de limpieza, válvulas de paso y válvulas reguladoras de presión.
- Pasos de zanjón: en lugares donde es necesario salvar una depresión no muy grande es necesario colocar un paso de zanjón, que son estructuras con columnas cortas y tubería HG.
- Pasos aéreos: en el caso que se necesite salvar una depresión en el terreno y no se pueda realizar a través de un paso de zanjón se utilizan los pasos aéreos. Están compuestos por torres de concreto cimentadas que sostienen un cable de acero y dirigen el peso a un anclaje sobre el suelo con el objetivo de hacer que la tubería cuelgue por medio de péndolas. La tubería queda expuesta, por lo que se utiliza tubería HG.

Para este proyecto solo se diseñaron cajas de válvulas ubicadas en E-9, E-10, E-18, E-19, E-23 y E-37.

2.1.8.7. Válvulas

Las válvulas permitirán regular cualquier flujo de un fluido, y facilitar la limpieza de las tuberías al restringir el flujo del fluido por medio de estas.

- Válvulas de limpieza; se colocan para permitir la descarga de los sedimentos acumulados. Se instalan en los puntos bajos de la línea de conducción, utilizando el siguiente criterio: con diámetros de tubería menores a 2" se colocará una válvula de igual diámetro al de la tubería y en líneas con diámetro mayor de 2" la válvula será de 2". Se colocarán en las estaciones: E-9, E-19 y E-37 (ver en apéndices plano 5).

- Válvula de aire; esta válvula tiene la función de permitir el escape de aire que se acumula en las tuberías se colocan en los puntos altos. Se colocarán en las estaciones: E-10, E-18 y E-23 (ver en apéndices plano 5).
- Válvulas de compuerta (V.C.); tienen la función de abrir o cerrar el paso del agua. Se colocarán en la captación y como válvulas de limpieza.

2.1.8.8. Programa de operación y mantenimiento

Es de gran importancia saber que ningún sistema de agua funcionará adecuadamente sin la supervisión de un encargado, ya que, si no lo hubiera, el sistema después de algún tiempo colapsará y dejará de funcionar.

El encargado del funcionamiento, debe ser preferiblemente un fontanero asalariado, que realizará inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema, para garantizar el adecuado funcionamiento.

Entre las actividades más comunes del fontanero están:

- Detectar posibles fugas
- Efectuar reparaciones necesarias
- Alimentación y limpieza del sistema de desinfección
- Mantener limpia las unidades
- Limpias de maleza
- Velar por el buen funcionamiento de todas las obras complementarias

En caso de no contar con un fontanero, entonces, el comité de vecinos es el encargado de realizar dichas actividades.

2.1.9. Propuesta de tarifa

Un sistema de agua potable debe de contar con un programa de operación y mantenimiento adecuado, para garantizar la sostenibilidad del mismo durante el período para el que ha sido diseñado. Esto implica que es necesario contar con recursos suficientes para operar el sistema, darle un mantenimiento preventivo y cuando así lo amerite también correctivo, dichos recursos pueden obtenerse a través del pago de una tarifa mensual por parte de los beneficiarios de la cabecera municipal de San Jacinto, la tarifa mensual propuesta se realizará un reajuste al costo del servicio de agua potable, tomando en cuenta el mantenimiento y manejo de la nueva línea de conducción. La tarifa adoptada por la Municipalidad es de Q. 20,00 por usuario del servicio de agua potable.

2.1.10. Elaboración de planos

Los planos elaborados del proyecto son los siguientes:

Tabla IV. **Listado de planos de sistema de agua potable**

Descripción	Plano
Planta general línea de conducción y red de distribución	1/6
Planta – perfil línea de conducción E-0 a E-13	2/6
Planta – perfil línea de conducción E-13 a E-20	3/6
Planta – perfil línea de conducción y distribución E-20 a E-39.	4/6
Captación típica, galería de infiltración, detalles de válvulas de aire y de limpieza.	5/6
Detalles de fijación de tubería y detalle de recubrimiento en tubería.	6/6

Fuente: elaboración propia.

2.1.11. Elaboración de presupuesto

Para elaborar el presupuesto se realizó una cuantificación y cotización de materiales según planos finales. Los salarios de mano de obra y materiales se tomaron los que se pagan en la región. El factor de indirectos utilizado es del 35,00 %.

El costo total del proyecto asciende a la cantidad de trescientos doce mil ochocientos nueve quetzales con seis centavos (Q. 312 809,06).

Tabla V. **Presupuesto de la ampliación del sistema de agua potable**

PROYECTO					
AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA					
Ubicación:		Casco Urbano			
Municipio:		San Jacinto			
Departamento:		Chiquimula			
PRESUPUESTO GENERAL					
No.	RENLÓN	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	2 525,69	ML	Q3,24	Q8 183,24
2	LIMPIA Y CHAPEO	2 525,69	ML	Q3,21	Q8 107,46
3	CAPTACIÓN	1,00	U.	Q9 942,52	Q9 942,52
4	EXCAVACIÓN	2 525,69	ML	Q17,15	Q44 581,43
5	TUBERÍA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE 2" 160PSI	2 444,50	ML	Q35,22	Q86 095,29
6	TUBERÍA LÍNEA DE CONDUCCIÓN 2" HIERRO GALVANIZADO	81,20	ML	Q134,03	Q10 883,24
7	ANCLAJE PARA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN EN PUENTE	39,00	U.	Q317,34	Q12 376,26
8	TUBERÍA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE 2" 160PSI	155,00	ML	Q44,29	Q6 864,95
9	CAJA Y VÁLVULA DE AIRE EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN	3,00	U.	Q4 066,46	Q12 199,38
10	CAJA Y VÁLVULA DE LIMPIEZA EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN	4,00	U.	Q3 907,44	Q15 629,76
11	RECUBRIMIENTO DE TUBERÍA	195,00	ML	Q148,11	Q28 881,45
12	RELLENO	2 525,69	ML	Q10,72	Q27 866,64
13	REPARACIÓN DE PAVIMENTO	155,00	ML	Q265,79	Q41 197,45
SUMA DE RENGLONES					Q312,809,06

Fuente: elaboración propia.

2.1.12. Evaluación socioeconómica

La evaluación del proyecto tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente para elaborar indicadores de la rentabilidad social, a través del análisis de beneficio costo. La definición de los beneficios o productos del proyecto se verifican a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta la utilización para todo el año.

Para hacer la evaluación del proyecto, el flujo de beneficios se elaborará de acuerdo con la naturaleza de los beneficios establecidos. En todo caso deben definirse y medirse los beneficios incrementados, ciclo con ciclo, los cuales deben ser atribuidos exclusivamente al proyecto; es decir, aquellos que sean resultado de la presencia del proyecto en la comunidad.

Con relación a los costos, estos se distinguen básicamente en; costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir, los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto.

Los costos de reposición, serán aquellos que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante la vida útil; los costos por reposición, también denominados costos de mantenimiento y por último los costos de funcionamiento, que son aquellos que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que este siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

2.1.12.1. Valor Presente Neto

Es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo, el cual es de una medida de beneficio que rinde un proyecto de inversión a través de toda la vida útil; se define como el valor presente del flujo de ingresos futuros menos el valor presente del flujo de costos. Es un monto de dinero equivalente a la suma de los flujos de ingresos netos que generará el proyecto futuro. Según este método la inversión es aceptable cuando el valor presente es positivo.

Si el VPN es menor que cero, indica que la inversión genera pérdidas a una cierta tasa de interés, si el VPN es mayor que cero indica que la inversión genera ganancias, cuando el VPN es igual a cero indica que la inversión no genera pérdidas ni ganancias, por lo que se concluye que el proyecto es indiferente. Al ser el método que tiene en cuenta el valor tiempo y dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, son analizados cuando inicia el proyecto.

El proyecto de agua potable para el casco urbano de San Jacinto necesita de una inversión inicial de Q. 312 809,06 contará con un ingreso mensual conformado por una tarifa de servicio de Q. 20,00 de 22 viviendas la cual suma un valor anual de Q. 5 280,00 considerando un valor de rescate igual a cero, con una tasa de interés de 5,00 % por las características del servicio social del proyecto y una vida útil de 20 años, el valor presente neto equivale a:

$$\text{VPN} = -\text{Q. } 312\,809,06 + \text{Q. } 5\,280,00(\text{P/A}, 5\%, 20)$$

$$\text{VPN} = -\text{Q. } 312\,809,06 + \text{Q. } 5\,280,00 \left(\frac{(1 + 0,05)^{20} - 1}{0,05 * (1 + 0,05)^{20}} \right)$$

$$VPN = -Q. 312 809,06 + Q. 5 280 * (12,46) = -Q. 247 008,59$$

El Valor Presente Neto indica un total de -Q. 247 008,59 que al ser un valor negativo indica que no hay ganancia en la inversión pero se apega a la realidad social del proyecto al beneficiar directamente al municipio.

2.1.12.2. Tasa Interna de Retorno

Se utiliza para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una Tasa Interna de Retorno (TIR) atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio; este se determina de la siguiente manera

costo = inversión inicial

costo = Q. 312 809,06

beneficio = habitantes beneficiados (a futuro)

beneficio = 262 habitantes

- Determinando el análisis socioeconómico

$$\text{costo/beneficio} = Q. 312 809,06 / 262 \text{ hab.} = Q. 1 193,92 / \text{hab.}$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base en el valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

2.1.12.3. Evaluación de Impacto Ambiental

Valorará los efectos directos e indirectos de cada propuesta de actuación sobre la población humana, la fauna, la flora, el suelo, el aire, el agua, el clima, el paisaje y la estructura y función de los ecosistemas previsiblemente afectados.

- Impacto ambiental en construcción. En el proceso de construcción del proyecto de agua potable, uno de los aspectos a tomar en cuenta para el impacto ambiental que este pueda tener es la remoción de vegetación, es decir lo que comúnmente se conoce en el campo como abrir la brecha, que se hace para darle lugar a la colocación de la tubería, tanto en la línea de conducción como en la distribución del agua, para este proyecto en particular se tendrá el cuidado de que este aspecto fuese lo más mínimo posible, ya que buen porcentaje de la tubería se colocará, con el derecho de paso respectivo, en áreas que los habitantes de la comunidad utilizan para la agricultura.

Otros de los aspectos a tomar en cuenta es la excavación del suelo para la instalación de la tubería, después de este paso se procederá a la compactación necesaria para no afectar el suelo, que como ya se dijo, los derechos de paso obtenidos se encuentran en terrenos cultivables.

- Impacto ambiental en operación. En el proceso de operación del proyecto uno de los aspectos en el tema del ambiente, es el de estudiar y registrar la disminución del caudal superficial de donde se está captando el agua, en este caso de un nacimiento de agua, ubicado en la aldea Escalón.

Es necesario decir que la captación se diseñó de tal manera que capte el agua necesaria para la población en el período de diseño establecido, y la colocación y ubicación de la misma fuera lo menos nociva posible, dejando que el agua superficial a no ser captada siga el curso normal, además que esta no utiliza algún tipo de agente químico que pueda llegar a afectar el agua y a la población aguas abajo.

Es importante mencionar que las comunidades obtuvieron el compromiso de mantener un tipo de vigilancia en el sentido ambiental, ya que este es un requisito fundamental tanto en la construcción como en la operación del proyecto para el impacto ambiental que pueda llegar a tener el mismo.

2.2. Diseño de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario para el casco urbano de San Jacinto, Chiquimula

Este diseño tiene la finalidad de determinar los elementos necesarios para un desempeño óptimo del mismo, recogiendo y encausando las aguas servidas para así evitar contaminación y enfermedades.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de la red para el alcantarillado sanitario, que servirá como colector y conductor de las aguas negras, con una longitud de 8 000 metros lineales y 148 pozos de visita, para el diseño se utilizaron algunas de las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la tubería a utilizar será PVC Novafort según la Norma ASTM-F949. El flujo del caudal será por gravedad, por lo cual se utilizaron las pendientes que proporciona el terreno, cuidando que estas no excedan las velocidades mínimas y máximas dentro de la tubería. La descarga de todas las aguas del casco urbano será en

la planta de tratamiento de aguas residuales la cual se encuentra en fase de construcción.

2.2.1.1. Diagnóstico del sistema en funcionamiento

Dado que el sistema de alcantarillado existente ya posee según los habitantes más de 50 años, además que la población ha aumentado y que se necesita conectar el sistema de alcantarillado a una planta de tratamiento para evitar la contaminación de los ríos, ya que que el sistema actual desemboca en los ríos, se diagnóstica que el sistema de alcantarillado del casco urbano de San Jacinto existente es ineficiente ya que no satisface las necesidades básicas de la población, por lo que es necesario que se realice la ampliación de dicho sistema.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Este constituye un elemento básico para la elaboración del diseño, ya que, permite representar gráficamente los posibles puntos de ubicación de la obra en estudio, en este proyecto el método utilizado fue el de conservación de azimut, con vuelta de campana y el taquimétrico para altimetría.

El equipo utilizado fue el siguiente:

- Teodolito Wild T-2
- Estadal
- Cinta métrica de 100 m.
- Plomada

2.2.3. Diseño del sistema

Este reúne los aspectos técnicos, tales como: período y población de diseño, dotación de agua potable, factor de retorno y factor de Harmond todos con el fin de diseñar de la mejor manera el sistema de alcantarillado sanitario.

2.2.3.1. Descripción del sistema a utilizar

De acuerdo con la finalidad, existen tres tipos básicos de alcantarillado. La selección o adopción de cada uno de estos sistemas dependerá de un estudio minucioso de factores, tanto topográficos como funcionales, pero quizás el más importante es el económico.

- Alcantarillado sanitario: recoge las aguas servidas domiciliarias, como, baños, cocinas, lavados y servicios; las de residuos comerciales, como, restaurantes y garajes; las de residuos industriales, e infiltración.
- Alcantarillado pluvial: recoge únicamente las aguas de lluvia que concurren al sistema.
- Alcantarillado combinado: posee los caudales antes mencionados (sanitario y pluvial).

Para este caso se diseñará un sistema de alcantarillado sanitario, porque se recolectaran aguas servidas domiciliarias únicamente.

2.2.3.2. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Pasado este período, es necesario rehabilitarlo. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para llenar adecuadamente la función, durante un período de 30 a

40 años, a partir de la fecha de la construcción. Este período de diseño debe tomar en cuenta diversos factores, como:

- Tendencia de crecimiento poblacional
- Calidad de los materiales a utilizar
- Durabilidad de las instalaciones
- Facilidad de construcción y posibilidad de ampliación
- Posibilidades para la obtención del financiamiento y tasas de interés

Para este proyecto se opta por un período de diseño de 30 años. Se adoptó este período tomando en cuenta los siguientes aspectos: los recursos económicos con los que cuenta la Municipalidad, y las Normas del Instituto de Fomento Municipal.

2.2.3.3. Población de diseño

Para estimar la población de diseño se utilizó el método geométrico, involucrando de forma directa a la población actual que tributará al sistema de drenaje y la tasa de crecimiento del lugar.

Para el diseño del sistema se tiene una población actual de 2 310 habitantes, y una tasa de crecimiento de 3,3 % por lo que se obtiene una población futura de 6 118 habitantes, en un período de 30 años, para efecto se aplicó el método geométrico dado que es el modelo que más se adecua para las poblaciones que se encuentran en vías de desarrollo.

2.2.3.4. Dotación de agua potable

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitante por día (lt/hab/día). Los factores que se consideran en la dotación son: clima, nivel de vida, actividad productiva, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, medición, administración del sistema y presión del mismo.

Para el diseño se trabajó con una dotación de 200 lt/hab/día, la cual es asignada por la Municipalidad.

2.2.3.5. Factor de retorno

Este factor se determina bajo el criterio del uso del agua de la población, en ningún caso retorna el cien por ciento al alcantarillado, debido a que hay actividades donde el agua se infiltra, este porcentaje oscila entre 70 % al 90 % en este caso el 85 %, que es el valor adoptado para este proyecto.

2.2.3.6. Factor de Harmond

Es el factor que se encarga de regular un valor máximo de las aportaciones por uso doméstico, determinando la probabilidad del número de usuario que estará haciendo uso del servicio o la probabilidad de que múltiples artefactos sanitarios de las viviendas se estén usando simultáneamente. Estará siempre en función del número de habitantes localizados en el tramo de aporte. El cálculo se determina mediante la fórmula de Harmond:

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

$$FH = \frac{18 + \sqrt{5\,594 / 1\,000}}{4 + \sqrt{5\,594 / 1\,000}} = 3,20$$

Donde P es la población, expresada en miles.

El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5, según sea el tamaño de la población a servir del tramo.

2.2.3.7. Caudal sanitario

Está compuesto por la integración de los diferentes caudales que se integran a un mismo sistema. En este caso los caudales que tributan son los siguientes:

2.2.3.7.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas por consumo interno, hacia el colector principal, está relacionada directamente con la dotación de agua a cada hogar.

El agua utilizada en jardines, lavado de banquetas, lavado de vehículos, entre otros, no es introducida al sistema de alcantarillado, de tal manera que el caudal domiciliar es afectado por un factor de retorno en de 0,85 para el presente proyecto, quedando el caudal domiciliar integrado de la siguiente manera:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{dot} * \#\text{hab.} * FR}{86\,400} = \frac{200 * 5\,594 * 0,85}{86\,400} = 11,00 \text{ lt/s}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar

dot = dotación (lt/hab/día)

#hab. = número de habitantes por tramo

FR = factor de retorno

2.2.3.7.2. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de la profundidad del nivel freático del agua, de la profundidad y tipo de la tubería y de la permeabilidad del terreno, el tipo de juntas, la calidad de mano de obra utilizada y la supervisión técnica.

$$Q_{inf} = \frac{0.01 * D * L}{1\ 000}$$

Donde:

D = diámetro de la tubería en pulgadas

L = longitud de tubería en metros

$$Q_{inf} = \frac{0.01 * 8 * 8000}{1\ 000}$$

$$Q_{inf} = 0,64 \text{ lt/s}$$

2.2.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Según el INFOM se puede considerar estimar que un porcentaje de las viviendas de la aldea puede hacer conexiones ilícitas o que puede variar entre 0,5 a 2,5 %.

$$Q_{\text{conili}} = \frac{Q_{\text{dom}} * f}{100}$$

Donde:

Q_{conili} = caudal de conexiones ilícitas

Q_{dom} = caudal domiciliar

f = factor de conexiones ilícitas

Este caudal, también se puede calcular por el método de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria, el cual indica que se puede tomar un valor de 50 a 150 lt/hab/día. Este método, es el que se utilizará para el desarrollo del presente proyecto pues es el que más se apega a la realidad, en este caso se tomó un valor de 75 lt/hab/día.

$$Q_{\text{conili}} = \frac{\text{dot} * P_o}{86\ 400} = \frac{75 * 5\ 594}{86\ 400} = 4,85 \text{ lt/s}$$

Donde:

Q_{conili} = caudal de conexiones ilícitas

dot = dotación 50 a 150 lt/hab/día

2.2.3.7.4. Caudal comercial e industrial

Como el nombre lo dice, es el agua desechada por las edificaciones comerciales como: comedores, restaurantes, hoteles, etc., por lo general la dotación comercial varía según el establecimiento a considerar, pero puede estimarse entre 600 a 3 000 lts / comercio/día.

$$Q_{\text{com}} = \frac{\text{dotación} * \#\text{comercios}}{86\ 400} = 0,00$$

Donde:

Q_{com} = caudal comercial

Dotación = dotación comercial

#comercios = número de comercios

El caudal industrial es el que proviene de las industrias, tales como procesadoras de alimentos, fábrica de textiles, licoreras, embotelladoras, etc. y la dotación depende de acuerdo al establecimiento que se encuentre en el lugar. Para este proyecto no se tomó en cuenta este caudal, debido a que no existe ninguna industria a lo largo de toda la línea del alcantarillado.

2.2.3.7.5. Factor de caudal medio

Este factor es el que se utiliza para regular la aportación del caudal en la tubería. Este valor según el INFOM debe estar entre el rango de 0,002 a 0,005 y se calcula de la siguiente forma:

$$F_{\text{qm}} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{No. habitantes}} = \frac{(Q_{\text{dom}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{conili}} + Q_{\text{com}} + Q_{\text{ind}})}{\text{No. habitantes}}$$

$$F_{qm} = \frac{(11,00 + 0,64 + 4,85 + 0,00 + 0,00)}{5\,594} = 0,003$$

Donde:

F_{qm} = factor de caudal medio

Q_{medio} = caudal medio

Q_{dom} = caudal domiciliario

Q_{inf} = caudal de infiltraciones

Q_{conili} = caudal de conexiones ilícitas

Q_{com} = caudal comercial

Q_{ind} = caudal industrial

No. habitantes = número de habitantes

2.2.3.7.6. Caudal de diseño

El caudal con que se diseñará cada tramo del sistema sanitario será la suma de: caudal máximo de origen doméstico, caudal comercial, caudal industrial, caudal de infiltración y caudal de conexiones ilícitas.

El caudal de diseño de cada tramo será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, a la población actual y futura, para que funcione adecuadamente durante el período de diseño.

$$Q_{dis} = F_{qm} * FH * \#habitantes$$

$$Q_{dis} = 0,003 * 3,20 * 5\,594 = 53,70 \text{ lt/s}$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño

F_{qm} = factor de caudal medio

FH = factor de Harmond

#habitantes = población del tramo

2.2.3.8. Selección del tipo de tubería

Se basó en las condiciones topográficas del terreno, así como de la vida útil de la misma. La tubería seleccionada para este proyecto fue tubería de PVC Norma ASTM F-949 Novafort de 6 pulgadas de diámetro y 6 metros de largo.

2.2.3.9. Diseño de secciones y pendientes

La pendiente a utilizar en el diseño, deberá ser de preferencia, la misma que tiene el terreno para evitar un sobre costo por excavación excesiva, sin embargo; en todos los casos se deberá cumplir con las relaciones hidráulicas y restricciones de velocidad.

2.2.3.9.1. Velocidades máximas y mínimas

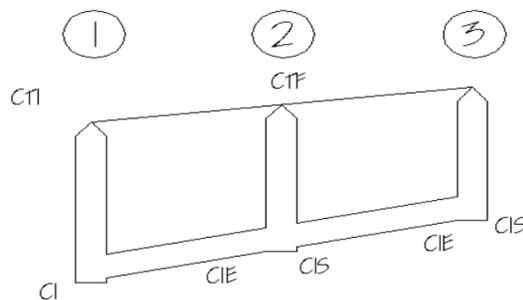
Según las normas para el diseño de alcantarillados del INFOM, las velocidades deben ser mayores de 0,60 metros sobre segundo, para evitar la sedimentación y el taponamiento dentro de la tubería, y como máximo de 3 metros sobre segundo, para evitar la erosión de las paredes de la tubería a causa de la fricción generada por sobrepasar la velocidad máxima. El fabricante

de tuberías PVC Novafort sugiere valores entre el rango de 0,40 y 5,00 metros sobre segundo.

2.2.3.9.2. Cotas Invert

Son las cotas que determinan el nivel de colocación de la tubería que se conectan entre los pozos de visita, desde la parte interna inferior de la tubería hasta la cota del terreno. Estas son las profundidades a las cuales se deben de colocar las tuberías de entrada y salida en los pozos de visita, con relación a las cotas de estos.

Figura 1. Cotas Invert



Fuente: elaboración propia.

2.2.3.10. Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que se construyen para verificar, limpiar, y/o cambiar de dirección en puntos donde se juntan dos o más tuberías; también se construyen donde hay cambios de nivel y a cada cierta distancia.

Normalmente los pozos de visita se construyen a cada cien metros cuando el terreno lo permite. Si las condiciones del lugar son adecuadas por razones económicas se permiten pozos de visita hasta cada veinte metros, además se construyen en los inicios de cualquier tramo, cuando se cambia de dirección; tanto horizontal como vertical, cuando la tubería cambia de diámetro y en cualquier intersección del colector.

La construcción esta predeterminada según normas establecidas por instituciones encargadas de velar por la adecuada construcción de sistemas de alcantarillado sanitario, siendo las principales características: sección circular, fondo de concreto reforzado, paredes de mampostería o cualquier material impermeable, repellos y cernidos lisos en dichas paredes, tapaderas que permiten la entrada de una persona al pozo de un diámetro 0,85 metros, escalones que permiten bajar al fondo del pozo, estos de hierro empotrados en las paredes del pozo. Para el presente diseño los pozos se construirán con ladrillo tayuyo colocados de punta, como también la altura de estos dependerá del diseño de la red.

2.2.3.11. 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 sanitario, es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado, o en cada lugar en donde haya que conectar un desagüe doméstico. Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En los colectores pequeños es más conveniente

una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T.

Sin embargo, la conexión en T es más fácil de instalar en condiciones difíciles. Una conexión en T bien instalada es preferible a una conexión en Y mal establecida. Es conveniente, que el empotramiento con el colector principal se haga en la parte superior, para impedir que las aguas negras retornen por la conexión domestica cuando el colector esté funcionando a toda capacidad.

La conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de cemento colocados en una forma vertical (candelas), la cual une la tubería proveniente del drenaje de la edificación a servir, con la tubería que desaguará en el colector principal. La tubería entre la caja de inspección y el colector, debe tener un diámetro no menor a 0,15 m (6") para tubería de cemento y 0,10 m (4") para tubería PVC debe colocarse con una pendiente de 2 % como mínimo.

En este proyecto se utilizó tubo PVC 4" Norma ASTM F-949 Novafort así como Silleta Y o T 6" x 4" NOVAFORT, para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

2.2.3.12. Profundidad de la tubería

La profundidad a la cual debe quedar la tubería, se calcula mediante la cota Invert; se deberá chequear en todo caso, que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para que no se dañe debido al paso de vehículos y peatones, o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado.

El recubrimiento mínimo es de 1,20 metros para las áreas de circulación de vehículos, en ciertos casos, puede utilizarse un recubrimiento menor, sin embargo; se debe estar seguro del tipo de circulación que habrá en el futuro sobre el área, la tabla que se muestra a continuación, establece las profundidades mínimas según el diámetro de la tubería y el tipo de tránsito.

Tabla VI. **Profundidades mínimas en tubería PVC**

Diámetro	6"	8"	10"	12"	15"	18"
Tránsito liviano	1,22m	1,22m	1,28m	1,34m	1,40m	1,50m
Tránsito pesado	1,42m	1,42	1,48m	1,54m	1,60m	1,70m

Fuente: elaboración propia.

Para el presente proyecto se utilizará una profundidad mínima de 1,20 metros para tubería PVC en cualquier condición de tránsito.

El volumen de tierra, que se tendrá que remover para la colocación de la tubería se calcula tomando en cuenta la profundidad de los pozos de visita y la distancia entre ellos, formando un trapecio, y multiplicando por el ancho de zanja.

2.2.3.13. Principios hidráulicos

Un sistema de alcantarillado sanitario funciona como canal abierto, por gravedad y el flujo está regido por la rugosidad del material y la pendiente del canal. Se emplean canales circulares cerrados y la superficie del agua está afectada por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia que se transporta en dichos caudales.

2.2.3.13.1. Relaciones hidráulicas

Para el diseño de alcantarillado se parte de la igualdad entre la relación de caudales reales o conocidos, y la relación de caudales teóricos (q/Q).

Teniendo esta relación de caudales se determinan los valores de las demás relaciones, por medio de tablas para el diseño de alcantarillados sanitarios. Las relaciones hidráulicas a obtener son:

- Relación de caudales: q/Q

- Relación de velocidades: v/V
 - $0,6 \leq v \leq 3,0$ m/s (tubería de concreto)
 - $0,4 \leq v \leq 5,0$ m/s (tubería Novafort)
 - $0,4$ m/s = para que exista fuerza de tracción y arrastre de los sólidos.
 - $5,0$ m/s = para evitar deterioro de la tubería debido a la fricción producida por la velocidad y la superficie de la tubería de PVC.

- Relación de tirantes: d/D
 - De $0,10$ a $0,75$

2.2.3.14. Cálculo hidráulico

Para el diseño de sistemas de alcantarillado además de calcular el caudal de diseño y realizar los distintos chequeos como lo son las velocidad y tirante se debe de considerar un aspecto importante principalmente como lo 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.

2.2.3.14.1. Especificaciones técnicas

- Para el diseño del presente proyecto se utilizó tubería de PVC Norma ASTM F-949 Novafort.
- Relación de caudales: q/Q
- Relación de velocidades: v/V
 - $0,6 \leq v \leq 3,0$ m/s (tubería de concreto)
 - $0,4 \leq v \leq 5,0$ m/s (tubería Novafort)
- Relación de tirantes: d/D
 - De 0,1 a 0,75
- Profundidades mínimas de pozos de visita de 1,20 metros.
- Silleta Y o T 6" x 4" Norma ASTM F-949 Novafort, para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

2.2.3.14.2. Ejemplo de diseño de un tramo

Se utilizará como ejemplo el tramo entre el PV-12 al PV 13

- Características

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Tramo	PV-12 al PV 13
Distancia	48,43 m.
Total de habitantes a servir	actual: 696 futuro: 1 843
Fqm	0,003

- Cotas del terreno inicial 504,00
final 503,46

- Pendiente del terreno

$$S\% = \frac{(CT_{Inivial} - CT_{Final})}{Distancia} * 100 \%$$

$$S\% = \frac{(504,00 - 503,46)}{48,43} * 100 \% = 1,12\%$$

- Factor de Harmond

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

$$F. H. = \frac{18 + \sqrt{1\ 843/1\ 000}}{4 + \sqrt{1\ 843/1\ 000}} = 3,61$$

- Caudal de diseño

$$Q_{diseño} = F_{qm} * F. H. * No. Hab.$$

$$Q_{diseño} = 0,003 * 3,61 * 1\ 843 = 19,96 \text{ lt/seg}$$

- Diámetro de tubería 8"

- Pendiente de tubería 1,73 %
- Velocidad a sección llena 2,00 m/s
- Caudal a sección llena 65,00 lt/s
- Relación de caudales

$$\frac{Q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{sec. llena}}} = \frac{19,96}{65,00}$$

$$\frac{Q_{\text{diseño}}}{Q_{\text{sec. llena}}} = 0,307077$$

- Relación de caudales

$$\frac{v}{V} = 0,8840$$

- Relación de tirantes

$$\frac{d}{D} = 0,38$$

- Velocidad a sección parcial

$$V = V * v/V$$

$$V = 2,00 * 0,8840 = 1,77 \text{ m/s}$$

- Chequeo

Caudal	19,96 < 65,00	$Q_{\text{diseño}}$ si cumple
Velocidad	0,60 < 1,77 < 3,00	v si cumple
Tirante	0,10 < 0,38 < 0,75	d/D si cumple

- Cota Invert salida del pozo 12

$$CI_{\text{salida pozo 12}} = \text{Cota invert entrada pozo 12} = 502,06$$

$$CI_{\text{salida pozo 12}} = 502,06 - 0,02 = 502,04$$

- Cota invert entrada del pozo 13

$$CI_{\text{entrada pozo 13}} = CI_{\text{salida pozo 12}} - (1,73 \% * DH)$$

$$CI_{\text{entrada pozo 13}} = 502,04 - (1,73 \% * 48,43) = 501,21$$

- Altura de pozo 12

$$\text{Alt. pozo visita 12} = \text{Cota del terreno} - CI_{\text{salida pozo 12}}$$

$$\text{Alt. pozo visita 12} = 504,00 - 502,04 = 1,96 \text{ m}$$

- Altura de pozo 13

$$\text{Alt. pozo visita 13} = \text{Cota del terreno} - CI_{\text{salida pozo 13}}$$

$$\text{Alt. pozo visita 13} = 503,46 - 501,21 = 2,25 \text{ m}$$

- Volumen de excavación

$$\text{Vol. Exc.} = \frac{(\text{Alt. pozo visita 12} + \text{Alt. pozo visita 13}) * Z * DH}{2}$$

$$\text{Vol. Exc.} = \frac{(1,96 + 2,25)\text{m} * 48,43\text{m} * 0,70\text{m}}{2} = 71,36 \text{ m}^3$$

El cálculo total del sistema de alcantarillado sanitario se podrá observar en los apéndices.

2.2.4. Estudio de Impacto Ambiental

Podría definirse como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de los componentes, con cierta magnitud y complejidad, originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Es importante aclarar que el término impacto, no implica negatividad, ya que este puede ser tanto positivo como negativo.

La evaluación de impacto ambiental, es el análisis de las posibles consecuencias de un proyecto sobre la salud ambiental, la integridad de los ecosistemas y la calidad de los servicios ambientales, que estos están en condiciones de proporcionar.

Actualmente, se ha visto afectada tanto la salud de los pobladores, como el paisaje del lugar, porque las aguas residuales son descargadas sobre la superficie del suelo, provocando la formación de lodo y con el agua estancada, en algunos puntos, la proliferación de zancudos que transmiten enfermedades; por lo que la población está teniendo una participación negativa en el ambiente.

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente; este solo sucederá durante el período de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación, provocando dificultades en el tránsito y posibles problemas de polvo debido al viento.

Como impacto ambiental positivo, se tiene la eliminación de aguas residuales, que fluyen sobre la superficie del suelo, eliminando con esto la posibilidad de contaminación del manto freático. Además, la eliminación de fuentes de proliferación de enfermedades, mosquitos y zancudos, y con ello la eliminación de enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del

lugar. Todo esto conlleva una notable mejora en la calidad de vida, para los pobladores del casco urbano de San Jacinto, Chiquimula.

2.2.5. Propuestas de tratamiento

En el país, las aguas negras procedentes de los sistemas de alcantarillado, en la mayoría de los casos se descargan en corrientes naturales. A pesar de que las aguas negras están constituidas, aproximadamente, por 99,00 % de agua y 1,00 % de sólidos, el vertido en una corriente, cambia las características del agua que las recibe, en esta forma, los materiales que se depositan en el lecho, impiden el crecimiento de plantas acuáticas, los de naturaleza orgánica se pudren robando oxígeno al agua produciendo malos olores y sabores.

Las materias tóxicas, compuestos metálicos, ácidos y álcalis afectan directa o indirectamente la vida acuática, las pequeñas partículas suspendidas (como fibras) pueden asfixiar a los peces por obstrucción de las agallas; los aceites y grasas flotan en la superficie o se adhieren a las plantas e impiden el desarrollo. De esto se desprende la necesidad de reducir la descarga de aguas negras en las corrientes naturales, a los límites de auto purificación de las aguas receptoras.

El auto purificación es el lineamiento principal para determinar los procesos de tratamiento. El grado de tratamiento dependerá de un lugar a otro, pero existen tres factores que determinan este:

- Las características y la cantidad de sólidos acarreados por las aguas negras.
- Los objetivos que se propongan en el tratamiento

- La capacidad o aptitud del terreno cuando se dispongan las aguas para irrigación o superficialmente, o la capacidad del agua receptora, para verificar la auto purificación o dilución necesaria de los sólidos de las aguas negras, sin excederse a los objetivos propuestos.

Normalmente se realiza la construcción de una planta de tratamiento primario, ya que el objetivo de estas unidades es la remoción de sólidos en suspensión, lo que se puede realizar por procesos físicos como la sedimentación (asentamiento), en los que se logra eliminar en un 40,00 % a un 60,00 % de sólidos, al agregar agentes químicos (coagulación y floculación) se eliminan entre un 80,00 % a un 90,00 % del total de los sólidos. Otro proceso es la filtración. Las unidades empleadas tratan de disminuir la velocidad de las aguas negras para que se sedimenten los sólidos, los dispositivos más utilizados son:

- Tanques sépticos o fosas sépticas
- Tanques Imhoff
- Tanques de sedimentación simple con eliminación de los lodos
- Reactores anaeróbicos de flujo ascendente (RAFA)

Para un tratamiento adecuado previo a la disposición de las aguas negras, hay que tener en cuenta factores como: espacio disponible para las instalaciones, topografía del terreno, costo de la construcción y mantenimiento requerido, para seleccionar las unidades adecuadas a la población.

Para este proyecto no se realizará una propuesta de diseño ya que se encuentra en proceso de construcción una planta de tratamiento que recibirá todas las aguas residuales del casco urbano.

2.2.6. Elaboración de planos

Los planos elaborados del proyecto son los siguientes:

Tabla VII. **Listado de planos de sistema de alcantarillado sanitario**

Descripción	Plano
Planta general de alcantarillado	01/15
Planta - perfil parte A 01-07	02/15
Planta - perfil parte A 02-07	03/15
Planta - perfil parte A 03-07	04/15
Planta - perfil parte A 04-07	05/15
Planta - perfil parte A 05-07	06/15
Planta - perfil parte A 06-07	07/15
Planta - perfil parte A 07-07	08/15
Planta - perfil parte B 01-02	09/15
Planta - perfil parte B 02-02	10/15
Planta - perfil parte C	11/15
Planta - perfil parte D	12/15
Planta - perfil parte E	13/15
Planta - perfil parte F	14/15
Detalles constructivos	15/15

Fuente: elaboración propia.

2.2.7. Presupuesto

Para elaborar el presupuesto se realizó una cuantificación y cotización de materiales según planos finales. Los salarios de mano de obra y materiales se tomaron los que se pagan en la región. El factor de indirectos a utilizar es del 35,00 %.

El costo total del proyecto asciende a la cantidad de seis millones seiscientos cuarenta y ocho mil setecientos ochenta y cinco quetzales con ochenta y siete centavos (Q. 6 648 785,87).

Tabla VIII. **Presupuesto de la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario**

PROYECTO					
AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO DE SAN JACINTO, CHIQUIMULA					
Ubicación:		casco urbano			
Municipio:		San Jacinto			
Departamento:		Chiquimula			
PRESUPUESTO GENERAL					
No.	RENLÓN	CANT.	U.	P.U.	SUB-TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	8 000,00	ML	Q 3,09	Q 24 720,00
2	RETIRO DE ADOQUÍN	2 700,00	M2	Q 11,95	Q 32 265,00
3	EXCAVACIÓN	16 000,00	M3	Q 89,64	Q1 434 240,00
4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 6"	2 700,00	ML	Q 145,73	Q 393 471,00
5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 8"	900,00	ML	Q 225,45	Q 202 905,00
6	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 10"	800,00	ML	Q 306,06	Q 244 848,00
7	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 12"	500,00	ML	Q 393,99	Q 196 995,00
8	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 15"	2 000,00	ML	Q 572,11	Q1 144 220,00
9	INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE 18"	700,00	ML	Q 922,01	Q 645 407,00
10	RELLENO	16 000,00	M3	Q 56,75	Q 908 000,00
11	INSTALACIÓN DE ADOQUÍN	2 700,00	M2	Q 33,96	Q 91 692,00
12	POZOS DE VISITA DE 1.20 A 2.20M	100,00	U.	Q5 652,80	Q 565 280,00
13	POZOS DE VISITA DE 2.20 A 3.20M	30,00	U.	Q7 296,06	Q 218 881,80
14	POZOS DE VISITA DE 3.20 A 4.20M	18,00	U.	Q8 705,04	Q 156 690,72
15	CONEXIONES DOMICILIARES	285,00	U.	Q1 365,51	Q 389 170,35
SUMA DE RENGLONES					Q 6 648 785,87

Fuente: elaboración propia.

2.2.8. Análisis socioeconómico

La evaluación de un proyecto de esta naturaleza consiste en determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

2.2.8.1. Valor Presente Neto

Se realiza a partir de un flujo de efectivo, trasladando todo al presente. Es una forma fácil de visualizar si los ingresos son mayores que los egresos afectados con el proyecto.

$$VPN = VP_{\text{beneficios}} - VP_{\text{costos}}$$

Para la anterior formula se tiene tres resultados posibles:

- Cuando VPN es mayor que cero se recupera la inversión, se obtiene la rentabilidad además de una ganancia que es igual al valor presente.
- Cuando VPN es igual a cero se recupera la inversión y se obtiene la rentabilidad deseada.
- Cuando VPN es menor que cero se evalúa según la tasa de interés y el porcentaje de ganancia.

El proyecto de alcantarillado sanitario cumple con un objetivo de carácter social, ya que es de beneficio para la comunidad, en el cual no se observa ni un tipo de utilidad (no hay beneficio), los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

$$VPN = 0 - Q. 6\ 648\ 785,87$$

$$VPN = -Q. 6\ 648\ 785,87$$

2.2.8.2. Tasa Interna de Retorno

No es posible obtener una Tasa Interna de Retorno (TIR) atractiva ya que este proyecto es de carácter social; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se determina de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}} = \frac{\text{Q. 6 648 785,87}}{6 118 \text{ habitantes}} = \frac{\text{Q. 1 086,76}}{\text{hab.}}$$

CONCLUSIONES

1. De acuerdo con los resultados de la investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del casco urbano de San Jacinto, se determinó que los proyectos con prioridad más urgente son la ampliación de sistema del alcantarillado sanitario y la ampliación del sistema de agua potable, por lo cual en este trabajo de graduación se realizaron los diseños correspondientes.
2. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario para el casco urbano de San Jacinto, solucionará la problemática de contaminación ambiental causada por tener las descargas actuales directas a los ríos, por lo que al realizarse este proyecto la Municipalidad mejorará la calidad de vida de los habitantes de dicho municipio.
3. La construcción del sistema de agua potable contribuirá en la mejora de la calidad de vida de 22 familias del casco urbano de San Jacinto, ya que contarán con agua de buena calidad, con esto se evitará que las familias utilicen agua de fuentes contaminadas así también el acarrear agua todos los días.
4. Tanto el proyecto de abastecimiento de agua potable como el de alcantarillado sanitario, son de suma importancia, dado que es esencial cubrir las necesidades básicas de una población, por lo que las autoridades municipales de San Jacinto deberán gestionar el financiamiento para llevarlo a la realidad en el menor tiempo posible por los beneficios que aportarán.

5. El Ejercicio Profesional Supervisado es importante para el desarrollo del estudiante de ingeniería civil, ya que, a través de la realización de este se amplían los conocimientos teóricos y prácticos, así como permite la aplicación a proyectos y situaciones reales. Además, el EPS. da la oportunidad de aportar soluciones factibles a las dificultades presentadas, por lo que las autoridades facultativas debe impulsarlo y apoyarlo.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Jacinto:

1. Proporcionar el mantenimiento necesario una vez construidos los proyectos de ampliación de los sistemas de agua potable y sistema de alcantarillado sanitario para el casco urbano de San Jacinto, Chiquimula; de esa manera los sistemas funcionarán en óptimas condiciones durante todo el período de diseño.
2. Verificar que los materiales a utilizar, tengan la calidad y resistencia especificada en planos para garantizar la durabilidad de los proyectos.
3. Actualizar los precios de materiales y mano de obra en los presupuestos de cada proyecto antes de la licitación.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Civil Sanitaria I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos De Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 58 p.
2. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para el diseño de abastecimiento de agua potable*. Ciudad de Guatemala: INFOM, 2001, 25 p.
3. PEREZ JACOBO, Oswaldo Antonio. *Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el caserío La Nueva Esperanza, municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 64 p.
4. QUIJADA BARREDA, José Manuel. *Diseño de puente colgante aldea Pueblo Nuevo y red de alcantarillado sanitario para la aldea Tizubín, San Jacinto, Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 145 p.

APÉNDICES

Apéndice 1:

Memoria de cálculo de ampliación de sistema de agua potable

Apéndice 2:

Planos de ampliación sistema de agua potable

- Plano de planta general del sistema de agua potable
- Plano planta - perfil línea de conducción E-0 a E-13
- Plano planta – perfil línea de conducción E-13 a E-20
- Plano planta – perfil línea de conducción y distribución E-20 a E-39
- Plano captación típica, galería de infiltración, detalles de válvulas de aire y de limpieza.
- Plano de detalles

Apéndice 3:

Memoria de cálculo de ampliación de sistema de alcantarillado sanitario

Apéndice 4:

Planos de ampliación sistema de alcantarillado sanitario

- Plano planta general de alcantarillado
- Plano planta - perfil parte A 01-07
- Plano planta - perfil parte A 02-07
- Plano planta - perfil parte A 03-07
- Plano planta - perfil parte A 04-07
- Plano planta - perfil parte A 05-07
- Plano planta - perfil parte A 06-07
- Plano planta - perfil parte A 07-07
- Plano planta - perfil parte B 01-02
- Plano planta - perfil parte B 02-02
- Plano planta - perfil parte C
- Plano planta - perfil parte D
- Plano planta - perfil parte E
- Plano planta - perfil parte F
- Plano de detalles constructivos

Pozo	A Pozo	Cota Terreno		D.H.	S% T	F. H		Qdom		Infiltraci3n		Q de C.I		Q Medio		Fqm		Q.max(Qdis)		Ø	S% Dis	Secc. Llena		Velocidad		d/D		cotas invert		Altura Pozo	
		inicio	final			Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.			Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.	Fut.
PV 82A	PV 82B	528,11	526,64	76,83	1,91%	4,41	4,35	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,10	0,003	0,003	0,16	0,41	6	1,91%	1,74	31,74	0,453	0,601	0,05	0,08	526,91	525,44	1,20	1,20
PV 82B	PV 82C	526,64	524,76	26,33	7,14%	4,37	4,29	0,05	0,13	0,01	0,01	0,02	0,06	0,07	0,19	0,003	0,003	0,32	0,80	6	7,14%	3,36	61,32	0,886	1,170	0,05	0,08	525,42	523,54	1,22	1,22
PV 82C	PV 82D	524,76	520,85	25,00	15,64%	4,34	4,25	0,07	0,19	0,01	0,01	0,03	0,08	0,11	0,28	0,003	0,003	0,48	1,18	6	15,64%	4,98	90,76	1,311	1,718	0,05	0,08	523,52	519,61	1,24	1,24
PV 82D	PV 82E	520,85	515,11	54,00	10,63%	4,32	4,21	0,09	0,25	0,01	0,01	0,04	0,11	0,15	0,37	0,003	0,003	0,64	1,57	6	10,63%	4,10	74,82	1,249	1,645	0,07	0,10	519,59	513,85	1,26	1,26
PV 82E	PV 82	515,11	512,56	25,00	10,20%	4,30	4,18	0,12	0,31	0,01	0,01	0,05	0,14	0,18	0,46	0,003	0,003	0,79	1,95	6	10,20%	4,02	73,29	1,318	1,731	0,07	0,11	513,83	511,28	1,28	1,28
PV 85A	PV85B	515,19	512,58	40,22	6,49%	4,32	4,21	0,09	0,25	0,00	0,00	0,04	0,11	0,14	0,36	0,003	0,003	0,64	1,57	6	6,49%	3,20	58,46	1,052	1,381	0,07	0,11	513,99	511,38	1,20	1,20
PV85B	PV85C	512,58	511,9	38,08	1,79%	4,28	4,16	0,14	0,38	0,00	0,00	0,06	0,17	0,21	0,55	0,003	0,003	0,95	2,32	6	1,79%	1,68	30,67	0,756	0,990	0,12	0,19	511,36	510,68	1,22	1,22
PV85C	PV85	511,90	511,37	41,22	1,29%	4,24	4,10	0,20	0,53	0,01	0,01	0,09	0,23	0,30	0,77	0,003	0,003	1,33	3,24	6	1,29%	1,43	26,02	0,746	0,972	0,15	0,24	510,66	510,13	1,24	1,24
86A	86B	512,12	512,02	20,28	0,49%	4,41	4,35	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,09	0,003	0,003	0,16	0,41	6	0,49%	0,88	16,11	0,282	0,374	0,07	0,11	510,92	510,82	1,20	1,20
86B	86C	512,02	510,8	46,23	2,64%	4,34	4,25	0,07	0,19	0,00	0,00	0,03	0,08	0,11	0,27	0,003	0,003	0,48	1,18	6	2,64%	2,04	37,28	0,706	0,929	0,08	0,12	510,80	509,58	1,22	1,22
86C	86	510,80	509,14	46,59	3,56%	4,29	4,17	0,13	0,34	0,01	0,01	0,06	0,15	0,19	0,50	0,003	0,003	0,87	2,13	6	3,56%	2,37	43,32	0,940	1,227	0,10	0,15	509,56	507,90	1,24	1,24
93C	87A	512,79	511,76	76,06	1,35%	4,35	4,27	0,06	0,16	0,00	0,00	0,03	0,07	0,09	0,23	0,003	0,003	0,40	0,99	6	1,35%	1,46	26,71	0,530	0,696	0,09	0,13	511,59	510,56	1,20	1,20
87A	87B	511,76	511,83	16,51	-0,42%	4,33	4,23	0,08	0,22	0,01	0,01	0,04	0,10	0,12	0,32	0,003	0,003	0,56	1,37	6	0,66%	1,02	18,64	0,455	0,596	0,12	0,18	510,54	510,43	1,22	1,40
87B	87C	511,83	511,89	21,81	-0,28%	4,30	4,18	0,12	0,31	0,01	0,01	0,05	0,14	0,18	0,46	0,003	0,003	0,79	1,95	6	0,50%	0,89	16,23	0,460	0,599	0,15	0,23	510,41	510,30	1,42	1,59
87C	87F	511,89	511,25	24,00	2,67%	4,20	4,03	0,28	0,75	0,01	0,01	0,13	0,33	0,42	1,09	0,003	0,003	1,86	4,49	6	0,98%	1,25	22,72	0,750	0,968	0,19	0,30	510,28	510,05	1,61	1,20
87F	87G	511,25	510,16	46,95	2,32%	4,16	3,98	0,35	0,94	0,01	0,01	0,16	0,41	0,52	1,36	0,003	0,003	2,30	5,56	6	2,28%	1,90	34,65	1,075	1,391	0,17	0,27	510,03	508,96	1,22	1,20
87G	87H	510,16	509,75	23,60	1,74%	4,16	3,98	0,37	0,97	0,01	0,01	0,16	0,43	0,54	1,41	0,003	0,003	2,38	5,74	6	1,74%	1,66	30,25	0,986	1,275	0,19	0,30	508,94	508,53	1,22	1,22
87H	87	509,75	509,03	23,60	3,05%	4,14	3,94	0,43	1,13	0,01	0,01	0,19	0,50	0,63	1,64	0,003	0,003	2,74	6,60	6	3,05%	2,20	40,08	1,256	1,622	0,18	0,27	508,51	507,79	1,24	1,24
87D	87E	516,69	516,4	40,00	0,73%	4,41	4,35	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,09	0,003	0,003	0,16	0,41	6	0,73%	1,07	19,54	0,323	0,427	0,06	0,10	515,49	515,20	1,20	1,20
87E	87C	516,40	511,89	51,50	8,76%	4,28	4,16	0,14	0,38	0,01	0,01	0,06	0,17	0,21	0,55	0,003	0,003	0,95	2,32	6	8,76%	3,72	67,91	1,316	1,727	0,08	0,13	515,18	510,67	1,22	1,22
87I	87J	510,17	509,85	36,24	0,88%	4,39	4,32	0,04	0,09	0,00	0,00	0,02	0,04	0,05	0,14	0,003	0,003	0,24	0,61	6	0,88%	1,18	21,56	0,391	0,518	0,07	0,12	508,97	508,65	1,20	1,20
87J	87H	509,85	509,75	21,44	0,47%	4,37	4,29	0,05	0,13	0,00	0,00	0,02	0,06	0,07	0,18	0,003	0,003	0,32	0,80	6	0,50%	0,89	16,23	0,350	0,462	0,10	0,15	508,63	508,52	1,22	1,22
86A	87F	512,12	511,25	39,07	2,23%	4,41	4,35	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,09	0,003	0,003	0,16	0,41	6	2,23%	1,88	34,24	0,476	0,632	0,05	0,08	510,92	510,05	1,20	1,20
PV 93A	PV 93B	513,10	512,9	48,40	0,41%	4,41	4,35	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,09	0,003	0,003	0,16	0,41	6	0,41%	0,81	14,75	0,265	0,352	0,07	0,11	511,92	511,72	1,18	1,18
PV 93B	PV 93C	512,90	511,76	31,70	3,60%	4,35	4,27	0,06	0,16	0,00	0,00	0,03	0,07	0,09	0,23	0,003	0,003	0,40	0,99	6	3,60%	2,39	43,52	0,741	0,981	0,07	0,10	511,70	510,56	1,20	1,20
PV 93C	PV 93D	511,76	505,8	142,80	4,17%	4,32	4,21	0,09	0,25	0,01	0,01	0,04	0,11	0,15	0,37	0,003	0,003	0,64	1,57	6	4,17%	2,57	46,88	0,902	1,186	0,08	0,13	510,54	504,58	1,22	1,22
PV 93D	PV 93E	505,80	503,4	48,40	4,96%	4,29	4,17	0,13	0,34	0,02	0,02	0,06	0,15	0,20	0,51	0,003	0,003	0,87	2,13	6	4,96%	2,80	51,10	1,051	1,381	0,09	0,14	504,56	502,16	1,24	1,24
PV 93E	PV 93	503,40	501,22	31,70	6,88%	4,27	4,14	0,15	0,41	0,02	0,02	0,07	0,18	0,24	0,61	0,003	0,003	1,02	2,51	6	6,88%	3,30	60,18	1,238	1,627	0,09	0,14	502,14	499,96	1,26	1,26
PV 74	PV 75	518,09	516,29	44,75	4,02%	4,41	4,35	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,09	0,003	0,003	0,16	0,41	6	4,02%	2,52	46,02	0,587	0,776	0,04	0,07	516,89	515,09	1,20	1,20
PV 75	PV 76	516,29	514,8	63,87	2,33%	4,37	4,29	0,05	0,13	0,01	0,01	0,02	0,06	0,07	0,19	0,003	0,003	0,32	0,80	6	2,33%	1,92	35,05	0,597	0,790	0,07	0,10	515,07	513,58	1,22	1,22
PV 76	PV 77	514,80	514,14	103,01	0,64%	4,32	4,21	0,09	0,25	0,01	0,01	0,04	0,11	0,15	0,37	0,003	0,003	0,64	1,57	6	0,62%	0,99	18,07	0,464	0,606	0,13	0,20	513,56	512,92	1,24	1,22
PV 77	PV 78	514,14	512,59	69,97	2,22%	4,30	4,18	0,12	0,31	0,02	0,02	0,05	0,14	0,19	0,47	0,003	0,003	0,79	1,95	6	2,22%	1,87	34,16	0,775	1,011	0,11	0,16	512,90	511,35	1,24	1,24
PV 78	PV 79	512,59	511,21	97,33	1,42%	4,26	4,12	0,18	0,47	0,02	0,02	0,08	0,21	0,28	0,70	0,003	0,003	1,18	2,87	6	1,38%	1,48	26,96	0,738	0,962	0,14	0,22	511,33	509,99	1,26	1,22
PV 79	PV 80	511,21	512,18	36,29	-2,67%	4,20	4,04	0,27	0,72	0,02	0,02	0,12	0,32	0,42	1,06	0,003	0,003	1,78	4,33	6	0,46%	0,85	15,56	0,567	0,730	0,23	0,36	509,97	509,80	1,24	2,38
PV 80	PV 81	512,18	512,61	12,56	-3,42%	4,19	4,02	0,31	0,81	0,03	0,03	0,14	0,36	0,47	1,20	0,003	0,003	2,01	4,85	8	0,46%	1,03	33,52	0,566	0,736	0,17	0,26	509,78	509,72	2,40	2,89
PV 81	PV 82	512,61	512,56	18,35	0,27%	4,17	4,00	0,33	0,88	0,03	0,03	0,15	0,39	0,50	1,29	0,003	0,003	2,15	5,21	8	0,46%	1,03	33,52	0,579	0,750	0,17	0,27	509,70	509,62	2,91	2,94
PV 82	PV 83	512,56	510,36	72,05	3,05%	4,12	3,92	0,47	1,25	0,03	0,03	0,21	0,55	0,71	1,84	0,003	0,003	3,04	7,29	8	0,61%	1,19	38,60	0,708	0,914	0,19	0,29	509,60	509,16	2,96	1,20
PV 83	PV 84	510,36	511,37	26,82	-3,77%	4,11	3,91	0,48	1,28	0,04	0,04	0,21	0,57	0,73	1,88	0,003	0,003	3,11	7,46	8	0,50%	1,08	34,98	0,665	0,857	0,20	0,31	509,14	509,01	1,20	2,36
PV 84	PV 85	511,37	509,14	68,59	3,25%	4,03	3,80	0,74	1,97	0,04	0,04	0,33	0,87	1,11	2,88	0,003	0,003	4,68	11,13	8	1,55%	1,90	61,53	1,117	1,437	0,19	0,29	508,99	507,92	2,38	1,22
PV 85	PV 86	509,14	509,67																												

PV 96	PV 97	499,10	499,35	64,43	-0,39%	3,79	3,47	2,04	5,41	0,09	0,09	0,90	2,39	3,03	7,88	0,003	0,003	12,09	27,94	10	0,50%	1,25	63,36	0,962	1,210	0,30	0,46	497,68	497,36	1,42	1,99
PV - 10I	PV - 10H	520,54	519,72	23,21	3,53%	4,32	4,21	0,09	0,25	0,00	0,00	0,04	0,11	0,14	0,36	0,003	0,003	0,64	1,57	6	3,53%	2,36	43,13	0,849	1,118	0,08	0,13	519,34	518,52	1,20	1,20
PV - 10H	PV - 10G	519,72	517,85	36,70	5,10%	4,28	4,16	0,14	0,38	0,00	0,00	0,06	0,17	0,21	0,55	0,003	0,003	0,95	2,32	6	5,10%	2,84	51,80	1,088	1,431	0,09	0,14	518,50	516,63	1,22	1,22
PV - 10G	PV - 10E	517,85	516,35	86,74	1,73%	4,18	4,01	0,32	0,84	0,01	0,01	0,14	0,37	0,47	1,23	0,003	0,003	2,08	5,03	6	1,73%	1,65	30,18	0,946	1,226	0,18	0,28	516,61	515,11	1,24	1,24
PV - 10E	PV - 10C	516,35	513,03	73,21	4,53%	4,12	3,92	0,47	1,25	0,01	0,01	0,21	0,55	0,69	1,82	0,003	0,003	3,04	7,29	6	4,53%	2,68	48,87	1,489	1,920	0,17	0,26	515,09	511,77	1,26	1,26
PV - 10C	PV - 10B	513,03	509,11	22,84	17,16%	4,10	3,89	0,52	1,38	0,01	0,01	0,23	0,61	0,76	2,00	0,003	0,003	3,33	7,96	6	17,16%	5,21	95,07	2,442	3,158	0,13	0,20	511,75	506,11	1,28	3,00
PV - 10B	PV - 10	509,11	505,39	10,50	35,43%	4,09	3,88	0,55	1,47	0,02	0,02	0,24	0,65	0,81	2,13	0,003	0,003	3,54	8,47	6	19,00%	5,48	100,03	2,569	3,332	0,13	0,20	506,09	504,10	3,02	1,29
PV 12E	PV 10E	517,80	516,35	41,26	3,51%	4,41	4,35	0,02	0,06	0,00	0,00	0,01	0,03	0,04	0,09	0,003	0,003	0,16	0,41	6	3,51%	2,36	43,02	0,557	0,739	0,04	0,07	516,60	515,15	1,20	1,20
PV 12E	PV 12D	517,80	511,93	40,01	14,67%	4,35	4,27	0,06	0,16	0,00	0,00	0,03	0,07	0,09	0,23	0,003	0,003	0,40	0,99	6	14,67%	4,82	87,90	1,205	1,595	0,05	0,07	516,60	510,73	1,20	1,20
PV - 12I	PV - 12H	518,10	517,3	14,40	5,56%	4,34	4,25	0,07	0,19	0,00	0,00	0,03	0,08	0,10	0,27	0,003	0,003	0,48	1,18	6	5,56%	2,97	54,09	0,912	1,205	0,07	0,10	516,90	516,10	1,20	1,20
PV - 12H	PV - 12G	517,30	515,4	24,51	7,75%	4,32	4,21	0,09	0,25	0,00	0,00	0,04	0,11	0,14	0,36	0,003	0,003	0,64	1,57	6	7,75%	3,50	63,89	1,119	1,467	0,07	0,11	516,08	514,18	1,22	1,22
PV - 12G	PV - 12F	515,40	513,28	28,50	7,44%	4,24	4,10	0,20	0,53	0,00	0,00	0,09	0,23	0,29	0,77	0,003	0,003	1,33	3,24	6	7,44%	3,43	62,59	1,376	1,802	0,10	0,15	514,16	512,04	1,24	1,24
PV - 12F	PV - 12D	513,28	511,93	28,01	4,82%	4,21	4,06	0,25	0,66	0,01	0,01	0,11	0,29	0,36	0,95	0,003	0,003	1,63	3,96	6	4,82%	2,76	50,38	1,262	1,642	0,12	0,19	512,02	510,67	1,26	1,26
PV - 12D	PV - 12C	511,93	510,63	26,72	4,87%	4,16	3,98	0,35	0,94	0,01	0,01	0,16	0,41	0,52	1,36	0,003	0,003	2,30	5,56	6	4,87%	2,77	50,62	1,404	1,820	0,15	0,22	510,65	509,35	1,28	1,28
PV - 12C	PV - 12B	510,63	509,22	30,87	4,57%	4,14	3,96	0,40	1,06	0,01	0,01	0,18	0,47	0,59	1,54	0,003	0,003	2,60	6,25	6	4,57%	2,69	49,04	1,423	1,845	0,16	0,24	509,33	507,92	1,30	1,30
PV - 12B	PV - 12A	509,22	504,8	38,56	11,46%	4,12	3,92	0,47	1,25	0,01	0,01	0,21	0,55	0,69	1,82	0,003	0,003	3,04	7,29	8	11,46%	5,16	167,33	1,977	2,578	0,09	0,14	507,90	503,48	1,32	1,32
PV - 12A	PV - 12	504,80	504,00	66,35	1,21%	4,10	3,89	0,52	1,38	0,02	0,02	0,23	0,61	0,77	2,00	0,003	0,003	3,33	7,96	8	1,21%	1,67	54,27	0,923	1,194	0,17	0,26	503,46	502,66	1,34	1,34
AU2	PV29	498,09	496,19	24,00	7,92%	4,23	4,09	0,21	0,56	0,00	0,00	0,09	0,25	0,31	0,81	0,003	0,003	1,40	3,42	6	7,92%	3,54	64,57	1,429	1,874	0,10	0,16	496,89	494,99	1,20	1,20
AU1	PV26	498,59	499,31	7,52	-9,58%	4,19	4,02	0,30	0,78	0,00	0,00	0,13	0,34	0,43	1,13	0,003	0,003	1,93	4,67	6	0,50%	0,89	16,23	0,597	0,768	0,23	0,37	497,39	497,35	1,20	1,96
AU3	PV44	491,06	489,90	96,30	1,20%	4,21	4,06	0,25	0,66	0,01	0,01	0,11	0,29	0,36	0,95	0,003	0,003	1,63	3,96	6	1,20%	1,38	25,19	0,776	1,007	0,17	0,27	489,86	488,70	1,20	1,20
LA CRUZ	PV15	504,00	503,89	4,90	2,24%	4,15	3,97	0,38	1,00	0,00	0,00	0,17	0,44	0,54	1,44	0,003	0,003	2,45	5,91	6	2,24%	1,88	34,38	1,088	1,408	0,18	0,28	502,80	502,69	1,20	1,20
CP	PV1	507,61	507,09	13,01	4,00%	4,20	4,04	0,27	0,72	0,00	0,00	0,12	0,32	0,39	1,04	0,003	0,003	1,78	4,33	6	4,00%	2,52	45,88	1,212	1,579	0,13	0,21	506,44	505,92	1,17	1,17
PV1	PV2	507,09	507,09	39,12	0,00%	4,20	4,04	0,27	0,72	0,00	0,00	0,12	0,32	0,39	1,04	0,003	0,003	1,78	4,33	6	0,50%	0,89	16,23	0,583	0,752	0,22	0,35	505,90	505,70	1,19	1,39
PV2	PV3	507,09	506,53	59,80	0,94%	4,20	4,04	0,27	0,72	0,01	0,01	0,12	0,32	0,40	1,04	0,003	0,003	1,78	4,33	6	0,60%	0,97	17,78	0,622	0,803	0,21	0,34	505,68	505,33	1,41	1,20
PV3	PV4	506,53	506,56	67,10	-0,04%	4,20	4,04	0,27	0,72	0,01	0,01	0,12	0,32	0,40	1,05	0,003	0,003	1,78	4,33	6	0,50%	0,89	16,23	0,583	0,752	0,22	0,35	505,31	504,97	1,22	1,59
PV4	PV5	506,56	507,14	32,71	-1,77%	4,20	4,03	0,28	0,75	0,01	0,01	0,13	0,33	0,42	1,09	0,003	0,003	1,86	4,49	6	0,50%	0,89	16,23	0,591	0,760	0,23	0,36	504,95	504,79	1,61	2,35
PV5	PV6	507,14	506,00	115,00	0,99%	4,19	4,02	0,30	0,78	0,02	0,02	0,13	0,34	0,44	1,15	0,003	0,003	1,93	4,67	6	0,50%	0,89	16,23	0,597	0,768	0,23	0,37	504,77	504,19	2,37	1,81
PV6	PV7	506,00	505,66	106,90	0,32%	4,19	4,02	0,30	0,78	0,03	0,03	0,13	0,34	0,45	1,15	0,003	0,003	1,93	4,67	6	0,50%	0,89	16,23	0,597	0,768	0,23	0,37	504,17	503,64	1,83	2,02
PV7	PV8	505,66	506,41	35,71	-2,10%	4,19	4,02	0,30	0,78	0,03	0,03	0,13	0,34	0,45	1,15	0,003	0,003	1,93	4,67	8	0,50%	1,08	34,95	0,577	0,748	0,16	0,25	503,62	503,44	2,04	2,97
PV8	PV9	506,41	505,41	51,11	1,96%	4,19	4,02	0,30	0,78	0,03	0,03	0,13	0,34	0,46	1,16	0,003	0,003	1,93	4,67	8	0,50%	1,08	34,95	0,577	0,748	0,16	0,25	503,42	503,16	2,99	2,25
PV9	PV10	505,41	505,39	44,36	0,05%	4,19	4,02	0,30	0,78	0,04	0,04	0,13	0,34	0,46	1,16	0,003	0,003	1,93	4,67	8	0,50%	1,08	34,95	0,577	0,748	0,16	0,25	503,14	502,92	2,27	2,47
PV10	PV11	505,39	504,55	114,80	0,73%	4,01	3,76	0,85	2,25	0,05	0,05	0,38	0,99	1,27	3,29	0,003	0,003	5,32	12,59	8	0,50%	1,08	34,95	0,777	0,989	0,26	0,41	502,90	502,33	2,49	2,22
PV11	PV12	504,55	504,00	48,50	1,13%	4,01	3,76	0,85	2,25	0,05	0,05	0,38	0,99	1,27	3,29	0,003	0,003	5,32	12,59	8	0,50%	1,08	34,95	0,777	0,989	0,26	0,41	502,31	502,06	2,24	1,94
PV12	PV13	504,00	503,46	48,43	1,12%	3,90	3,61	1,37	3,63	0,05	0,05	0,60	1,60	2,03	5,28	0,003	0,003	8,33	19,48	8	1,73%	2,00	65,00	1,375	1,751	0,24	0,38	502,04	501,21	1,96	2,25
PV13	PV14	503,46	503,79	32,10	-1,03%	3,90	3,61	1,37	3,63	0,06	0,06	0,60	1,60	2,03	5,28	0,003	0,003	8,33	19,48	8	0,50%	1,08	34,95	0,883	1,106	0,33	0,53	501,19	501,03	2,27	2,76
PV14	PV15	503,79	503,89	72,20	-0,14%	3,90	3,61	1,37	3,63	0,06	0,06	0,60	1,60	2,04	5,29	0,003	0,003	8,33	19,48	10	0,50%	1,25	63,36	0,864	1,100	0,24	0,38	501,01	500,65	2,78	3,24
PV15	PV16	503,89	501,49	34,99	6,86%	3,83	3,53	1,75	4,63	0,07	0,07	0,77	2,04	2,58	6,74	0,003	0,003	10,46	24,29	10	3,27%	3,20	162,04	1,797	2,296	0,17	0,26	500,63	499,48	3,26	2,01
PV16	PV17	501,49	500,34	65,86	1,75%	3,83	3,53	1,75	4,63	0,07	0,07	0,77	2,04	2,59	6,74	0,003	0,003	10,46	24,29	10	1,75%	2,34	118,41	1,437	1,837	0,20	0,31	499,46	498,31	2,03	2,03
PV17	PV18	500,34	501,34	60,61	-1,65%	3,83	3,53	1,75	4,63	0,08	0,08	0,77	2,04	2,60	6,75	0,003	0,003	10,46	24,29	10	0,50%	1,25	63,36	0,923	1,167	0,27	0,43	498,29	497,99	2,03	3,35
PV18	PV19	501,34	501,21	71,70	0,18%	3,83	3,53	1,75	4,63	0,09	0,09	0,77	2,04	2,60	6,76	0,003	0,003	10,46	24,29	10	0,25%	0,88	44,80	0,720	0,902	0,33	0,52	497,97	497,79	3,37	3,42
PV19	PV20	501,21	500,82	47,80	0,82%	3,83	3,53	1,75	4,63	0,09	0,09	0,77	2,04	2,61	6,76	0,003	0,003														

PV33	PV34	494,41	494,29	72,70	0,17%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,19	0,19	1,90	5,02	6,38	16,59	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,20%	1,04	118,15	0,810	1,012	0,30	0,47	492,82	492,67	1,59	1,62
PV34	PV35	494,29	492,75	56,02	2,75%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,20	0,20	1,90	5,02	6,39	16,60	0,003	0,003	23,86	53,90	15	2,68%	3,79	432,51	2,032	2,584	0,16	0,24	492,65	491,15	1,64	1,60
PV35	PV36	492,75	493,87	68,21	-1,64%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,21	0,21	1,90	5,02	6,40	16,61	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,50%	1,64	186,81	1,124	1,416	0,24	0,37	491,13	490,79	1,62	3,08
PV36	PV37	493,87	494,21	50,20	-0,68%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,21	0,21	1,90	5,02	6,41	16,61	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,50%	1,64	186,81	1,124	1,416	0,24	0,37	490,77	490,52	3,10	3,69
PV37	PV38	494,21	492,68	104,51	1,46%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,23	0,23	1,90	5,02	6,42	16,63	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,50%	1,64	186,81	1,124	1,416	0,24	0,37	490,50	489,98	3,71	2,70
PV38	PV39	492,68	492,44	83,00	0,29%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,24	0,24	1,90	5,02	6,43	16,64	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,29%	1,25	142,07	0,925	1,160	0,28	0,43	489,96	489,72	2,72	2,72
PV39	PV40	492,44	491,89	43,10	1,28%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,25	0,25	1,90	5,02	6,44	16,65	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,50%	1,64	186,81	1,124	1,416	0,24	0,37	489,70	489,48	2,74	2,41
PV40	PV41	491,89	491,68	93,80	0,22%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,26	0,26	1,90	5,02	6,45	16,66	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,22%	1,10	125,01	0,845	1,055	0,30	0,46	489,46	489,25	2,43	2,43
PV41	PV42	491,68	490,97	20,81	3,41%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,26	0,26	1,90	5,02	6,46	16,67	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,50%	1,64	186,81	1,124	1,416	0,24	0,37	489,23	489,13	2,45	1,84
PV42	PV43	490,97	491,13	65,00	-0,25%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,27	0,27	1,90	5,02	6,47	16,68	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,50%	1,64	186,81	1,124	1,416	0,24	0,37	489,11	488,78	1,86	2,35
PV43	PV44	491,13	489,90	114,01	1,08%	3,56	3,19	4,30	11,38	0,29	0,29	1,90	5,02	6,48	16,69	0,003	0,003	23,86	53,90	15	0,53%	1,69	192,34	1,146	1,447	0,24	0,36	488,76	488,16	2,37	1,74
PV44	PV45	489,90	489,50	79,98	0,50%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,30	0,30	2,01	5,31	6,85	17,65	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,50%	1,64	186,84	1,140	1,435	0,25	0,38	488,14	487,74	1,76	1,76
PV45	PV46	489,50	488,86	40,41	1,58%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,31	0,31	2,01	5,31	6,86	17,66	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,99%	2,31	262,87	1,452	1,838	0,21	0,32	487,72	487,32	1,78	1,54
PV46	PV47	488,86	488,14	69,10	1,04%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,32	0,32	2,01	5,31	6,87	17,67	0,003	0,003	25,10	56,60	15	1,01%	2,33	265,51	1,462	1,850	0,21	0,31	487,30	486,60	1,56	1,54
PV47	PV48	488,14	487,56	63,30	0,92%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,33	0,33	2,01	5,31	6,88	17,68	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,89%	2,19	249,24	1,400	1,766	0,21	0,32	486,58	486,02	1,56	1,54
PV48	PV49	487,56	487,79	50,00	-0,46%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,34	0,34	2,01	5,31	6,89	17,69	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,50%	1,64	186,81	1,140	1,435	0,25	0,38	486,00	485,75	1,56	2,04
PV49	PV50	487,79	487,47	42,20	0,76%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,34	0,34	2,01	5,31	6,89	17,69	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,50%	1,64	186,81	1,140	1,435	0,25	0,38	485,73	485,52	2,06	1,95
PV50	PV51	487,47	486,44	51,71	1,99%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,35	0,35	2,01	5,31	6,90	17,70	0,003	0,003	25,10	56,60	15	1,15%	2,49	283,32	1,533	1,939	0,20	0,30	485,50	484,90	1,97	1,54
PV51	PV52	486,44	486,79	113,18	-0,31%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,37	0,37	2,01	5,31	6,92	17,72	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,46%	1,57	179,19	1,106	1,393	0,25	0,39	484,88	484,36	1,56	2,43
PV52	PV53	486,79	486,74	69,60	0,07%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,38	0,38	2,01	5,31	6,93	17,73	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,09%	0,70	79,26	0,616	0,755	0,39	0,62	484,34	484,28	2,45	2,46
PV53	PV54	486,74	486,70	92,50	0,04%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,39	0,39	2,01	5,31	6,94	17,74	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,10%	0,73	83,55	0,640	0,787	0,38	0,60	484,26	484,17	2,48	2,53
PV54	PV55	486,70	487,26	81,00	-0,69%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,40	0,40	2,01	5,31	6,95	17,75	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,46%	1,57	179,19	1,106	1,393	0,25	0,39	484,15	483,77	2,55	3,49
PV55	PV56	487,26	487,49	82,70	-0,28%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,42	0,42	2,01	5,31	6,97	17,77	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,46%	1,57	179,19	1,106	1,393	0,25	0,39	483,75	483,37	3,51	4,12
PV56	PV57	487,49	486,67	42,01	1,95%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,42	0,42	2,01	5,31	6,97	17,77	0,003	0,003	25,10	56,60	15	0,46%	1,57	179,19	1,106	1,393	0,25	0,39	483,35	483,16	4,14	3,51
PV57	PV58	486,67	486,66	41,40	0,02%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,43	0,43	2,01	5,31	6,98	17,78	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,08%	0,74	121,51	0,583	0,727	0,31	0,48	483,14	483,11	3,53	3,55
PV58	PV59	486,66	486,59	41,10	0,17%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,44	0,44	2,01	5,31	6,99	17,79	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,10%	0,83	135,86	0,632	0,790	0,29	0,45	483,09	483,05	3,57	3,54
PV59	PV60	486,59	486,67	20,50	-0,39%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,44	0,44	2,01	5,31	6,99	17,79	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	483,03	482,93	3,56	3,74
PV60	PV61	486,67	486,37	20,75	1,45%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,45	0,45	2,01	5,31	7,00	17,79	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	482,91	482,82	3,76	3,55
PV61	PV62	486,37	486,29	45,00	0,18%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,45	0,45	2,01	5,31	7,00	17,80	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,18%	1,10	181,14	0,775	0,974	0,25	0,38	482,80	482,72	3,57	3,57
PV62	PV63	486,29	486,67	29,30	-1,30%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,46	0,46	2,01	5,31	7,01	17,81	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	482,70	482,56	3,59	4,11
PV63	PV64	486,67	486,68	32,20	-0,03%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,46	0,46	2,01	5,31	7,01	17,81	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	482,54	482,39	4,13	4,29
PV64	PV65	486,68	486,22	44,70	1,03%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,47	0,47	2,01	5,31	7,02	17,82	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	482,37	482,17	4,31	4,05
PV65	PV66	486,22	485,67	69,90	0,79%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,49	0,49	2,01	5,31	7,04	17,83	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	482,15	481,83	4,07	3,84
PV66	PV67	485,67	485,51	91,20	0,18%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,50	0,50	2,01	5,31	7,05	17,85	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,18%	1,10	179,94	0,771	0,970	0,25	0,39	481,81	481,65	3,86	3,86
PV67	PV68	485,51	484,94	71,00	0,80%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,51	0,51	2,01	5,31	7,06	17,86	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	481,63	481,30	3,88	3,64
PV68	PV69	484,94	485,55	38,71	-1,58%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,52	0,52	2,01	5,31	7,07	17,87	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	481,28	481,10	3,66	4,45
PV69	PV70	485,55	484,23	35,33	3,74%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,53	0,53	2,01	5,31	7,08	17,88	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	481,08	480,92	4,47	3,31
PV70	PV71	484,23	484,17	34,10	0,18%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,53	0,53	2,01	5,31	7,08	17,88	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,18%	1,10	180,21	0,773	0,970	0,25	0,38	480,90	480,84	3,33	3,33
PV71	PV72	484,17	483,69	32,74	1,47%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,54	0,54	2,01	5,31	7,09	17,89	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	480,82	480,67	3,35	3,02
PV72	PTAR	483,69	483,44	38,80	0,64%	3,54	3,16	4,55	12,04	0,55	0,55	2,01	5,31	7,10	17,90	0,003	0,003	25,10	56,60	18	0,46%	1,77	291,38	1,085	1,372	0,20	0,30	480,65	480,47	3,04	2,97

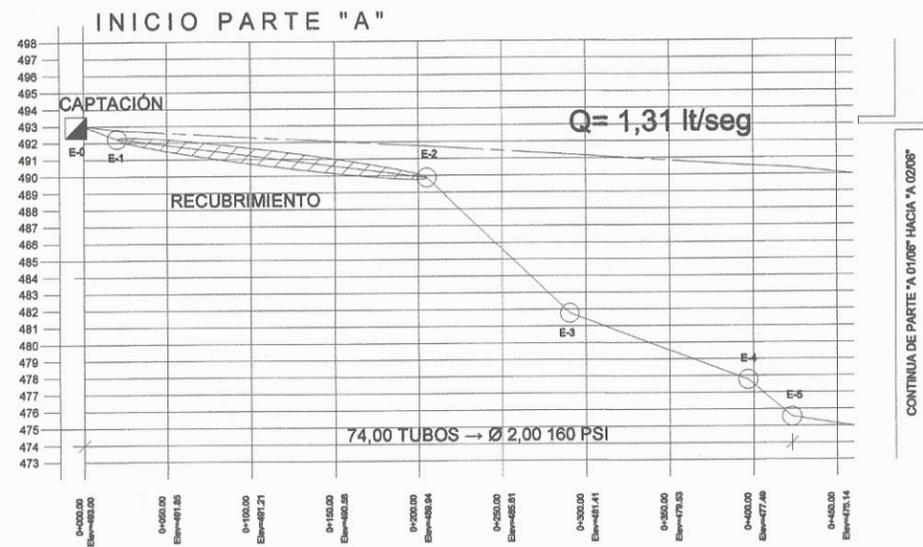


PLANTA SISTEMA DE AGUA POTABLE

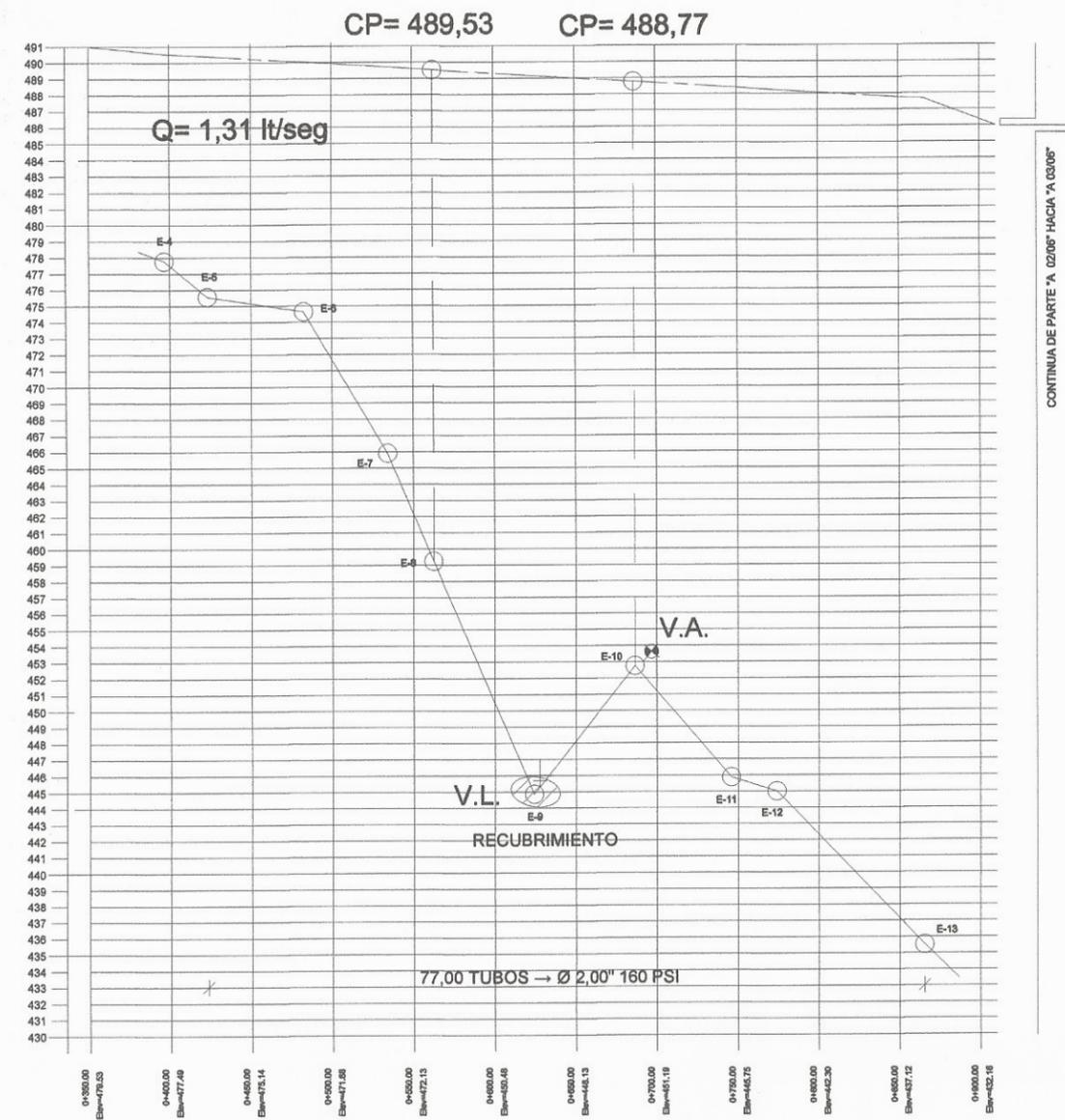
ESCALA 1:2000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck C.O.
 ASESOR - SUPERVISOR DE E.P.S.
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y E.I.
 Facultad de Ingeniería

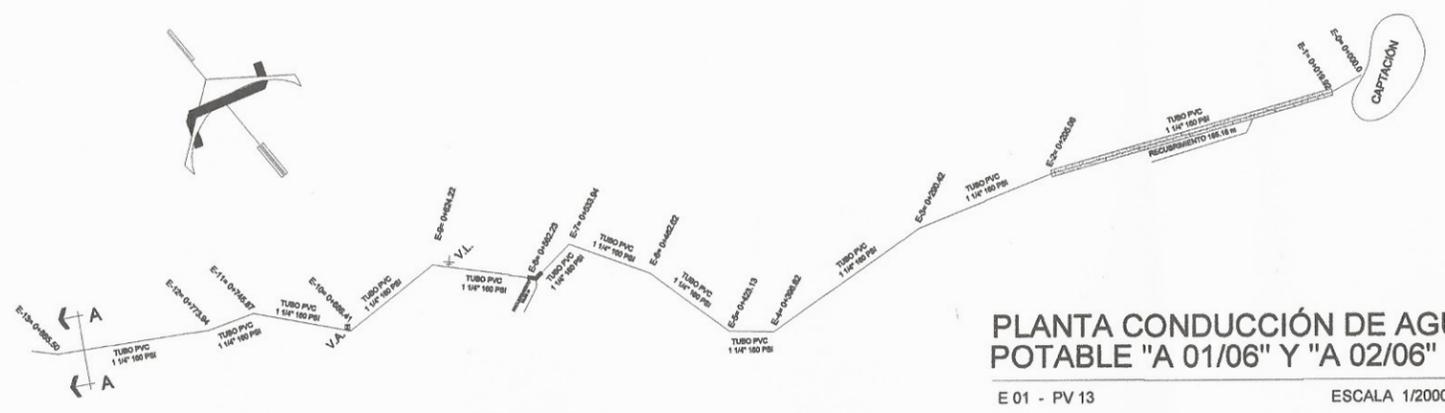
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA CASCO URBANO SAN JACINTO CHIMZAMALA
UBICACIÓN: CASCO URBANO SAN JACINTO, CHIMZAMALA	PLANTA N° PERFIL DE ORDEN
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	FECHA: 10/04/2014 HOJA N° 7



PERFIL CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE 01/06
E 01 - E 05 ESCALA H 1/2000 ESCALA V 1/200



PERFIL CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE 02/06
E 05 - E 13 ESCALA H 1/2000 ESCALA V 1/200



PLANTA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE "A 01/06" Y "A 02/06"
E 01 - PV 13 ESCALA 1/2000

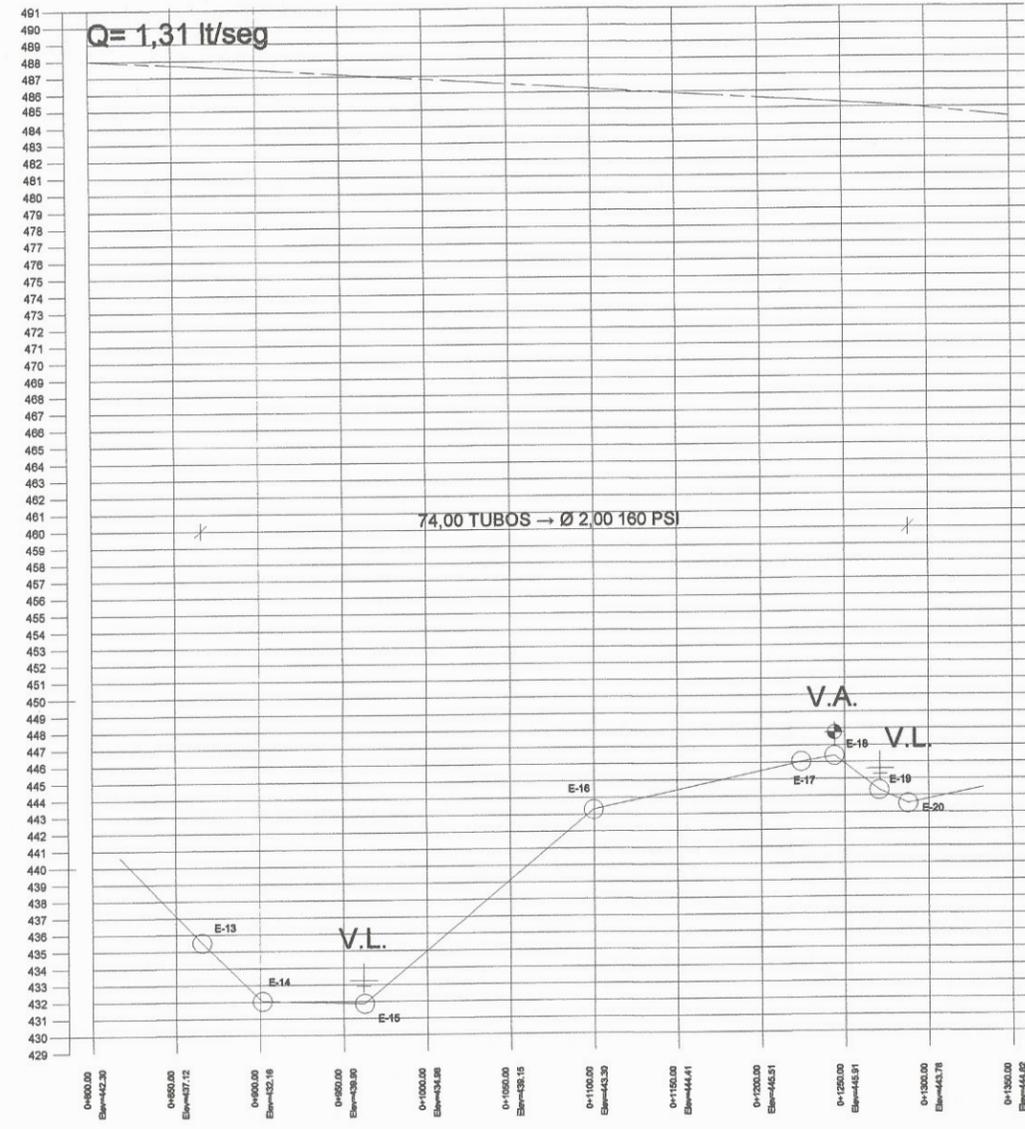
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S.
DISEÑO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA CASCO URBANO, SAN JACINTO, CHIMULULA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO:
CASCO URBANO SAN JACINTO, CHIMULULA
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS
PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION S.A.E-13
FECHA:
ELABORADO POR:
REVISADO POR:
AUTORIZADO POR:
INICIAL:
INDICIA:
FOLIO No. 7
DEL PROYECTO



PLANTA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE "A 03/06" Y "A 04/06"

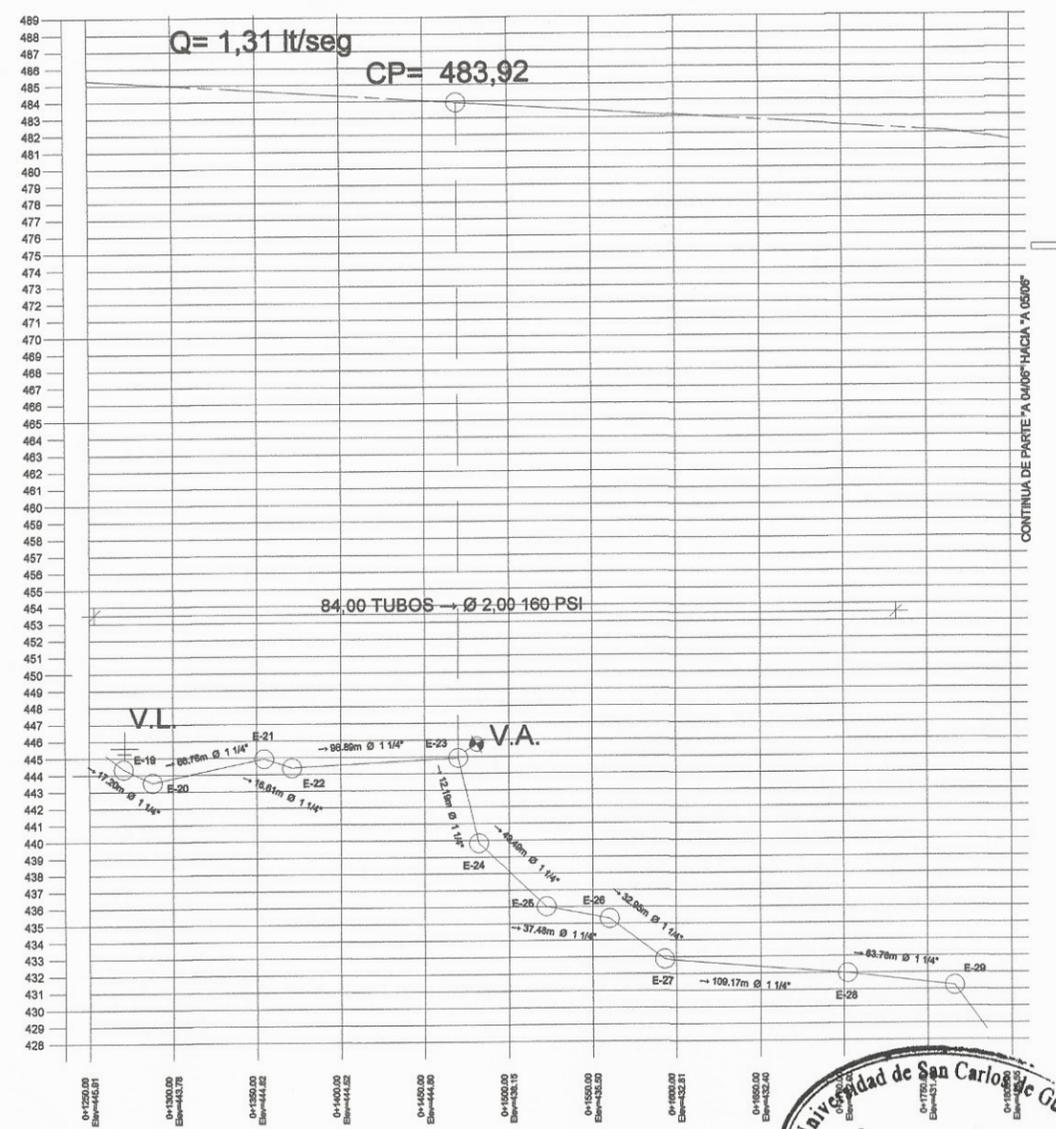
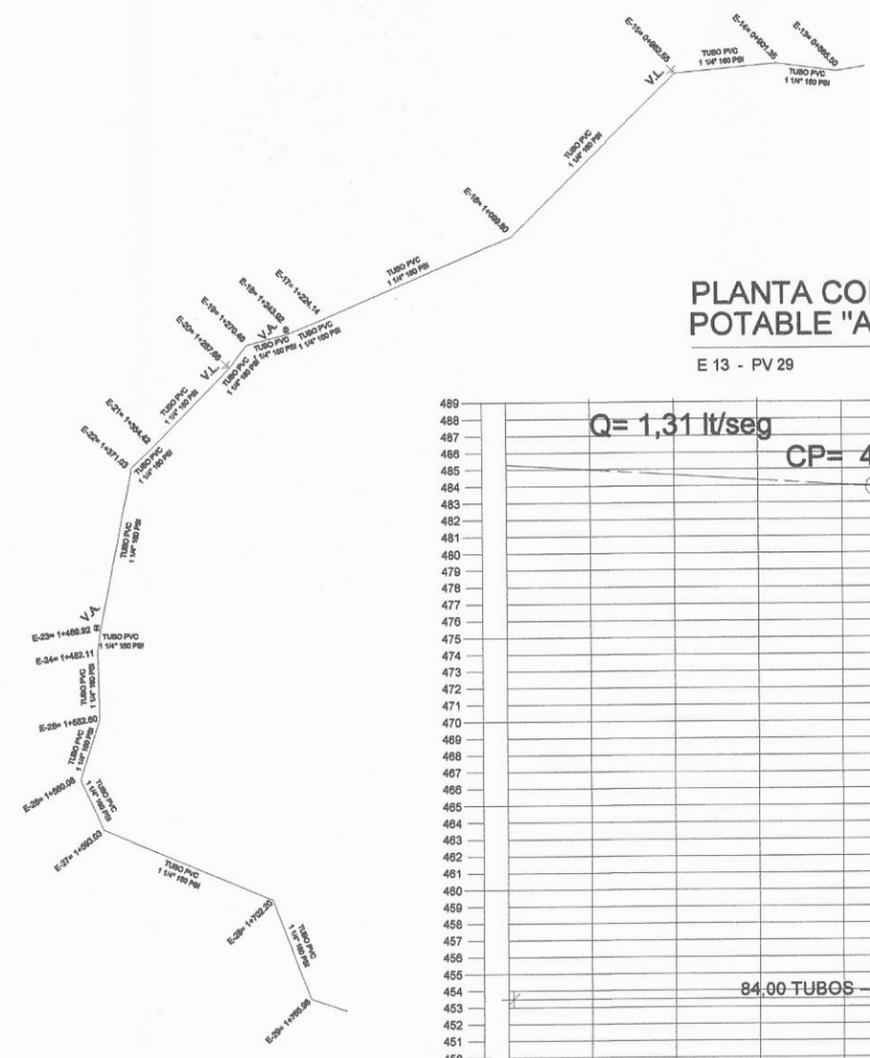
E 13 - PV 29 ESCALA 1/2000



PERFIL CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE 03/06

E 13 - E 20 ESCALA H 1/2000 ESCALA V 1/200

CONTINUA DE PARTE "A 03/06" HACIA "A 04/06"



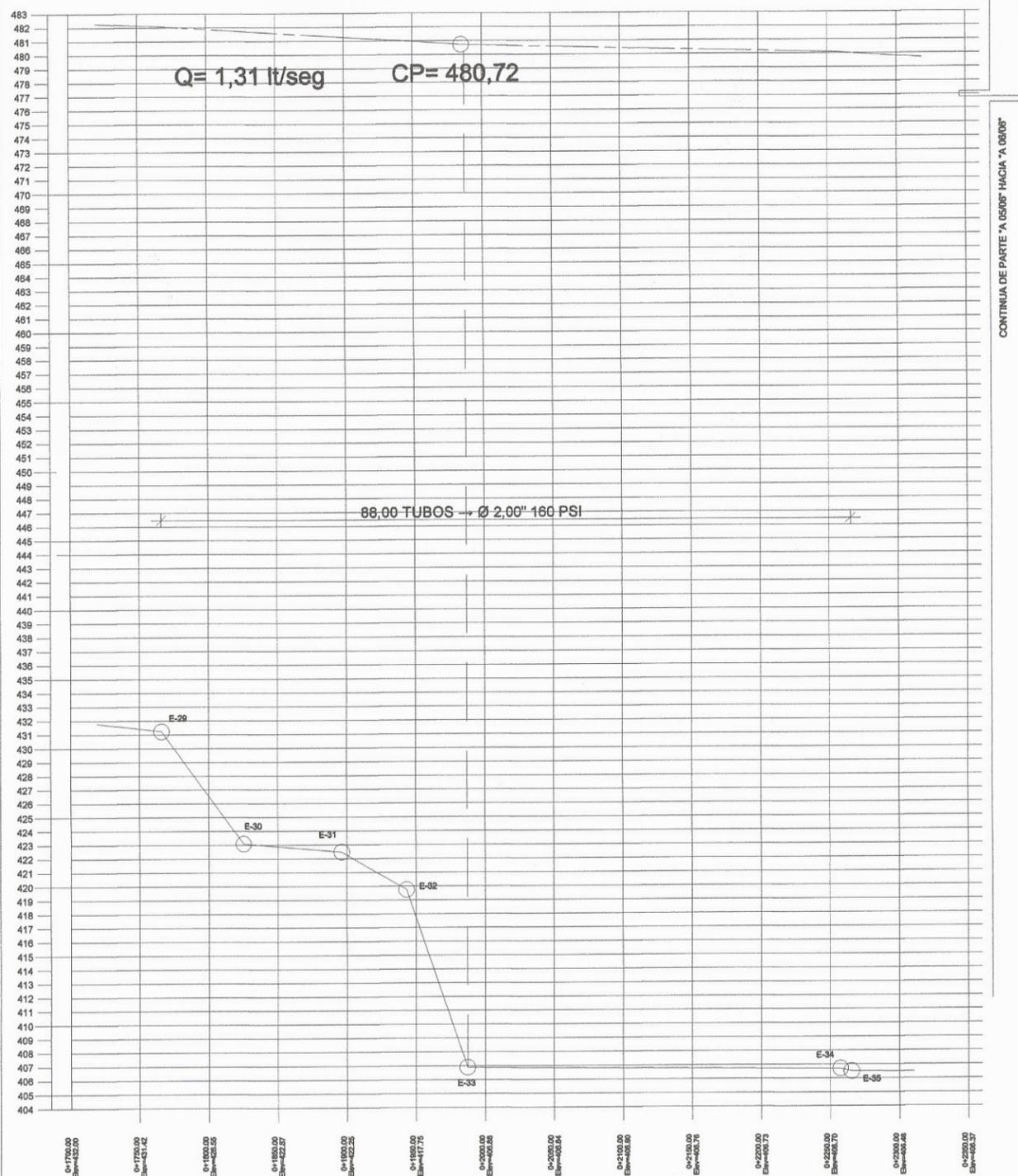
PERFIL CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE 04/06

E 20 - E 29 ESCALA H 1/2000 ESCALA V 1/200

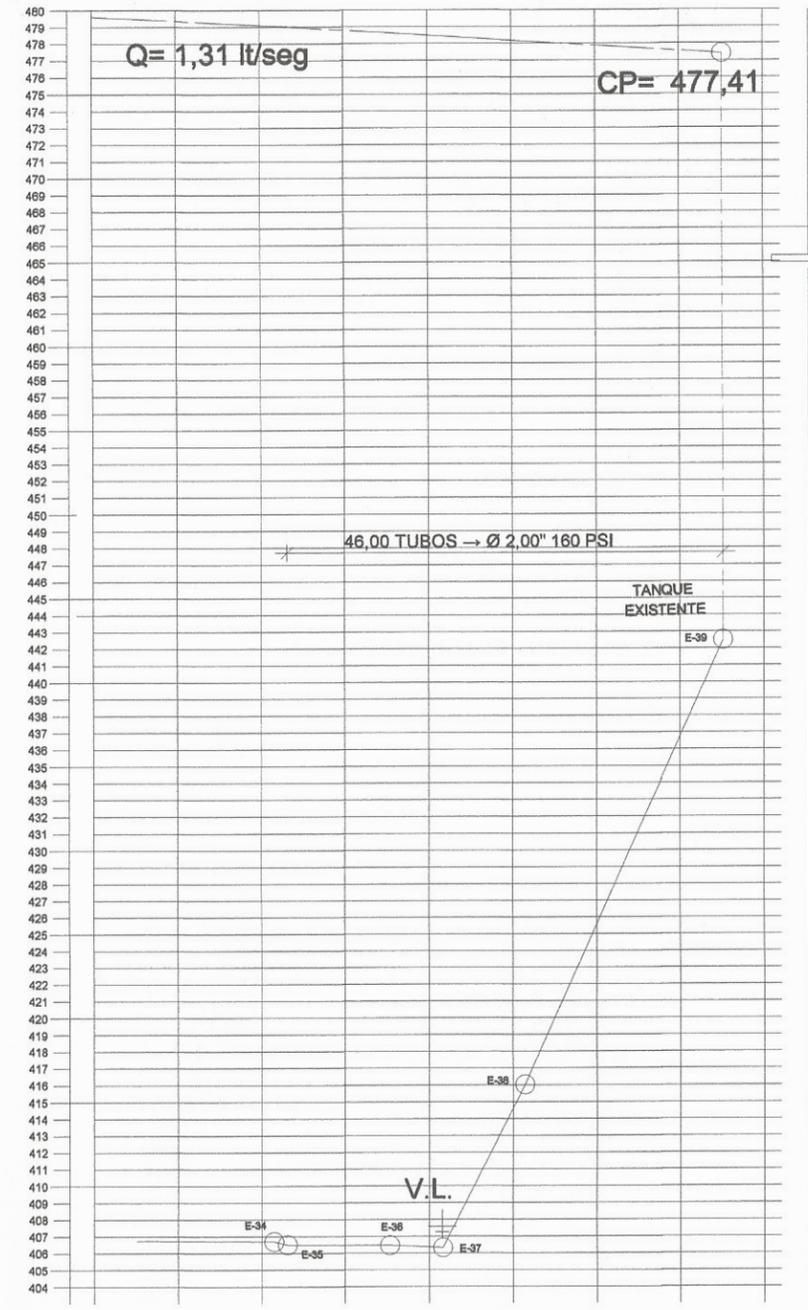
CONTINUA DE PARTE "A 04/06" HACIA "A 05/06"

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 E.P.S.
 DISEÑO DE LA AMPLIACION DEL SISTEMA DE
 AGUA POTABLE PARA CASO URBANO SAN
 JACINTO CHOULAMULA
 CARICO URBANO
 SAN JACINTO CHOULAMULA
 PLANTA 1 PERFIL LINEA DE CONDUCCION
 03/06 A 04/06
 3
 7
 UNIV. DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL



CONTINUA DE PARTE "A 05/06" HACIA "A 06/06"



VIENE DE PARTE "A 05/06" TERMINA EN PARTE "A 06/06"

PERFIL CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE 06/06

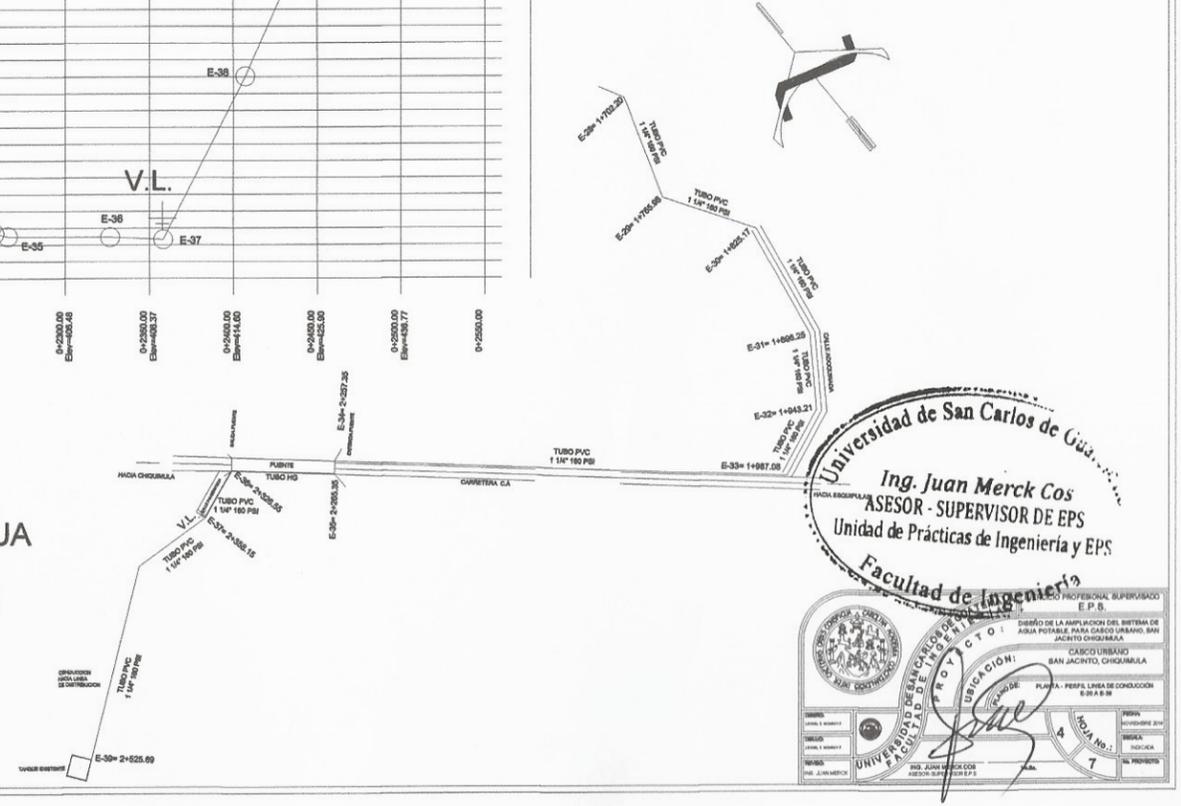
E 35 - E 39 ESCALA H 1/2000 ESCALA V 1/200

PERFIL CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE 05/06

E 20 - E 35 ESCALA H 1/2000 ESCALA V 1/200

PLANTA CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE "A 05/06" Y "A 06/06"

E 29 - PV 39 ESCALA 1/2000



Universidad de San Carlos de Guayaquil
 Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

PROYECTO: PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE PARA CASCO URBANO SAN JACINTO CHIMBORAZO

UBICACIÓN: SAN JACINTO, CHIMBORAZO

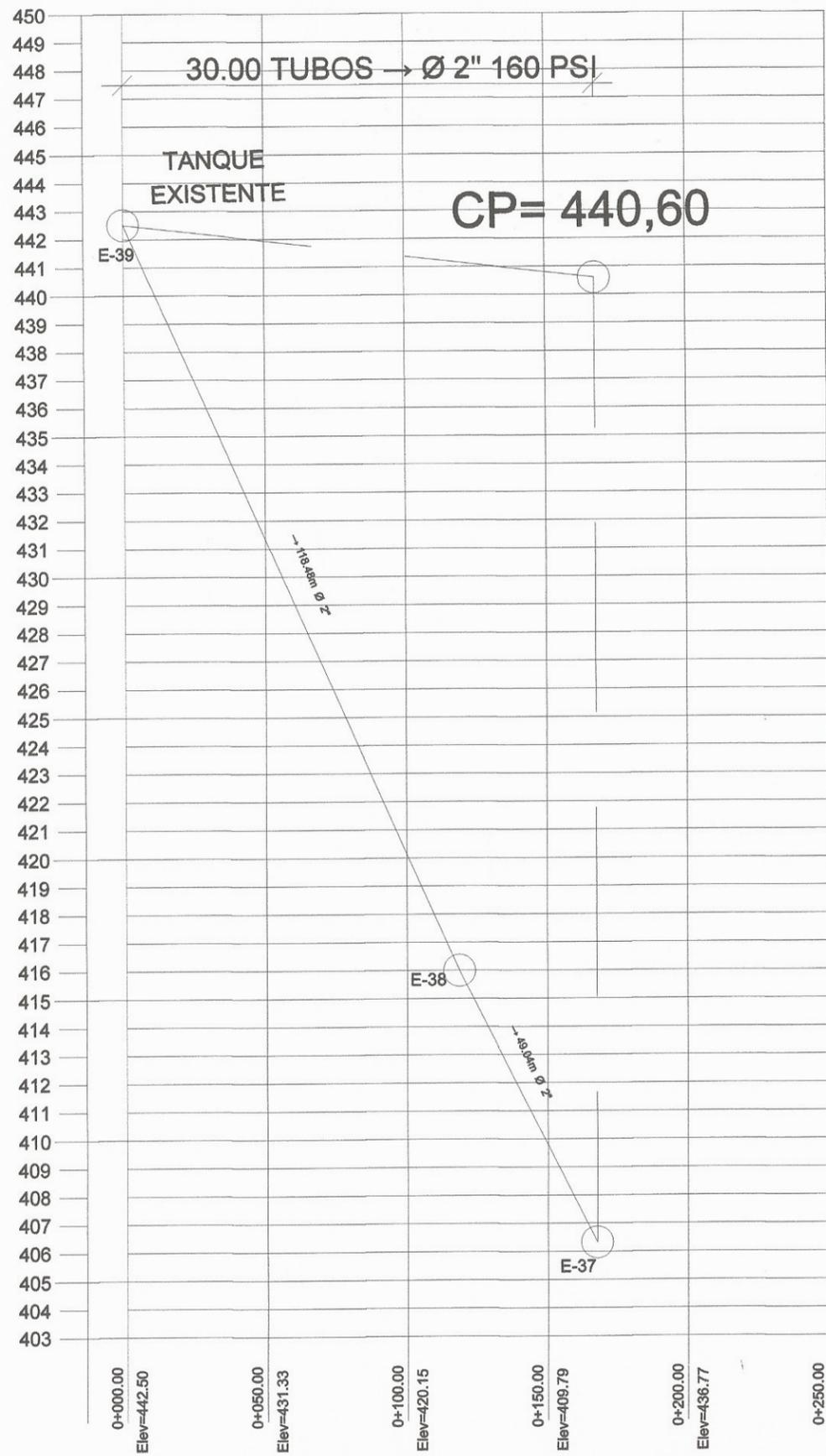
PROYECTISTA: Ing. Juan Merck Cos

PROYECTO: 06/06

FECHA: 06/06

ESCALA: H 1/2000, V 1/200

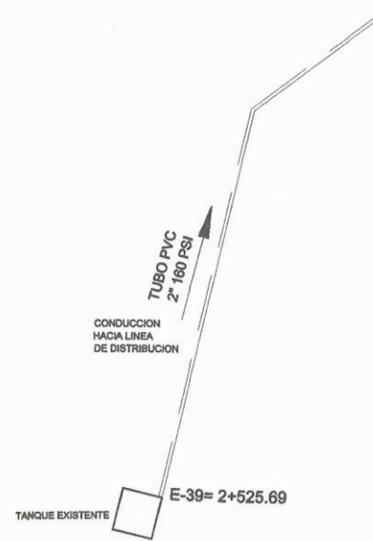
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUAYAQUIL



PERFIL LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

E 35 - E 39

ESCALA H 1/2000
ESCALA V 1/200



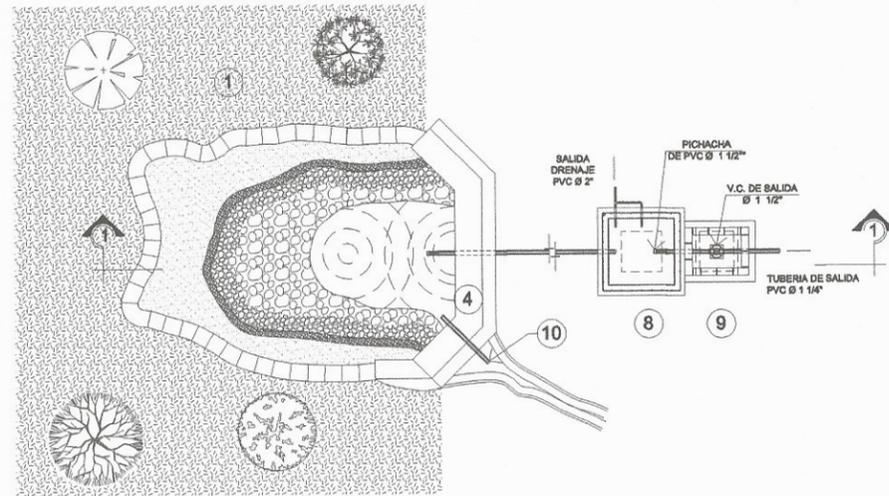
PLANTA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

E 29 - PV 39

ESCALA 1/2000

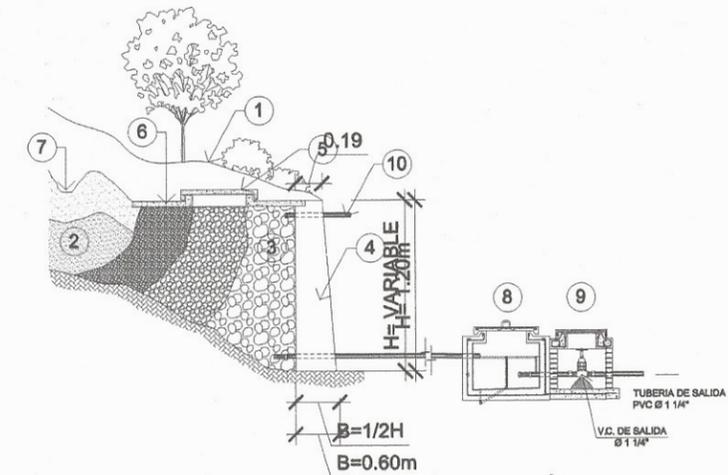


		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
DISEÑO DE LA AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, CASCO URBANO, SAN JACINTO CHIQUIMULA			
PROYECTO: CASCO URBANO SAN JACINTO, CHIQUIMULA			
PLAN DE PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION			
DIBUJO: LEONEL E. MONROY P.	DISEÑO: LEONEL E. MONROY P.	REVISOR: ING. JUAN MERCK COS	FECHA: NOVIEMBRE 2014
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		ING. JUAN MERCK COS ASESOR-SUPERVISOR P.A.	HOJA No.: 7



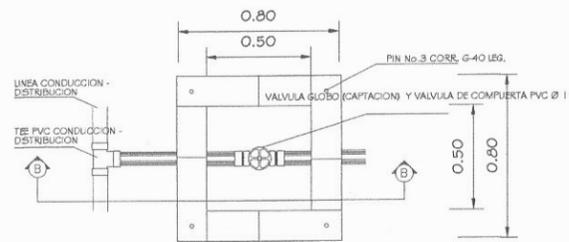
CAPTACIÓN TÍPICA GALERIA DE INFILTRACIÓN

SIN ESCALA



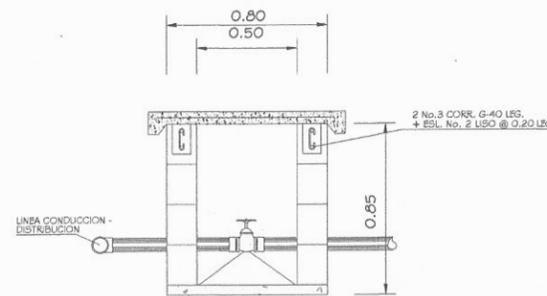
SECCION 1 - 1 (CAPTACIÓN TÍPICA GALERIA DE INFILTRACIÓN)

SIN ESCALA



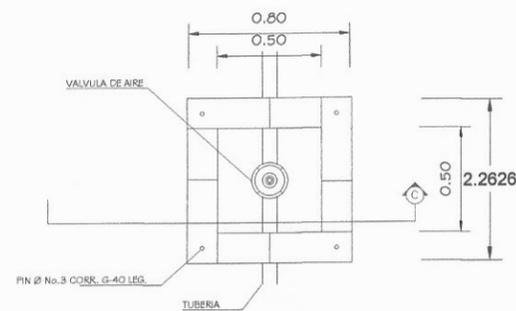
VALVULA DE LIMPIEZA Y DE COMPUERTA

ESCALA: 1:20



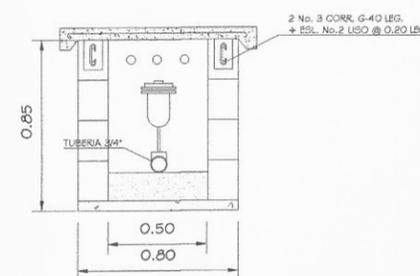
VALVULA DE LIMPIEZA Y DE COMPUERTA CORTE B-B

ESCALA: 1:20



VALVULA DE AIRE

ESCALA: 1:20



ELEVACION DE VALVULA DE AIRE

ESCALA: 1:20

MATERIALES

- EL CONCRETO CICLOPEO SERA 33% PIEDRA BOLA, 67% CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.
- LAS CAJAS PARA VÁLVULAS SE CONSTRUIRÁN CONFORME DETALLES ESPECÍFICOS INDICADOS EN PLANOS.
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS, EXCEPTO DONDE SE INDIQUE OTRA UNIDAD.

PARAMETROS DE DISEÑO:

- $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- $f_y = 2,810 \text{ Kg/cm}^2$
- BLOCK = 26 Kg/cm^3

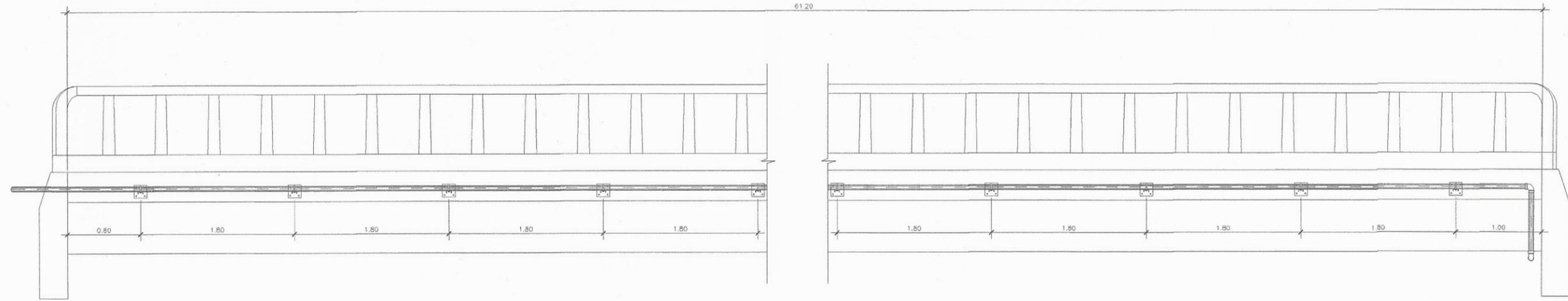
ESPECIFICACIONES:

- MORTERO PARA LEVANTADO = 1:3
- MORTERO PARA ALISA DO = 1:2

SÍMBOLO	NOMENCLATURA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	TEE P.V.C.
	PICHACHA

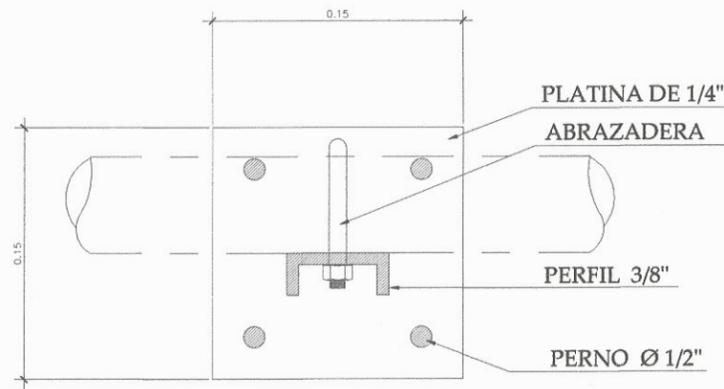


EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
DISEÑO DE LA AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, CASCO URBANO, SAN JACINTO CHIQUIMULA	
UBICACION:	CASCO URBANO SAN JACINTO, CHIQUIMULA
PROYECTO:	CAPTACIÓN TÍPICA GALERIA DE INFILTRACIÓN & DETALLES DE VÁLVULAS Y CAJAS
FECHA:	NOVIEMBRE 2014
INDICADA:	6
INDICADA:	7
INDICADA:	7



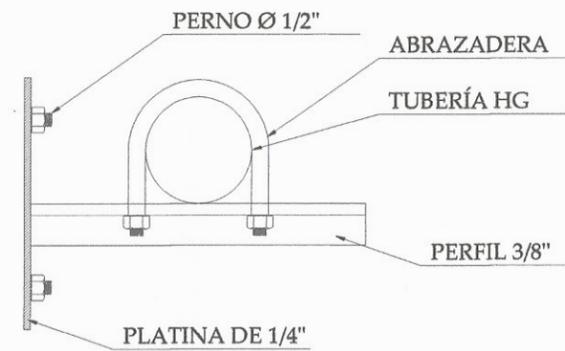
DETALLE FIJACION DE TUBERIA

ESCALA: 1/25



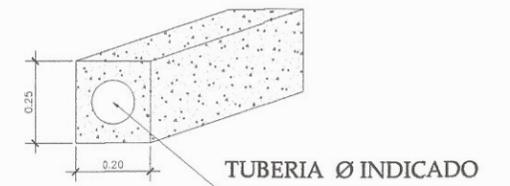
DETALLE DE FIJADOR

ESCALA 1:2



DETALLE DE FIJADOR

ESCALA 1:2

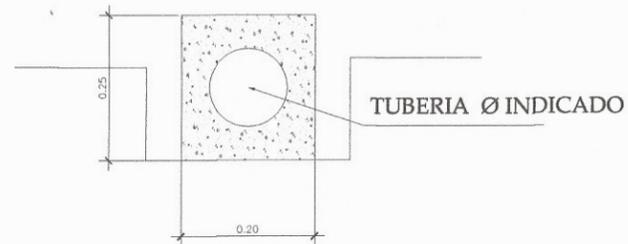


ISOMETRICO DE RECUBRIMIENTO

SIN ESCALA

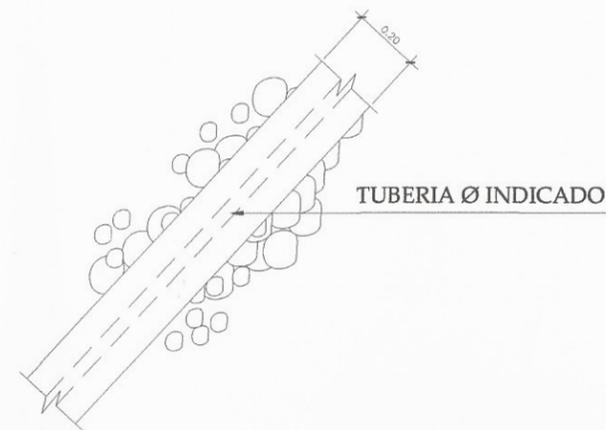
ESPECIFICACIONES RECUBRIMIENTO

- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:
 - PIEDRA BOLA 67%
 - MORTERO 33%
 - CEMENTO:ARENA-PIEDRIN (1:2:3)
- CONCRETO:
 - f_c=165 Kg/cm²
 - PROPORCION DE MEZCLA
 - CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)



DETALLE TRASVERSAL DE RECUBRIMIENTO

ESCALA: 1/5



PLANTA RECUBRIMIENTO

SIN ESCALA



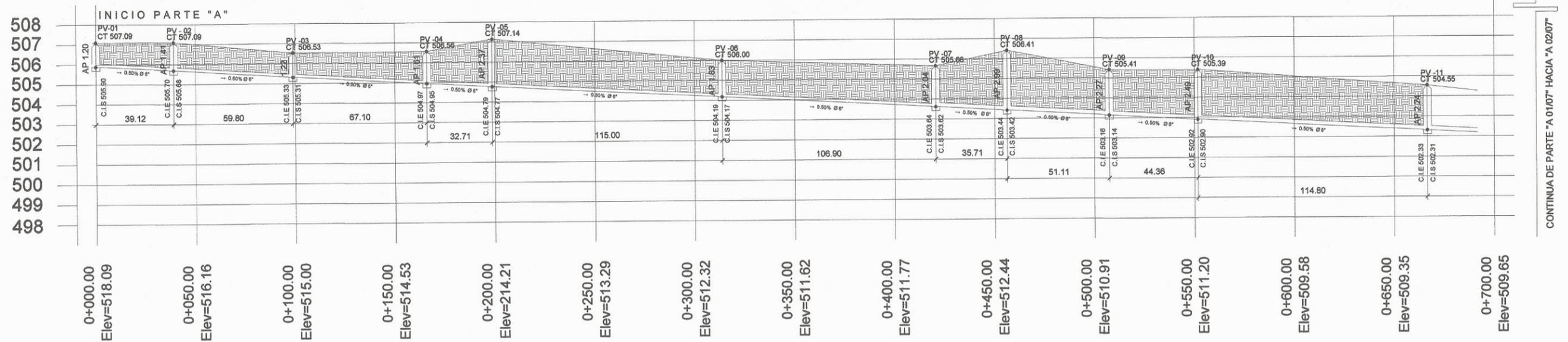
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
DISEÑO DE LA AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, CASCO URBANO, SAN JACINTO CHIQUIMULA			
UBICACION: CASCO URBANO SAN JACINTO, CHIQUIMULA		PROYECTO: DETALLES DE FIJACION DE TUBERIA Y DETALLE DE RECUBRIMIENTO	
DISEÑO: LEONEL E. MORALES P.	DIBUJO: LEONEL E. MORALES P.	REVISOR: ING. JUAN MERCK COS	FECHA: NOVIEMBRE 2014 ESCALA: INDICADA Hoja No.: 7 No. PROYECTO: 7



SIMBOLOGIA	
●	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO
CT 494.59	ELEVACIÓN DE TERRENO EN PV
—	TUBERIA
—	PERFIL DE TERRENO
↓	POZOS DE VISITA
□	CASA
AP	ALTURA POZO
C.I.E 494.99	COTA INVERT DE ENTRADA
C.I.S 494.59	COTA INVERT DE SALIDA
↔	SECCIÓN DE CORTE

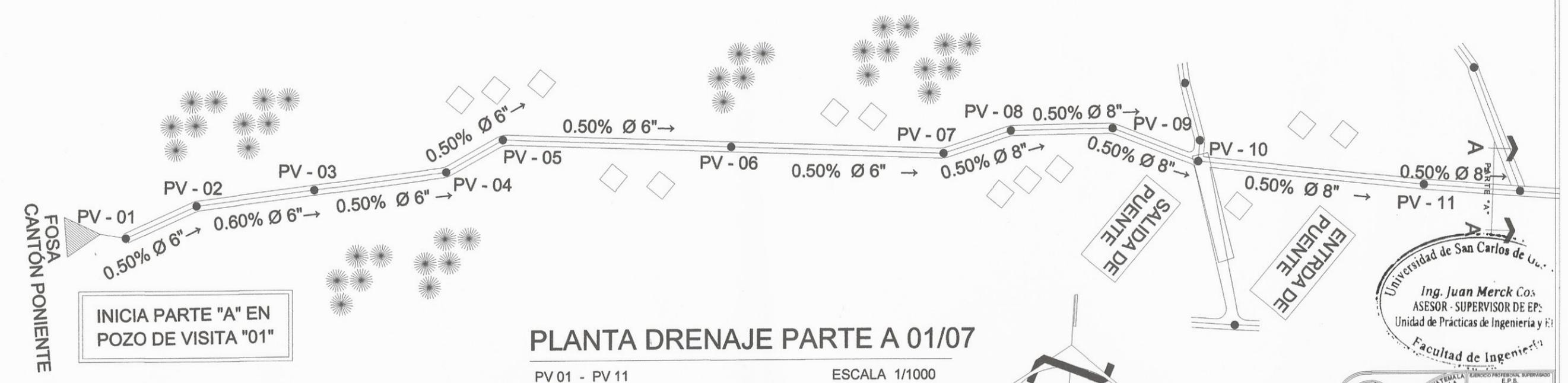
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
	DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALICATILLADO SANITARIO PARA EL CASCO URBANO DE SAN JACINTO, CHOQUIMULA
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS	CASCO URBANO SAN JACINTO, CHOQUIMULA
PLANTA GENERAL DE ALICATILLADO	01
15	15



PERFIL DRENAJE PARTE A 01/07

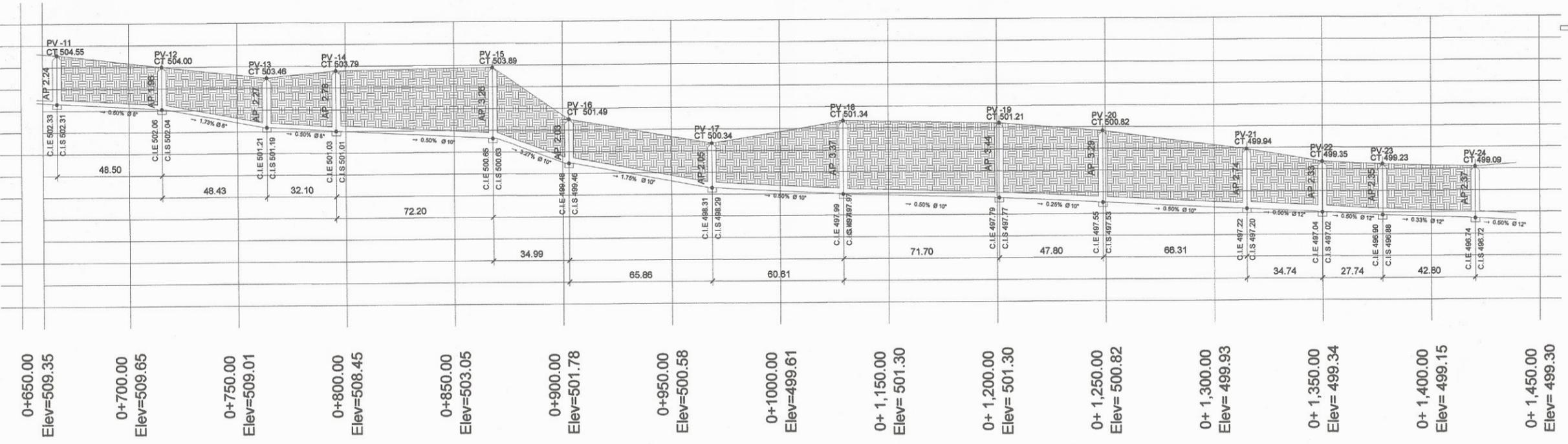
PV 01 - PV 11 ESCALA H 1/1000
 ESCALA V 1/100



Universidad de San Carlos de Guatemal
Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EP:
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y E:
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
 AGUAS SANITARIAS PARA EL CASO
 URBANO DE SAN JACINTO, CHOUMULA
 CARGO URBANO
 SAN JACINTO, CHOUMULA
 PLANTA PERFIL PARTE A-07
 HOJA NO. 02
 15

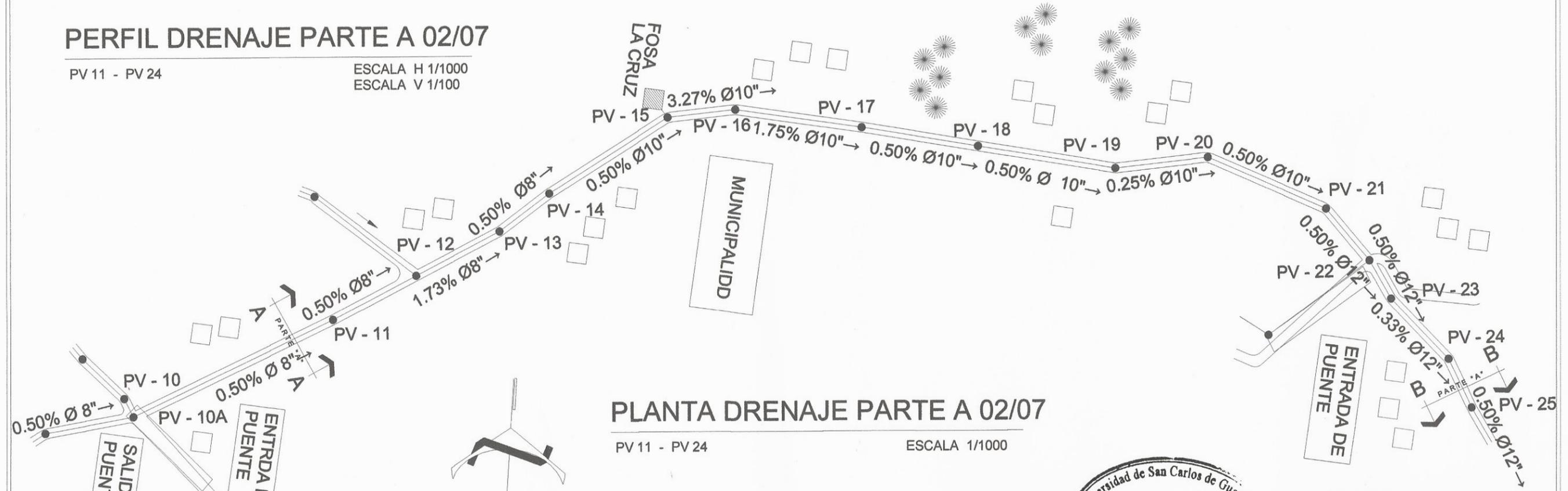
506
505
504
503
502
501
500
499
498
497
496
495
494
493



CONTINUA DE PARTE "A 02/07" HACIA "A 03/07"

PERFIL DRENAJE PARTE A 02/07

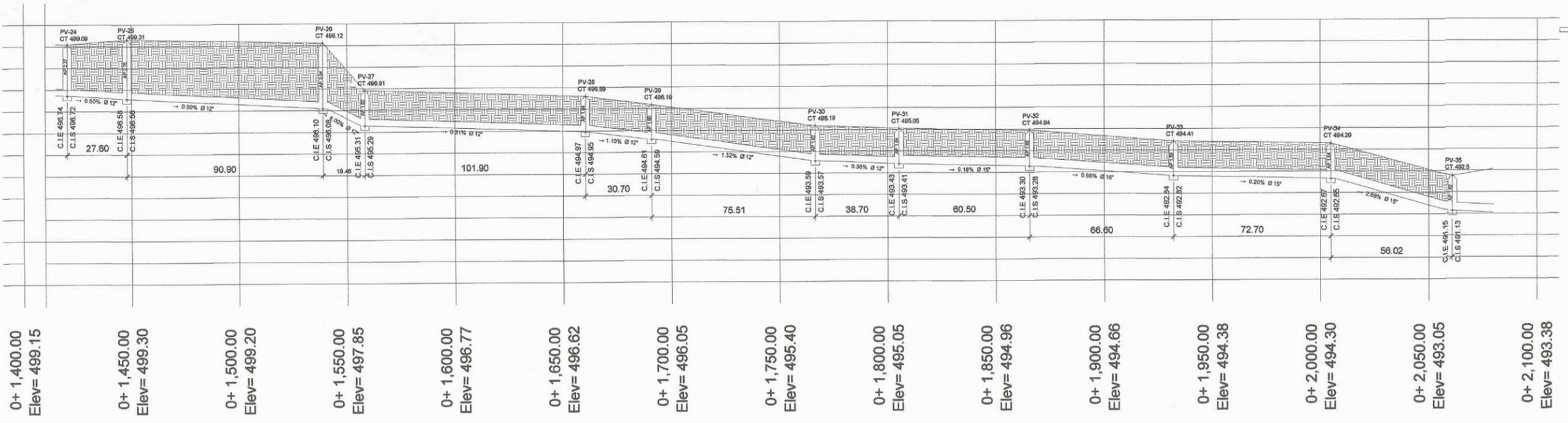
PV 11 - PV 24
ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100



Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.
DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCAANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASO URBANO DE SAN JACINTO, CHOUMULA
CABO URBANO SAN JACINTO, CHOUMULA
PLANTA PERFIL PARTE A 02/07
FECHA: 15/08/2014
HOJA No. 15 DE 15

500
499
498
497
496
495
494
493
492
491
490
489
488

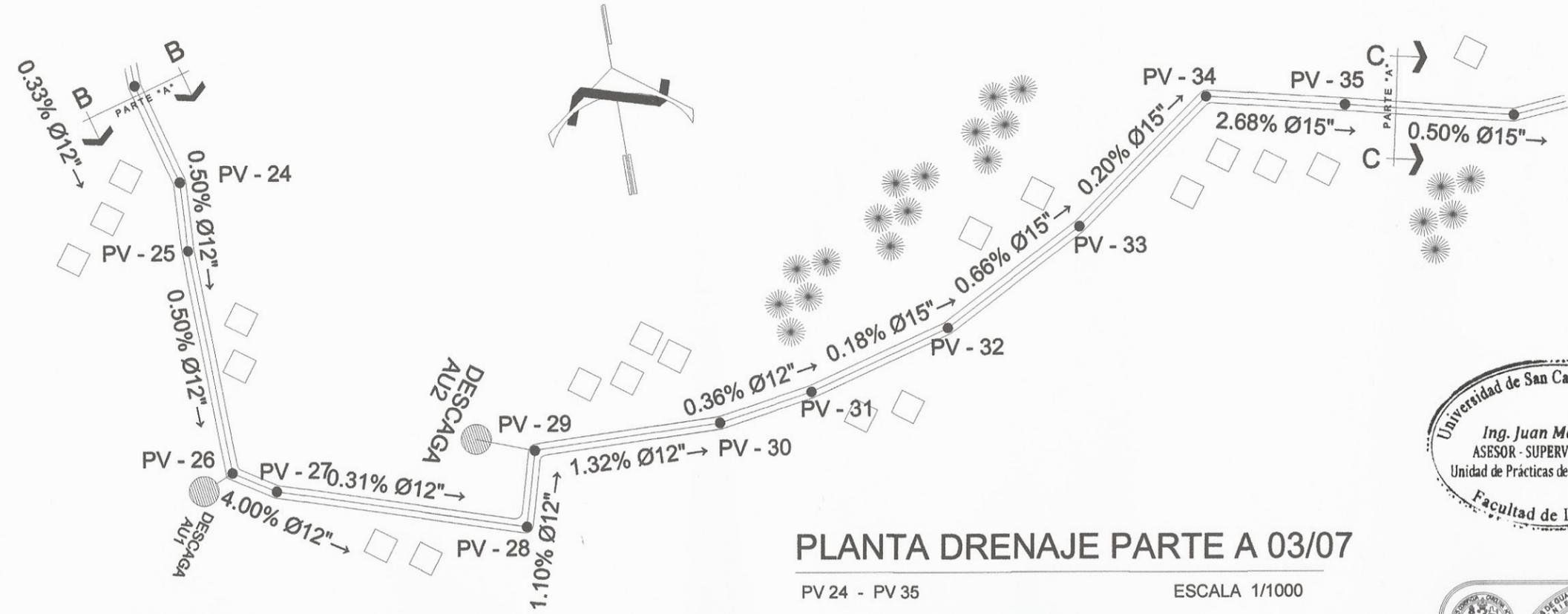


CONTINUA DE PARTE "A 03/07" HACIA "A 04/07"

PERFIL DRENAJE PARTE A 03/07

PV 24 - PV 35

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100



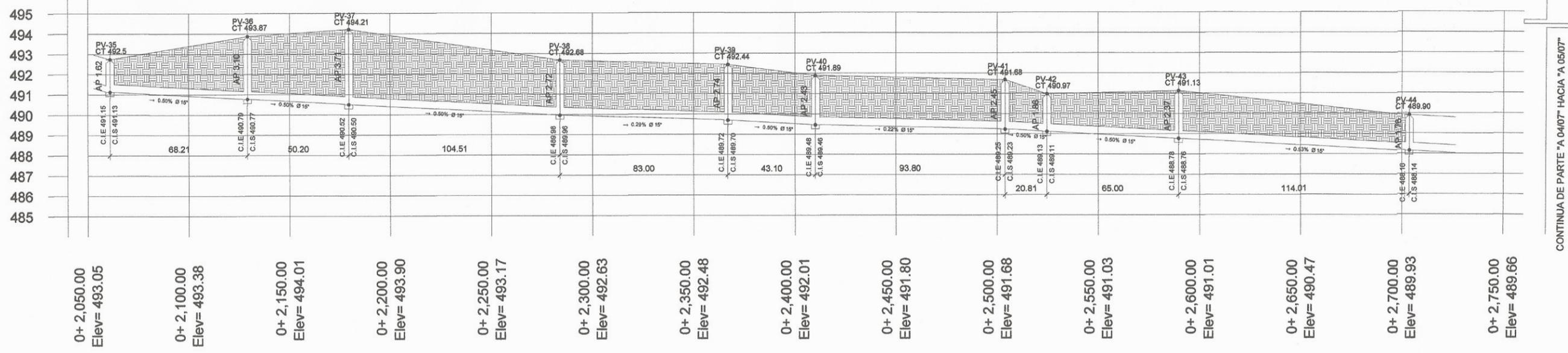
PLANTA DRENAJE PARTE A 03/07

PV 24 - PV 35

ESCALA 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
E.P.S.
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

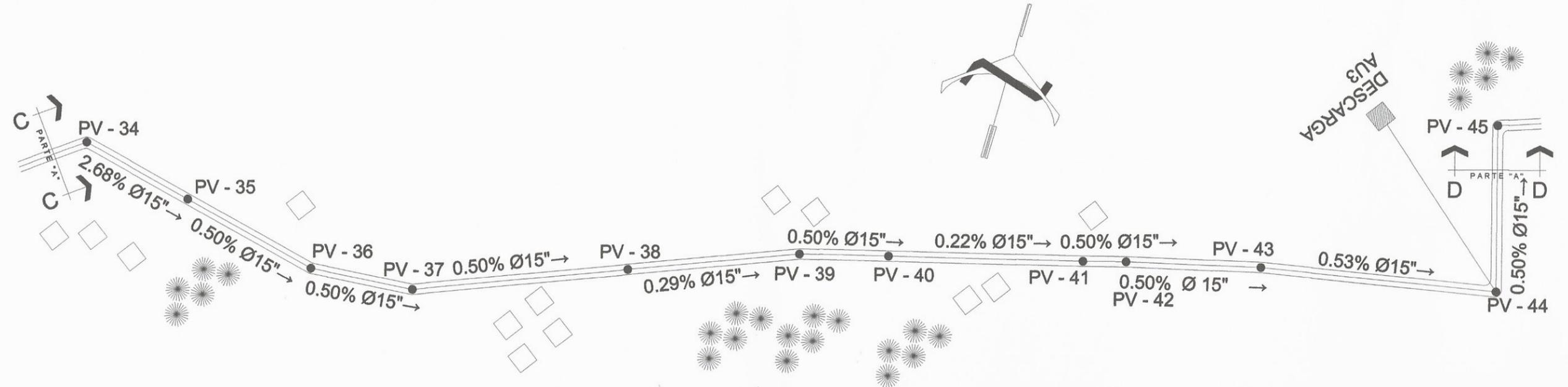
		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
DEBIDO DE LA APROBACION DEL SISTEMA DE ALICATADO SANITARIO PARA EL CARGO VARIANTE DE SAN JACINTO, QUILAMULA			
PROYECTO: CABO URBANO SAN JACINTO, QUILAMULA		PLANTA PERFIL PARTE A 03/07	
FECHA: 15/05/2015	ESCALA: 1/1000	HOJA NO. 04	TOTAL: 15



PERFIL DRENAJE PARTE A 04/07

PV 35 - PV 45
 ESCALA H 1/1000
 ESCALA V 1/100

CONTINUA DE PARTE "A 04/07" HACIA "A 05/07"

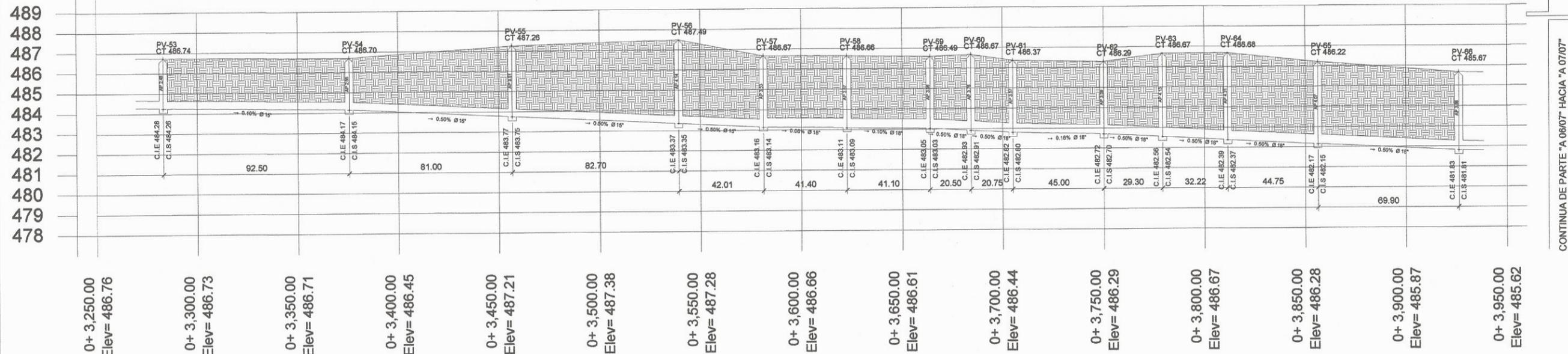


PLANTA DRENAJE PARTE A 04/07

PV 34 - PV 45
 ESCALA 1/1000

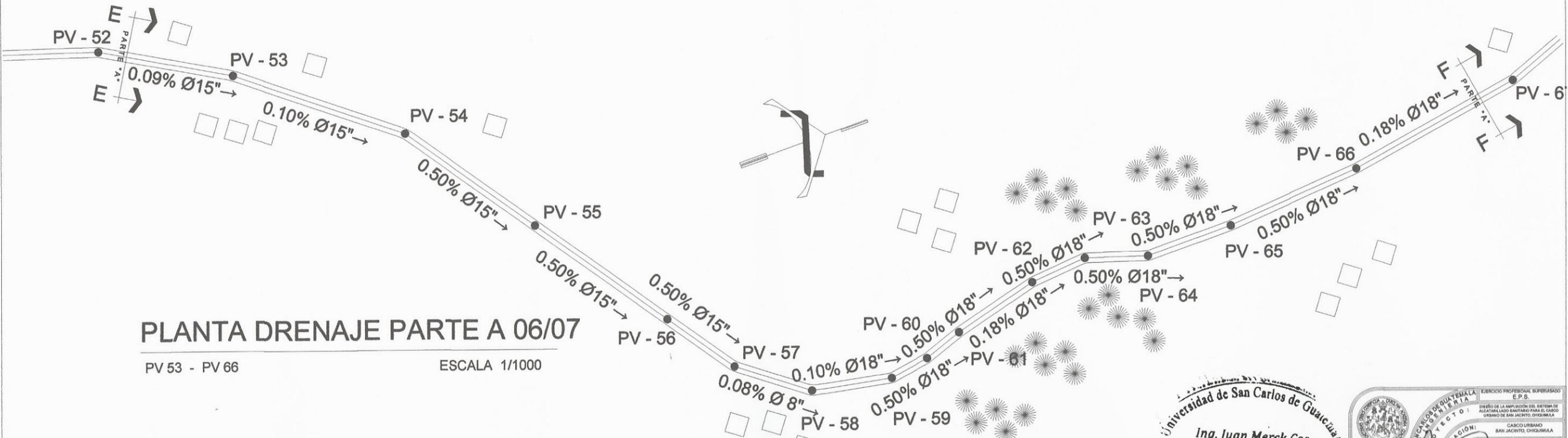
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 PROYECTO: PLANTA PERFIL PARTE A 04/07
 TÍTULO: PLANTA PERFIL PARTE A 04/07
 FECHA: 05/05/2015
 PÁGINA: 15



PERFIL DRENAJE PARTE A 06/07

PV 53 - PV 66
 ESCALA H 1/1000
 ESCALA V 1/100

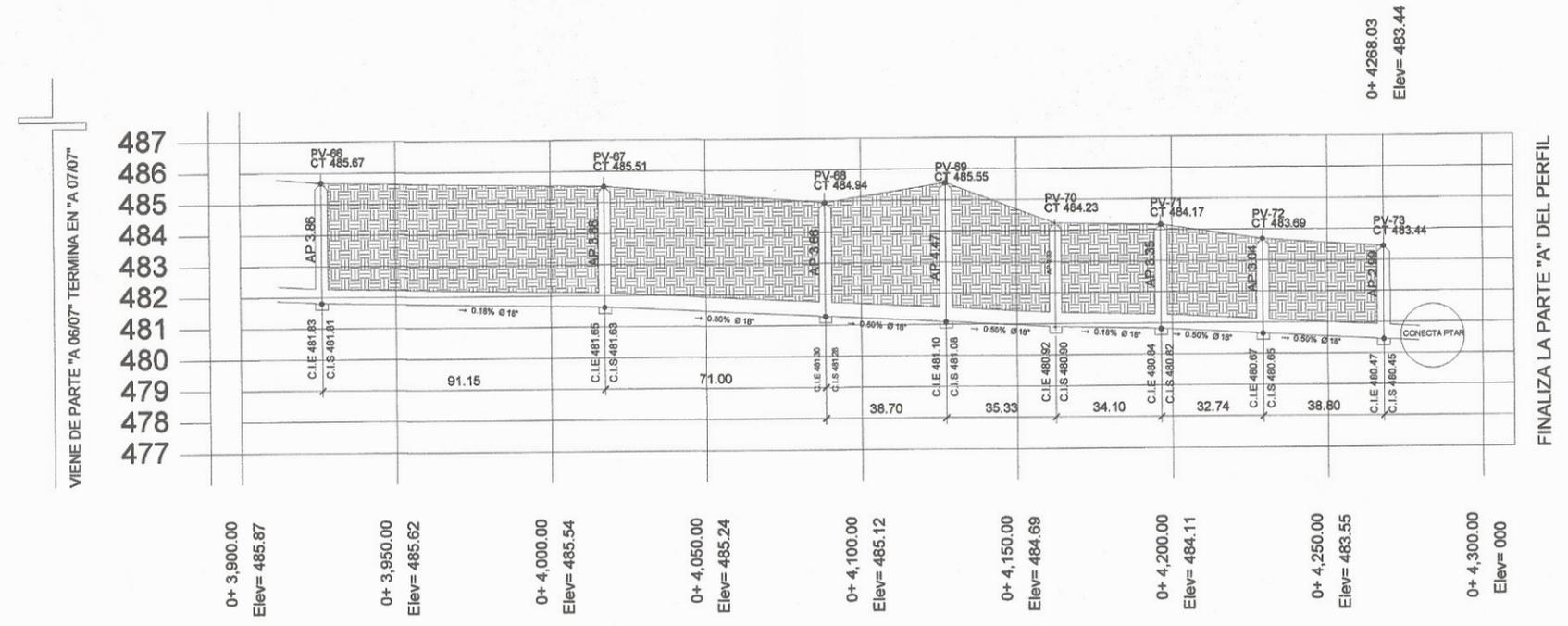


PLANTA DRENAJE PARTE A 06/07

PV 53 - PV 66
 ESCALA 1/1000

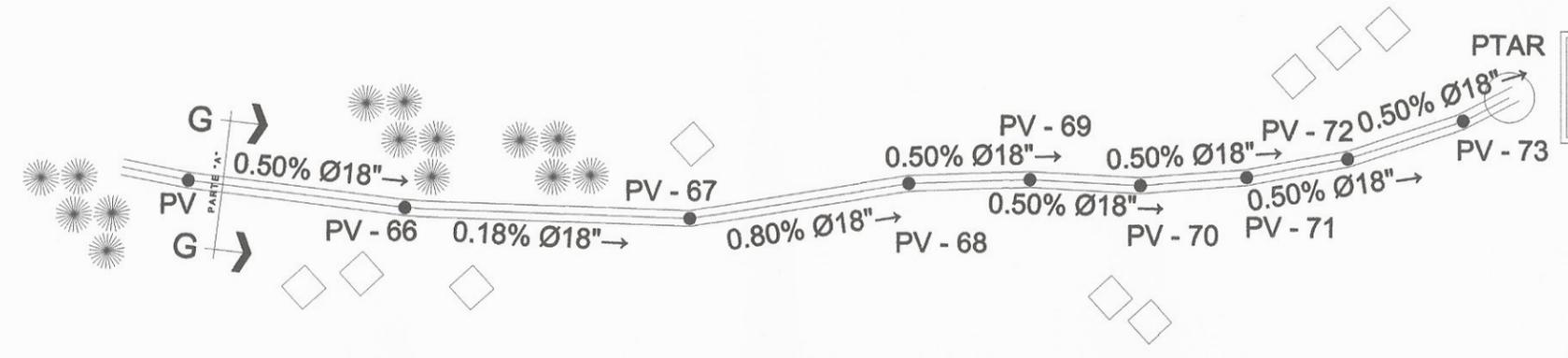
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 E. P. S.
 DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
 ALICATADO SANITARIO PARA EL CARGO
 URBANO DE SAN JACINTO, CHIGUIMULA.
 PROYECTO:
 CARGO URBANO
 SAN JACINTO, CHIGUIMULA
 PLANTA PERFIL PARTE A 06/07
 FECHA: 07/05/2015
 HOJA NO. 15



PERFIL DRENAJE PARTE A 07/07

PV 66 - PV 73
ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100



PLANTA DRENAJE PARTE A 07/07

PV 66 - PV 73
ESCALA 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S.
DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
ALDARILLO SANITARIO PARA EL CASO
URBANO DE SAN JACINTO, CHIGUIMULA

PROYECTO:
CASO URBANO
SAN JACINTO, CHIGUIMULA

PLANTA PERFIL PARTE A 07

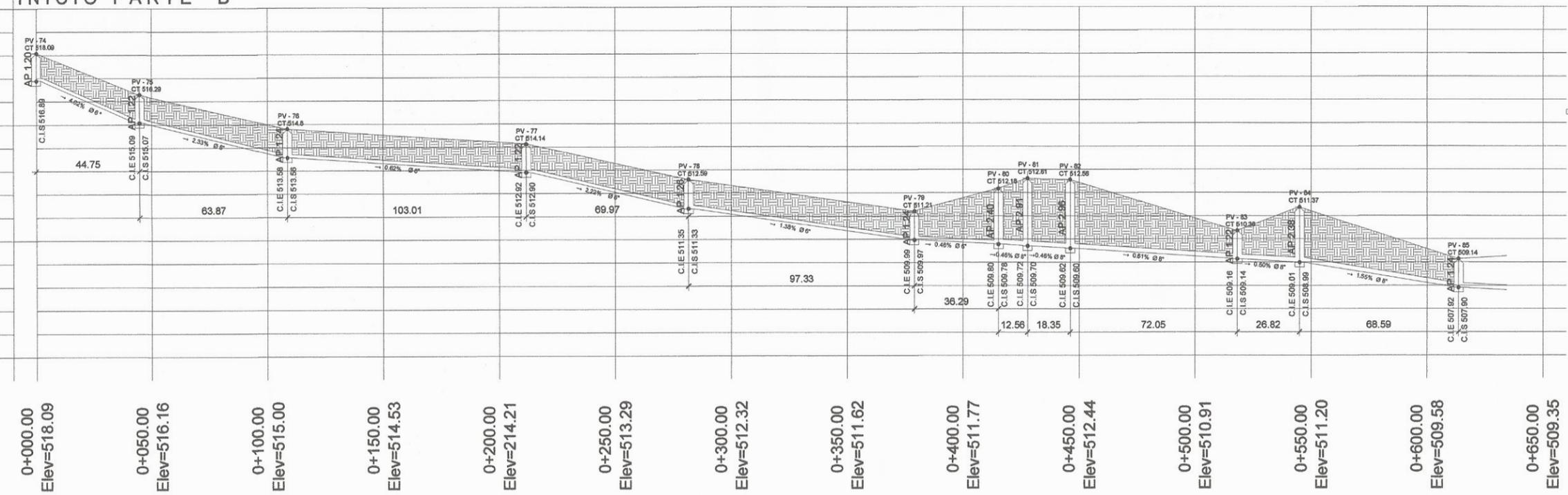
FECHA:
NOVIEMBRE 2011

ESCALA NO. 2:
15

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ING. JUAN MERCK COS
ASESOR SUPERVISOR EPS

520
519
518
517
516
515
514
513
512
511
510
509
508
507
506
505

INICIO PARTE "B"

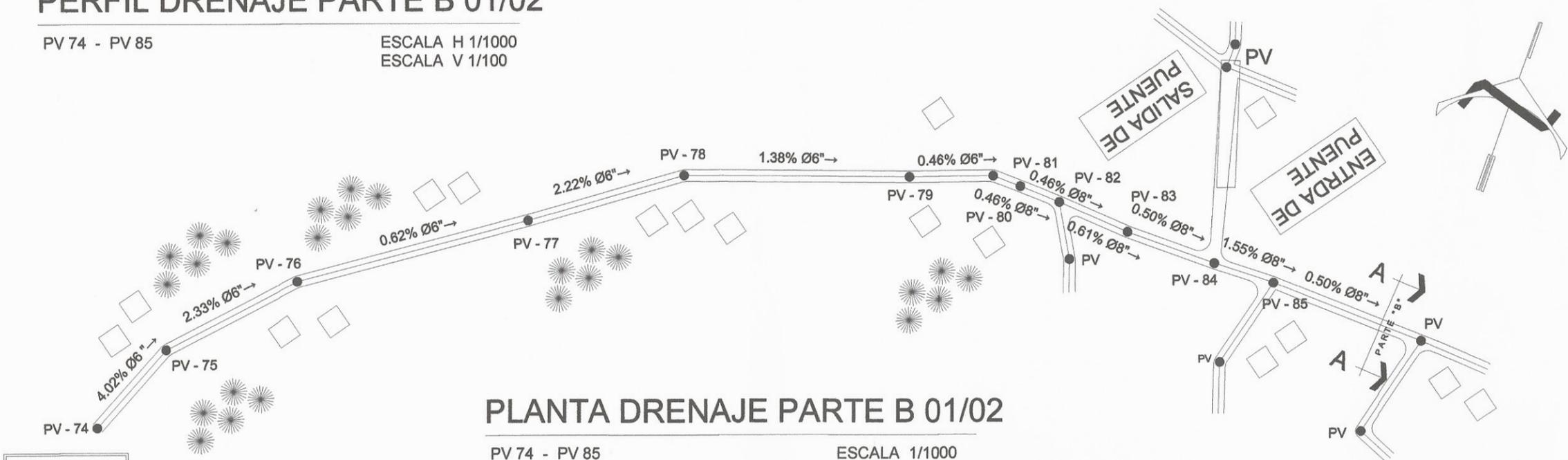


VIENE DE PARTE "B 01/02" TERMINA EN "B 02/02"

PERFIL DRENAJE PARTE B 01/02

PV 74 - PV 85

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100



PLANTA DRENAJE PARTE B 01/02

PV 74 - PV 85

ESCALA 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

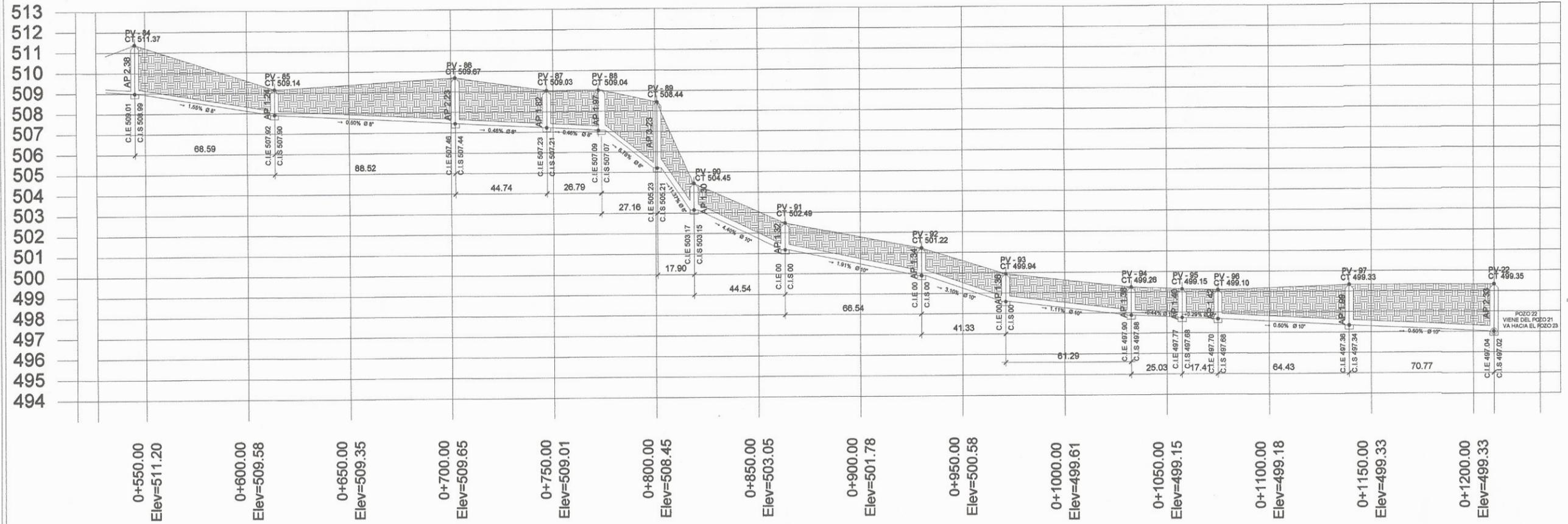
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
E.P.S.
DISTRITO DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE
AGUAS SANITARIAS PARA EL CASO
URBANO DE SAN JACINTO, CHIMBULA
CABO URBANO
SAN JACINTO, CHIMBULA
PLANTA PERFIL PARTE B-01
15

PERFIL DRENAJE PARTE B 02/02

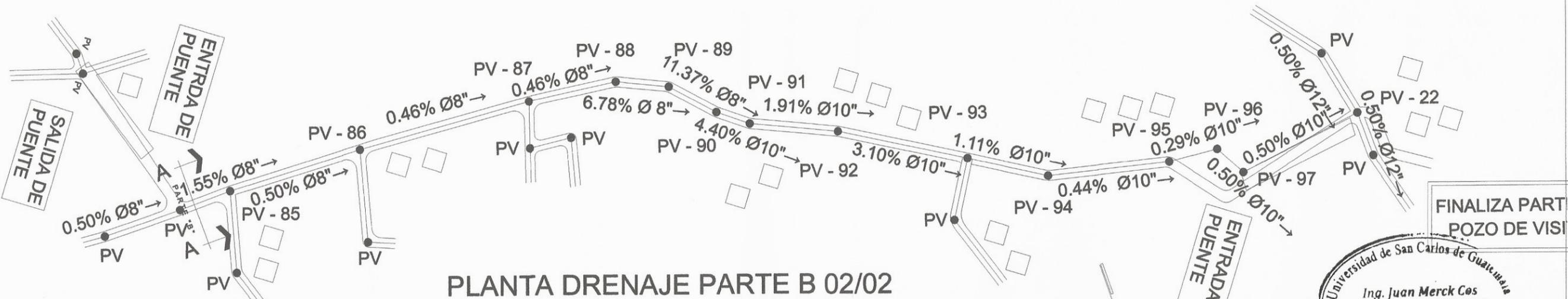
PV 85 - PV 22

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100

0+1210.04
Elev=499.35



FINALIZA LA PARTE "B" DEL PERFIL CONECTA EN PV 22



PLANTA DRENAJE PARTE B 02/02

PV 85 - PV 22

ESCALA 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 E.P.S.
 DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE
 ALCAANTARILLADO SANITARIO PARA EL CASO
 URBANO DE SAN JACINTO, CHOQUIMULA

CASCO URBANO
 SAN JACINTO, CHOQUIMULA
 PLANTA PERFIL PARTE B 02/02

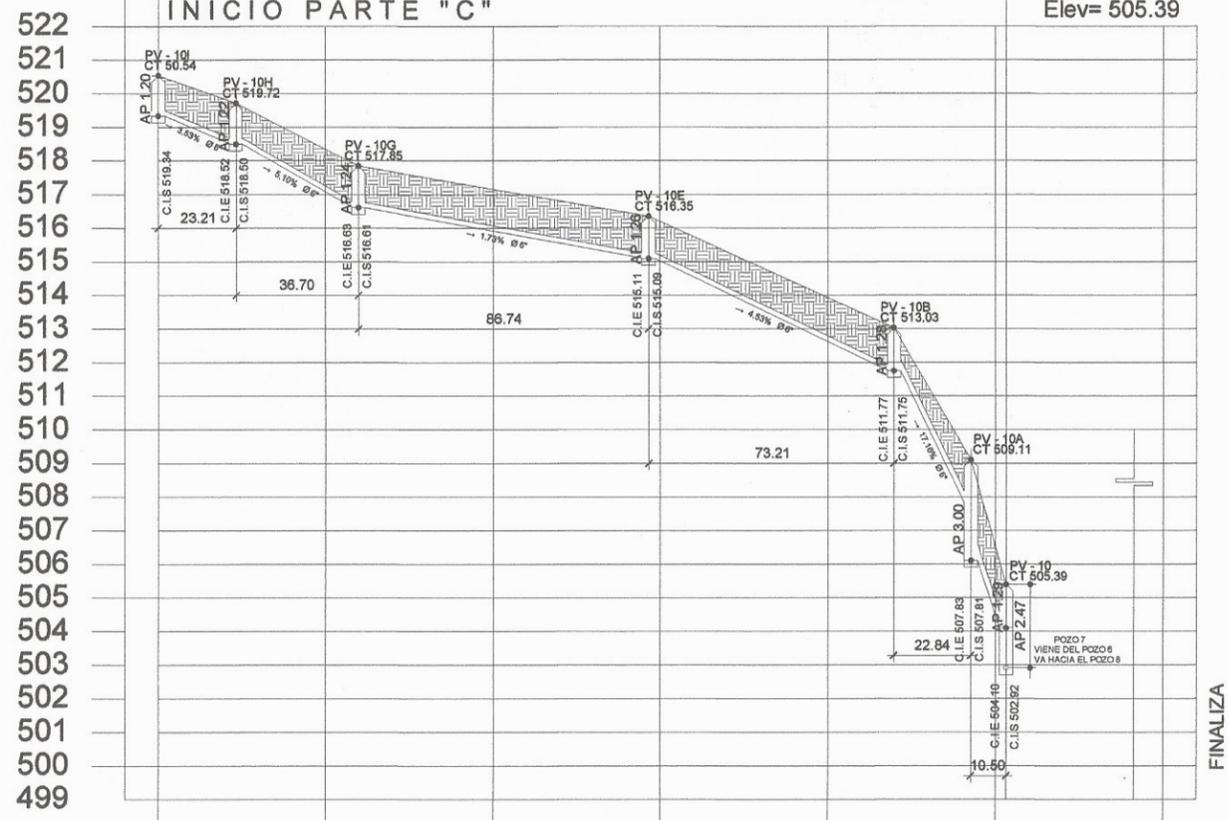
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA Y EPS
 Ing. Juan Merck Cos
 15

PERFIL DRENAJE PARTE C 01/03

PV 10I - PV 10

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100

0+253.20
Elev= 505.39

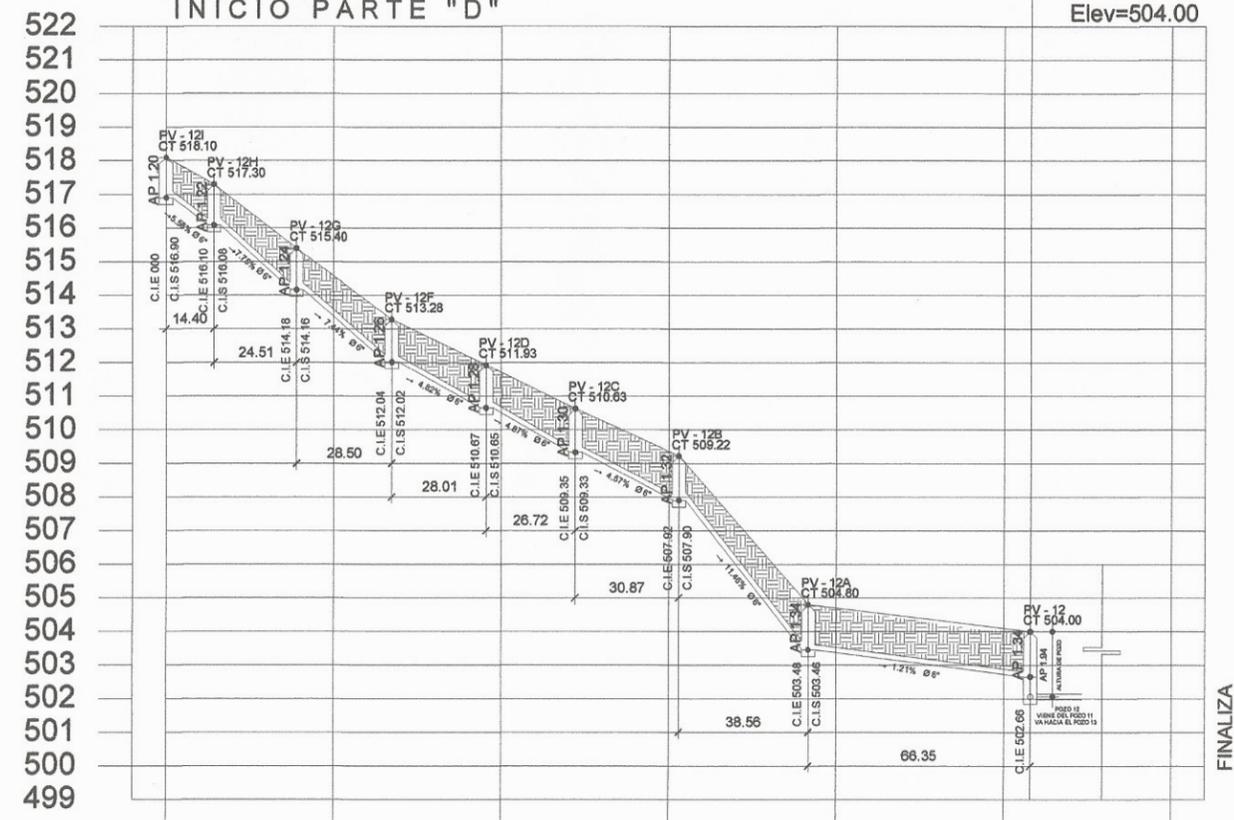


PERFIL DRENAJE PARTE C 02/03

PV 12I - PV 12

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100

0+257.92
Elev=504.00

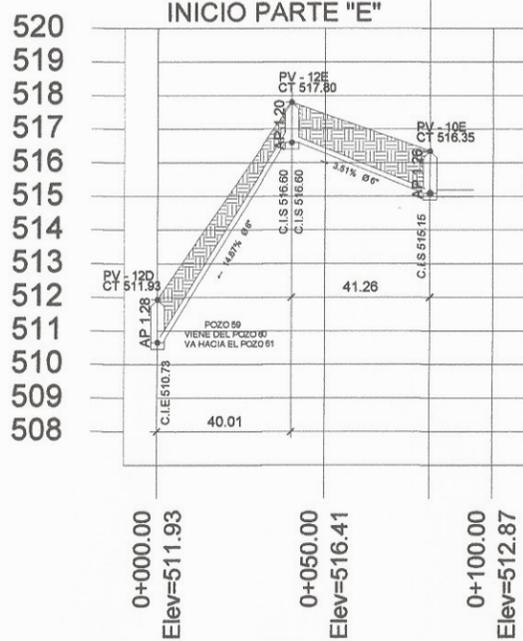


PERFIL DRENAJE PARTE C 03/03

PV 12D - PV 10E

ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100

0+081.27
Elev= 516.35

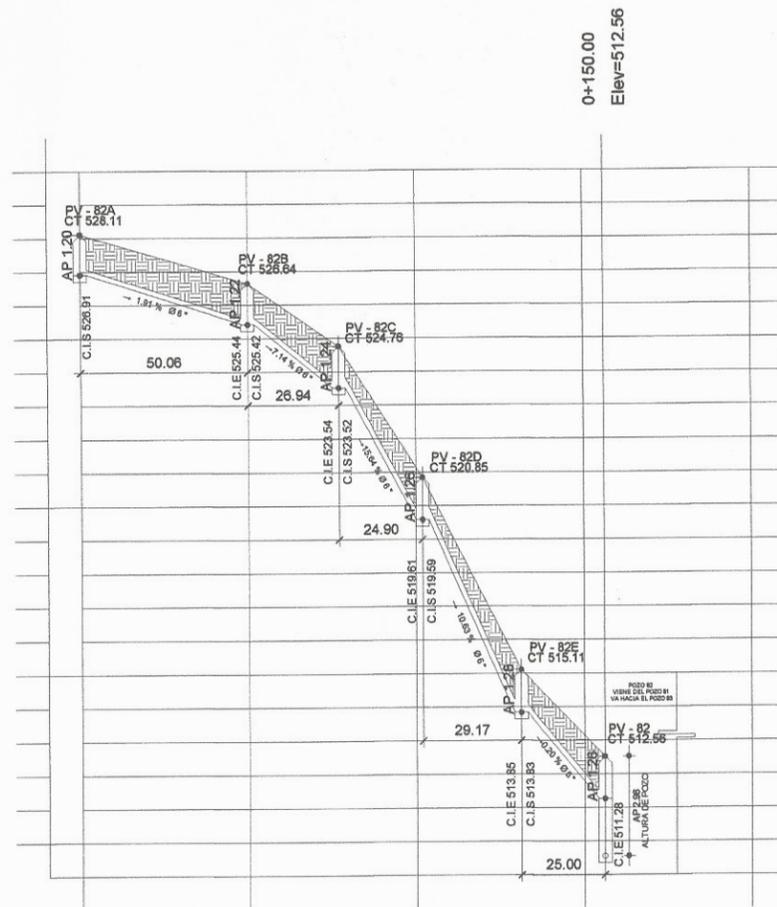


PLANTA DRENAJE PARTE C-01,02 y 03

ESCALA 1/1000

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

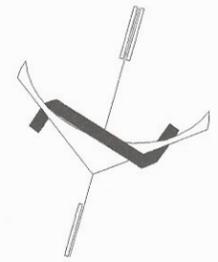
530
529
528
527
526
525
524
523
522
521
520
519
518
517
516
515
514
513
512
511
510



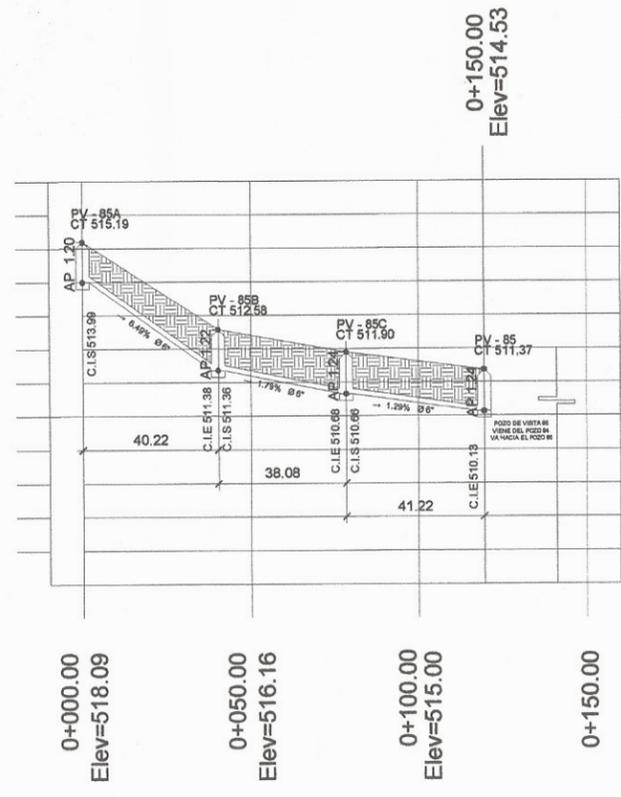
0+000.00 Elev=528.11
0+050.00 Elev=526.64
0+100.00 Elev=521.00
0+150.00 Elev=513.14
0+200.00

PERFIL DRENAJE PARTE D 01/03

PV 82A - PV 82 ESCALA H 1/1000 ESCALA V 1/100



517
516
515
514
513
512
511
510
509
508
507
506
505

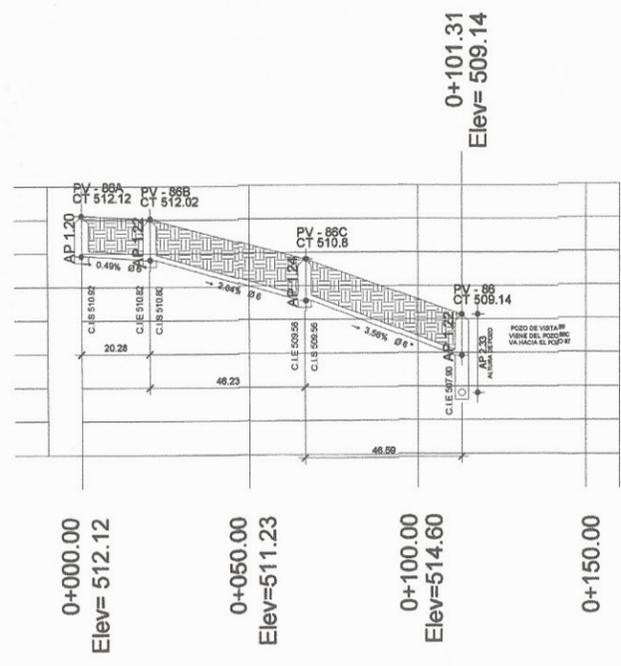


0+000.00 Elev=518.09
0+050.00 Elev=516.16
0+100.00 Elev=515.00
0+150.00 Elev=514.53

PERFIL DRENAJE PARTE D 02/03

PV 85A - PV 85 ESCALA H 1/1000 ESCALA V 1/100

513
512
511
510
509
508
507
506
506



0+000.00 Elev=512.12
0+050.00 Elev=511.23
0+100.00 Elev=514.60
0+150.00

PERFIL DRENAJE PARTE D 03/03

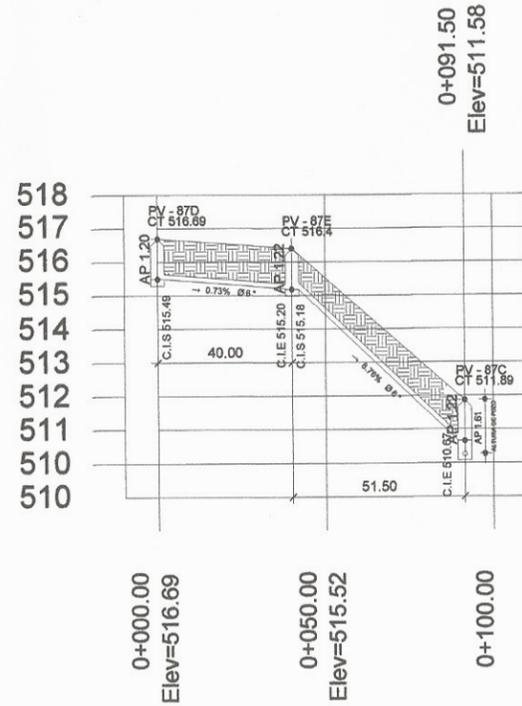
PV 86A - PV 86 ESCALA H 1/1000 ESCALA V 1/100

PLANTA DRENAJE PARTE D 01,02 y 03

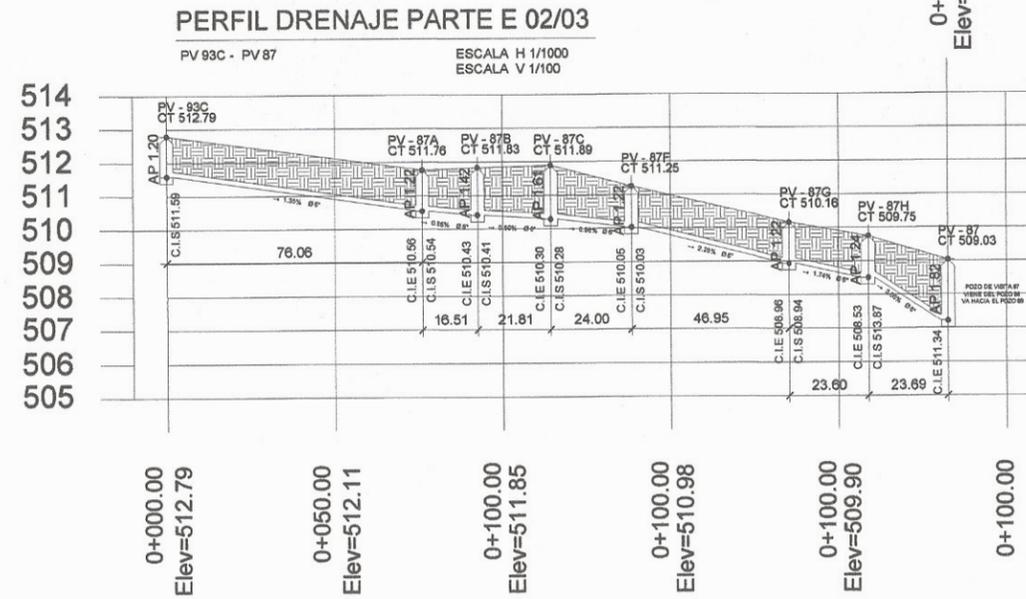
ESCALA 1/1000



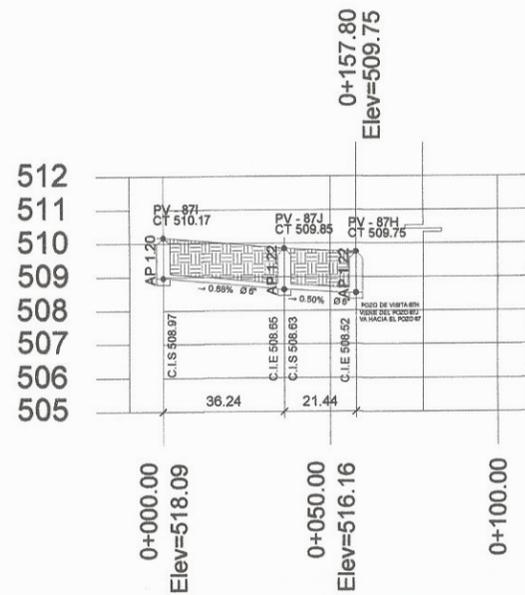
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Juan Merck Cos
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



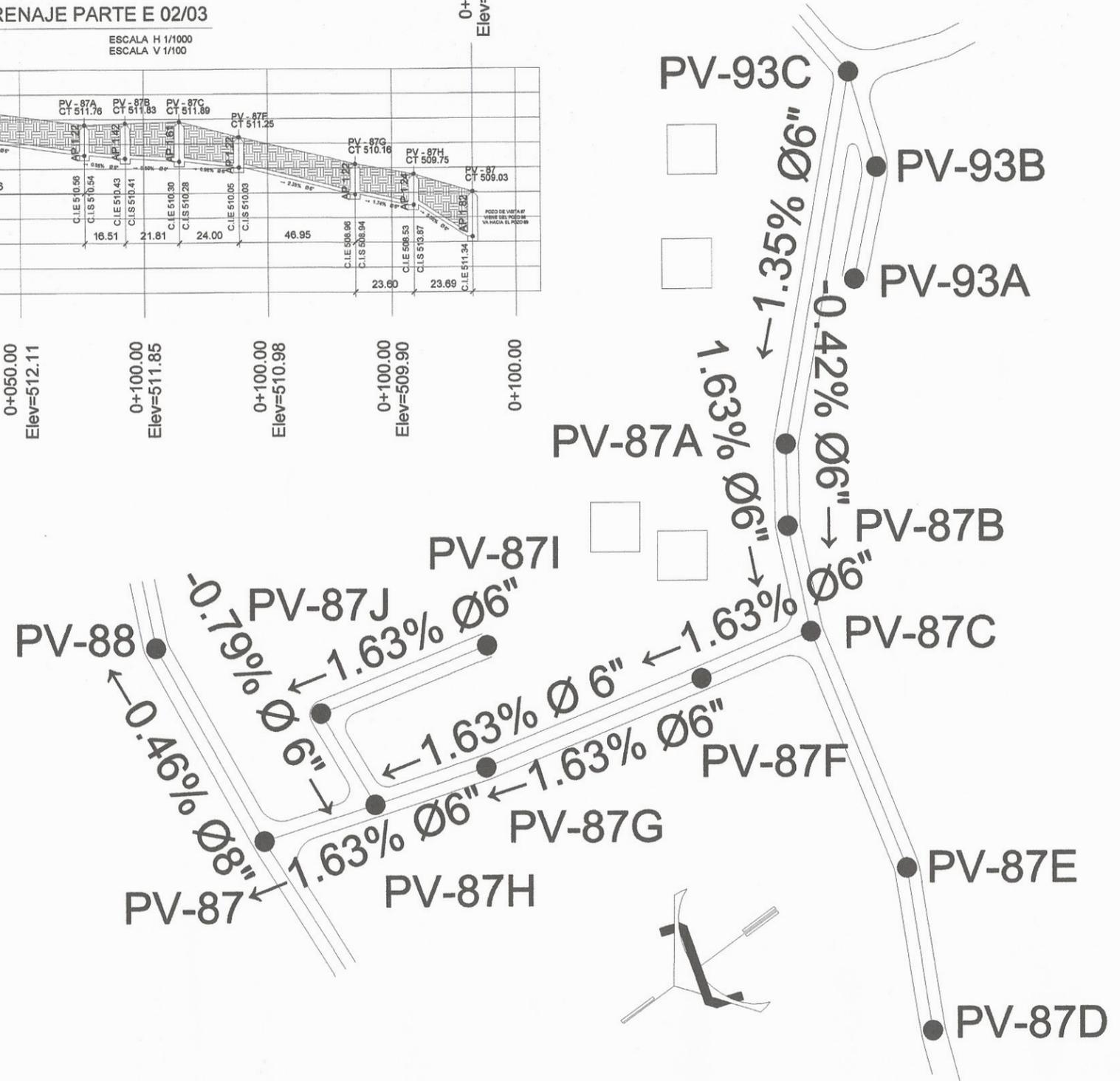
PERFIL DRENAJE PARTE E 01/03
PV 87D - PV 87C
ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100



PERFIL DRENAJE PARTE E 02/03
PV 93C - PV 87
ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100



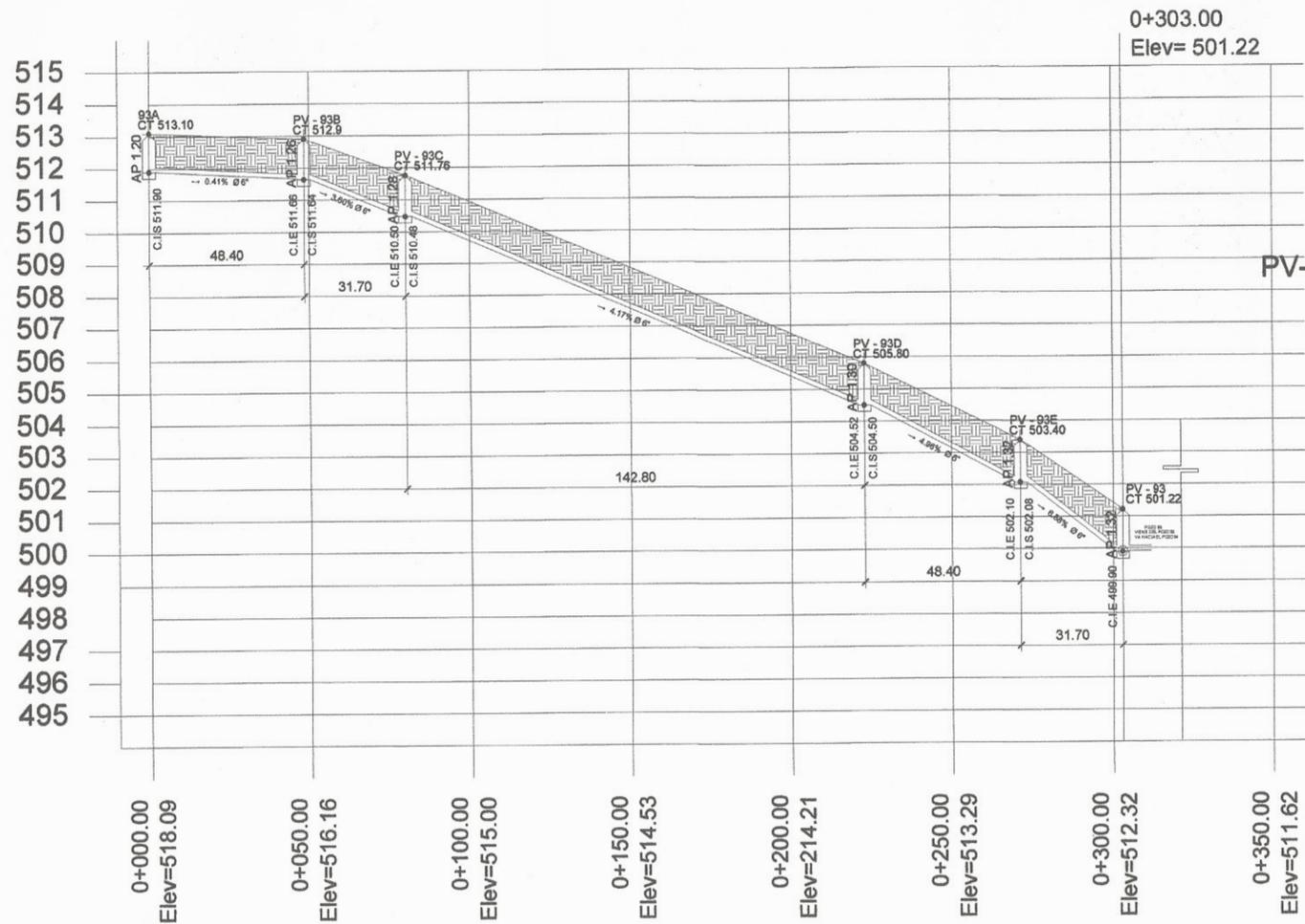
PERFIL DRENAJE PARTE E 02/03
PV 87I - PV 87H
ESCALA H 1/1000
ESCALA V 1/100



PLANTA DRENAJE PARTE E 01,02

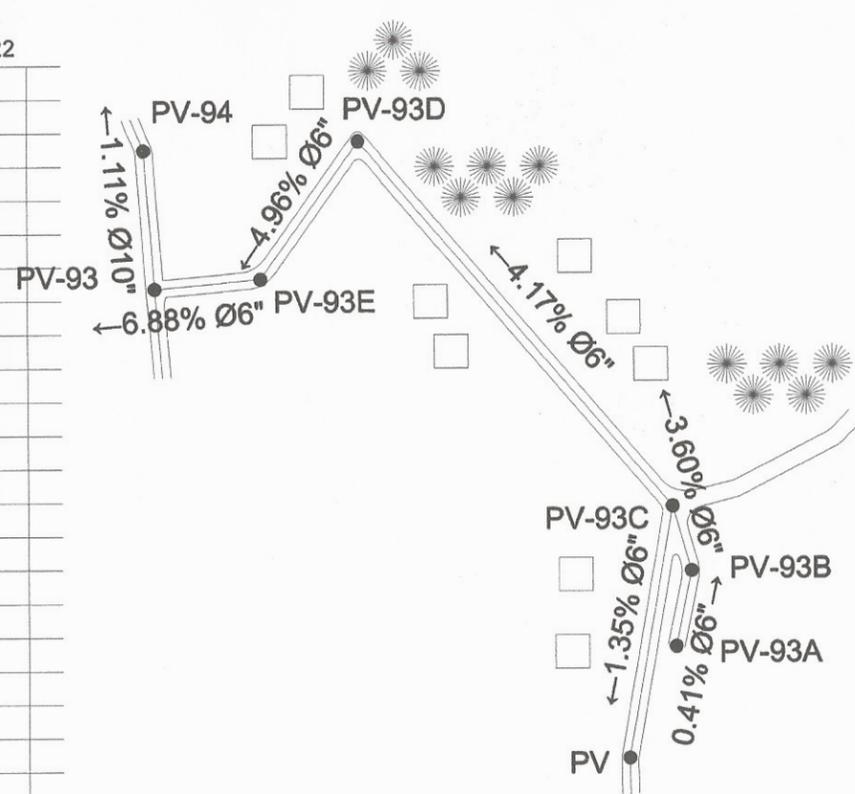
ESCALA 1/1000
 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO E.P.S.	
DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ALCAANTARADO SANEAMIENTO PARA EL CASCO URBANO DE SAN JACINTO, CHOQUIMULA			
CARGO URBANO SAN JACINTO, CHOQUIMULA		PERÍODO DE VIGENCIA 13	
PLANTA: PERFIL PARTE E		FECHA: 15	
INGENIERO: JUAN MERCK COS ASESOR SUPERVISOR EPS		INGENIERO:	



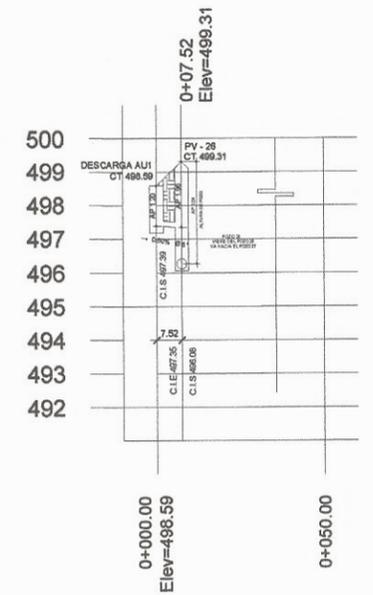
PERFIL DRENAJE PARTE F

PV 10I - PV 10 ESCALA H 1/1000
 ESCALA V 1/100



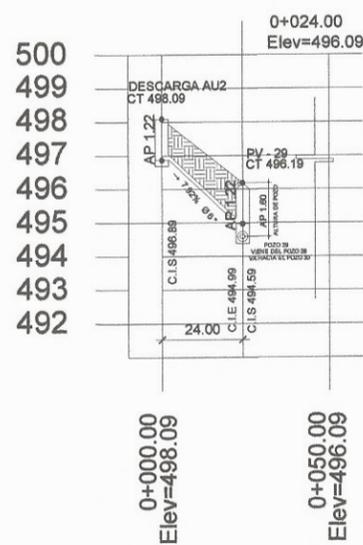
PLANTA DRENAJE PARTE F

ESCALA 1/1000



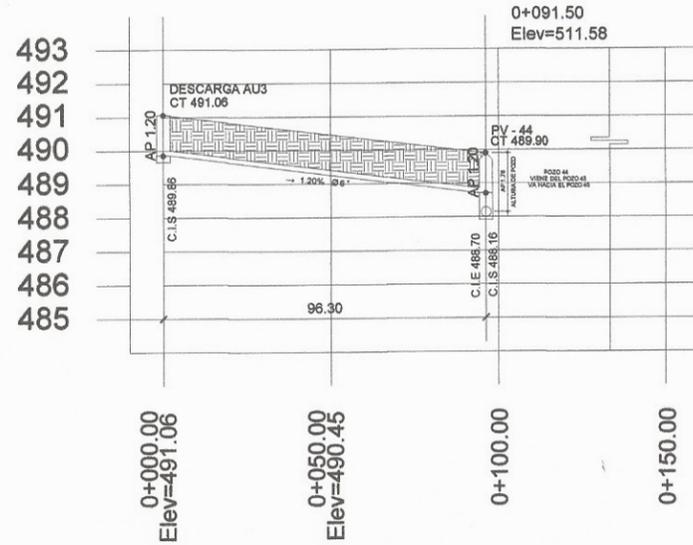
DESCARGA AU2

CT 498.59 - PV 26 ESCALA H 1/1000
 CT 499.31 ESCALA V 1/100



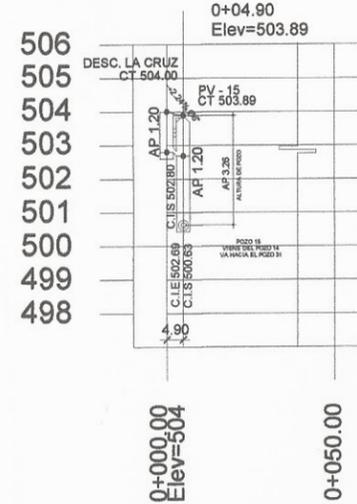
DESCARGA AU1

CT 498.9 - PV 29 ESCALA H 1/1000
 ESCALA V 1/100



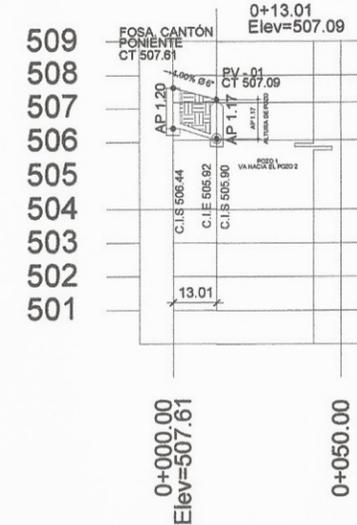
DESCARGA AU3

CT 491.06 - PV 44 ESCALA H 1/1000
 CT 489.00 ESCALA V 1/100



DESCARGA LA CRUZ

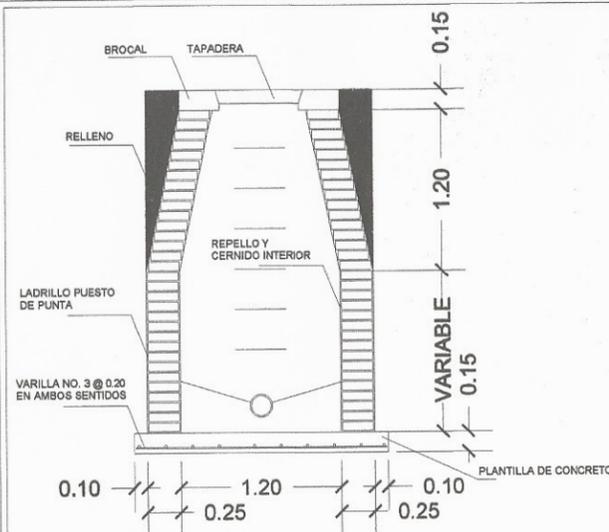
CT 504.00 - PV -15 ESCALA H 1/1000
 CT 503.89 ESCALA V 1/100



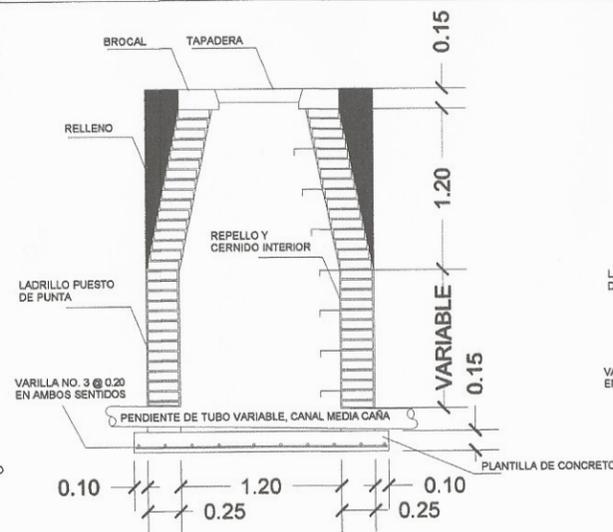
FOSA CANTON PONIENTE

CT 502.61 - PV 01 ESCALA H 1/1000
 CT 507.09 ESCALA V 1/100

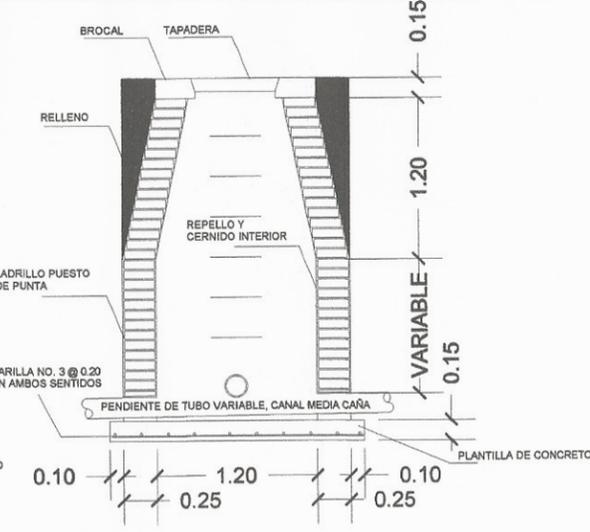




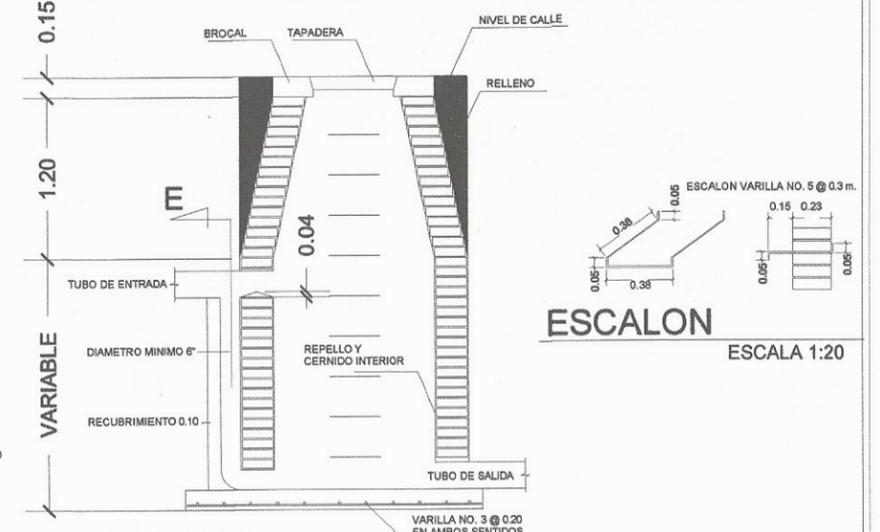
CORTE A
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1:25



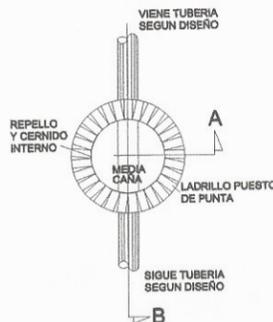
CORTE B
POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA 1:25



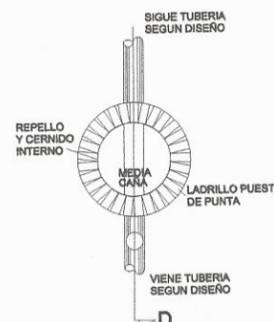
CORTE C
POZO DE VISITA 2 ENTRADAS ESCALA 1:25



CORTE D
POZO DE VISITA CON CAIDA MAYOR A 0.70m ESCALA 1:25



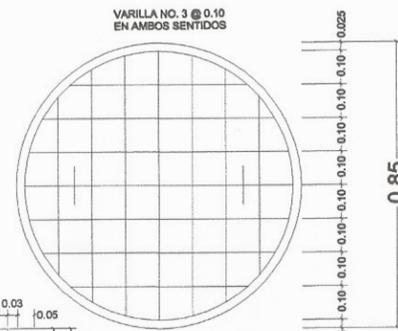
POZO DE VISITA
ESCALA 1:25



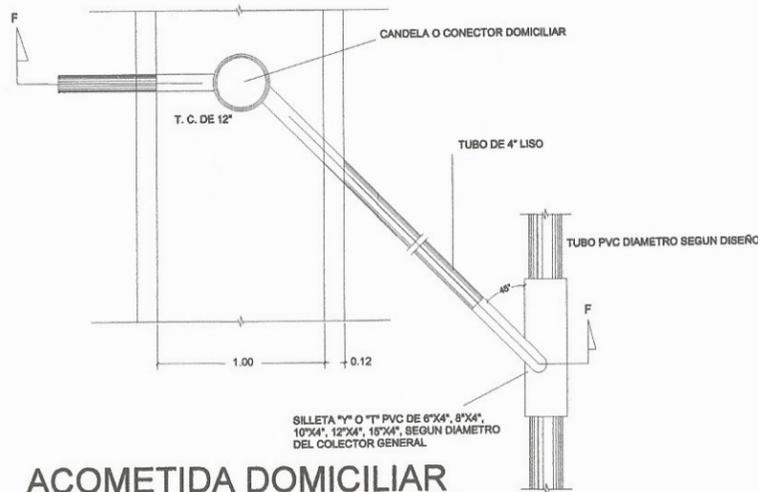
POZO DE VISITA
ESCALA 1:25



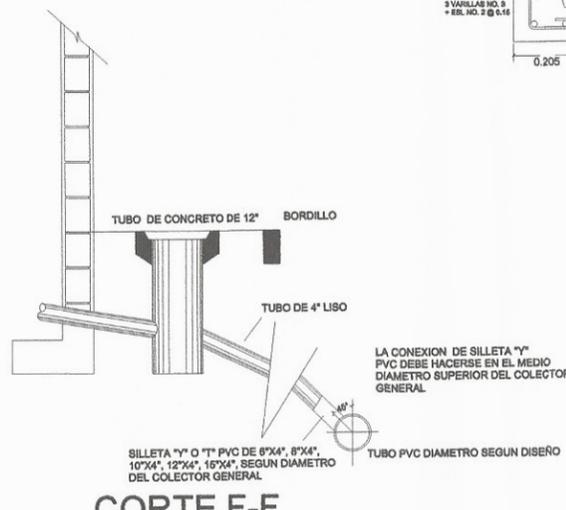
POZO DE VISITA
ESCALA 1:25



TAPADERA DE POZO
ESCALA 1:10



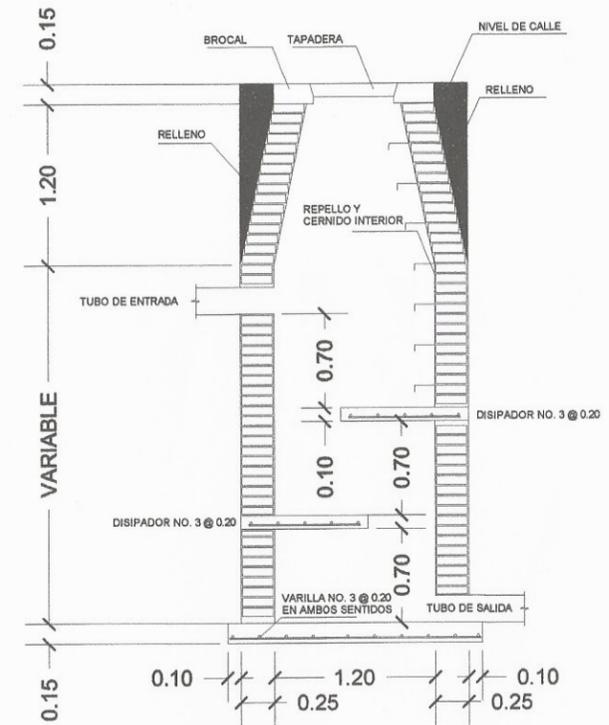
ACOMETIDA DOMICILIAR
ESCALA 1:20



CORTE F-F
ESCALA 1:20



CORTE E
ESCALA 1:25



POZO DE VISITA
CON CAIDA MAYOR A 1.50m ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO:

- EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $f'c = 165 \text{ kg/cm}^2$.
- EL MORTERO PARA PEGADO DE LADRILLO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN 1:3
- EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- TODOS LOS POZOS TIENEN UNA LOSA DE CONCRETO CON ESPESOR DE 0.10 m

TUBERÍA DE PVC:

- LA TUBERÍA SERÁ CONFORME A LA NORMA ASTM F-949
- EL DIÁMETRO A UTILIZAR SERÁ DE 6", 8", 10", 12", 15" Y 18" A EXCEPCIÓN DE LAS ACOMETIDAS DOMICILIARES QUE SERÁN DE DIÁMETRO 4"
- TODA LA TUBERÍA SE COLOCARÁ ALINEADA Y CON EL DESNIVEL QUE SE INDICA EN LOS PLANOS.

NOTA:
LOS BROCALES Y TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN CURARSE, SEGÚN ESPECIFICACIONES ACI, ANTES DE SU INSTALACIÓN



ANEXOS

Anexo 1: Examen Bacteriológico

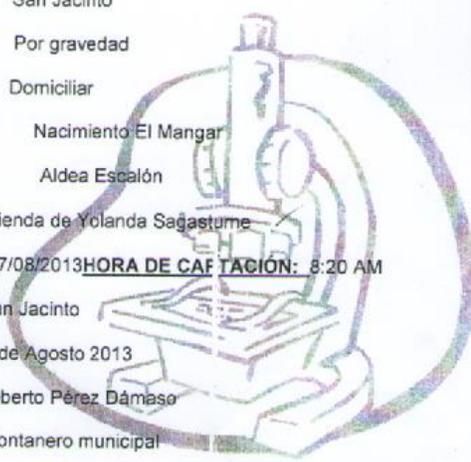


MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCIÓN DE AREA DE SALUD DE CHIQUIMULA
CENTRO DE SALUD SAN JACINTO
LABORATORIO DE ANALISIS BACTERIOLOGICO
DE AGUA

SOLICITUD

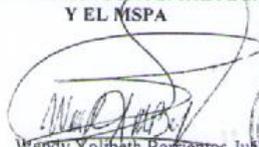
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO A 100 ML DE AGUA.

<u>REGISTRO:</u> 199	No. DE MUESTRA: 199-2,013
<u>COMUNIDAD:</u>	Área Urbana
<u>MUNICIPIO:</u>	San Jacinto
<u>TIPO DE ACUEDUCTO:</u>	Por gravedad
<u>TIPO DE SERVICIO:</u>	Domiciliar
<u>NOMBRE Y TIPO DE FUENTE:</u>	Nacimiento El Mangar
<u>UBICACIÓN DE LA FUENTE:</u>	Aldea Escalón
<u>SITIO DE CAPTACIÓN:</u>	Vivienda de Yolanda Sagastume
<u>FECHA DE CAPTACIÓN:</u>	07/08/2013 <u>HORA DE CAPTACIÓN:</u> 8:20 AM
<u>SERVICIO DE SALUD :</u>	San Jacinto
<u>FECHA DE ANALISIS:</u>	14 de Agosto 2013
<u>RESPONSABLE :</u>	Rigoberto Pérez Dámaso
<u>CARGO:</u>	Fontanero municipal



RESULTADO: 0 COLONIAS DE BACTERIAS
COLIFORMES FECALES

AGUA APTA PARA CONSUMO HUMANO
CON 2 COLONIAS DE BACTERIAS EL AGUA
NO ES APTA SEGÚN LA NORMA COGUANOR NGO
29001 (COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS)
Y EL MISPA


Wendy Yorbeth Barrientos Juárez
Inspectora de Saneamiento Ambiental
Centro de Salud San Jacinto



