



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
COLONIA SANTA CECILIA Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ALDEA SAN NICOLÁS, ESTANZUELA, ZACAPA**

Luis Fernando Garnica López
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
COLONIA SANTA CECILIA Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA ALDEA SAN NICOLÁS, ESTANZUELA, ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

LUIS FERNANDO GARNICA LÓPEZ
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SANTA CECILIA Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN NICOLÁS, ESTANZUELA, ZACAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de febrero de 2013.



Luis Fernando Garnica López



Guatemala, 22 de agosto de 2013
Ref.EPS.DOC.919.08.13

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Fernando Garnica López** con carné No. **200924443**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SANTA CECILIA Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN NICOLÁS, ESTANZUELA, ZACAPA"**.

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
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería Civil
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

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,
30 de agosto de 2013

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


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SANTA CECILIA Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN NICOLÁS, ESTANZUELA, ZACAPA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Fernando Garnica López, con Carnet No. 200924443, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

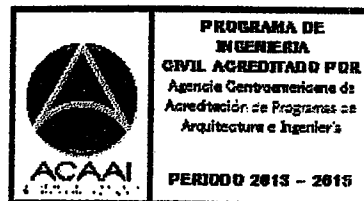

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 07 de octubre de 2013

Ref.EPS.D.716.10.13

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SANTA CECILIA Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN NICOLÁS, ESTANZUELA, ZACAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Fernando Garnica López**, 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 como Asesor - Supervisor de EPS y Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, al trabajo de graduación del estudiante Luis Fernando Garnica López, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SANTA CECILIA Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN NICOLÁS, ESTANZUELA, ZACAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

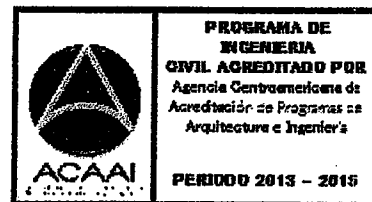

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2013

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua

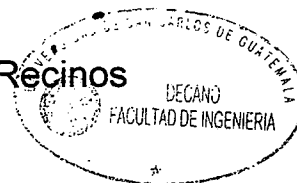




El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SANTA CECILIA Y EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA SAN NICOLÁS, ESTANZUELA, ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Luis Fernando Garnica López**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, octubre de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Luis Garnica y Gelma López, con mucho amor y admiración por su esfuerzo y apoyo incondicional. Que este triunfo sea una recompensa a todos sus esfuerzos.

Mis hermanos

Emy Rosamalia y Manuel Eduardo Garnica López, por el cariño y apoyo que me han brindado.

Mis sobrinos

Luis Carlos Garnica, Emily Jimena (q.e.p.d.) y José Eduardo Lemus, que este triunfo sirva de ejemplo para ellos.

Especialmente a

Dorita García Salguero, por su amor y apoyo incondicional.

Mis primos

Por su apoyo y sincera amistad, que esto les sirva de motivación para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por haberme dado la vida.
Mis padres	Por haberme dado toda clase de apoyo y confiar en mí en todo momento.
Facultad de Ingeniería	Por los cimientos profesionales brindados y contribución para mi formación.
Mis amigos	Por su apoyo, cariño y por los momentos compartidos a lo largo de este ciclo.
Manuel Díaz	Por la amistad que nos une, por el apoyo y confianza brindada en todo momento.
Familia García Salguero	Por su cariño y apoyo brindado.
Ing. Juan Merck	Por su valiosa asesoría y apoyo incondicional para la realización del presente trabajo de graduación.
Municipalidad de Estanzuela	Por haberme abierto las puertas para realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado.

**Dirección Municipal de
Planificación**

Especialmente a Renato Flores, Saida Cantoral, Ing. Estuardo Vidal, Vicente Canahui, Juan Paz y Ernesto Mejía, por el apoyo y confianza que me brindaron.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTADO DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía de la aldea San Nicolás	1
1.1.1. Ubicación geográfica.....	1
1.1.2. Límites y colindancias	2
1.1.3. Extensión territorial	2
1.1.4. Educación	2
1.1.5. Clima	2
1.1.6. Economía.....	2
1.1.7. Sistema vial y transporte.....	2
1.1.8. Idioma	3
1.1.9. Aspectos de vivienda	3
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea San Nicolás.....	3
1.2.1. Descripción de necesidades	3
1.2.2. Análisis y priorización de necesidades	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	5

2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa	5
2.1.1.	Descripción del proyecto	5
2.1.2.	Aforo de la fuente	5
2.1.3.	Calidad del agua y las normas.....	6
2.1.3.1.	Análisis bacteriológico	6
2.1.3.2.	Análisis físico-químico	6
2.1.4.	Criterios de diseño.....	6
2.1.4.1.	Período de diseño.....	7
2.1.4.2.	Estimación de población de diseño.....	7
2.1.4.3.	Dotación	7
2.1.5.	Factores de consumo y caudales	8
2.1.5.1.	Caudal medio diario.....	8
2.1.5.2.	Caudal máximo diario	8
2.1.5.3.	Caudal de bombeo	9
2.1.5.4.	Caudal máximo horario.....	10
2.1.5.5.	Caudal instantáneo.....	10
2.1.6.	Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería	11
2.1.7.	Presiones y velocidades	11
2.1.8.	Levantamiento topográfico	13
2.1.8.1.	Planimetría	13
2.1.8.2.	Altimetría	13
2.1.9.	Diseño hidráulico del sistema	14
2.1.9.1.	Captación	14
2.1.9.2.	Línea de conducción.....	14
2.1.9.3.	Tanque de almacenamiento	21
2.1.9.3.1.	Volumen de almacenamiento	22

	2.1.9.3.2.	Diseño estructural del tanque	22
	2.1.9.4.	Sistema de desinfección	23
	2.1.9.5.	Red de distribución	24
	2.1.9.6.	Válvula de compuerta.....	30
	2.1.9.7.	Conexiones domiciliarias	30
2.1.10.		Programa de operación y mantenimiento.....	30
2.1.11.		Propuesta de tarifa.....	31
2.1.12.		Elaboración de planos.....	32
2.1.13.		Elaboración de presupuesto.....	32
2.1.14.		Evaluación socioeconómica	33
	2.1.14.1.	Valor Presente Neto	34
	2.1.14.2.	Tasa Interna de Retorno	35
2.1.15.		Evaluación de Impacto Ambiental Inicial	36
2.2.		Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Nicolás	37
	2.2.1.	Descripción general del proyecto	37
	2.2.2.	Levantamiento topográfico	37
	2.2.3.	Descripción del sistema a utilizar	38
	2.2.4.	Diseño hidráulico	38
	2.2.4.1.	Período de diseño	38
	2.2.4.2.	Población de diseño	39
	2.2.4.3.	Dotación.....	39
	2.2.4.4.	Factor de retorno.....	40
	2.2.4.5.	Factor de flujo instantáneo	40
	2.2.4.6.	Caudal sanitario	40
	2.2.4.6.1.	Caudal domiciliar (Q _{dom}).....	41

2.2.4.6.2.	Caudal de conexiones ilícitas	41
2.2.4.6.3.	Caudal de infiltración	41
2.2.4.6.4.	Caudal comercial e industrial	42
2.2.4.7.	Factor de caudal medio (fqm)	42
2.2.4.8.	Caudal de diseño	42
2.2.4.9.	Diseño de secciones y pendientes	43
2.2.4.10.	Selección del tipo de tubería	43
2.2.4.11.	Velocidades máximas y mínimas	43
2.2.4.12.	Tirante (profundidad de flujo)	44
2.2.4.13.	Cotas Invert	44
2.2.4.14.	Diámetro de tuberías	45
2.2.4.15.	Pozos de visita	45
2.2.4.16.	Conexiones domiciliarias	45
2.2.4.17.	Profundidad de tubería	46
2.2.4.18.	Calculo hidráulico para el tramo PV8 a PV9.....	47
2.2.4.19.	Propuesta de tratamiento.....	50
2.2.4.19.1.	Diseño de fosa séptica	50
2.2.4.19.2.	Dimensionamiento de pozos y de absorción	64
2.2.4.19.3.	Plan de operación y ymantenimiento	64
2.2.4.20.	Elaboración de planos	64
2.2.4.21.	Elaboración de presupuesto	65
2.2.4.22.	Evaluación socioeconómica.....	66

2.2.4.22.1.	Valor Presente Neto	66
2.2.4.22.2.	Tasa Interna de Retorno	66
2.2.4.23.	Estudio de Impacto Ambiental Inicial....	67
CONCLUSIONES.....		69
RECOMENDACIONES.....		71
BIBLIOGRAFÍA.....		73
APÉNDICES.....		75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de aldea San Nicolás	1
2.	Diagrama de flujo	35
3.	Ejemplo de conexión domiciliar	46
4.	Planta de fosa séptica	53
5.	Armado de viga	60
6.	Muro de gravedad	60

TABLAS

I.	Costo mensual por bombeo	18
II.	Calculo hidráulico para tramo 1	28
III.	Calculo hidráulico para tramo 2.	29
IV.	Presupuesto de abastecimiento de agua potable para la colonia Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa	33
V.	Datos para el cálculo del Valor Presente Neto	34
VI.	Momentos producidos por el peso propio del muro.	62
VII.	Presupuesto de alcantarillado sanitario para la aldea San Nicolás, Estanzuela, Zacapa	65

LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Asmax	Área de acero máxima
Asmin	Área de acero mínima
Qb	Caudal de bombeo
Qci	Caudal de conexiones ilícitas
Qinf	Caudal de infiltración
Qdom	Caudal domiciliario
Qi	Caudal instantáneo
Qmd	Caudal máximo diario
Qm	Caudal máximo horario
CDT	Carga dinámica total
Cm	Carga muerta
Cu	Carga última
Cv	Carga viva
Lf	Contribución de lodos por habitante
Vc	Corte que resiste el concreto
Vu	Corte último
CT	Cota piezométrica
ρ	Cuantilla de acero
Fqm	Factor de caudal medio
FH	Factor de Harmon
F.R	Factor de retorno
S	Espaciamiento
Kg/cm²	Kilogramos por cada centímetro cuadrado

Psi	Libras sobre pulgada cuadrada
l/s	Litros por habitante en un día
l/hab/día	Litros sobre segundo
m.c.a	Metros columna de agua
m/s	Metros sobre segundo
Hf	Pérdida de carga
Tb	Período de bombeo
Pf	Población final
Po	Población inicial
POT	Potencia
Fy	Resistencia del acero en kg/cm ²
F'c	Resistencia del concreto en kg/cm ²
SP	Sobre presión
V	Velocidad

GLOSARIO

Aforo	Acción de medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Agua sanitariamente segura, apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
Altimetría	Procedimiento usado para definir las diferencias de un nivel existente entre puntos de elevación de un terreno y/o construcción.
Bombeo	Transportar un fluido de un lugar a otro más alto, por medio de una bomba.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce estas mismas, al colector principal de drenaje.
Colector	conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o aguas de lluvia.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda, hasta la candela.

Cota Invert	Cota o altura de la parte inferior interna de la tubería ya instalada.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que se consume en promedio por habitante diariamente.
Planimetría	Proyección de terreno sobre un plano horizontal imaginario, que toma un punto de referencia para la orientación que puede ser el norte magnético o definido y partiendo de el, conocer la orientación de los puntos que han de definir el terreno en estudio.
Pozo de visita	Estructura subterránea que sirve para cambiar de dirección, pendiente, diámetro y para iniciar un tramo de tubería.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación trata sobre el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Santa Cecilia y del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Nicolás.

La colonia Santa Cecilia, ubicada dentro del municipio de Estanzuela, ha manifestado dentro de las prioridades la construcción de un sistema de agua potable, para poder satisfacer necesidades básicas, el que beneficiará a una población actual de 550 habitantes.

El proyecto está conformado por un pozo mecánico, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución por medio de ramales abiertos debido a lo disperso de las viviendas.

La aldea San Nicolás se localiza al oeste de la cabecera municipal, en la que es necesario la implementación de un sistema de alcantarillado sanitario, para evitar enfermedades de tipo gastrointestinal, de piel, así como el deterioro del medioambiente, debido a la contaminación que producen los sólidos y líquidos desfogados hacia calles y terrenos.

El proyecto está conformado por pozos de visita, conexiones domiciliarias y un colector principal, para la conducción de las aguas residuales hacia un sistema de tratamiento, este proyecto beneficiará a un aproximado de 600 habitantes actuales.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Santa Cecilia y el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Nicolás, Estanzuela, Zacapa.

Específicos

1. Capacitar a los miembros del COCODE de la colonia Santa Cecilia, sobre la operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
2. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea San Nicolás, Estanzuela, Zacapa.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Estanzuela se encuentra ubicado a 5 kilómetros de la cabecera departamental Zacapa, sobre el kilómetro 141 de la ruta CA-10 que conduce hacia Esquipulas. La topografía del lugar es plana en mayor porcentaje. Tiene una extensión de 92.4 kilómetros cuadrados; el tipo de clima es cálido y se encuentra a una altitud de 195 metros sobre el nivel del mar.

La cabecera municipal posee los servicios de agua potable y de alcantarillado, pero debido al crecimiento de población, esta se ha dispersado, habitando los extremos del municipio en áreas de las cuales no cuentan con servicios, es por esto que se llega a la necesidad de implementarlos lo antes posible.

Luego de realizar un diagnóstico de necesidades en coordinación con la Dirección Municipal de Planificación y los diferentes miembros de los Consejos Comunitarios de Desarrollo (COCODE) del municipio de Estanzuela, se determinó que eran necesarios proyectos como la disposición de aguas residuales a través de un sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Nicolás y un sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Santa Cecilia.

El diseño del sistema de agua potable servirá para satisfacer las demandas de la comunidad de una forma adecuada y eficaz, esta evitará que los habitantes carezcan del vital líquido y contraer enfermedades estableciéndose un ambiente higiénico aceptable.

El diseño de alcantarillado servirá para evitar enfermedades gastrointestinales, debidas al mal uso de las aguas residuales, disminuir la contaminación del ambiente así como el incremento de vectores en la aldea.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

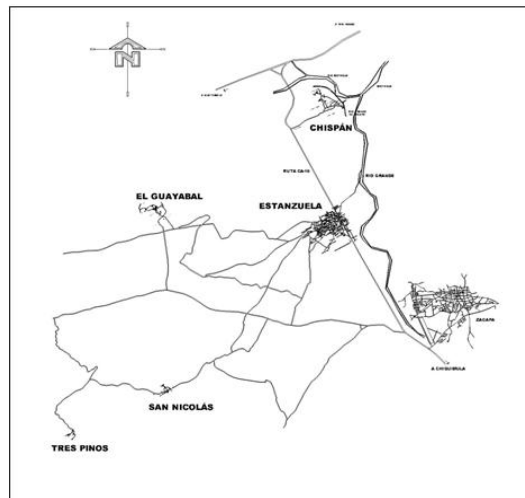
1.1. Monografía de la aldea San Nicolás

A continuación se detallan características que se relacionan con los aspectos monográficos de la aldea objeto de este estudio.

1.1.1. Ubicación geográfica

Se encuentra ubicada en el municipio de Estandzuela, departamento de Zacapa, a 15 kilómetros del casco urbano y a 10 de kilómetros de la cabecera departamental.

Figura 1. Localización de aldea San Nicolás



Fuente: Departamento de Planificación Municipal, Municipalidad de Estandzuela.

1.1.2. Límites y colindancias

Limita al norte con la aldea El Guayabal, al sur con la aldea Tres Pinos y La Fragua, al oriente con Tres Pinos, al occidente con la cabecera municipal de Estanzuela.

1.1.3. Extensión territorial

Tiene una extensión de 3 kilómetros cuadrados.

1.1.4. Educación

Tiene con una escuela pre-primaria y una a nivel primario.

1.1.5. Clima

Debido a la altura, 105 pies sobre el nivel del mar, las estaciones son invierno y verano, siendo este primero muy escaso por esta zona.

1.1.6. Economía

La economía se basa en la agricultura, produciendo principalmente melón.

1.1.7. Sistema vial y transporte

La carretera es de terracería, la cual conduce desde la cabecera municipal con una distancia de 17 kilómetros, hasta el centro de la aldea. En los proyectos que están por realizar en este año, la municipalidad tiene contemplado el mantenimiento de la misma.

1.1.8. Idioma

El español es el hablado por la población.

1.1.9. Aspectos de vivienda

El tipo de vivienda es en la mayoría, con paredes de block y techo de lámina de zinc, también existen construcciones con adobe.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea San Nicolás

Se realizó un diagnóstico en coordinación con la Dirección Municipal de Planificación y los miembros del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE), para discutir cuales necesidades eran prioritarias.

1.2.1. Descripción de necesidades

- Mejoramiento del sistema vial: se requiere un diseño de pavimentación para las calles existentes.
- Sistema de alcantarillado sanitario: la falta de este servicio causa distintos tipos de contaminación, malos olores y mal manejo de desechos sólidos.
- Edificación escolar: por la demanda que presenta la población estudiantil, la construcción de una escuela es de importancia para la superación de la aldea.

- Ampliación de red de energía eléctrica: para dar cobertura total a la población.

1.2.2. Análisis y priorización de necesidades

De acuerdo a la evaluación anterior y pláticas con las comunidades, se llegó a la conclusión de priorizar las necesidades de la siguiente forma:

- Sistema de alcantarillado sanitario
- Mejoramiento de sistema vial
- Edificación escolar
- Ampliación de energía eléctrica

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa

El diseño del sistema de agua potable servirá para satisfacer las demandas de la comunidad de una forma adecuada y eficaz.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo (conducción), y gravedad (distribución), para abastecer a una población de 993 habitantes futuros.

La fuente es un pozo mecánico. Los componentes del proyecto son 128 metros lineales de línea de conducción, 2732 metros lineales de red de distribución, tanque de almacenamiento de 45 metros cúbicos y 110 unidades domiciliarias.

2.1.2. Aforo de la fuente

El pozo mecánico perforado tiene una profundidad de 450 pies. El aforo fue realizado por la misma empresa ejecutora de la perforación obteniendo un caudal de 4.41 litros sobre segundo (ver perfil estratigráfico e informe de aforo en apéndices).

2.1.3. Calidad del agua y las normas

El agua es un elemento indispensable para la vida, por lo tanto debe ser sanitariamente segura, es decir, apta para el consumo humano, esto se garantiza realizando un análisis físico-químico sanitario y bacteriológico del agua, cumpliéndose en estos los límites de calidad establecidos por la Norma COGUANOR NGO 29001.

2.1.3.1. Análisis bacteriológico

El objetivo principal del análisis bacteriológico es proporcionar el grado de contaminación bacteriana y con materia fecal encontrada en la muestra, para lo cual se busca la presencia del grupo coliforme, este análisis indica si el agua debe proponerse algún tipo de desinfección; debido a los resultados se propuso desinfección por medio de pastillas de cloro.

2.1.3.2. Análisis físico-químico

El examen físico-químico sanitario permite determinar las características físicas del agua tales como: el aspecto, olor, color, turbiedad, dureza, alcalinidad, ph. Además determina las sustancias químicas que pueden dañar la salud, tuberías y equipos. Los resultados muestran que todas las características se encuentran dentro de los límites permisibles.

2.1.4. Criterios de diseño

Son utilizados para definir distintos parámetros de diseño, algunos se basan en normas y otros en el criterio del diseñador.

2.1.4.1. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual el sistema debe funcionar en óptimas condiciones. Aunque el sistema varía de acuerdo a la capacidad de la administración, en aspectos de operación y mantenimiento. Comprende desde el momento de la construcción e inicio del funcionamiento del sistema, hasta el momento que sobrepasa las condiciones de diseño, que en este caso se adoptó un período de diseño de 20 años.

2.1.4.2. Estimación de población de diseño

Para la estimación del número de habitantes de la población futura se utilizó el método del incremento geométrico.

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

Donde:

Pf = población final

Po = población inicial

r = tasa de crecimiento (3% según censo del INE)

n = 20 años

$$Pf = 550 (1+0.03)^{20} = 995 \text{ habitantes}$$

2.1.4.3. 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. Para el presente proyecto se tomó una dotación de 90 litros/habitante/día.

2.1.5. Factores de consumo y caudales

Son factores utilizados para establecer las demandas de agua potable de la población.

2.1.5.1. Caudal medio diario

Conocido también como caudal medio, es la cantidad de agua que consume una población en un día. Se obtiene el promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumo diario se puede calcular en función de la población futura y de la dotación asignada en un día.

$$Q_m = \frac{\text{Dotacion} * \text{Poblacion futura}}{86400} = \frac{90 \text{ l/seg} * 993}{86400} = 1.03 \text{ l/s}$$

2.1.5.2. Caudal máximo diario

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

Cuando no se cuenta con información de consumo diario, este se puede calcular a través de un porcentaje denominado factor de día máximo (Fdm). Este factor en área rural está comprendido entre 1.2 para poblaciones futuras

mayores de 1000 habitantes y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes; para este caso se tomará 1.2.

$$Q_{md} = Q_m * 1.2$$

$$Q_{md} = 1.03 \frac{l}{seg} * 1.2 = 1.24 \frac{l}{s}$$

2.1.5.3. Caudal de bombeo

Se utiliza para líneas de conducción por bombeo y es inversamente proporcional al tiempo a bombear.

El período de bombeo recomendable oscila entre 8 a 18 horas, influye en la potencia de la bomba y la tubería utilizada en la descarga.

$$Q_{bombeo} = \frac{Q_{md} * 24hrs}{T_b}$$

Donde:

Q_{md} = caudal máximo diario

T_b = período de bombeo = 10 horas

$$Q_{bombeo} = \frac{1.23 \text{ l/seg} * 24hrs}{10} = 3 \frac{l}{s}$$

2.1.5.4. Caudal máximo horario

Se utiliza para diseñar la red de distribución. Está ligado al factor de hora máxima (Fhm), que varía entre 2 para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes, y de 2 a 3 para poblaciones futuras menores de 1000 habitantes; para este caso se tomará 2.

$$Q_{mh} = Q_m * 2$$

$$Q_{mh} = 1.03 \frac{l}{s} * 2 = 2.06 \frac{l}{s}$$

2.1.5.5. Caudal instantáneo

Es el caudal obtenido con base a la probabilidad de que todas las viviendas de un ramal terminal, hagan uso simultáneamente del sistema; o bien así se puede considerar para ser más conservador en el diseño siempre y cuando la fuente sea capaz de satisfacer la demanda.

$$Q_i = k\sqrt{n - 1}$$

Donde:

K= entre 0.15 – 0.25

n= número de viviendas

$$Q_i = 0.2\sqrt{199 - 1} = 2.81 \text{ l/s}$$

2.1.6. Ecuaciones, coeficientes y diámetros de tubería

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

$$H_f = \frac{(1743.811) * (L * 1.05) * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga en metros

L = longitud de diseño en metros

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

D = diámetro interno en pulgadas

Q = caudal en litros sobre segundo

2.1.7. Presiones y velocidades

En el proyecto se utilizará, en la mayoría, tubería de cloruro de polivinilo PVC, bajo las denominaciones SDR, de las cuales se usará SDR 26 presión de trabajo de 160 psi (112 m.c.a.).

El diseño hidráulico se hará con base a la pérdida de presión del agua que corre a través de la tubería. Para comprender el mecanismo que se emplea, se incluye los principales conceptos utilizados:

- Presión estática en tuberías

Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua, multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua, en el recipiente.

La máxima presión estática que deben soportar las tuberías es del 90 por ciento de la presión de trabajo, teóricamente pueden soportar más, pero por efectos de seguridad se establece este límite.

La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es: 10 m.c.a, que es la necesaria, para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de chorro, cuando la topografía es irregular y se hace difícil mantener este valor, se puede considerar en casos extremos una presión dinámica mínima de 6 m.c.a, partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.

- Presión dinámica en la tubería

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica el valor disminuyendo por la resistencia o fricción de la paredes de la tubería, lo que era altura de carga estática ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión que se le llama pérdida de carga. La pérdida de carga y la velocidad en la tubería es inversamente proporcional al diámetro.

La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota del terreno en ese punto.

- Velocidades

En todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para verificar si ésta se encuentra dentro de los límites recomendados.

Para diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, según las Normas de UNEPAR se consideran los siguientes límites.

- Para conducciones: mínima = 0.4 m/s y máxima = 3m/s
- Para distribución: mínima = 0.6 m/s y máxima = 3m/s

2.1.8. Levantamiento topográfico

Es un conjunto de operaciones ejecutadas sobre un terreno, el objetivo es medir extensiones de tierra, tomando los datos necesarios como los hechos geográficos, superficies y volúmenes, para luego poder representarlos gráficamente por medio de planos.

2.1.8.1. Planimetría

El levantamiento planímetro sirve para ubicar el paso de la red dentro de las calles, se ejecutó como una poligonal abierta , el aparato que se utilizó fue una estación total marca GOWIN TKS-202.

2.1.8.2. Altimetría

El levantamiento altimétrico sirve para saber la diferencia de niveles del terreno, se realizó con el equipo de topografía antes mencionado, los resultados se pueden observar en la planta de curvas de niveles en el apéndice.

2.1.9. Diseño hidráulico del sistema

Consiste en realizar un ejemplo detallado utilizando los diferentes cálculos hidráulicos para el diseño de los elementos y verificación de parámetros.

2.1.9.1. Captación

En este caso la fuente que abastecerá es un pozo mecánico, la ubicación y protección es importante, para que no sea afectado por personas o animales, y sea favorable al diseño de la red de distribución, se incorpora una caseta para protección de controles centrales.

2.1.9.2. Línea de conducción

Es la tubería que sale desde la captación (pozo mecánico) hasta el tanque de distribución.

Línea por bombeo

Para el siguiente diseño se seleccionó una bomba sumergible por ser de las más eficientes para este tipo de sistema.

- Diámetro económico

Para el cálculo del diámetro económico se utiliza la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{\frac{1.974 * Q_{\text{bombeo}}}{V}}$$

Se analizan los diámetros de la resultante al evaluar la velocidad mínima de 0.4 m/s y máxima 3 m/s, estas son a las que el líquido puede transportarse sin provocar sedimentación ni desgaste en la tubería.

- Cálculo de diámetros a analizar

$$D = \sqrt{\frac{1.974 * 3 \text{ l/seg}}{0.4 \text{ m/s}}} = 3.85''$$

$$D = \sqrt{\frac{1.974 * 3 \text{ l/seg}}{3 \text{ m/s}}} = 1.40''$$

Se trabajara con los diámetros internos de las tuberías de 2" y 3".

- Pérdidas totales para los distintos tipos de diámetro (CDT)

$$CDT = H_s + H_c + H + H_f + H_v + H_m$$

Donde:

H_s = altura del nivel dinámico a la boca del pozo

H_c = pérdida de carga en la columna

H = altura de la boca del pozo a la descarga

H_f = pérdida de carga en la línea de impulsión

H_v = pérdida por velocidad

H_m = pérdidas menores (10% de H_f)

Cálculo de carga dinámica total de la bomba:

Hs = 93m

$$H_c = \frac{1743.811 * H_s * Q_{bombeo}^{1.85}}{100^{1.85} * 2.19^{4.87}}$$

$$H_c = \frac{1743.811 * 93 * 3^{1.85}}{100^{1.85} * 2.19^{4.87}} = 5.39m$$

$$H = (122.5 - 107.5) = 15m$$

$$H_f = \frac{1743.811 * 20 * 1.05 * 3^{1.85}}{150^{1.85} * 2.19^{4.87}} = 0.54m$$

$$H_v = \frac{V^2}{2g} = \frac{(1.23m/s)^2}{2 * 9.81} = 0.077m$$

Donde:

V = velocidad del flujo = (Qbombeo*1.974/diámetro²)

g = gravedad

Hm = 0.1 * 54 = 0.054m

$$CDT \text{ para } 2'' = 93 + 5.39 + 15 + 0.54 + 0.077 + 0.054 = 114m$$

Se aplicó el procedimiento anterior para los otros diámetros.

CDT para 3'' = 109m

- Cálculo de costo de energía mensual

$$\text{Potencia} = \frac{Q_{\text{bombeo}} * H_f}{76 * e}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga que produce cada diámetro

E = eficiencia de la bomba, en este caso 70%

$$\text{POT}_{2.193"} = \frac{3 \frac{\text{l}}{\text{seg}} * 114\text{m}}{76 * 0.7} = 6.43 \text{ Hp}$$

$$\text{POT}_{3.23"} = \frac{3 \frac{\text{l}}{\text{seg}} * 109\text{m}}{76 * 0.7} = 6.14 \text{ Hp}$$

En virtud a que la potencia comercial más cercana a las obtenidas es de 7.5Hp, se utilizó este para el análisis.

Expresando potencia en kW (0.746 kW = 1Hp)

$$\text{POT} = 7.5 * 0.746 = 5.6 \text{ kW}$$

Número de horas que trabajará durante el mes

$$\text{No. horas al mes} = 10 \text{ horas/día} * 30 \text{ días/mes} = 300 \text{ horas/mes}$$

$$\text{POT} = 5.6\text{Kw} * 300 \text{ horas/mes} = 1680 \text{ kW-h/mes}$$

Tabla I. **Costo mensual por bombeo**

Diámetro	Potencia (kW-h/mes)	P.U	Costo mensual
2.193	1680	Q2.00	Q3,360.00
3.23	1680	Q2.00	Q3,360.00

Fuente: elaboración propia.

Según los resultados obtenidos para ambos diámetros es el mismo costo de energía, se utilizó el diámetro de 3" por poseer menor pérdida.

Chequeando velocidad del diámetro elegido:

$$V = \frac{Q_{bombeo} * 1.974}{D^2}$$

$$V = \frac{3 \text{ l/seg} * 1.974}{3.23^2} = 0.6 \text{ m/s (si cumple)}$$

- Carga dinámica total

La carga dinámica total es la carga total que debe suministrar la bomba para mover el caudal requerido; esta se determina sumando todas las pérdidas existentes.

Según el inciso 2.1.9.2 la carga dinámica total para la tubería elegida es de 109 metros.

- Verificación del golpe de ariete

Es un fenómeno que se produce al momento de cerrar una válvula bruscamente o cuando hay algún cese de energía. Por lo tanto hay que verificar que la tubería sea capaz de soportar esta sobrepresión.

El golpe de ariete es una onda de presión que se propagará con una velocidad llamada celeridad, se calcula de la siguiente manera:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} + \frac{Di}{e}}}$$

Donde:

k = módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2.07 \cdot 10^4$ kg/cm²)

E = módulo de elasticidad del material; PVC = $3 \cdot 10^4$

Di = diámetro interno

e = espesor de pared de tubería

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{20700}{30000} + \frac{3.23}{0.343}}} = 426 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

La sobrepresión generada se calcula mediante la siguiente expresión:

$$SP = \frac{a * v}{g}$$

Donde:

SP = sobre presión

a = celeridad

V = velocidad

g = gravedad (9.81 m/s²)

$$SP = \frac{426 * 0.6}{9.81} = 26\text{mca}$$

Verificación:

SP + H < presión de trabajo de la tubería; donde H = altura de bombeo

26 + 15 < 112m (160psi)

La tubería es capaz de soportar el golpe de ariete.

Debido a que el golpe de ariete es una sobre presión que se produce en la tubería, no se toma en cuenta en el diseño de la bomba, ya que esta trae las propias válvulas de cheque que ayudan a amortiguar la sobre presión, este cheque se colocará en la boca del pozo.

- Especificaciones del equipo de bombeo

Potencia de la bomba

$$POT = \frac{CDT * Q_{bombeo}}{76 * e}$$

Donde:

CDT = carga dinámica total

e = eficiencia de la bomba

$$POT = \frac{109 * 3}{76 * 0.7} = 6.14 \text{ HP}$$

Se utilizará una bomba sumergible de 7.5 HP, funcionará con energía eléctrica, el período de bombeo será de 10 horas.

Es importante que a la salida del equipo de bombeo se provea como mínimo los siguientes dispositivos:

- Manómetros de descarga
- Válvula de cheque en la línea de descarga, la cual estará ubicada en la boca del pozo
- Junta flexible en el área de descarga

2.1.9.3. Tanque de almacenamiento

En todo sistema, incluyendo aquellos con abastecimiento por gravead durante las 24 horas del día, debe diseñarse un tanque como mínimo con las siguientes funciones:

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución
- Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias

- Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.
- Regular presiones en la red de distribución
- Reserva suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento.

2.1.9.3.1. Volumen de almacenamiento

El volumen del tanque se puede calcular a través de los criterios que propone la UNEPAR, los cuales establecen que para sistemas de agua potable por bombeo puede contemplarse como mínimo una reserva del 40 por ciento del consumo medio diario y un máximo del 60 por ciento. En este caso se utilizará un 40 por ciento.

$$\text{Vol} = Q_m * \% \text{ almacenamiento}$$

Donde:

Vol = volumen del tanque

Qm = caudal medio diario (1.03 l/s)

$$\text{Volumen} = 1.03 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 86400 \text{ s} * 0.4 * 1 \frac{\text{m}^3}{1000\text{l}} = 35.6 \text{ m}^3$$

2.1.9.3.2. Diseño estructural del tanque

Debido a que la municipalidad cuenta con un tanque elevado de acero, el cual lo tienen disponible para el presente proyecto, no fue necesario diseñar el tanque; según los cálculos se necesita un volumen a almacenar de 35.6 metros

cúbicos y el tanque de acero posee un volumen de 45 metros cúbicos que es suficiente para satisfacer la demanda.

2.1.9.4. Sistema de desinfección

La desinfección del agua es necesaria para prevenir que esta sea dañina para la salud. La desinfección es el único tratamiento que se le da al agua para obtener agua potable.

La desinfección se logra mediante procesos químicos y/o físicos. Estos agentes también extraen contaminantes orgánicos del agua, que son nutrientes o cobijo para los microorganismos.

Para este sistema se propone usar tabletas de hipoclorito de calcio. El funcionamiento deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica. Según la Norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cubico de agua. Para calcular el flujo de cloro (FC) en gramos /hora se utiliza la siguiente ecuación:

$$FC = Q_e * D_c * 0.06$$

Donde:

Q_e = caudal del agua en la entrada del tanque en l/min (Q_{bombeo})

D_c = demanda de cloro en mg/litro (2mg/litro)

0.06 = es el valor que resulta de dividir 60 minutos que tiene una hora dentro de 1000 litros que tiene un metro cubico para poder obtener un resultado de Fc en galones sobre hora.

$$FC = 3 \frac{l}{s} * \frac{60 s}{1 \text{ min}} * \frac{2 g}{m^3} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{60\text{min}}{1h} = 21.6 \frac{g}{h}$$

La cantidad de tabletas se calcula de la siguiente forma:

$$Ct = 21.6 \frac{g}{h} * 1 \frac{\text{tableta}}{300g} * 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 30 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$Ct = 52 \text{ tabletas/mes}$$

2.1.9.5. Red de distribución

Es el sistema de tuberías que conducen el agua desde el tanque de distribución a todos los usuarios.

Para este proyecto, la red de distribución se diseñó por medio de ramales abiertos, utilizando la ecuación de Hazen & Williams.

$$Hf = \frac{(1743.811) * (L * 1.05) * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga en metros

L = longitud de diseño en metros

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

D = diámetro interno en pulgadas
Q = caudal en litros sobre segundo

Ejemplo de diseño:

Tramo 1 del nodo A al nodo E

Datos:

Cota en el nodo A = 107.6m

Cota en el nodo E = 108.5m

Número de viviendas = 23 actuales

Longitud = 50m

Coeficiente C para PVC = 150

Cota piezométrica en el nodo A = 121.25

- Cálculo del caudal de diseño

Habitantes actuales = $23 * 5 = 115$

Habitantes futuros = $115(1+0.03)^{20} = 208$ habitantes

Viviendas futuras = $208/5 = 42$ viviendas

$$Q_{\text{medio}} = \frac{90 \text{ l/hab/día} * 208 \text{ hab}}{86400 \text{ s}} = 0.22 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{maximo horario}} = 0.22 * 2 = 0.44 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{instantaneo}} = 0.2\sqrt{42 - 1} = 1.3 \text{ l/s}$$

Por lo cual se utiliza el caudal instantáneo como caudal de diseño debido a que es más crítico y se pretende ser más conservador.

$$Q \text{ diseño} = 1.3 \text{ l/s}$$

- Cálculo del diámetro teórico

$$\emptyset = \left(\frac{1743.811 * 50 * 1.05 * 1.3^{1.85}}{150^{1.85} * (108.5 - 107.6)} \right)^{1/4.87} = 1.7''$$

Se tomó el diámetro comercial de 1 1/2" con diámetro interno de 1.754"

- Cálculo de pérdida

$$H_f = \frac{1743.811 * 50 * 1.05 * 1.3^{1.85}}{150^{1.85} * 1.754^{4.87}} = 0.87m$$

- Cálculo de velocidad

$$Velocidad = \frac{1.974 * Q_{dis}}{\emptyset^2} = \frac{1.974 * 1.3}{1.754^2} = 0.81 \frac{m}{s} \text{ (cumple)}$$

- Cálculo de presión

$$CPE = CPA - hf$$

Donde:

CPE = cota piezométrica en nodo E

CPA = cota piezométrica en nodo A

H_f = pérdida en el tramo

$$CPE = 121.25 - 0.87 = 120.38\text{m}$$

Presión en el nodo E

$$PE \text{ (m.c.a)} = CPE - \text{cota terreno E}$$

$$PE \text{ (m.c.a)} = 120.38 - 108.5 = 11.88 \text{ m.c.a (cumple)}$$

Cálculos hidráulicos se pueden revistar en las tablas II y III de esta sección.

Tabla II. Cálculo hidráulico tramo 1

Nodo		Cota de terreno		Long(m)	Qdis (l/s)	Øcom (pulg)	Øint (pulg)	Hf(m)	Cota piezométrica		Presión (m.c.a)
		Inicial	Final						inicial	final	
DE	A	122.5	107.5	14	2.81	2	2.193	0.36	122.5	122.14	14.64
	Tanque Inicio										
	A	107.5	107.6	73	1.89	2	2.193	0.89	122.14	121.25	13.65
	B	107.6	107.7	87.41	1.38	2	2.193	0.6	121.25	120.65	12.95
	B1	107.7	108.3	83	0.68	1 1/4	1.532	0.88	120.65	119.77	11.47
	B	107.7	107.4	42	0.95	1 1/2	1.754	0.43	120.65	120.22	12.82
	C	107.4	107.2	23	0.32	1	1.195	0.2	120.22	120.02	12.82
	C	107.4	107.5	18	0.42	1	1.195	0.26	120.22	119.96	12.46
	C	107.4	107.5	25	0.78	1 1/4	1.532	0.34	120.22	119.88	12.38
	D	107.5	107.6	57	0.57	1	1.195	1.46	119.88	118.42	10.82
	D	107.5	107.2	60	0.5	1	1.195	1.21	119.88	118.67	11.47
	A	107.6	108.5	50	1.3	1 1/2	1.754	0.87	121.25	120.38	11.88
	E	108.5	109.1	127	0.82	1 1/4	1.532	1.9	118.67	116.77	7.67
	E	108.5	110.2	45	0.95	1 1/2	1.754	0.46	120.38	119.92	9.72
	F	110.2	109.2	116	0.78	1 1/4	1.532	0.79	116.77	115.98	6.78
	F	110.2	111	50	0.5	1	1.195	1.01	119.92	118.91	7.91
	G	111	109.3	81	0.5	1	1.195	1.63	118.91	117.28	7.98

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Cálculo hidráulico tramo 2

Nodo		Cota de terreno		Long(m)	Qdis (l/s)	Øcom (pulg)	Øint (pulg)	Hf(m)	Cota piezométrica		Presión (m.c.a)
		Inicial	Final						inicial	final	
DE	A										
	Inicio	107.5	94.8	735	2.07	2 1/2	2.655	4.19	122.14	117.95	23.15
	A	94.8	94.1	30	0.5	1	1.195	0.6	117.95	117.35	23.25
	B	94.1	94	64	0.32	1	1.195	0.56	117.35	116.79	22.79
	A	94.8	93.8	42	0.78	1 1/4	1.532	0.57	117.95	117.38	23.58
	A	94.8	96.1	30	1.71	2	2.193	0.3	117.95	117.65	21.55
	C	96.1	96.5	73	0.32	1	1.195	0.64	117.65	117.01	20.51
	C	96.1	94.5	110	1.67	2	2.193	1.07	117.65	116.58	22.08
	D	94.5	97.3	150	0.78	1 1/4	1.532	2.05	116.58	114.53	17.23
	D	94.5	94.6	37	1.36	1 1/2	1.754	0.73	116.58	115.85	21.25
	E	94.6	94.5	9	0.95	1 1/2	1.754	0.09	115.85	115.76	21.26
	F	94.5	97.2	163	0.87	1 1/4	1.532	2.72	115.76	113.04	15.84
	F	94.5	94.3	85	0.32	1	1.195	0.75	115.76	115.01	20.71
	E	94.6	93.6	25	0.82	1 1/4	1.532	0.37	115.85	115.48	21.88
	G	93.6	93.8	96.5	0.63	1	1.195	2.97	115.48	112.51	18.71
	G	93.6	93.2	132	0.5	1	1.195	2.65	115.48	112.83	19.63

Fuente: elaboración propia.

2.1.9.6. Válvula de compuerta

Las válvulas de compuerta sirven para abrir o cerrar el flujo de agua en un sistema de esta, es completamente incorrecto utilizarla para regular el flujo, posee ventajas como: alta capacidad, cierre hermético, bajo costo, diseño y funcionamiento sencillo; lo que se distingue de esta válvula es el sello, el cual se hace mediante el asiento de sus caras.

El cierre y la apertura se realizan mediante un disco, el cual es accionado por un vástago. El vástago puede subir al abrir la válvula de compuerta o permanecer en la misma posición y solamente elevar el disco. Estas se ubicaron en los inicios de los tramos y en lugares estratégicos para cualquier inconveniente.

2.1.9.7. Conexiones domiciliarias

Estas se construirán inmediatas al cerco de las propiedades, con el objetivo de que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, debido a la variación de estas longitudes y para efectos de presupuesto se asumieron dos tubos de PVC de ¾" por conexión domiciliar.

2.1.10. Programa de operación y mantenimiento

Esta etapa es de suma importancia y debe considerarse prioritaria, ya que ningún sistema de agua potable puede funcionar por sí mismo, ni funcionar de manera correcta si se opera de manera inadecuada. Es por ello que el mantenimiento es indispensable.

El encargado del funcionamiento preferiblemente debe ser 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
- Alimentar y limpiar del sistema de desinfección
- Mantener limpia las unidades
- Verificar que el agua sea distribuida correctamente en las viviendas
- Efectuar el apagado y encendido de la bomba sumergible

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

2.1.11. Propuesta de tarifa

La tarifa es el precio que pagan los usuarios o consumidores de un servicio público a cambio de la prestación de este. La cual tiene el propósito de reembolsar el costo del proyecto y del mismo modo, recaudar el costo del mantenimiento, para lograr que sea un proyecto sostenible.

Esta tarifa se cobra en forma periódica y será una cantidad cobrada mensualmente por el servicio de agua potable por cada vivienda, independiente de la cantidad de agua consumida, la tarifa siempre será igual para todos.

Para efectos de tarifa, la municipalidad tiene establecida una cuota de Q25.00 mensuales, la que es aceptable por los usuarios, con el propósito de no afectar los recursos económicos de los mismos.

2.1.12. Elaboración de planos

Los planos elaborados del proyecto son los siguientes:

- Planta de curvas de nivel
- Planta de densidad de vivienda
- Planta conjunto
- Perfiles de los distintos ramales
- Detalles de conexiones domiciliarias, válvulas y sistema de desinfección

2.1.13. Elaboración de presupuesto

Para la elaboración del presupuesto se realizó una cuantificación y cotización de materiales según planos finales, mano de obra por medio de tablas de rendimiento y experiencia de la municipalidad. Para costos indirectos se aplicó un 35% que contempla administración, dirección técnica y utilidades.

Tabla IV. **Presupuesto de abastecimiento de agua potable para la colonia Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa**

No.	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
1	Trabajos Preliminares	global	1	Q190,341.63	Q190,341.63
1.1	Replanteo topográfico	ml	2868.6	Q0.87	Q2,500.00
1.2	Excavación de zanja	m3	1979.33	Q62.84	Q124,386.05
1.3	Relleno de zanja	m3	1781.40	Q31.42	Q55,973.72
1.4	Retiro de material	m3	158.35	Q47.25	Q7,481.87
2	Sistema por bombeo	global	1		Q95,115.00
2.1	Bomba sumergible de 7.5Hp	unidad	1	Q83,115.00	Q83,115.00
2.2	Caseta de bombeo	unidad	global	Q12,000.00	Q12,000.00
3	Línea de conducción	global	1	Q29,489.29	Q29,489.29
3.1	Tubería de HG Ø3" liviana	ml	93	Q276.24	Q25,690.18
3.2	Tubería de PVC Ø3" 160 PSI	ml	35	Q63.04	Q2,206.25
3.3	Válvula de cheque Ø3"	unidad	1	Q796.43	Q796.43
3.4	Válvula de compuerta Ø3"	unidad	1	Q796.43	Q796.43
4	Red de distribución	1	global		Q72,646.88
4.1	Tubería de PVC Ø1" 160 PSI	ml	807.98	Q14.75	Q11,914.90
4.2	Tubería de PVC Ø1 1/4" 160 PSI	ml	767.55	Q16.97	Q13,025.09
4.3	Tubería de PVC Ø1 1/2" 160 PSI	ml	192.15	Q23.24	Q4,465.87
4.4	Tubería de PVC Ø2" 160 PSI	ml	330.13	Q29.50	Q9,738.63
4.5	Tubería de PVC Ø2 1/2" 160 PSI	ml	771.75	Q43.41	Q33,502.40
5	Conexiones domiciliarias	unidades	110	Q1,689.41	Q185,835.32
6	Desinfección	global	1	Q8,160.53	Q8,160.53
6.1	Clorador de pastillas con caja	unidad	1	Q8,160.53	Q8,160.53
7	Cajas y válvulas de control	global	1	Q4,368.43	Q4,368.43
7.1	Válvula de compuerta de 2 1/2"	unidad	1	Q1,157.92	Q1,157.92
7.2	Válvula de compuerta de 2"	unidad	3	Q1,070.17	Q3,210.51
TOTAL					Q585,957.09

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica es una metodología que indica como se ha de evaluar un proyecto de inversión, consiste en comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad; es decir determinar el efecto que el proyecto tendrá sobre el bienestar de la sociedad.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generaran. Para ello se utilizarán los métodos del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno.

2.1.14.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto es una medida del beneficio que rinde un proyecto de inversión a través de toda la vida útil, se define como el valor presente neto del flujo de ingresos futuros menos el valor presente de el flujo de costos. Es un monto de dinero equivalente a la suma de los flujos de ingresos netos que generará el proyecto en el futuro, donde si el resultado es positivo, significará que el proyecto será rentable.

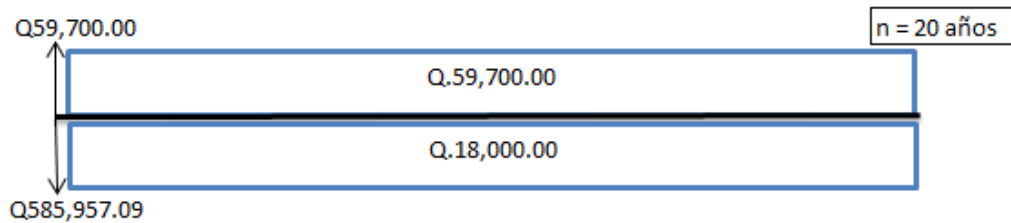
El procedimiento a realizar es el siguiente: la municipalidad de Estanduela invertirá Q. 585 957,09, para la ejecución del proyecto, se emplearan servicios de mantenimiento mensuales con un sueldo de Q. 1 500,00 y el costo de conexión por cada casa que cobra la municipalidad es de Q. 300,00 y Q. 15,00 por el mantenimiento. El período de diseño es de 20 años.

Tabla V. **Datos para el cálculo del Valor Presente Neto**

	Operación	Resultado
Inversión inicial		Q 585,957.00
Ingreso por conexión	$(Q300/viv)*(199 viv)$	Q 59,700.00
Costos anuales	$(Q1500/mes)*(12 meses)$	Q 18,000.00
Ingresos anuales	$(Q25.00/viv)*(199viv)*(12meses)$	Q 59,700.00
Vida útil	20 años	

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Diagrama de flujo



Fuente: elaboración propia.

La metodología utilizada para este método es trasladar el flujo al Valor Presente para ser analizado, la tasa de interés mínima atractiva utilizada en el mercado es de 10% anual.

$$VPN = -585,957.09 + 59,700 + 59,700 \frac{(1+0.1)^{20}-1}{0.1(1+0.1)^{20}} - 18,000 \frac{(1+0.1)^{20}-1}{0.06(1+0.1)^{20}}$$

$$VPN = -171,241.48$$

El resultado es negativo, lo que indica que el proyecto no es sostenible financieramente, pero como este proyecto es de carácter social y necesidad primaria es conveniente la inversión.

2.1.14.2. Tasa Interna de Retorno

Se utiliza para determinar si la inversión es rentable para un proyecto. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una tasa de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio.

Costo = inversión inicial = Q. 585 957,09

Beneficio = No. de habitantes beneficiados futuros = 993 habitantes

Costo / beneficio = Q. 585 957,09/ 993 habitantes = Q. 590,08/habitante

Las instituciones de inversión social, toman decisiones con base al valor costo/beneficio y las disposiciones económicas que posean.

2.1.15. Evaluación de Impacto Ambiental Inicial

Para la elaboración de un diagnóstico ambiental, primero se debe familiarizarse con el tema del medio ambiente, el cual es un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

Los problemas de degradación ambiental, que incluyen la alteración de los sistemas ambientales, la amenaza a la vida salvaje, la destrucción de los recursos naturales, son frecuentemente resumidos bajo el término de crisis ambiental, debido a que los cambios que el ambiente está sufriendo son lo suficientemente justificados para llegar al nivel de una crisis o amenaza natural.

Todo plan de manejo ambiental como mínimo debe contener: a) medidas de mitigación a considerar en, el análisis de alternativas. b) consideraciones ambientales en el proyecto de ingeniería de la alternativa seleccionada, c) manual de operación y mantenimiento y d) plan de seguimiento o monitoreo ambiental.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Estas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto.

2.2. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Nicolás

Presenta una solución a la problemática de las aguas negras que caen a flor de tierra que por lo tanto provocan contaminación ambiental, problemas de salud y falta de ornato.

2.2.1. Descripción general del proyecto

El proyecto consiste en un sistema de alcantarillado sanitario el cual se diseñará según especificaciones y Normas de Diseño del INFOM. El sistema está conformado por pozos de visita, conexiones domiciliarias y un colector principal para la conducción de aguas residuales hacia el área de tratamiento.

2.2.2. Levantamiento topográfico

Planimetría: esta tiene por objeto determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar hechos geográficos y todas aquellas características tanto naturales como artificiales que puedan influir en el diseño del sistema; se ejecutó como una poligonal abierta el aparato utilizado fue una estación total marca GOWIN TKS-202.

Altimetría: esta tiene por objeto, la determinación de las elevaciones o niveles, de los puntos o estaciones estudiadas, se realizó con la ayuda del equipo de topografía antes mencionado, los resultados del levantamiento

topográfico se presentan en la planta de curvas de nivel y planta-perfil en el apéndice.

2.2.3. Descripción del sistema a utilizar

De acuerdo con finalidad existen tres tipos de alcantarillados, la selección de alguno de estos depende de la topografía del lugar, funcionalidad pero el más importante el económico.

- Alcantarillado sanitario: tiene por objeto recolectar el agua de consumo doméstico, comercial, industrial, de infiltración y conexiones ilícitas
- Pluvial: el fin es la recolección del agua originaria de la lluvia
- Combinado: recolecta los caudales sanitarios y pluviales en el mismo sistema de tubería

Para este proyecto se decidió un sistema de alcantarillado sanitario, debido a que solo se recolectaran aguas residuales domésticas y comerciales.

2.2.4. Diseño hidráulico

Contempla el dimensionamiento, pendiente y velocidad del colector principal y las relaciones hidráulicas.

2.2.4.1. Período de diseño

Este es el período de funcionamiento eficiente del sistema. Para seleccionar el período de diseño se considera calidad de los materiales, crecimiento demográfico, capacidad de operación, administración y mantenimiento del sistema.

El período de diseño utilizado para este sistema de alcantarillado fue de 25 años en el cual está comprendido el tiempo de gestión.

2.2.4.2. Población de diseño

Para la estimación del número de habitantes de la población futura se utilizó el método del incremento geométrico.

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

Donde:

Pf = población final

Po = población inicial

r = tasa de crecimiento (3 % según censo del INE)

n = 25 años

$$Pf = 605 (1+0.03)^{25} = 1267 \text{ habitantes}$$

2.2.4.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario, se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día). La dotación de agua potable de 120 litros/habitante/día proporcionada por la municipalidad.

2.2.4.4. Factor de retorno

Se considera que del 75 al 90 por ciento del consumo de agua de una población vuelve al drenaje. Se asumió un retorno al sistema de un 80 por ciento.

2.2.4.5. Factor de flujo instantáneo

El factor de Harmon o factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad, que está en función del número de habitantes que contribuyen al caudal del alcantarillado que actúa en horas pico de utilización.

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

Donde:

FH = factor de Harmon

P = población en miles

$$FH = \frac{18 + \sqrt{1267/1000}}{4 + \sqrt{1267/1000}} = 3.73$$

2.2.4.6. Caudal sanitario

Es el caudal proveniente de conexiones domiciliarias, fabricas, comercios y conexiones ilícitas a conectarse al sistema de alcantarillado.

2.2.4.6.1. Caudal domiciliar (Qdom)

El caudal domiciliar proviene de las distintas actividades de la persona en la vivienda; este se calcula para cada tramo de diseño.

$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{\text{dotacion} * \text{No. habitantes} * \text{F. R}}{86400} = \text{l/s}$$
$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{120 * 1267 * 0.8}{86400} = 1.41 \text{ l/s}$$

2.2.4.6.2. Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es producto de las aguas pluviales que se incorporan al sistema de alcantarillado sanitario, según el Instituto Nacional de Fomento (INFOM) se le puede dar un valor del 10 por ciento del caudal domiciliar, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podría utilizar un porcentaje más alto, para este diseño se asumió un 30 por ciento del caudal domiciliar ya que no se utiliza mucho el agua pluvial, porque poseen un buen servicio de agua potable.

$$Q_{\text{ci}} = 0.3 * Q_{\text{domiciliar}}$$

$$Q_{\text{ci}} = 0.3 * 1.41 \text{ l/s} = 0.42 \text{ l/s}$$

2.2.4.6.3. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración es producido por el agua freática que ingresa a la tubería a través de las paredes y juntas, está directamente relacionado con las propiedades del material, en este caso no se calcula ya que la tubería utilizada para el diseño es PVC. sin embargo INFOM recomienda calcular un porcentaje

en función al diámetro en pulgadas por probabilidad de infiltración en pozos de visita o candelas domiciliarias.

$$Q_{in} = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas}$$

$$Q_{in} = 0.01 * 6 = 0.06 \text{ l/s}$$

2.2.4.6.4. Caudal comercial e industrial

Estos son caudales provenientes de todo tipo de comercios e industrias, puesto que la aldea carece de ellos no se contempla en el diseño.

2.2.4.7. Factor de caudal medio (fqm)

Este factor regula la aportación de caudal en la tubería. Debe estar comprendido en el intervalo de 0.002 a 0.005 en caso contrario se aproximará al límite más cercano. Se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$fqm = \frac{Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf} + Q_{com} + Q_{ind}}{\text{No. habitantes futuros}}$$

$$fqm = \frac{1.41 \frac{\text{l}}{\text{s}} + 0.42 \frac{\text{l}}{\text{s}} + 0.06 \frac{\text{l}}{\text{s}}}{1267 \text{ habitantes}} = 0.0015, \text{ como es menor que } 0.002 \text{ se usa } 0.002.$$

2.2.4.8. Caudal de diseño

Debe calcularse para cada tramo del sistema, calculado con la ecuación:

$$Q_{dis} = f_{qm} * F.H. * \text{No. Habitantes}$$

Donde:

F_{qm} = factor de caudal medio

FH = factor de Harmon

No. Habitantes = número de habitantes en el tramo

$$Q_{dis} = 0.002 * 3.73 * 1267 = 9.45 \text{ l/s}$$

2.2.4.9. 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 se deben cumplir las distintas relaciones hidráulicas.

2.2.4.10. Selección del tipo de tubería

La selección del tipo de tubería se basó en condiciones de vida útil y económica. 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.

2.2.4.11. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad mínima o de arrastre es aquella que evita que los sólidos del flujo se sedimenten en el sistema, esta es de 0.6 m/s. La velocidad máxima del flujo dentro de la tubería evita que el material se erosione, con un valor de 3 m/s.

Sin embargo el fabricante de la tubería propone velocidades de 0.4 m/s como mínima y 4 m/s como máxima.

2.2.4.12. Tirante (profundidad de flujo)

La altura del tirante del flujo debería ser mayor del 10 por ciento del diámetro de la tubería y menor del 75 por ciento de la misma; estos parámetros aseguran el funcionamiento como canal abierto, así como la funcionalidad para el arrastre de los sedimentos; el sistema propuesto cumple con estas condiciones excluyendo los tramos iniciales ya que estos debido al poco caudal es sumamente difícil cumplir estos parámetros.

2.2.4.13. Cotas Invert

La cota Invert, es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, se debe verificar que la cota Invert sea al menos igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.

La cota Invert de salida de un pozo, se coloca al menos tres centímetros más baja que la cota Invert de llegada de la tubería más baja.

Cuando el diámetro de la tubería que entra a un pozo, es mayor que el diámetro de la tubería que sale, la cota Invert de salida estará a una altura igual al diámetro de la tubería que entra.

2.2.4.14. Diámetro de tuberías

Se consideraron diámetros mínimos de 6 pulgadas para colectores de alcantarillado sanitario y 4 pulgadas para conexiones domiciliarias, según normativas del INFOM para tuberías de PVC.

2.2.4.15. Pozos de visita

Según Normas INFOM deben colocarse en los siguientes casos:

- En cambios de diámetro
- En cambios de pendiente
- En cambios de dirección horizontal para diámetro menores de 24”
- En las intersecciones de tuberías colectoras
- En los extremos superiores de ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros menores de 24”.
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores de 24”

Los pozos de visita están diseñados con ladrillo tayuyo, debido al fácil manejo y a la experiencia de mano de obra, estos varían de profundidad de 1.2 metros a 3.5 metros.

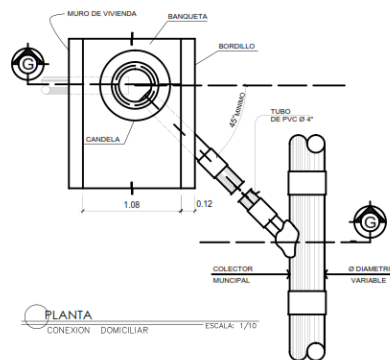
2.2.4.16. Conexiones domiciliarias

Consistirán en una candela con tubería de concreto no menor de 12” de diámetro colocada verticalmente y debe quedar impermeable por dentro y tener una tapadera para inspecciones. Para la unión al colector principal, deberá

utilizarse tubo de PVC de 4" colocándose a 45° debajo de la horizontal y se conecta en la mitad superior del colector principal.

En este proyecto se utilizó tubo P.V.C 4" Norma ASTM F-949 NOVAFORT, una silleta Y o T de 6" x 4" NOVAFORT, para la candela se utilizó un tubo de concreto de 12" de diámetro.

Figura 3. **Ejemplo de conexión domiciliar**



Fuente: elaboración propia con programa de Autocad.

2.2.4.17. Profundidad de tubería

La profundidad de 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, debe ser de 1.2 metros para áreas de circulación de vehículos que fue la que se utilizó en este caso.

2.2.4.18. Cálculo hidráulico para el tramo PV8 a PV9

Para la realización de la memoria de cálculo se tomaron en cuenta los siguientes datos:

Tipo de sistema	Alcantarillado sanitario
Período de diseño	25 años
Viviendas actuales	19
Densidad de vivienda	5 habitantes por vivienda
Población actual	95 habitantes
Tasa de crecimiento	3% según INE
Dotación	120 l/hab/día
Factor de retorno	0.8
Velocidad de diseño	$0.6 \text{ m/s} \leq V \leq 3 \text{ m/s}$
Fqm	0.002
Diámetro de tubería	6" PVC
Pendiente	según caudal y velocidad

Distancia: 80 metros

Cotas del terreno: inicial: 111.8m final: 109.4m

- Pendiente del terreno:

$$P = \frac{(CT_{\text{inicial}} - CT_{\text{final}}) * 100}{\text{Distancia}} = \frac{(111.8 - 109.4) * 100}{80} = 3\%$$

- Población a servir

Habitantes actuales: 95 habitantes

Habitantes futuros: $95 (1+0.03)^{25} = 199$ habitantes

- Factor de Harmnon (FH)

$$FH_{\text{actual}} = \frac{18 + \sqrt{95/1000}}{4 + \sqrt{95/1000}} = 4.25$$

FH actual: 4.25

FH futuro: 4.15

- Factor de caudal medio

$$f_{qm} = 0.002$$

- Caudal de diseño

$$Q_{\text{dis}_{\text{actual}}} = 0.002 * 4.25 * 95 = 0.8075 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{dis}_{\text{futuro}}} = 0.002 * 4.15 * 199 = 1.651 \text{ l/s}$$

- Cálculo de velocidad y caudal a sección llena

Pendiente: 3%

Diámetro: 6 pulgadas

$$V = \frac{0.03429}{0.009} * 6^{\frac{2}{3}} * 0.03^{0.5} = 2.18 \text{ m/s}$$

$$Q = 2.18 * \frac{\pi * (6 * 0.0254)^2}{4} = 0.0397 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 1000 = 39.75 \text{ l/s}$$

- Relación q/Q

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = \frac{0.8075}{39.75} = 0.02032$$

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = \frac{1.651}{39.75} = 0.0415$$

- Relación v/V se obtiene a partir de relación q/Q

$$\frac{v}{V} \text{ actual} = 0.4011$$

$$\frac{v}{V} \text{ futuro} = 0.4952$$

$$V_{\text{actual}} = 0.4011 * 2.18 \text{ m/s} = 0.874 \text{ m/s cumple}$$

$$V_{\text{futuro}} = 0.4952 * 2.18 \text{ m/s} = 1.08 \text{ m/s cumple}$$

- Relación d/D se obtiene a partir de relación q/Q

$$\frac{d}{D} \text{ actual} = 0.1 \text{ Cumple}$$

$$\frac{d}{D} \text{ futuro} = 0.14 \text{ Cumple}$$

- Cálculo de cotas Invert

Cins = cota Invert salida

Cine = cota Invert entrada

$$\text{Cins} = \text{cine anterior} - 0.03 = 110.54 - 0.03 = 110.51\text{m}$$

$$\text{Cine} = \text{cins} - \text{Stuberia} * \text{distancia} = 110.51 - 0.03 * 80 = 108.11\text{m}$$

$$\text{Altura de pozo salida} = \text{cota de terreno} - \text{cota Invert} = 111.8 - 110.51 = 1.29\text{m}$$

$$\text{Altura de pozo entrada} = \text{cota de terreno} - \text{cota Invert} = 109.4 - 108.11 = 1.29\text{m}$$

El resumen del cálculo hidráulico se puede revisar en los apéndices.

2.2.4.19. Propuesta de tratamiento

En la selección del tipo de tratamiento para las aguas residuales de la aldea San Nicolás, existen varios factores importantes que se deben tomar en cuenta para la determinación del mismo. Dichos factores van asociados a eficiencia, economía, operación, mantenimiento y factibilidad.

Con base a lo expuesto, se optó por elegir un sistema de tratamiento primario de fosas sépticas, el efluente se descargará en un zanjón debido a que no existe espacio para posos de absorción.

2.2.4.19.1. Diseño de fosa séptica

La capacidad total de un tanque séptico, se determina de diferentes maneras, con base en la población servida o con base en el caudal efluente y el tiempo de retención.

El diseñador debe seleccionar una metodología de diseño, que garantice el correcto funcionamiento del sistema, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Período de retención (24 – 72 horas)
- Capacidad máxima por fosa (60 viviendas futuras)
- Relación largo/ancho, 2/1 como criterio
- Contribución de lodos de 30 a 80 l/hab/año
- Definición de período de limpieza, para este caso 3 años

Cálculo de volumen de fosa

$$V = Q_s * T + L * \text{No. habitantes futuros} * \text{periodo de limpieza}$$

Donde:

V = volumen de la fosa séptica

T = tiempo de retención

Lf = contribución de lodos por habitante

$$Q_s = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{ci}} + Q_{\text{inf}}$$

Sustituyendo valores:

No habitantes futuro = 60 viviendas * 5 hab/vivienda = 300 habitantes

$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{120 * 300 * 0.8}{86400} = 0.33 \text{ l/s}$$

$$Q_{ci} = 0.3 * 0.33 = 0.1 \text{ l/s}$$

$$Q_{inf} = 0.001 * 6 = 0.006$$

$$Q_{sanitario} = 0.33 + 0.1 + 0.006 = 0.44 \text{ l/s}$$

$$T = 24 \text{ horas} = 86400 \text{ segundos}$$

$$L_f = 40 \text{ l/hab/año}$$

$$\text{Tiempo de limpieza} = 3 \text{ años}$$

$$V = 0.44 \text{ l/s} * 86400\text{s} + 300\text{hab} * 40 \text{ l/hab/año} * 3 \text{ años} = 74016 \text{ l} = 74 \text{ m}^3$$

Dimensionamiento de la fosa

$$\text{Volumen} = L * A * H$$

Donde:

L = largo

H = alto

A = ancho

Usando una relación $L/A = 2$ y usando una altura de 2.2m como criterio propio

Sustituyendo:

$$74 = 2A * A * 2.2$$

$$A = 4.1$$

Usando las siguientes dimensiones:

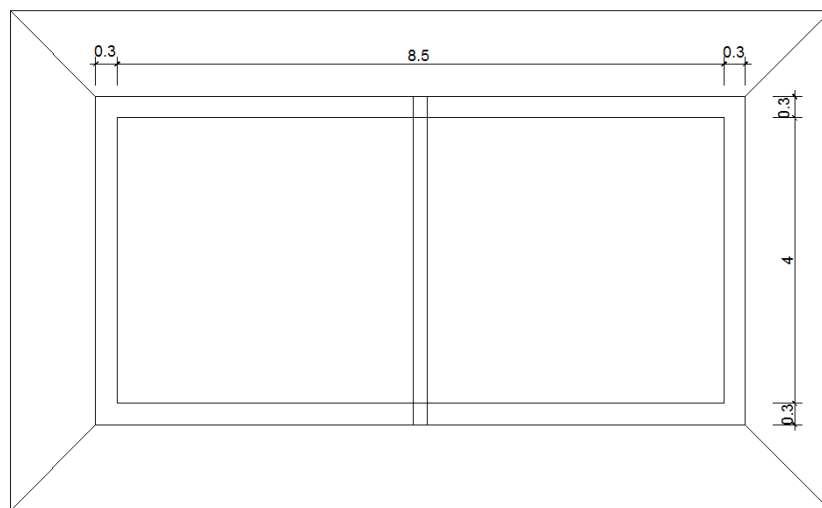
$$H = 2.2\text{m}$$

$$A = 4\text{m}$$

$$L = 8.5\text{m}$$

Se construirá una batería de 4 fosas sépticas para cumplir con la demanda de todas las viviendas futuras.

Figura 4. **Planta de fosa séptica**



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Diseño estructural de la fosa séptica

La estructura de la fosa séptica está conformado por muros de gravedad de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado, enterrada 1 metro.

Diseño de losa aplicando el método 3 del ACI

Datos:

$$\text{Largo (b)} = 8.5/2 = 4.25\text{m}$$

$$\text{Ancho (a)} = 4\text{m}$$

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

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

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

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

$$\text{Acabados} = 25 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso específico del concreto: } 2400 \text{ kg/m}^3$$

- Cálculo de espesor

$$\text{Relación } a/b = 4/4.25 = 0.94$$

Como $a/b > 0.5$, losa trabajando en 2 sentidos.

$$\text{Espesor} = \text{Perímetro}/180 = 2*(4.25+4) / 180 = 0.09\text{m}$$

Se utilizara espesor $t = 10\text{cm}$

- Cálculo de cargas

Carga muerta (C_m)

$$C_m = (0.1\text{m} * 2400 \text{ kg/m}^3 + 70 \text{ kg/m}^2 + 25 \text{ kg/m}^2) * 1\text{m} = 335 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga ultima (} C_u) = 1.2 C_m + 1.6 C_v$$

$$C_u = 1.2 * 335 \text{ kg/m} + 1.6 * 100 \text{ kg/m} = 562 \text{ kg/m}$$

- Cálculo de momentos

Utilizando el método 3 del ACI, para el cálculo de momentos negativos y positivos, se diseña como el caso 7 por haber continuidad en el lado corto de la losa.

$$M_{a(-)} = C_{a(-)} * C_u * L_a^2$$

$$M_{b(-)} = C_{b(-)} * C_u * L_b^2$$

$$M_{a(+)} = C_{av(+)} * C_{vu} * L_a^2 + C_{am(+)} * C_{mu} * L_a^2$$

$$M_{b(+)} = C_{bv(+)} * C_{vu} * L_b^2 + C_{bm(+)} * C_{mu} * L_b^2$$

Donde:

$$C_{a(-)} = \text{coeficiente a para momento negativo} = 0.067$$

$$C_{b(-)} = \text{coeficiente b para momento negativo} = 0.067$$

$$L_a = \text{Lado menor de losa} = 4\text{m}$$

$$L_b = \text{Lado mayor de losa} = 4.25\text{m}$$

$$C_{av(+)} = \text{coeficiente a para momento positivo por carga viva} = 0.036$$

$$C_{am(+)} = \text{coeficiente a para momento positivo por carga muerta} = 0.031$$

$$C_{bv(+)} = \text{coeficiente b para momento positivo por carga viva} = 0.032$$

$$C_{bm(+)} = \text{coeficiente b para momento positivo por carga muerta} = 0.031$$

$$C_{vu} = \text{carga viva última} = 160 \text{ kg/m}$$

$$C_{mu} = \text{carga muerta última} = 402 \text{ kg/m}$$

$$M_{a(-)} = 0.067 * 562 * 4^2 = 602.5 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(-)} = 0.067 * 562 * 4.25^2 = 680 \text{ kg-m}$$

$$M_{a(+)} = 0.036 * 160 * 4^2 + 0.031 * 402 * 4^2 = 291 \text{ kg-m}$$

$$M_{b(+)} = 0.032 * 160 * 4.25^2 + 0.031 * 402 * 4.25^2 = 317 \text{ kg-m}$$

- Cálculo del refuerzo

Datos:

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

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

$$\emptyset = 3/8'' = 0.95\text{cm}$$

$$\text{Peralte (d)} = t - \text{rec} - \emptyset/2 = 10 - 2 - 0.95/2 = 7.53 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = (14.1/f_y) * b * d = (14.1/2810) * 100 * 7.53 = 3.78 \text{ cm}^2$$

$$\text{Separación máxima} = 3 * t = 3 * 10 = 30\text{cm}$$

$$A_s = \left(bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right) * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_s = \left((100 * 7.53) - \sqrt{(100 * 7.53)^2 - \frac{680 * 100}{0.003825 * 210}} \right) * \frac{0.85 * 210}{2810} = 3.72\text{cm}^2$$

Como $A_s < A_{smin}$, usar A_{smin}

$$3.78 \text{ cm}^2 = 1\text{m}$$

$$0.71 \text{ cm}^2 = S$$

$$S = 18\text{cm} < S_{max}$$

Armado de losa

Varillas No. 3 @ 18cm en ambos sentidos.

Diseño de viga

- Predimensionamiento

Se usó el método ACI capítulo 9 para predimensionar la viga, considerándola simplemente apoyada.

Longitud de viga = 4.6m

$h_{viga} = L/16 = 4.60/16 = 0.287\text{m}$

$h_{viga} = 30\text{cm}$

$b_{viga} = h/2 = 15\text{cm}$

- Integrando cargas

Carga muerta (Cm)

Peso propio de viga = $(0.3\text{m} \cdot 0.15\text{m}) \cdot (2400\text{kg/m}^3) = 108 \text{ kg/m}$

Peso de losa = $(335 \text{ kg/m}^2) \cdot (8\text{m}^2) / 4.6\text{m} = 582.6 \text{ kg/m}$

$C_m = 690 \text{ kg/m}$

Carga viva (Cv)

$C_v = (100\text{kg/m}^2) \cdot (8\text{m}^2) / 4.6\text{m} = 174 \text{ kg/m}$

Carga última (Cu) = $1.2C_m + 1.6 C_v$

$C_u = 1.2 \cdot 690 \text{ kg/m} + 1.6 \cdot 174 \text{ kg/m} = 1106 \text{ kg/m}$

- Calculando momento último

$M(+)= WL^2/8$

$M = (1106) \cdot (4.6\text{m})^2/8 = 2925 \text{ kg-m}$

- Cálculo de refuerzo

Refuerzo longitudinal

- Cama inferior

Recubrimiento: 4cm

Peralte (d) = 30 – 4 = 26cm

Calculando Acero mínimo

$$A_{smin} = \frac{14.1}{2810} * 15\text{cm} * 26\text{cm} = 1.96 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 0.5 * \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0.85^2 * \frac{210}{2810} * \frac{6090}{2810 + 6090} = 0.0369$$

$$A_{smax} = 0.5 * 0.0369 * 15 * 26 = 7.2 \text{ cm}^2$$

Acero para momento solicitado

$$A_s = \left(b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0.003825 * f'c}} \right) * \frac{0.85 * f'c}{f_y}$$

$$A_s = \left((15 * 26) - \sqrt{(15 * 26)^2 - \frac{2925 * 15}{0.003825 * 210}} \right) * \frac{0.85 * 210}{2810} = 4.92 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} < A_s < A_{smax}$$

Para varillas corridas usar 50% $A_s(+)$ o A_{smin}

$$50\% A_s(+) = 0.5 * 4.92 \text{ cm}^2 = 2.46 \text{ cm}^2$$

Usando 2 varillas No.4 corridas más 2 bastones No.4 de L/4 a 3L4

$$A_s = 2 * (1.27) = 2.54 \text{ cm}^2 + 2.54 \text{ cm}^2 = 5.08 \text{ cm}^2$$

- Cama superior

33% del $A_s(+)$ o A_{smin}

$$33\% A_s(+) = 0.33 * 5.08 = 1.67 \text{ cm}^2 < A_{smin}, \text{ usar } A_{smin}$$

Usando 2 varillas No.4 corridas

$$A_s = 2 * (1.27) = 2.54 \text{ cm}^2$$

Refuerzo transversal

$$\text{Corte resistente del concreto } (V_c) = 0.53 * 0.85 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * 0.85 * \sqrt{210} * 15 * 26 = 2546 \text{ kg}$$

$$\text{Corte último } (V_u) = WL/2$$

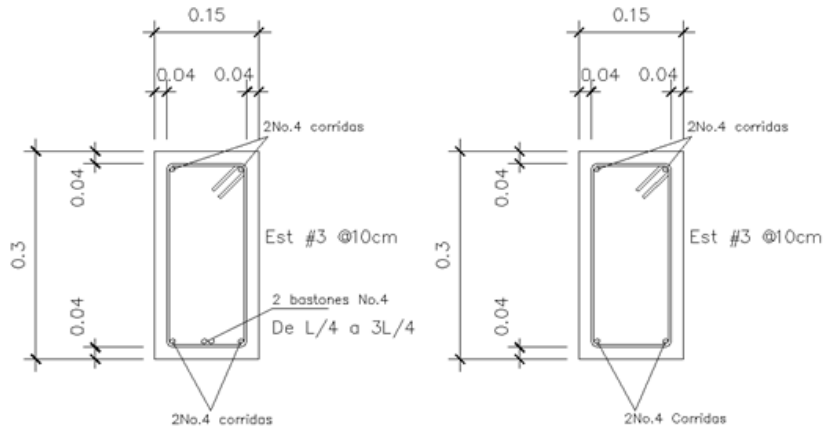
$$V_u = (1106) * (4.6) / 2 = 2543 \text{ kg}$$

Separación de estribos (S)

Debido a que $V_c > V_u$, la separación de estribos se realiza con S_{max} .

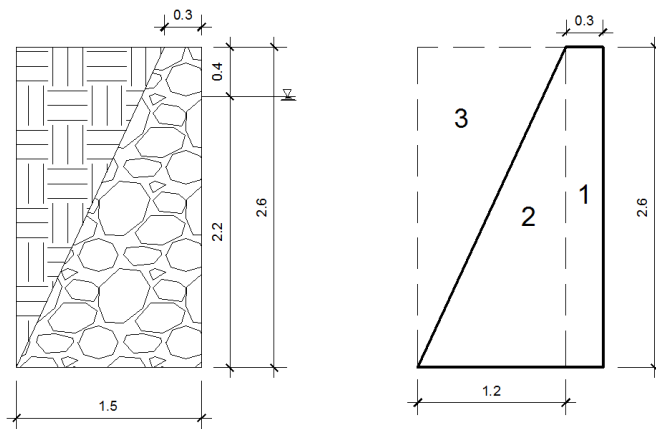
$$S_{max} = d/2 = 26/2 = 13\text{cm}, \text{ usar Estribos No.3 @ 10cm}$$

Figura 5. Armado de viga



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Figura 6. Muro de gravedad



Fuente: elaboración propia, con programa de Autocad.

Para diseñar el muro se tomará como condición crítica cuando la fosa este vacía y el empuje del suelo actúa sobre él.

Valor soporte del suelo = 14 T/m² (asumido por proyectos cercanos)

Coeficiente activo según teoría de Rankine

$$Ka = \frac{1 - \text{sen}\Phi}{1 + \text{sen}\Phi}$$

$$Ka = \frac{1 - \text{sen}30}{1 + \text{sen}30} = 0.333$$

- Cálculo de empuje del suelo

$$Ep = \frac{1}{2} * \gamma_s * H^2 * Ka$$

Donde:

Ep = empuje del suelo

γ_s = peso específico del suelo (1.6 T/m³)

H = altura

Ka = coeficiente activo

$$Ep = \frac{1}{2} * 1.6 * 2.6^2 * 0.333 = 1.8 \text{ T/m}$$

- Momento de empuje del suelo

$$Mp = Ep * \frac{H}{3}$$

$$Mp = 1.8 * \frac{2.6}{3} = 1.56 \text{ T.m/m}$$

- Momento que produce el peso propio del muro

Tabla VI. **Momentos producidos por el peso propio del muro**

Figura	Área (m2)	γ (T/m3)	Brazo (m)	Momento (T.m/m)
1	0.78	2	0.15	0.23
2	1.56	2	0.7	2.18
3	1.56	1.6	1.1	2.75
	7.176			5.16

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo del momento que produce la carga de viga y losa al muro

$$W = 1106 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga puntual} = WL/2 = (1106 \text{ kg/m}) * 4.6/2 = 2543 \text{ kg-m} = 2.5 \text{ Toneladas}$$

$$\text{Momento} = 2.5 \text{ T} * (0.15) = 0.375 \text{ T-m}$$

- Chequeo de estabilidad contra volteo ($F_s > 1.5$)

$$F_s = \frac{\sum MR}{Mac}$$

Donde:

$$MR = \text{momentos resistentes} = 5.16 + 0.375 = 5.53 \text{ T-m}$$

$$Mac = \text{momentos actuantes} = 1.56 \text{ T-m/m}$$

$$F_s = \frac{5.53}{1.56} = 3.54 > 1.5, \text{ si resiste volteo}$$

- Chequeo de estabilidad contra deslizamiento ($F_d > 1.5$)

$$P_d = \sum W * \phi * \tan \Phi$$

Donde:

$\sum W$ = sumatoria de cargas sobre el muro

\emptyset = factor de reducción

Φ = ángulo de fricción interna

P_d = empuje por empotramiento

$$P_d = (7.18 + 1.10) * 0.9 * \tan 30 = 4.3 \text{ T/m}$$

$$F_d = P_d / E_p$$

$$F_d = 4.3 / 1.8 = 2.3 > 1.5, \text{ si resiste el deslizamiento}$$

- Verificación de la presión bajo la base del muro, $P_{\max} < V_s$ y $P_{\min} > 0$.

$$\text{Excentricidad (ex)} = B/2 - a$$

$$a = \frac{MR - Mac}{Wt} = \frac{5.53 - 1.56}{8.28} = 0.51$$

$$\text{ex} = (1.5/2) - 0.51 = 0.24$$

Módulo de sección (S_x)

$$S_x = 1/6 * B^2 * \text{longitud} = 1/6 * 1.5^2 * 1 = 0.375 \text{ m}^3$$

La presión es:

$$P_{\max} = \frac{Wt}{A} \pm \frac{Wt * \text{ex}}{S_x} = \frac{8.28 \text{ T/m}}{1.5 * 1} \pm \frac{8.28 * 0.24}{0.375} = 10.81 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} < 14 \frac{\text{T}}{\text{m}^2}, \text{ si cumple}$$

$$P_{\min} = 0.22 > 0, \text{ si cumple}$$

Con los resultados obtenidos se demostró que las dimensiones propuestas para el muro son satisfactorias.

2.2.4.19.2. Dimensionamiento de pozos de absorción

Debido a que existe un zanjón como cuerpo receptor, para el desfogue se omitirá el diseño de los pozos de absorción, ya que para la construcción de estos se necesita espacio con en el cual no se cuenta.

2.2.4.19.3. Plan de operación y mantenimiento

El sistema trabaja por gravedad y no requiere de una operación específica diaria; sin embargo, se debe contemplar limpieza y revisión anual, previa al invierno, tanto de tubería y pozos de visita, para evitar taponamiento en pozos y colector y acumulación de residuos.

2.2.4.20. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado se presentan en el apéndice y son:

- Planta de curvas de nivel
- Planta de densidad de vivienda
- Planta conjunto
- Planta perfil de diferentes ramales
- Detalles de pozos de visita
- Detalles de fosa séptica

2.2.4.21. Elaboración de presupuesto

El presupuesto contempla los distintos renglones de trabajo, se tomaron precios de materiales cotizados en la región y mano de obra por tablas de rendimientos y costos determinados por experiencia de la municipalidad. Para costos indirectos se aplicó un 35 por ciento que contempla administración, dirección técnica y utilidades.

Tabla VII. **Presupuesto de alcantarillado sanitario para la aldea San Nicolás, Estanzuela, Zacapa**

No.	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
1	Trabajos Preliminares	Global	1	Q 212,527.49	Q212,527.49
1.1	Topografía	ml	2211	Q1.23	Q2,700.00
1.2	Excavación de zanja	m3	2211	Q62.84	Q138,944.77
1.3	Relleno de zanja	m3	1989.9	Q31.42	Q62,525.15
1.4	Retiro de material	m3	176.88	Q47.25	Q8,357.58
2	Colector Principal PVC 6" Novafort F-949	ml	2191	Q111.58	Q244,478.25
3	Pozos de visita	global	1	Q198,734.64	Q198,734.64
3.1	Pozo de 1.2m a 1.5m	unidad	29	Q 3,726.00	Q108,053.93
3.2	Pozo de 1.5m a 2.5m	unidad	13	Q 5,093.18	Q66,211.31
3.3	Pozo de 2.5m a 3.2m	unidad	4	Q 6,117.35	Q24,469.40
4	Conexiones domiciliarias	unidad	121	Q1,143.83	Q138,403.61
5	Sistema de tratamiento	global	1	Q553,853.91	Q553,853.91
5.1	Fosas sépticas	unidad	4	Q132,641.17	Q530,564.69
5.2	Caja distribuidora de caudales	unidad	1	Q23,289.22	Q23,289.22
TOTAL					Q1,347,997.90

Fuente: elaboración propia.

2.2.4.22. Evaluación socioeconómica

La evaluación consiste en comparar los beneficios con los costos que el proyecto implica para la sociedad.

2.2.4.22.1. Valor Presente Neto

Es un procedimiento que permite calcular y comparar movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo. El valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social y no existe ningún ingreso mensual, los egresos se establecen como el costo del proyecto.

VPN = - costo total del proyecto

2.2.4.22.2. Tasa Interna de Retorno

Por motivos del que el proyecto es de carácter social, no se estima ningún ingreso por lo cual no se puede hacer el cálculo de la TIR.

Se puede realizar un análisis municipal utilizando el costo total del proyecto, usando costo/beneficio que se demuestra de la siguiente manera.

Costo = Q1 347 997,90

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (futuro)

Costo/beneficio = Q1 347 997,90 / 1267 habitantes = Q1 063,92 / habitante

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

2.2.4.23. Estudio de Impacto Ambiental Inicial

Tomando como referencia los mandatos legales y el marco estratégico nacional para la gestión ambiental, se debe tomar como objetos los siguientes puntos:

- Incorporar criterios ambientales dentro de la planificación de las operaciones de financiamiento.
- Asegurar que en todas las fases del ciclo de proyecto las medidas ambientales sean consideradas y cumplidas.
- Priorizar los proyectos que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de la población.
- Aplicar los propios procedimientos ambientales, para asegurar que los proyectos eviten: comprometer la seguridad y salud pública; causar deterioro ambiental severo o irreversible; desplazar poblaciones, afectar grupos vulnerables sin implementar las debidas medidas de mitigación; modificar o deteriorar significativamente áreas protegidas o lugares que por disposiciones legales sean de consideraciones especiales.
- El Plan de Manejo Ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Estas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto, a continuación se presentan para la etapa de ejecución.

CONCLUSIONES

1. El sistema de agua potable para la colonia Santa Cecilia, se diseñó por bombeo (conducción) y gravedad (distribución), aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población futura de 993 habitantes, el sistema funcionará por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de viviendas. El costo del proyecto es de Q.585 957,09 y beneficiará a 993 habitantes futuros, por la importancia que representa la Municipalidad de Estanzuela y COCODES deberán impulsarlo y llevarlo a la realidad en el menor tiempo posible.
2. El Ejercicio Profesional Supervisado, sirve como un complemento para la formación profesional y académica del estudiante, así como también prestar servicios de asesoría a la sociedad guatemalteca en este caso por medio de las municipalidades, por lo que es de suma importancia incentivar a los estudiantes a realizarlo ya que es una buena experiencia para empezar a poner en práctica los conocimientos aprendidos.

3. El proyecto de alcantarillado sanitario mejorará las condiciones sanitarias para la aldea San Nicolás, debido a que se recolectarán de una mejor manera evitando distintas contaminaciones causadas por la trayectoria a flor de tierra de dichas aguas. El costo del proyecto es de Q1 347 997,90 y beneficiará a 1 267 habitantes futuros, por lo que tanto la municipalidad y COCODES deberán gestionar el financiamiento para que se lleve a la realidad en el menor tiempo posible por los beneficios que representa para la población.

RECOMENDACIONES

A Municipalidad de Estandzuela, Zacapa

1. Es necesario que al momento de ejecutar las obras de ingeniería civil, específicamente en la construcción de la red de alcantarillado sanitario, se garantice una supervisión técnica del mismo, en este caso por un profesional de ingeniería civil.
2. Educar a las personas que hacen uso de los servicios municipales, para evitar que las mismas destruyan las obras que son de beneficio para la comunidad.
3. En el sistema de agua potable, será indispensable asegurar que el agua sea apta para consumo humano y que no sea dañina para la salud, es por ello que se debe implementar el sistema de desinfección propuesto.
4. Actualizar los precios de los materiales y mano de obra, al momento que el proyecto sea aprobado, ya que los precios cambian constantemente y así evitar obras inconclusas o dinero mal invertido.
5. Usar el agua necesaria y no darle usos inadecuados, que lo habitantes de la vivienda verifiquen que no contengan fugas en las tuberías para que esta no se desperdicie.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*
1. Trabajo de graduación del Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 210 p.
2. American Concrete Institute. *Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentario*. EEUU:ACI 318- 2008. 495 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997. 35 p.
4. ————. Normas generales para el diseño de alcantarillados. Guatemala: INFOM, 2001. 29 p.
5. LOPEZ PRETZANCIN, Douglas Emilio. *Diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario para los cantones El Guayacán y San Antonio Chimulbuá, municipio de San Gabriel, departamento de Suchitepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 45 p.

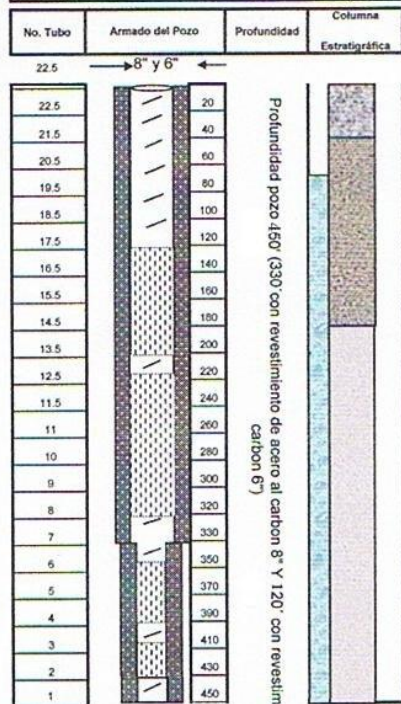
APÉNDICES



Perforaciones JG

2a. Ave. 4-46 zona 9 Local No. 7
 Tel.: 2361-9063, 2332-7856 Fax: 2361-9061
 e-mail: perforacionesjg@gmail.com

ESTANZUELA, ZACAPA



**PROYECTO: PERFORACION POZO MECANICO
 ESTANZUELA, ZACAPA**

PERFORACIÓN DE POZOS MECÁNICOS • BOMBAS PARA AGUA
 Sumergibles, Centrifugas, Hidroneumáticos, Servicio y Mantenimiento de Pozos

Fuente: elaboración propia.

**PERFIL ESTRATIGRAFICO
ESTANZUELA, ZACAPA**

DATOS IMPORTANTES DEL POZO:

Nombre del perforador:	Alfredo de Paz
Perforadora:	Foremost
Método:	Roto-Percusión
Temperatura del Agua:	Temperatura Ambiente
Profundidad Total del pozo:	450' (pies)
Diámetro del pozo:	8" y 6" Pulgadas
Total de tubería Ranurada:	340' (pies)
Nivel Estático:	70' (pies)
Nivel Dinámico de bombeo:	305' (pies)
Producción:	90 GPM
Explotación optima:	70 GPM.
Fecha de Inicio:	23-04-13
Fecha de Finalización:	27-05-13
Prueba:	Prueba con Compresor de aire
Técnico Responsable:	Alfredo de Paz



Tubería Lisa



Tubería Ranurada

Fuente: elaboración propia.

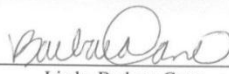
INFORME DE ANALISIS DE AGUA POTABLE

Cliente	: Perforacioens JG. S.A	Número de orden	: 71524
Persona Responsable	: Perforacioens JG. S.A	Código de muestra	: 13.06.03.01.13
Finca	: Colonia Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa	Fecha de ingreso	: 03/06/2013
Localización	: Zacapa	Fecha del informe	: 06/06/2013
Referencia Cliente	: Pozo Mecanico	Asesor	: Recepcion/Industriales
Cultivo	: Sin Cultivo (SC)		

Párametros	Dimensional	Valor	LMA*	LMP*
pH		7.7	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5
C.S.	mohms/cm	0.25	0.1	0.75
DUREZA	mg/l CaCO ₃	45.9	100.0	500.0
TURBIEDAD	NTU	< 5.00	5.0	15.0

Elemento	Dimensional	Valor	LMA*	LMP*
Nitrato	mg/l NO ₃	0.80	---	50.00**
Calcio	mg/l Ca	10.20	75.00	150.00
Magnesio	mg/l Mg	4.97	50.00	100.00
Sulfato	mg/l SO ₄	16.74	100.00	250.00
Boro	mg/l B	< 0.09	---	0.30
Cobre	mg/l Cu	< 0.02	0.05	1.50
Hierro	mg/l Fe	0.09	0.10	1.00
Manganeso	mg/l Mn	0.29	0.05	0.50
Zinc	mg/l Zn	< 0.02	3.00	70.00
Cloruro	mg/l Cl	3.50	100.00	250.00

Licda. Iveth Liquezcano Illescas
Química Bióloga
Colegiada No. 3213

Revisado: 
Licda. Barbara Cano
Colegiado No. 2113
Gerente de Laboratorios

*Con base en la Norma NGO 29 001:99 Agua Potable Especificaciones de COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas).
- Límite Máximo Aceptable(LMA): Es el valor de la concentración de cualquier característica del agua, arriba del cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores, desde un punto de vista sensorial pero sin que implique un daño a la salud del Consumidor.
- Límite Máximo Permisible (LMP): Es el valor de la concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba del cual el agua no es adecuada para consumo humano.

m mhos/cm = milimhos por centímetro
--- = No se tienen Límites

NTU = Unidades Nefelométricas de Turbidez

** Organización Mundial de la Salud (OMS). Guía para la Calidad de Agua Potable
Volumen No.1 Recomendaciones. Ginebra 1,995 pagina 54

Metodología con base en:

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WWF. 20th.ed. 1998

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio
La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas.
Este informe es válido únicamente en su impresión original

INFORME DE ANALISIS DE MICROBIOLOGIA
ACREDITADO ISO 17025
OGA-LE-031-09

Cliente	: Perforacioens JG. S.A	Número de orden	: 71524
Persona Responsable	: Perforacioens JG. S.A	Código de muestra	: 13.06.03.01.13
Finca	: Colonia Santa Cecilia, Estanzuela, Zacapa	Fecha de ingreso	: 03/06/2013
Localización	: Zacapa	Fecha del informe	: 06/06/2013
Referencia Cliente	: Pozo Mecanico	Asesor	: Recepcion/Industriales
Cultivo	: Sin Cultivo (SC)		

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha de Muestreo	: 03/062013	Fecha de inicio del análisis	: 03/062013
Hora de Muestreo	: 07:30 A.M.	Hora del análisis	: 16:33 P.M.
Tipo de Muestra	: AGUA	Hora de Ingreso	: 08:29:07
Procedencia	: POZO MECANICO	Temperatura de ingreso	: AMBIENTE
Recipiente	: BOLSA ESTERIL	Resp. de Muestreo	: CLIENTE
Apariencia	: CLARA	Temp. de almacenamiento	: REFRIGERADA

RESULTADOS

PARAMETROS	DIMENSIONALES	VALOR	* VALOR PERMITIDO	LIMITE DE DETECCION	METODOLOGIA
** CONTEO DE BACTERIAS AEROBIAS	UFC/ml	300	--	< 10	SM 9215
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	< 2	< 2	< 2	SM 9221 B
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	< 2	< 2	< 2	SM 9221 E
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	< 2	< 2	< 2	SM 9221 F

UFC: Unidades Formadoras de Colonia.

NMP: Número más probable.

< : Menor de

* Según Norma Guatemalteca COGUANOR (NGO 29 001:99) para analisis microbiologico de agua potable.

Metodología con base en:


Heterotrophic Plate Count (9215) Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group (9221).

- Standard Methods for the examination of water and wastewater APHA, AWWA, WEF 21th ed. 2005.

** Temperatura / Tiempo de incubación : 35 ± 0.5 °C / 48h

Medio de cultivo: Plate Count Agar (PCA)

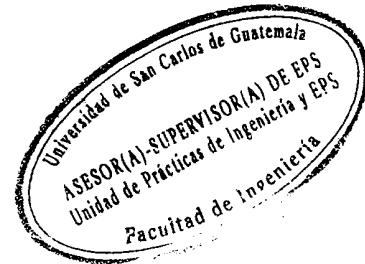
Última Línea

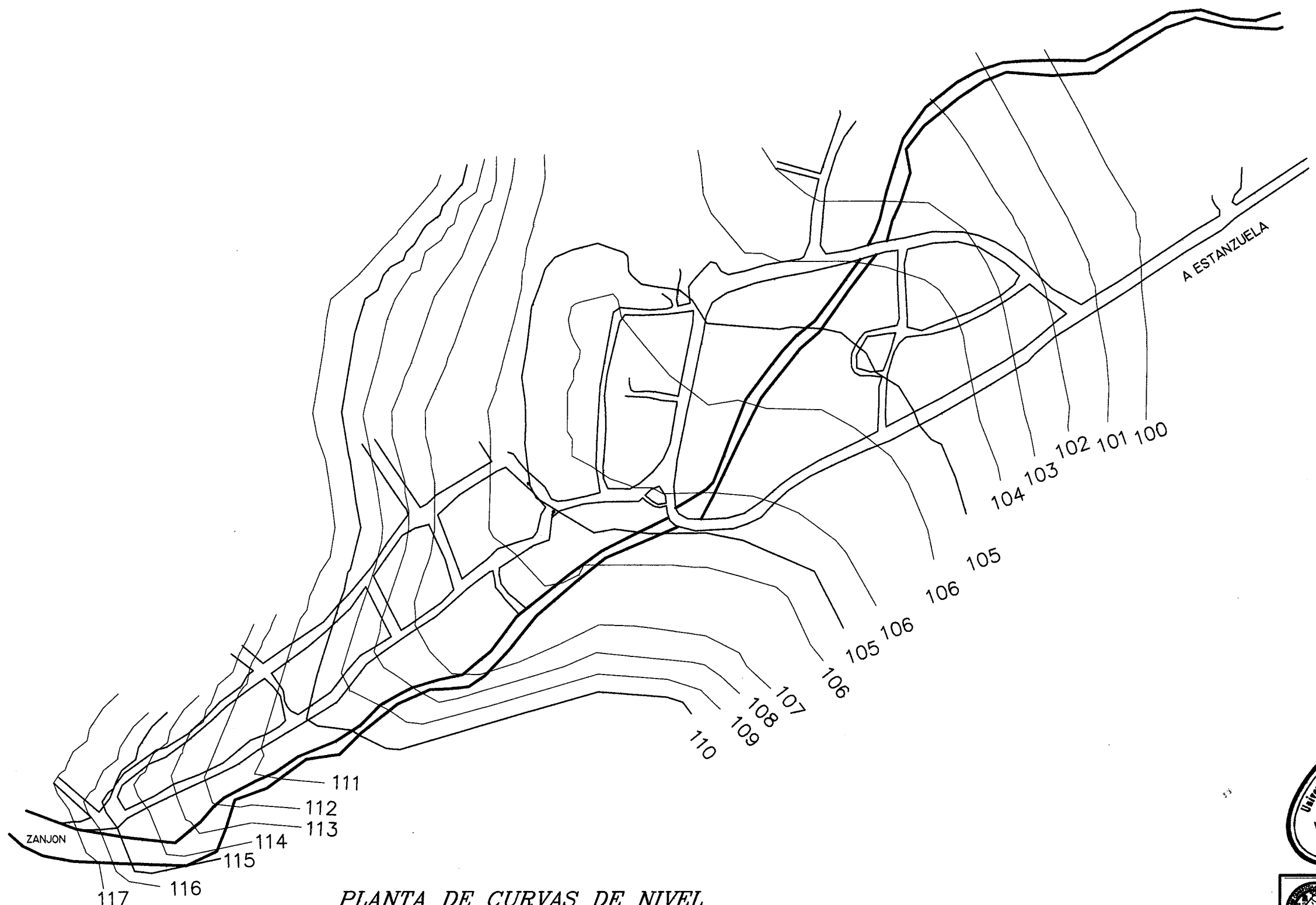

 Licda. Iveth Liquidano Illescas
 Química Bióloga
 Colegada No. 3213
 Revisado: _____
 Licda. Iveth Liquidano
 Química Bióloga, Colegiado No. 3213
 Jefe de Laboratorio de Microbiología

Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio. La reproducción parcial del mismo deberá ser autorizada por escrito por Soluciones Analíticas. Este informe es válido únicamente en su impresión original

Página 1 / 1

DE	A	Cotas de Terreno		DH(m)	S % (Terreno)	Viviendas		No. Habitantes		Factor de Harmon		Fqm	q diseño (L/s)		Φ(pulg)	S % Tubería	Relacion d/D		Cotas Invert		Altura del pozo	
		PV	PV			Inicio	Final	Local	Acum	Actual	Futuro		Actual	Futuro			Actual	Futuro	Actual	Futura	Salida	Entrada
1	2	116,8	115,7	33	3,33%	3	3	15	31	4,396	4,352	0,0020	0,1348	0,279	6	3,33%	0,042	0,059	115,60	114,50	1,2	1,20
2	3	115,7	114,5	20	6,00%	0	3	15	31	4,396	4,352	0,0020	0,1348	0,279	6	6,00%	0,036	0,051	114,47	113,27	1,23	1,23
3	4	114,5	111,8	70	3,86%	7	10	50	105	4,3147	4,238	0,0020	0,4411	0,907	6	3,86%	0,067	0,098	113,24	110,54	1,26	1,26
4	5	111,8	109,4	80	3,00%	9	19	95	199	4,2496	4,149	0,0020	0,8254	1,687	6	3,00%	0,1	0,14	110,51	108,11	1,29	1,29
5	6	109,4	108,3	30	3,67%	3	25	125	262	4,2158	4,103	0,0020	1,0774	2,195	6	3,67%	0,108	0,152	108,08	106,98	1,32	1,32
6	7	108,3	106,8	53	2,83%	3	28	140	293	4,2006	4,083	0,0020	1,2023	2,447	6	2,83%	0,122	0,171	106,95	105,45	1,35	1,35
7	8	106,8	106,2	50	1,20%	3	31	155	325	4,1864	4,064	0,0020	1,3266	2,696	6	1,20%	0,156	0,221	105,42	104,82	1,38	1,38
8	9	106,2	105,5	35	2,00%	2	33	165	345	4,1773	4,052	0,0020	1,4092	2,862	6	2,00%	0,142	0,201	104,79	104,09	1,41	1,41
9	10	105,5	105,1	20	2,00%	1	34	170	356	4,1729	4,046	0,0020	1,4503	2,944	6	2,00%	0,144	0,203	104,06	103,66	1,44	1,44
11	12	114,6	112,9	50	3,40%	5	5	25	52	4,3669	4,311	0,0020	0,2232	0,461	6	3,40%	0,052	0,074	113,40	111,70	1,20	1,20
13,1	13	113,1	111,5	33	4,85%	4	4	20	42	4,3805	4,330	0,0020	0,1791	0,371	6	4,85%	0,043	0,061	111,90	110,30	1,20	1,20
12	13	112,9	111,5	60	2,33%	4	9	45	94	4,3237	4,251	0,0020	0,3978	0,819	6	2,33%	0,075	0,106	111,67	110,27	1,23	1,23
13	14	111,5	110	60	2,50%	4	17	85	178	4,2622	4,166	0,0020	0,7407	1,516	6	2,50%	0,099	0,139	110,24	108,74	1,26	1,26
15,1	15	108,8	107,8	50	2,00%	4	4	20	42	4,3805	4,330	0,0020	0,1791	0,371	6	2,00%	0,047	0,067	107,60	106,60	1,20	1,20
14	15	110	107,8	80	2,75%	4	21	105	220	4,2377	4,133	0,0020	0,9097	1,858	6	2,75%	0,105	0,149	108,71	106,51	1,29	1,29
15	16	107,8	105,5	65,39	3,52%	4	29	145	304	4,1958	4,076	0,0020	1,2438	2,530	6	3,52%	0,116	0,165	106,48	104,18	1,32	1,32
16	10	105,5	105,1	42,69	0,94%	2	31	155	325	4,1864	4,064	0,0020	1,3266	2,696	6	0,94%	0,166	0,235	104,15	103,75	1,35	1,35
10	17	105,1	105,5	53,25	-0,75%	3	68	340	712	4,0547	3,890	0,0020	2,8185	5,662	6	0,75%	0,254	0,365	103,63	103,23	1,47	2,27
17	18	105,5	105,6	28,48	-0,35%	1	69	345	722	4,0519	3,887	0,0020	2,8579	5,740	6	0,35%	0,311	0,455	103,20	103,10	2,30	2,50
19,1	19	105,8	105,5	33,42	0,90%	3	3	15	31	4,396	4,352	0,0020	0,1348	0,279	6	0,90%	0,056	0,08	104,60	104,30	1,20	1,20
18	19	105,6	105,5	42	0,24%	4	73	365	764	4,0407	3,872	0,0020	3,0153	6,050	6	0,50%	0,292	0,423	103,07	102,86	2,53	2,64
19	24	105,5	104,8	61,48	1,14%	2	78	390	817	4,0274	3,855	0,0020	3,2111	6,436	6	0,50%	0,31	0,437	102,83	102,52	2,67	2,28
20	21	106	105,8	55	0,36%	3	3	15	31	4,396	4,352	0,0020	0,1348	0,279	6	0,36%	0,062	0,087	104,80	104,60	1,20	1,20
21	22	105,8	106	46	-0,43%	1	4	20	42	4,3805	4,330	0,0020	0,1791	0,371	6	1,50%	0,057	0,081	104,57	103,88	1,23	2,12
22	23	106	105,3	35	2,00%	2	6	30	63	4,3547	4,294	0,0020	0,2671	0,551	6	2,50%	0,061	0,086	103,85	102,98	2,15	2,33
23	24	105,3	104,8	18	2,78%	0	6	30	63	4,3547	4,294	0,0020	0,2671	0,551	6	2,78%	0,06	0,084	102,95	102,45	2,36	2,36
24	25	104,8	104,7	20	0,50%	0	84	420	879	4,012	3,835	0,0020	3,445	6,895	6	0,50%	0,313	0,455	102,49	102,39	2,31	2,31
25	26	104,7	104	60	1,17%	1	85	425	890	4,0095	3,832	0,0020	3,4838	6,972	6	0,70%	0,289	0,417	102,36	101,94	2,34	2,06
26,2	26,1	103,2	103	29	0,69%	2	2	10	21	4,4146	4,378	0,0020	0,0903	0,187	6	3,00%	0,035	0,05	102,00	101,13	1,20	1,87
26,1	26	103	104	55	-1,82%	3	5	25	52	4,3669	4,311	0,0020	0,2232	0,461	6	0,50%	0,082	0,116	101,10	100,83	1,90	3,18
26	27	104	103,5	55,28	0,90%	0	90	450	942	3,9973	3,817	0,0020	3,6775	7,352	6	0,30%	0,117	0,466	100,80	100,63	3,21	2,87
28	29	105,5	105	31	1,61%	2	2	10	21	4,4146	4,378	0,0020	0,0892	0,185	6	1,61%	0,041	0,058	104,30	103,80	1,20	1,20
29	30	105	104,5	40,45	1,24%	2	4	20	42	4,3805	4,330	0,0020	0,1791	0,371	6	2,00%	0,054	0,084	103,77	102,96	1,23	1,54
30,1	30	105	104,5	35	1,43%	4	4	20	42	4,3805	4,330	0,0020	0,1791	0,371	6	1,50%	0,057	0,081	103,80	103,28	1,20	1,23
32,2	32,1	104,3	103	52	2,50%	3	3	15	31	4,396	4,352	0,0020	0,1348	0,279	6	3,50%	0,041	0,058	103,10	101,28	1,20	1,72
32,1	32	103	102,2	39,5	2,03%	1	4	20	42	4,3805	4,330	0,0020	0,1791	0,371	6	3,50%	0,047	0,066	101,25	99,87	1,75	2,33
30	27	104,5	103,5	47,4	2,11%	3	11	55	115	4,3062	4,226	0,0020	0,4842	0,995	6	2,11%	0,085	0,119	102,93	101,93	1,57	1,57
27	31	103,5	103	38,17	1,31%	1	101	505	1057	3,972	3,784	0,0020	4,1009	8,180	6	0,70%	0,314	0,456	100,60	100,33	2,90	2,67
31	32	103	102,2	49,57	1,61%	3	104	520	1089	3,9654	3,776	0,0020	4,2157	8,405	6	1,00%	0,291	0,429	100,30	99,81	2,70	2,39
32	37	102,2	101,5	39,5	1,77%	2	106	530	1110	3,9611	3,770	0,0020	4,292	8,554	6	1,00%	0,293	0,423	99,78	99,38	2,42	2,12
33	34	105,5	106	44,4	-1,13%	3	3	15	31	4,396	4,352	0,0020	0,1348	0,279	6	1,00%	0,055	0,078	104,30	103,86	1,20	2,14
34	35	106	105,8	60	0,33%	3	6	30	63	4,3547	4,294	0,0020	0,2671	0,551	6	0,50%	0,09	0,126	103,83	103,53	2,17	2,27
35	36	105,8	103,5	80	2,88%	3	9	45	94	4,3237	4,251	0,0020	0,3978	0,819	6	1,50%	0,084	0,118	103,50	102,30	2,30	1,20
36	37	103,5	101,5	65	3,08%	4	13	65	136	4,2903	4,204	0,0020	0,5701	1,170	6	3,08%	0,084	0,118	102,27	100,27	1,23	1,23
37	38	101,5	100	55	2,73%	2	121	605	1267	3,9302	3,731	0,0020	4,7566	9,456	6	1,50%	0,091	0,404	99,35	98,53	2,15	1,47
38	F	100	99	90	1,11%	0	121	605	1267	3,9302	3,731	0,0020	4,7566	9,456	6	1,11%	0,091	0,404	98,50	97,50	1,50	1,50



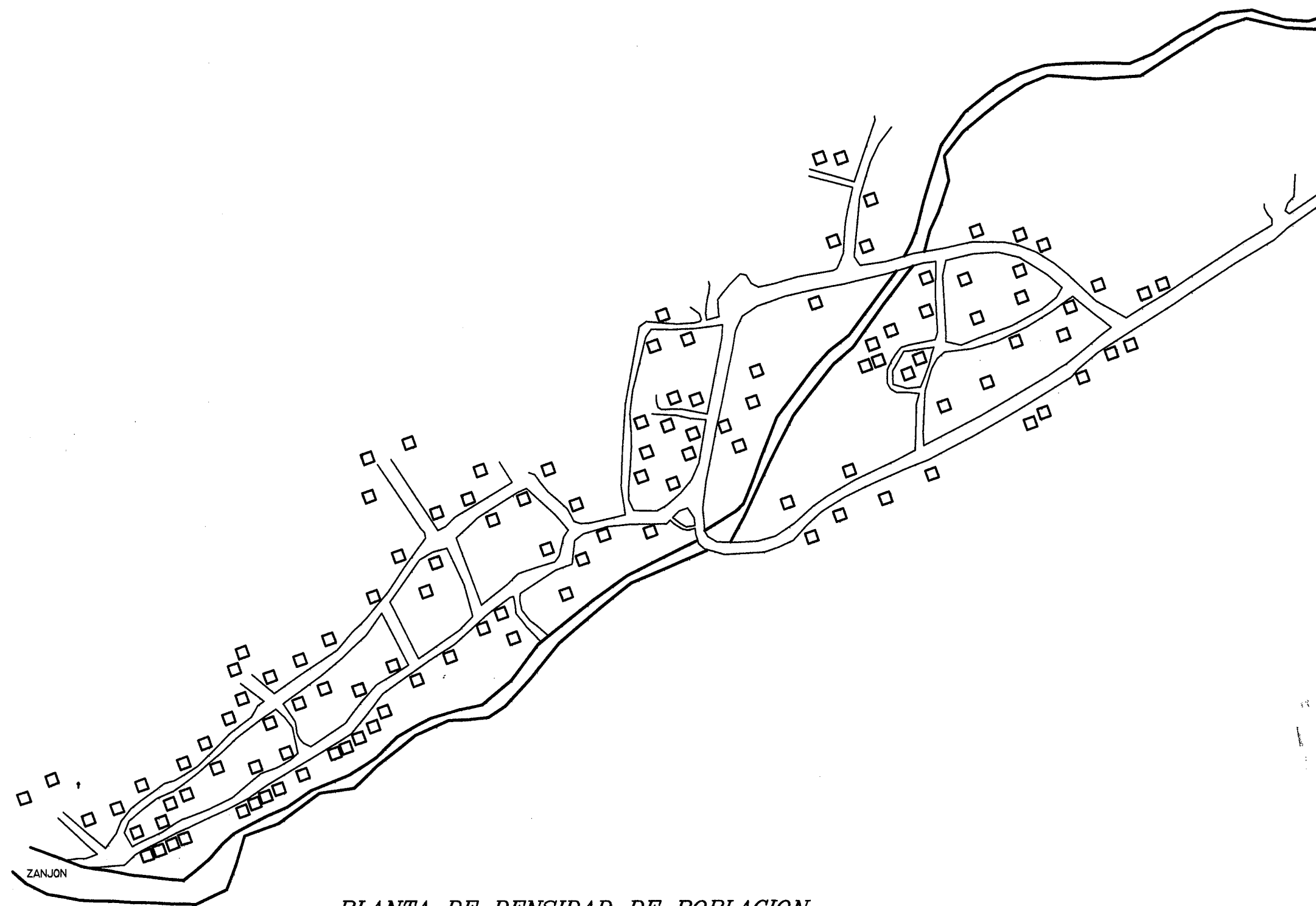


PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:1250



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN NICOLAS, ESTANZUELA ZACAPA		
PROYECTO:	CURVAS DE NIVEL		
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA ZACAPA	
CALCULO: LUIS GARNICA	EPERISTA:	LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ	CARNÉ 2009-24443
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vs.Bo		
ESCALA: INDICADA	ING. JUAN MERCK COB ASOCIADO SUPERVISOR		
FECHA: 2013	7		

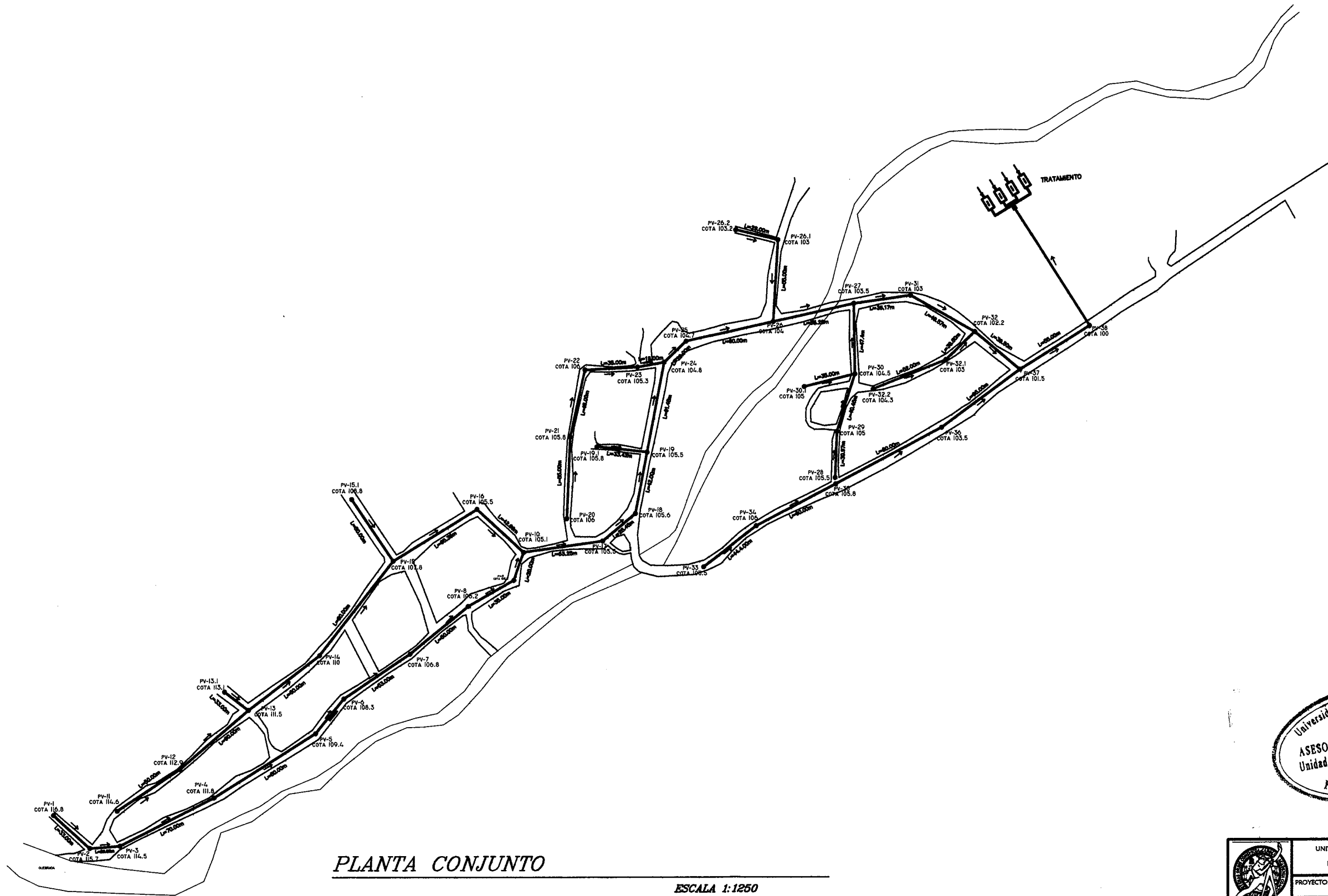


PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION

ESCALA 1:1250




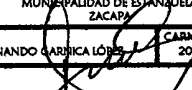
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN NICOLAS, ESTANZUELA ZACAPA		
PROYECTO:	PLANO DE: PLANO DE DENSIDAD DE POBLACION		
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA	
CALCULO: LUIS GARNICA	EPESISTA:	LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ	CARNÉ: 2009-24443
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo.Bo		
ESCALA: INDICADA			
FECHA: 2013	ING. JUAN MERCEDES ASESOR-SUPERVISOR		HOJA 2 7

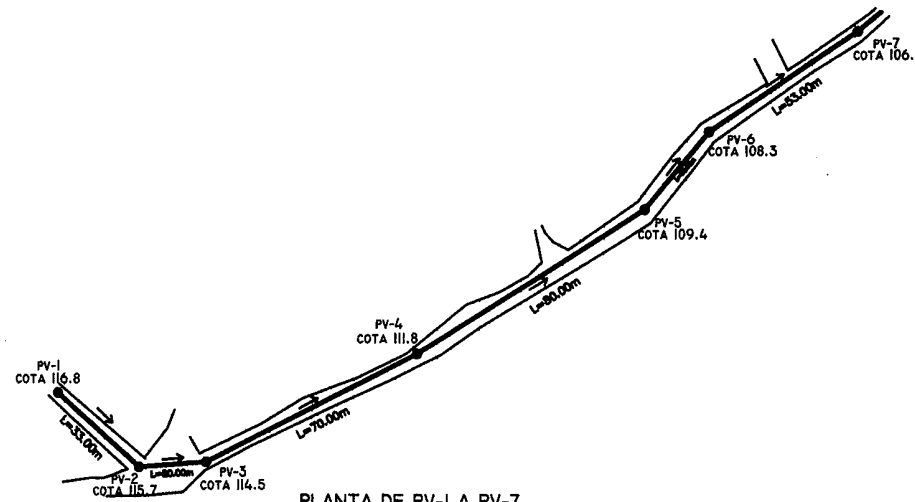


PLANTA CONJUNTO

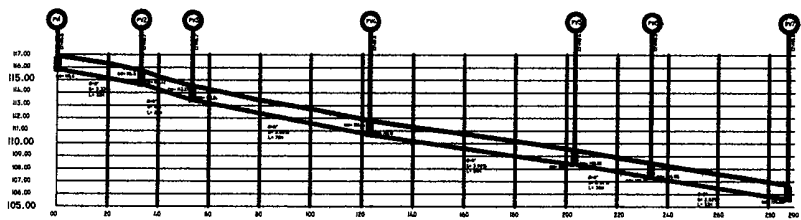
ESCALA 1:1250



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN NICOLAS, ESTANZUELA ZACAPA		
PROYECTO:	PLANTA CONJUNTO		
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA	
CALCULO: LUIS GARNICA	ESPELISTA:	LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ	CARNE: 2019-24443
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vd.Bo		
ESCALA: INDICADA			HOJA 3
FECHA: 2013	ING. JUAN MARCELO CES ARCE SUPERVISOR		7



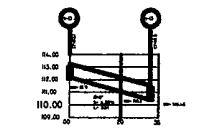
PLANTA DE PV-1 A PV-7
ESCALA : 1:1000



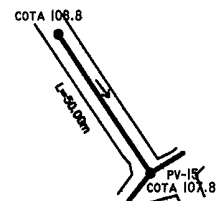
PERFIL DE PV-1 A PV-7
ESCALA : 1:1000



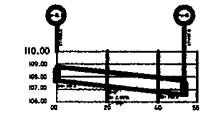
PLANTA DE PV-13.1 A PV-13
ESCALA : 1:1000



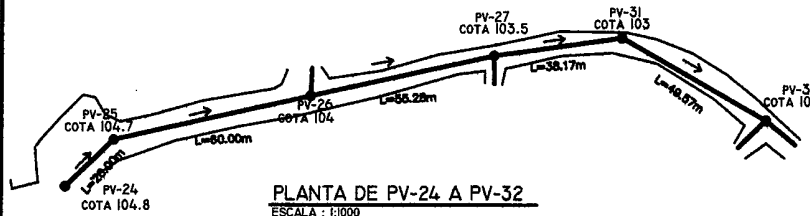
PERFIL DE PV-13.1 A PV-13
ESCALA : 1:1000



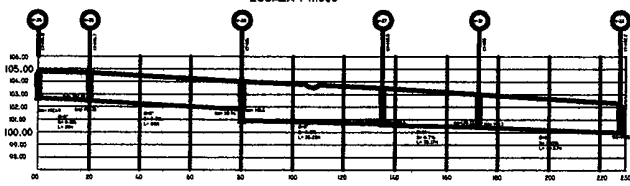
PLANTA DE PV-15.1 A PV-15
ESCALA : 1:1000



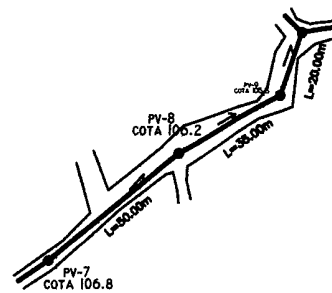
PERFIL DE PV-15.1 A PV-15
ESCALA : 1:1000



PLANTA DE PV-24 A PV-32
ESCALA : 1:1000



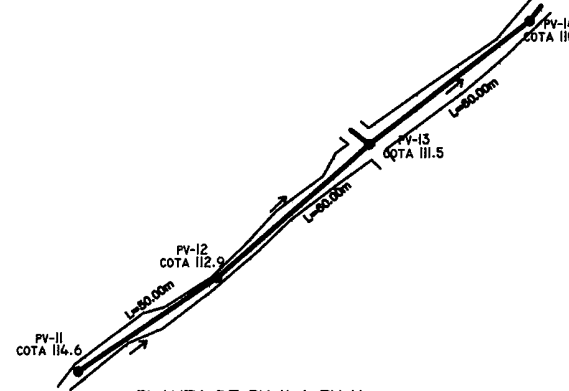
PERFIL DE PV-24 A PV-32
ESCALA : 1:1000



PLANTA DE PV-7 A PV-10
ESCALA : 1:1000



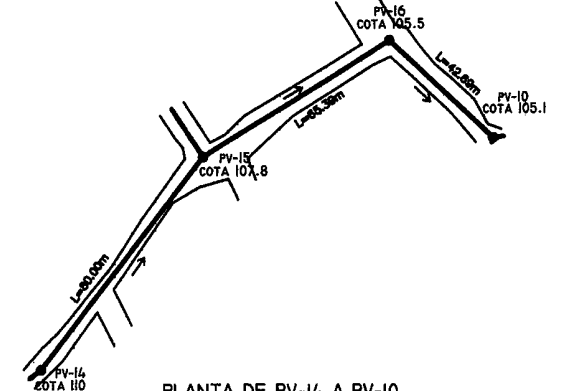
PERFIL DE PV-7 A PV-10
ESCALA : 1:1000



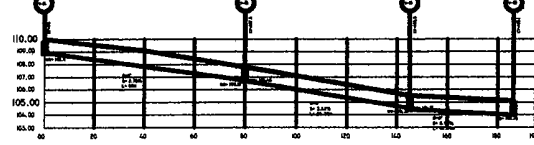
PLANTA DE PV-11 A PV-14
ESCALA : 1:1000



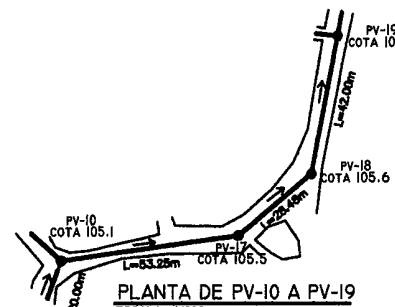
PERFIL DE PV-11 A PV-14
ESCALA : 1:1000



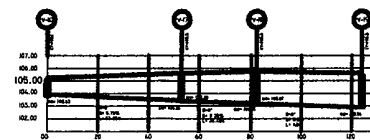
PLANTA DE PV-14 A PV-10
ESCALA : 1:1000



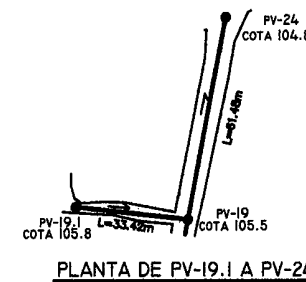
PERFIL DE PV-14 A PV-10
ESCALA : 1:1000



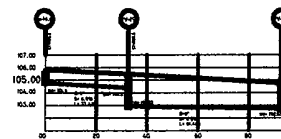
PLANTA DE PV-10 A PV-19
ESCALA : 1:1000



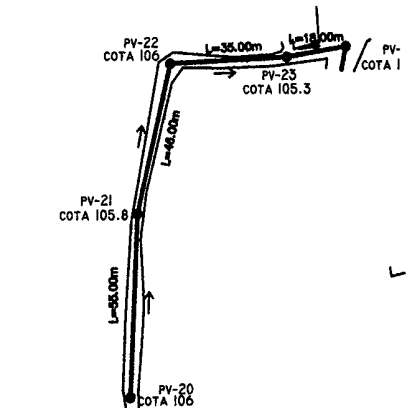
PERFIL DE PV-10 A PV-19
ESCALA : 1:1000



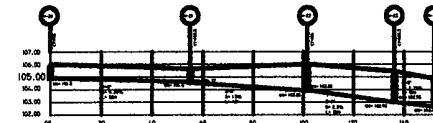
PLANTA DE PV-19.1 A PV-24
ESCALA : 1:1000



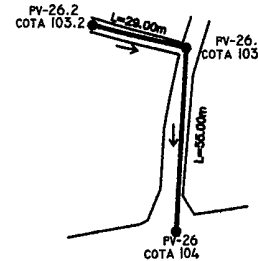
PERFIL DE PV-19.1 A PV-24
ESCALA : 1:1000



PLANTA DE PV-20 A PV-24
ESCALA : 1:1000



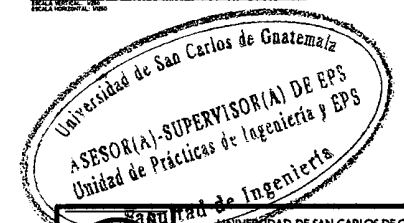
PERFIL DE PV-20 A PV-24
ESCALA : 1:1000



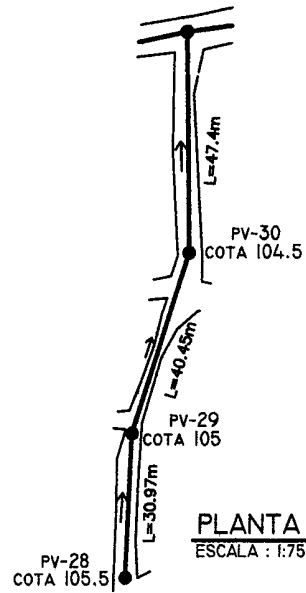
PLANTA DE PV-26.2 A PV-26
ESCALA : 1:1000



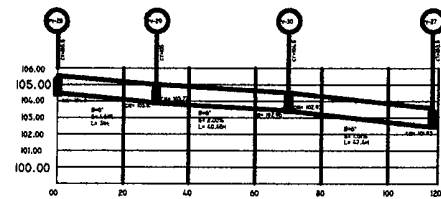
PERFIL DE PV-26.2 A PV-26
ESCALA : 1:1000



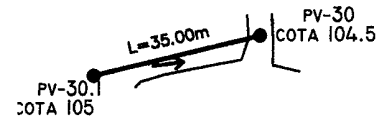
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN NICOLAS, ESTANZUELA ZACAPA
PLANO DE:	PLANTA-PERFIL 1
DISEÑO DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA ZACAPA
CALCULO:	EPESISTA: LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ
DIBUJO:	LUIS GARNICA
ESCALA INDICADA:	Vo.Bo
FECHA:	2013
ING. JUAN MERCK COS ASESOR SUPERVISOR	
4 / 7	



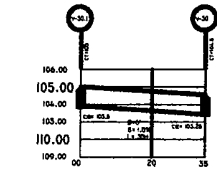
PLANTA DE PV-28 A PV-27
ESCALA : 1:750



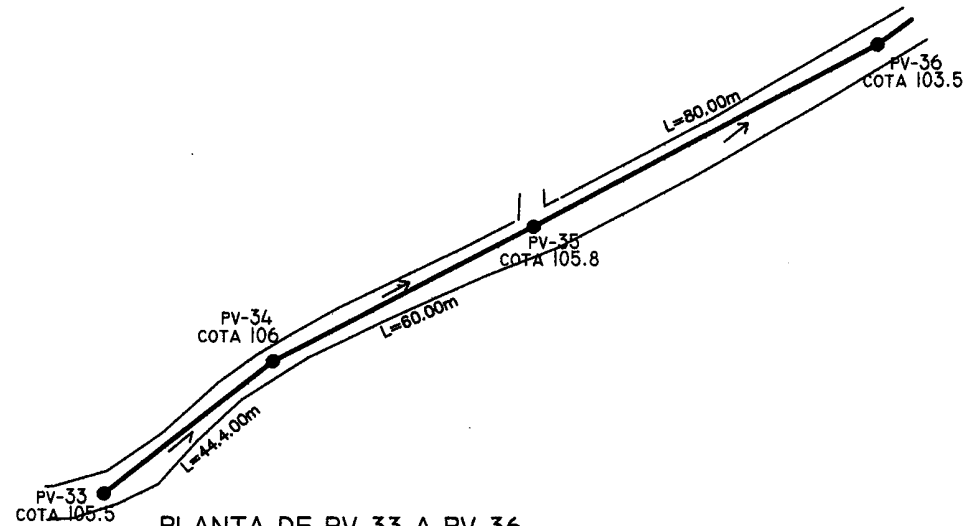
PERFIL DE PV-28 A PV-27
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/5000



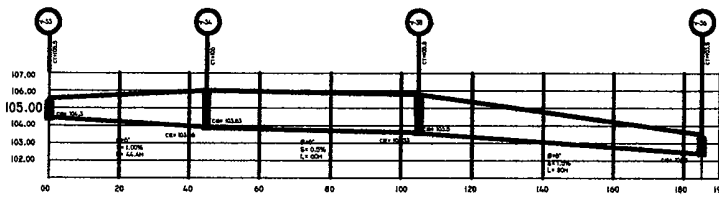
PLANTA DE PV-30.1 A PV-30
ESCALA : 1:750



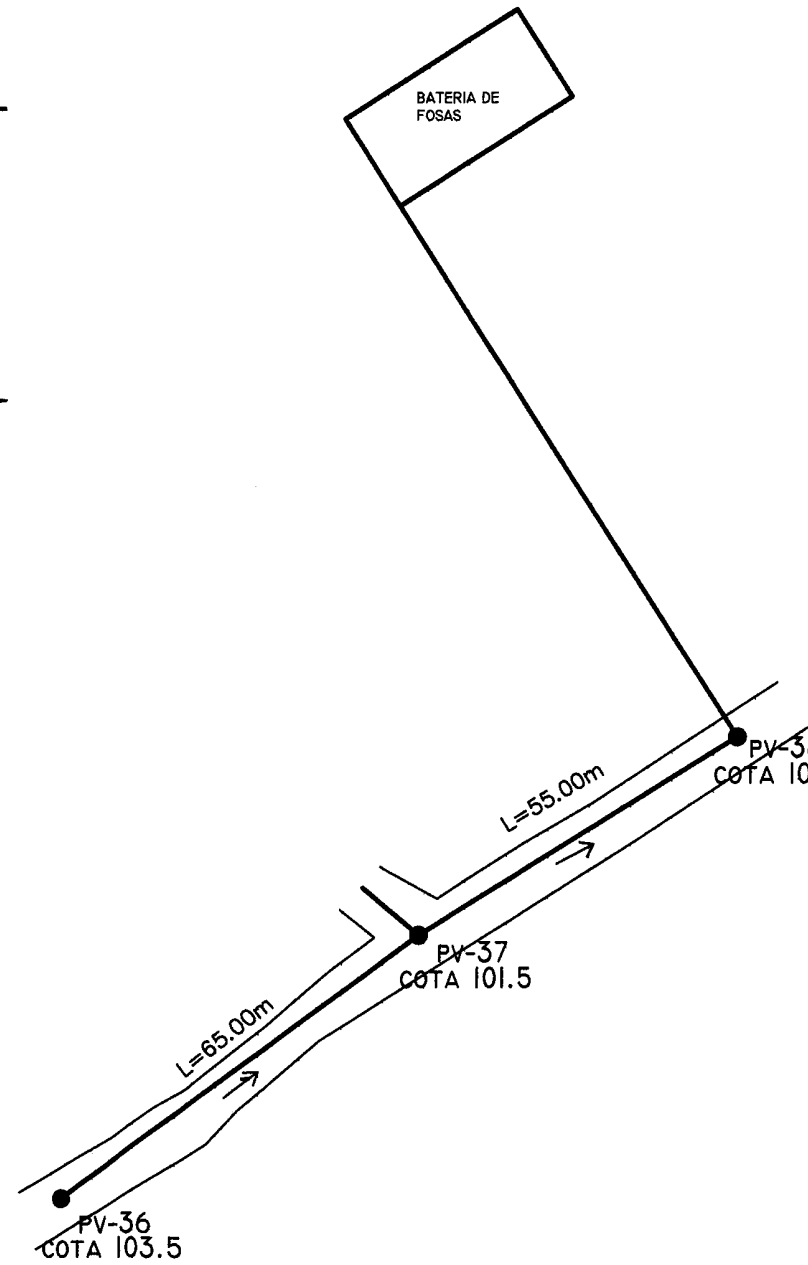
PERFIL DE PV-30.1 A PV-30
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/5000



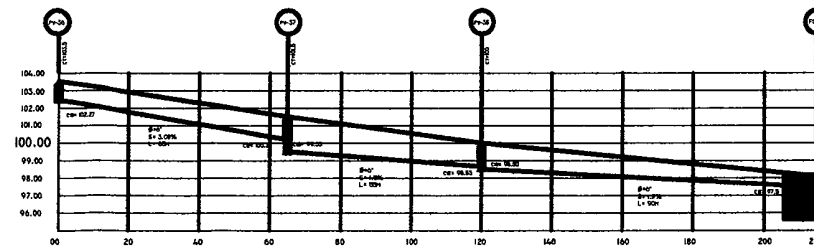
PLANTA DE PV-33 A PV-36
ESCALA : 1:750



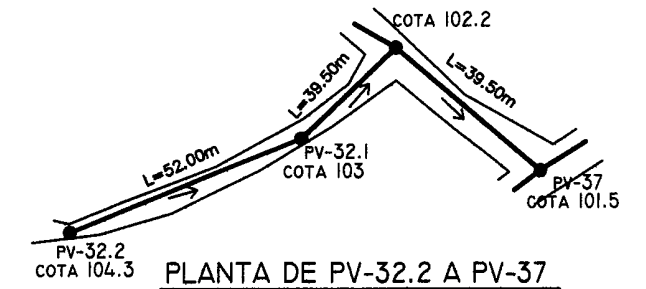
PERFIL DE PV-33 A PV-36
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/5000



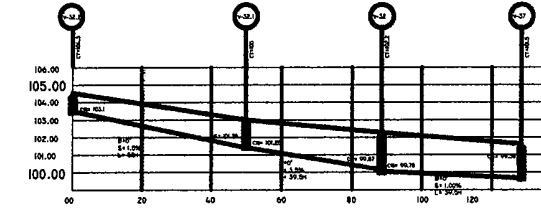
PLANTA DE PV-36 A FOSA
ESCALA : 1:500



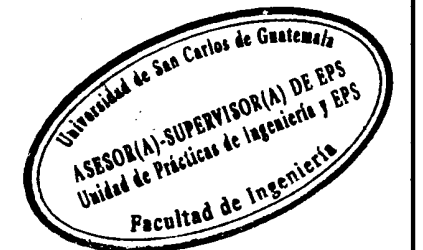
PERFIL DE PV-36 A FOSA
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/5000



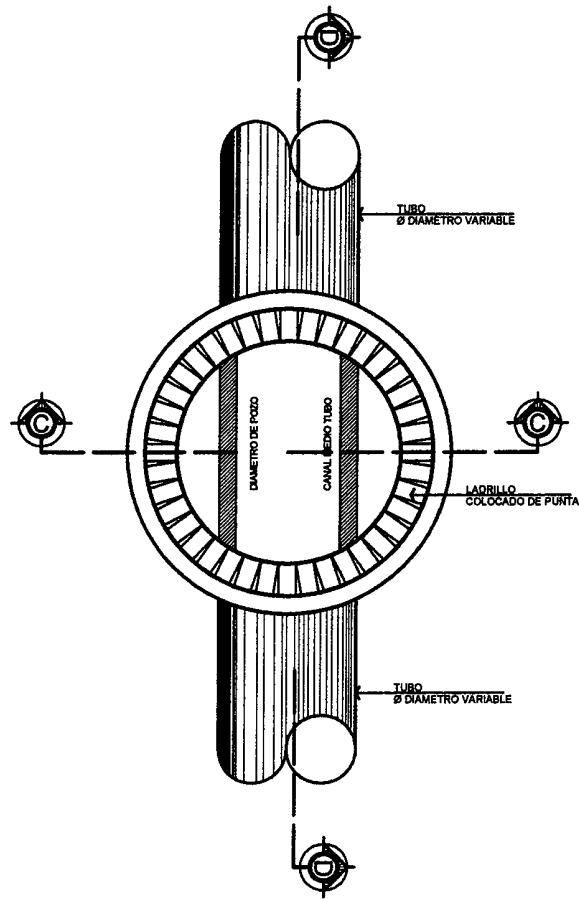
PLANTA DE PV-32.2 A PV-37
ESCALA : 1:750



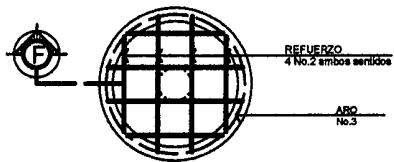
PERFIL DE PV-32.2 A PV-37
ESCALA VERTICAL: 1/500
ESCALA HORIZONTAL: 1/5000



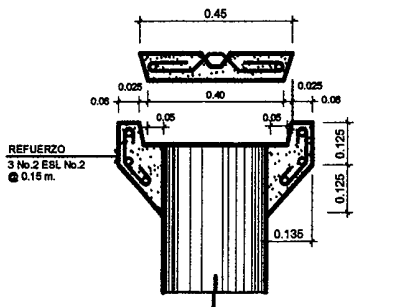
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN NICOLAS, ESTANZUELA ZACAPA
PROYECTO:	PLANO DE PLANTA-PERFIL 2
DISEÑO:	LUIS GARNICA
PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA ZACAPA
CALCULO:	LUIS GARNICA
EPESISTA:	LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ
DIBUJO:	LUIS GARNICA
CARNE:	2079-24443
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	2013
Vo.Bo	ING. JUAN MERCEDES COS ARSOLA-SUPERVISOR
NOVA	5/7



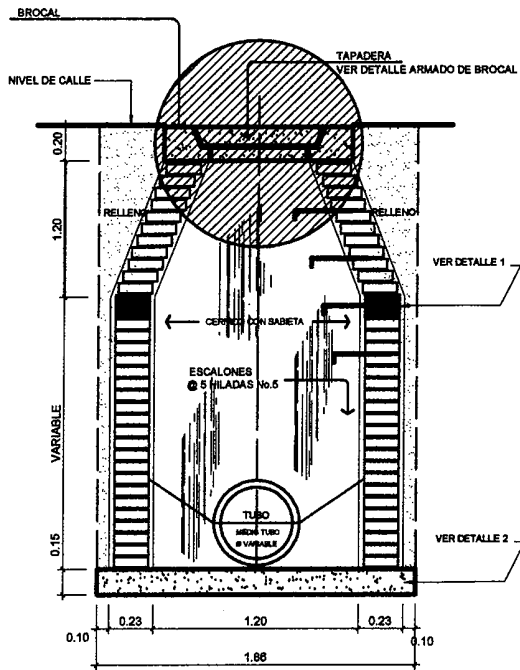
PLANTA POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA: 1/20



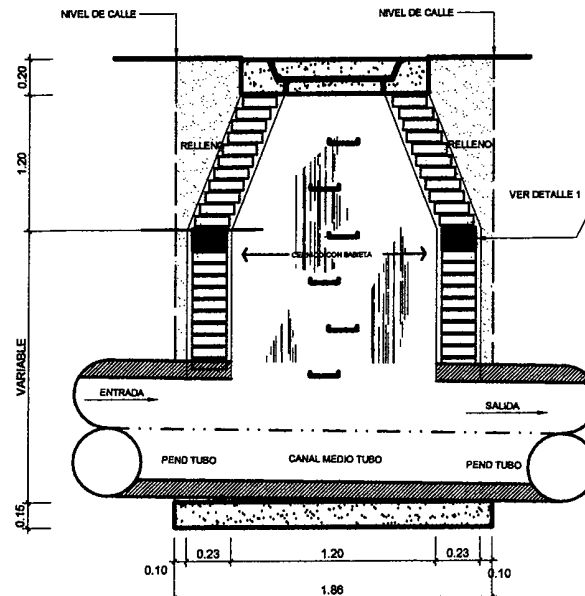
DETALLE ARMADO DE TAPADERA BROCAL ESCALA: 1/10



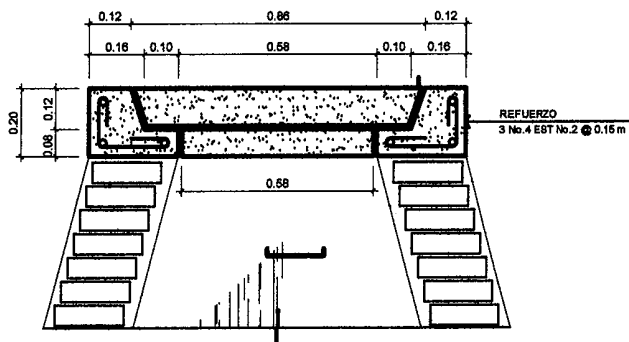
SECCION F-F BROCAL ESCALA: 1/10



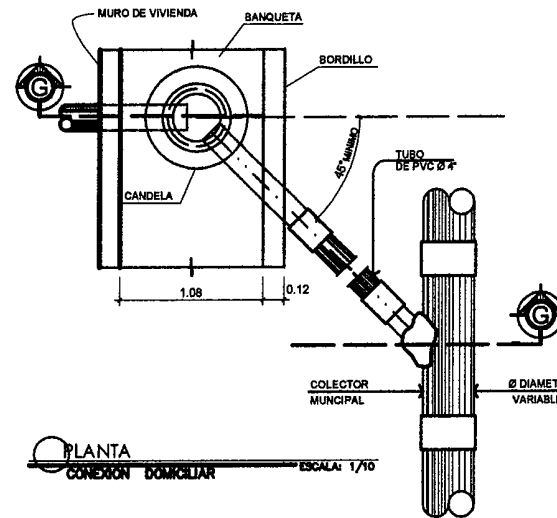
SECCION C-C' POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA: 1/20



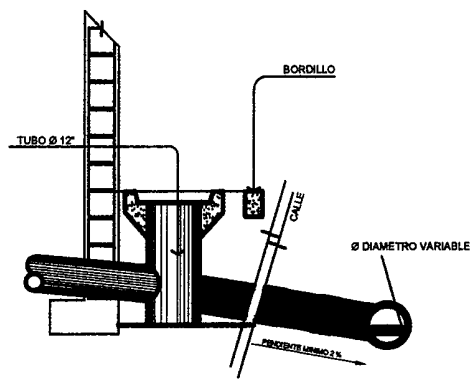
SECCION D-D' POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA: 1/20



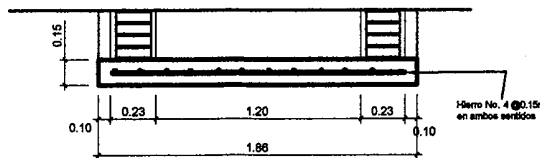
DETALLE ARMADO DE BROCAL ESCALA: 1/20



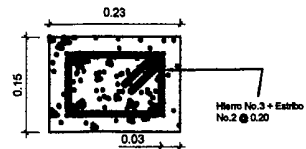
PLANTA CONEXION DOMICILIAR ESCALA: 1/10



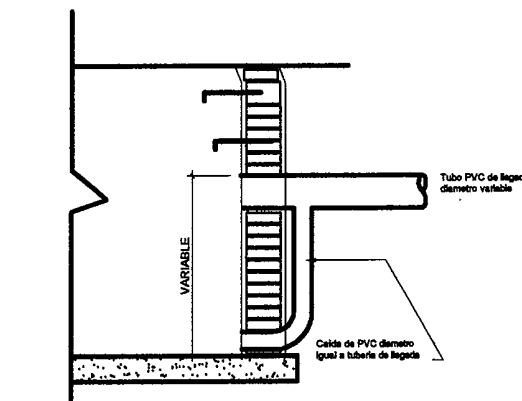
SECCION G-G' CONEXION DOMICILIAR ESCALA: 1/10



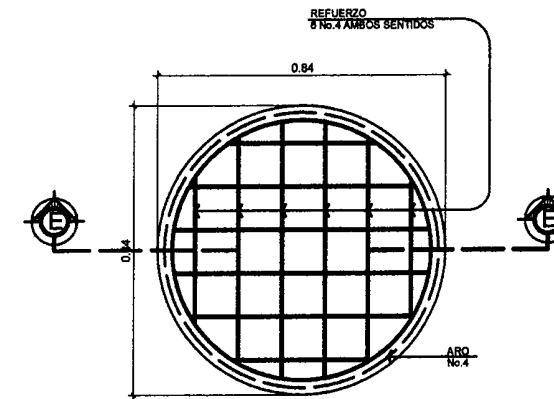
DETALLE 2 - BASE DEL POZO DE VISITA ESCALA: 1/20



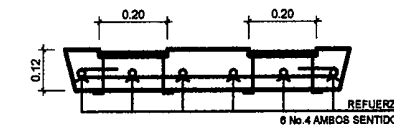
DETALLE 1 - SOLERA INTERMEDIA ESCALA: 1/5



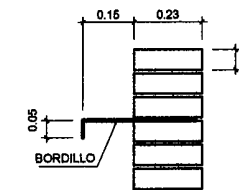
DETALLE DISIPADOR DE ENERGIA POZO DE VISITA TÍPICO ESCALA: 1/20



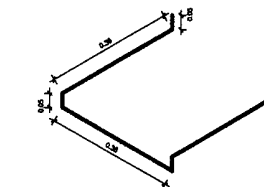
DETALLE ARMADO DE TAPADERA ESCALA: 1/10



SECCION E-E ESCALA: 1/10



DETALLE DE ESCALON 1 ESCALA: 1/20



DETALLE DE ESCALON 2 ESCALA: 1/20

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

CONCRETO:

1. El Concreto debe tener una resistencia de 210 Kg/cm².
2. El agregado grueso debe tener un diametro mínimo de 1/2".

ACERO:

1. El acero debe tener un fy = 2,810 kg/cm².

MAMPOSTERIA:

1. Se utilizará ladrillo tipo 80 x 110 x 110 mm.
2. El ladrillo debe tener una resistencia mínima de 4 kg/cm².

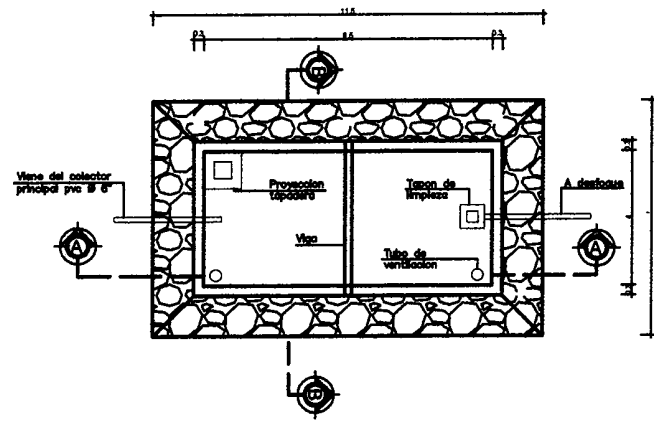
MORTERO:

1. Proporción 1:3, una de cemento portland de arena. Elegir e utilizar de acuerdo a las especificaciones de la norma.

NOTAS:

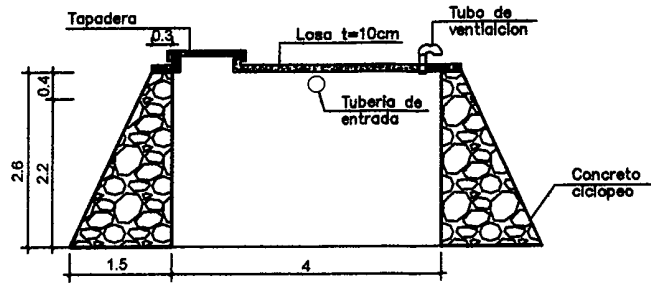
Toda la tubería se colocará alineada, con pendiente y diámetros especificados en planos.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN NICOLAS, ESTANZUELA ZACAPA	PLANO DE: DETALLES DE POZOS DE VISITA
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA	EPESITA: LUIS FERNANDO GARNICA	CARNÉ: 2009-44443
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo.Bo	ING. JUAN MERCK COS ASESOR SUPERVISOR	HOJA 6/7
ESCALA: INDICADA	FECHA: 2013	2013	7



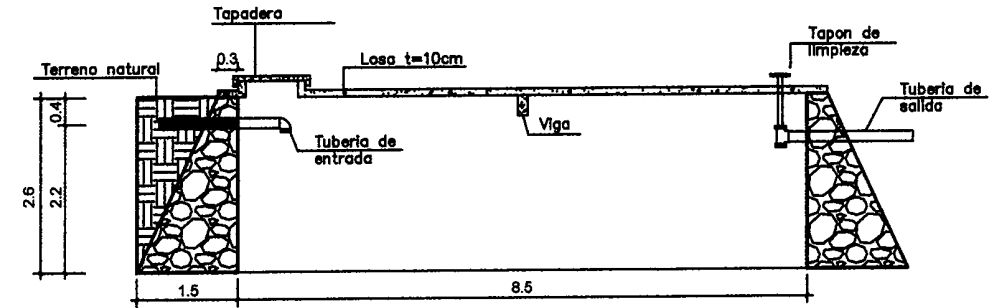
PLANTA DE FOSA SEPTICA

ESCALA: 1/100



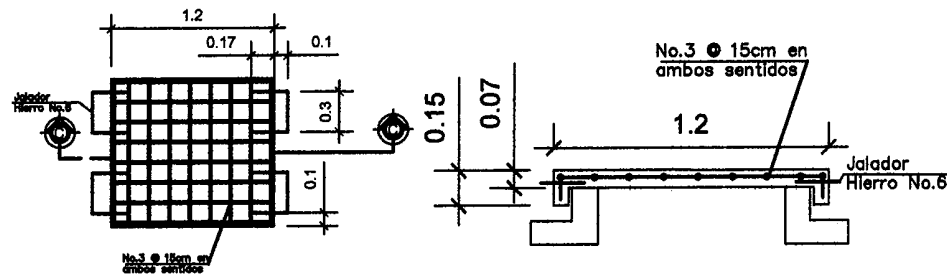
SECCION B-B DE FOSA SEPTICA

ESCALA: 1/50



SECCION A-A

ESCALA: 1/50

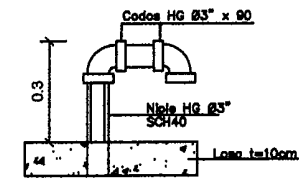


PLANTA DE TAPADERA

ESCALA: 1/10

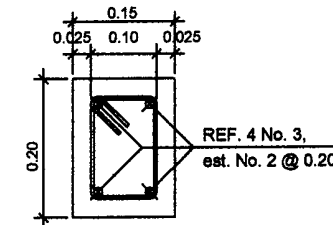
SECCION C-C TAPADERA

ESCALA: 1/10



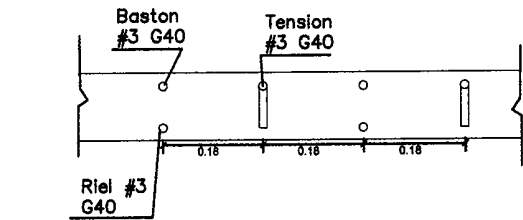
DETALLE DE VENTILACION DE FOSA

ESCALA: 1/10



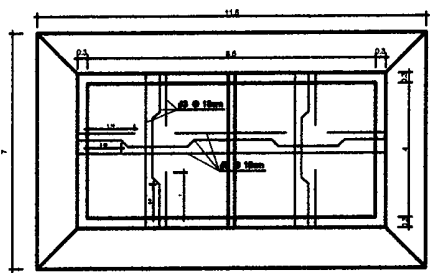
DETALLE DE SOLERA

ESCALA: 1/5



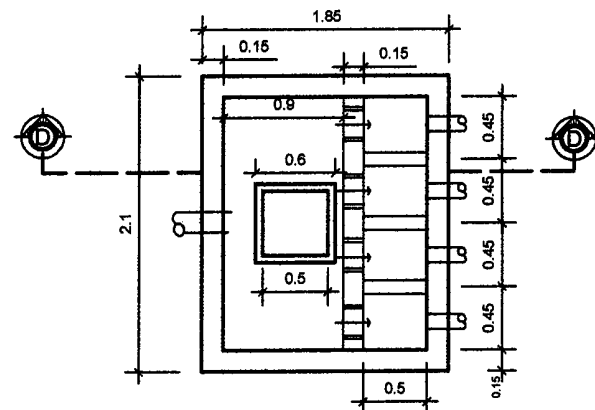
DETALLE ARMADO DE LOSA

ESCALA: 1/5



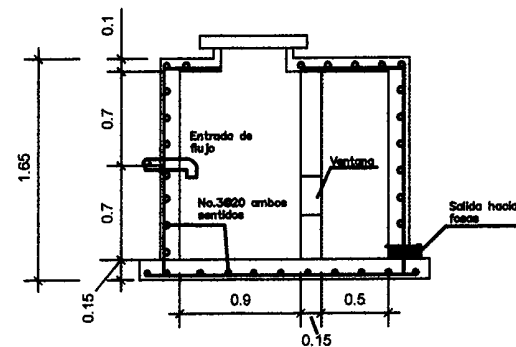
PLANTA ARMADO DE LOSA

ESCALA: 1/50



PLANTA CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDAL

ESCALA: 1/25

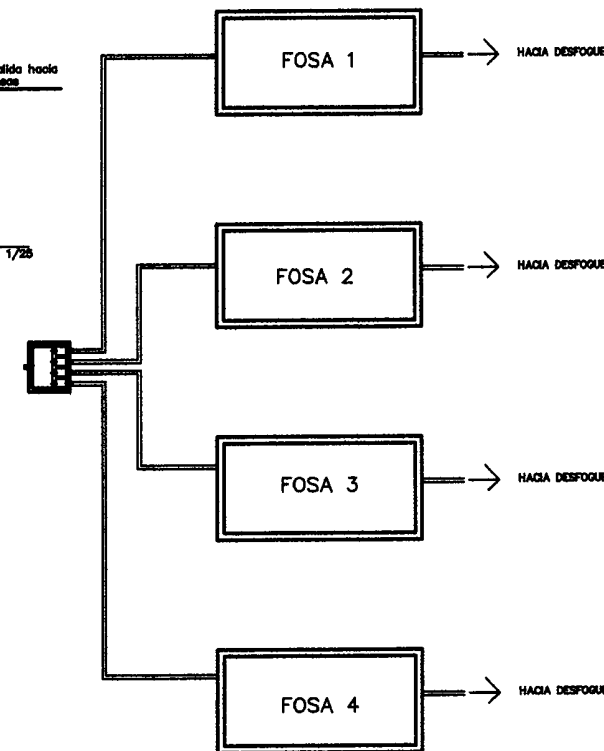


SECCION D-D

ESCALA: 1/25

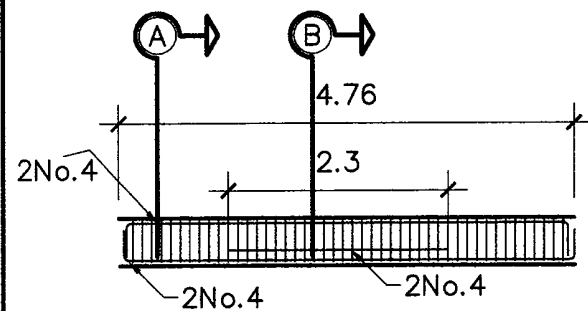
MATERIALES

1. CONCRETO PARA VIGAS Y LOSA: SE USARA CONCRETO CON F'c DE 210 Kg/cm².
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE Fy DE 2810 kg/cm² (GRADO 40) ESPECIFICACION ASTM A615.
3. SOBRE LA LOSA SUPERIOR DEBERA FORMARSE UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
4. EL CONCRETO CICLOPEO PARA LOS MUROS SERA DE 1/3 DE PIEDRA BOLA DE 4", Y 2/3 CONCRETO F'c= 210 kg/cm².
5. LOS MUROS DEBERAN IMPERMEABILIZARSE INTERNAMENTE PROPORCION DE SABIETA PARA ALISADO 1:2 (CEMENTO:ARENA DE RIO)



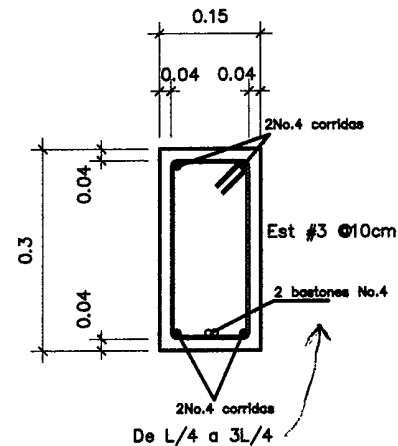
ESQUEMA DE BATERIAS DE FOSAS

ESCALA: 1/150



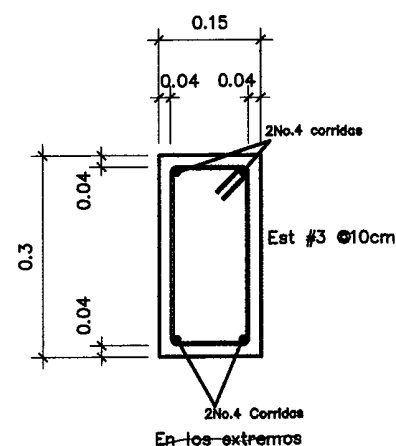
ARMADO DE VIGA

ESCALA: 1/35



SECCION "B" DE VIGA

ESCALA: 1/10

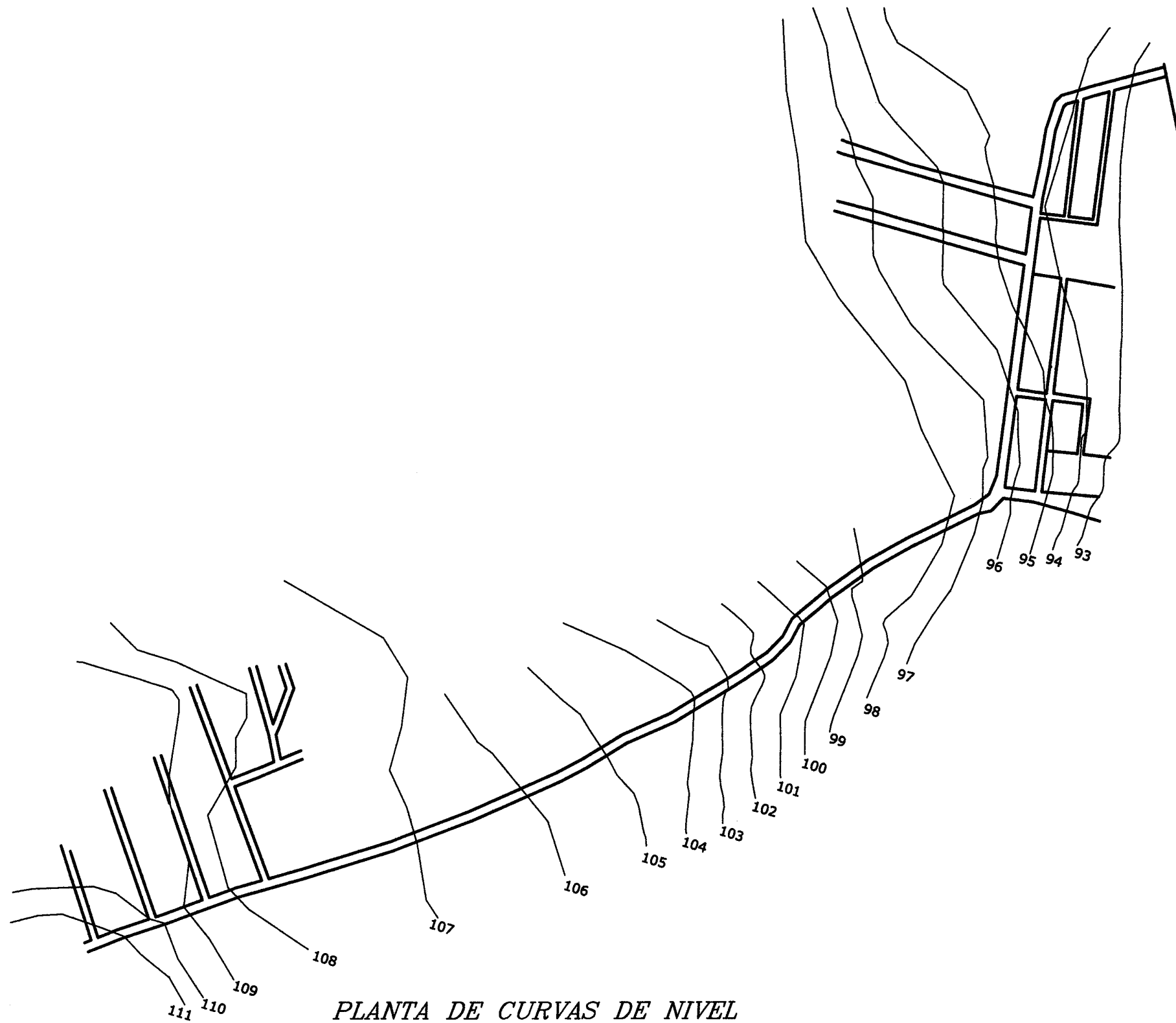


SECCION "A" DE VIGA

ESCALA: 1/10



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
	PROYECTO: ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAN NICOLAS, ESTANZUELA ZACAPA
PROYECTO: PLANOS DE	DETALLES DE FOSA SEPTICA
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA ZACAPA
CALCULO: LUIS GARNICA	EPESITA: LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ
DIRECCION: LUIS GARNICA	CARNE: 2009-24443
ESCALA: INDICADA	Vo.Bo
FECHA: 2013	ING. JUAN AMBRICOR OS ASESOR SUPERVISOR

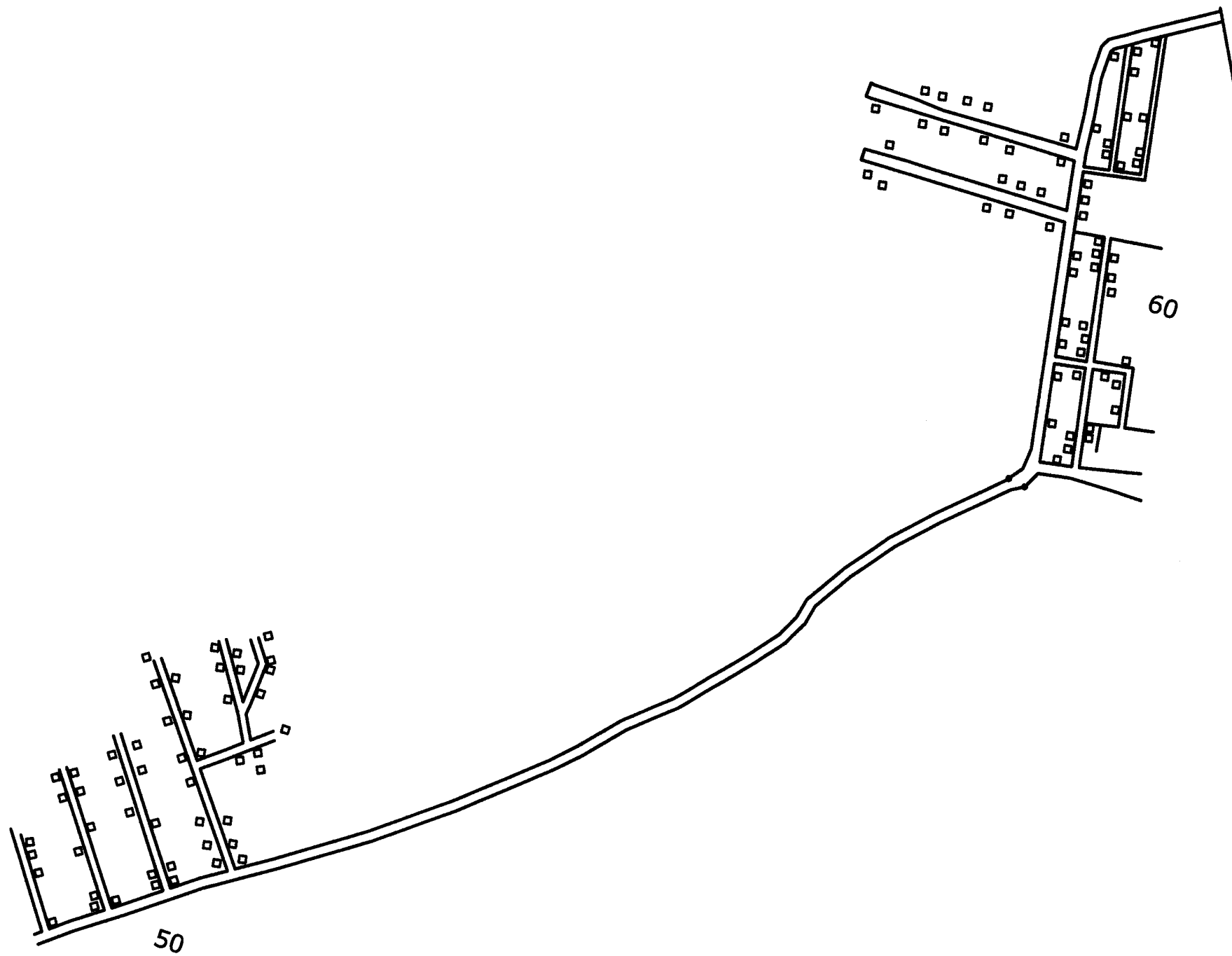


PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:1800




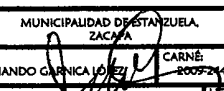
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA	
PROYECTO:	CURVAS DE NIVEL	
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA
CALCULO: LUIS GARNICA	EPESISTA:	LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo.Bo	CARNÉ: 2009-24443
ESCALA: INDICADA		HOJA 1/10
FECHA: 2013	ING. JUAN MIRCEX COC ASESOR-SUPERVISOR	



PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION

ESCALA 1:1800

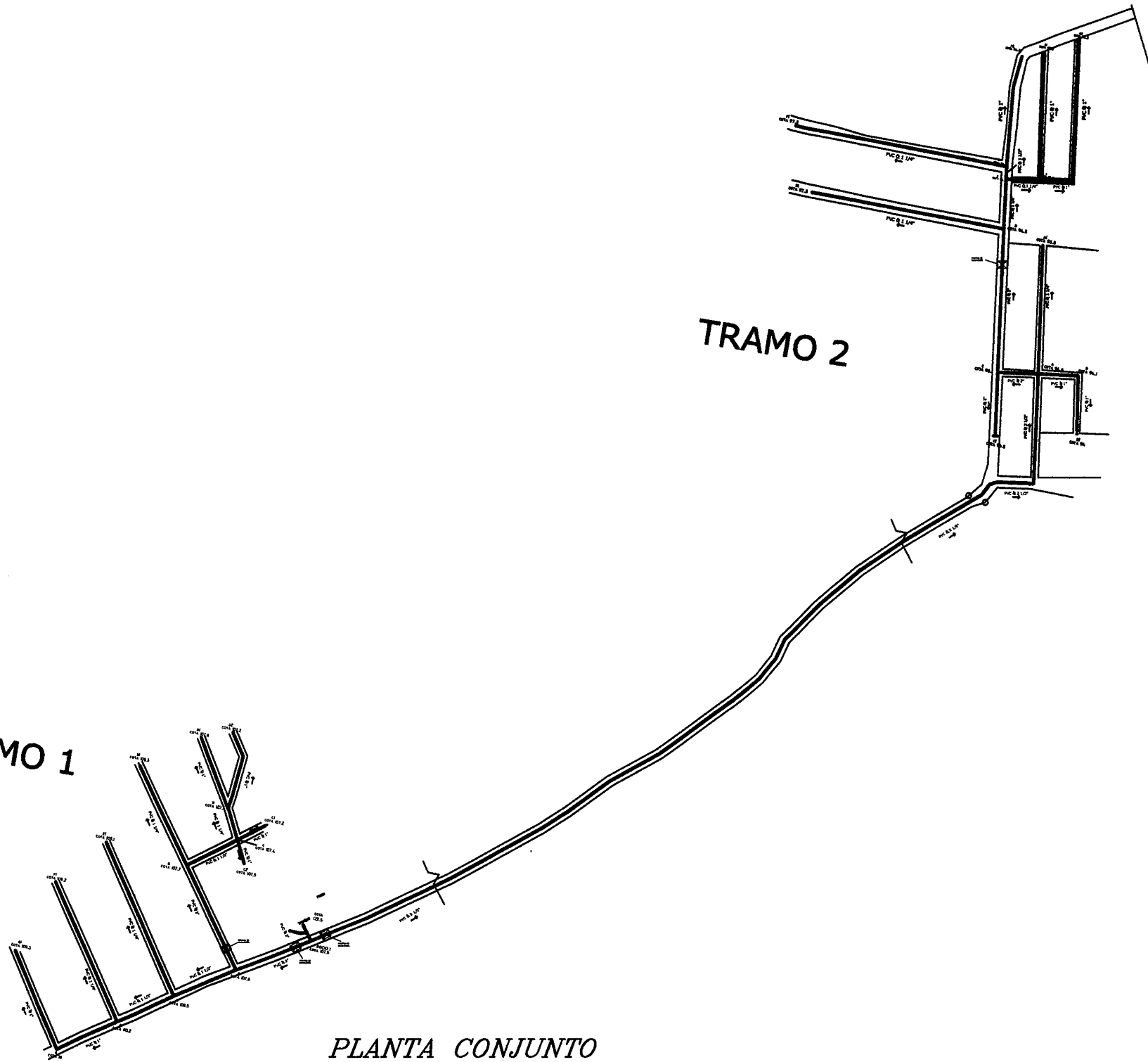


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA	
PROYECTO:	PLANO DE: DENSIDAD DE POBLACION	
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA
CALCULO: LUIS GARNICA	EPESITA:	LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ CARNÉ: 200721443
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo.Bo	
ESCALA: INDICADA	Vo.Bo	
FECHA: 2013	ING. LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ ASESOR SUPERVISOR	



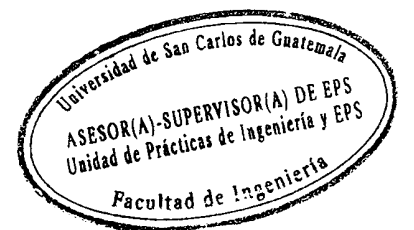
TRAMO 1


TRAMO 2



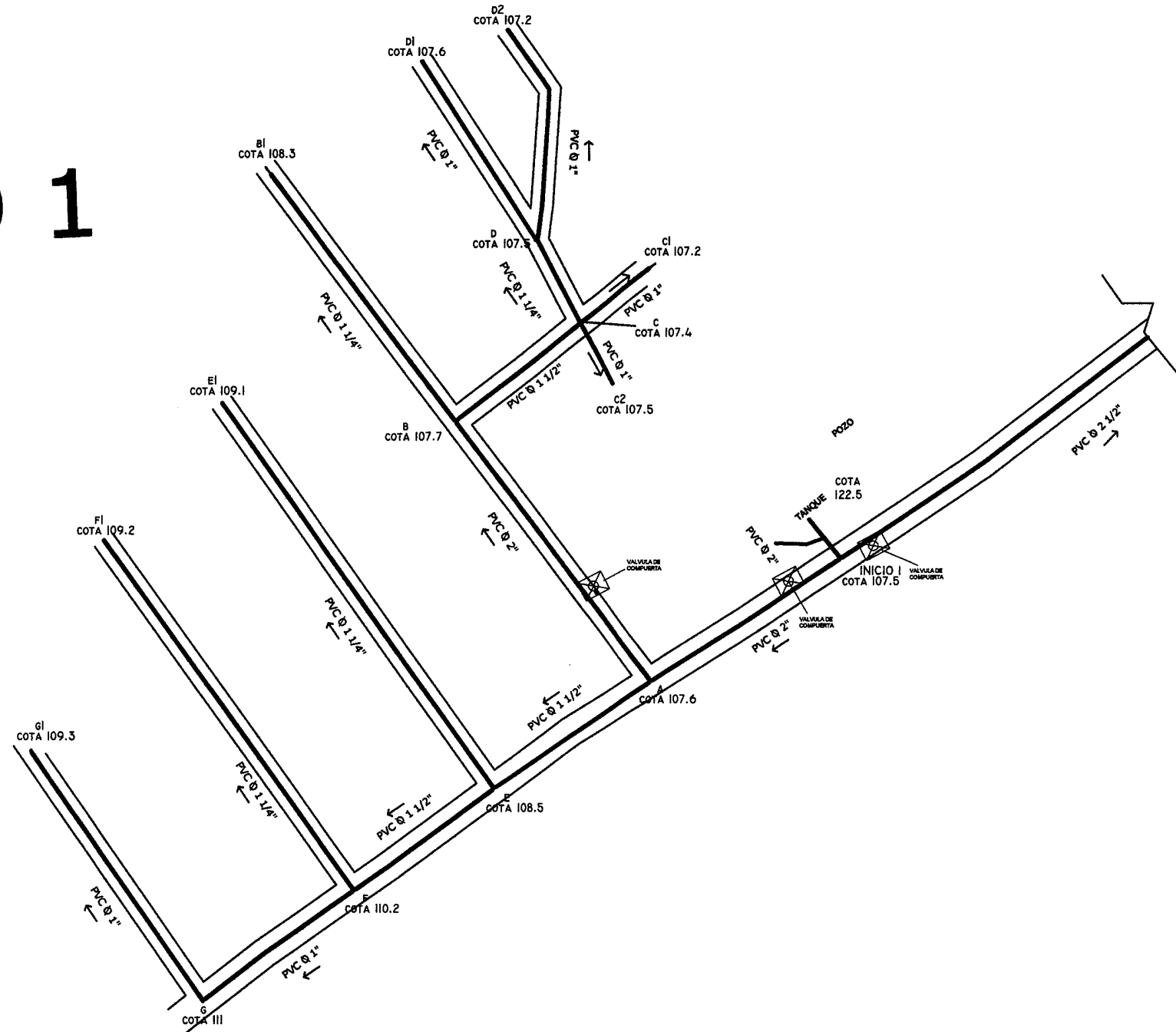
PLANTA CONJUNTO

ESCALA 1:1800



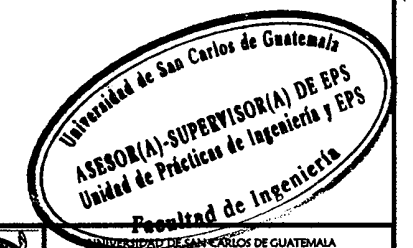
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA	
PROYECTO:	PIANO DE: PLANTA CONJUNTO	
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA
CALCULOS: LUIS GARNICA	EPESISTA:	LUIS FERNANDO GARNICA
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo. Bo	CARNÉ: 2009-24443
ESCALA: INDICADA	ING. JUAN MÉRCEDES ASESOR SUPERVISOR	
FECHA: 2013	3 / 10	

TRAMO 1



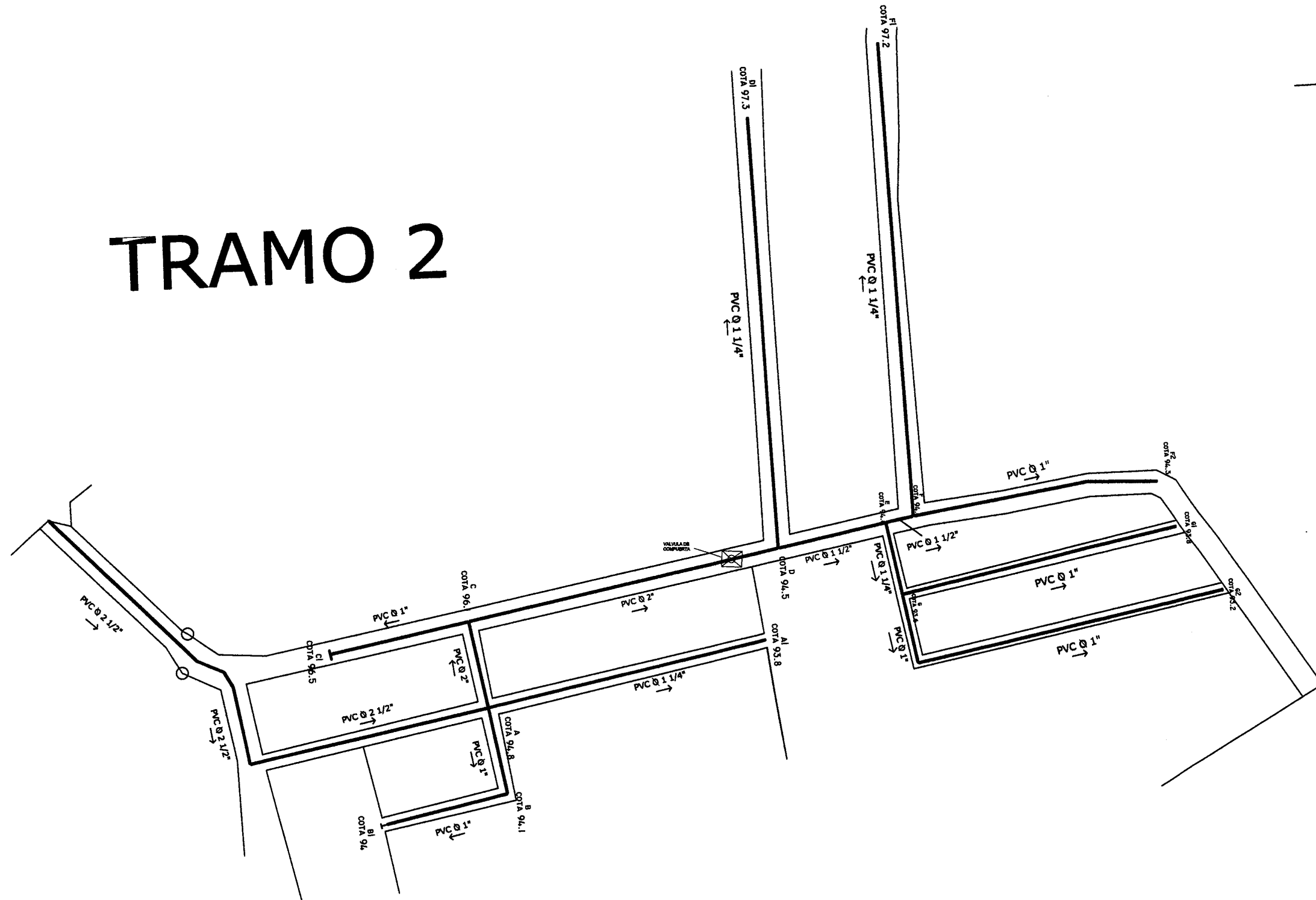
PLANTA CONJUNTO - TRAMO 1

ESCALA 1:700

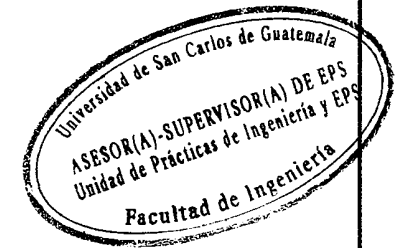


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA	
PROYECTO:	PLANO DE: PLANTA CONJUNTO - TRAMO 1	
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA	
CALIFICADO: LUIS GARNICA	EPESISTA: LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ	
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo.Bo.	
ESCALA: INDICADA	TNC. ELMER MERCEZ COE ASesor SUPERVISOR	
FECHA: 2013	10	

TRAMO 2

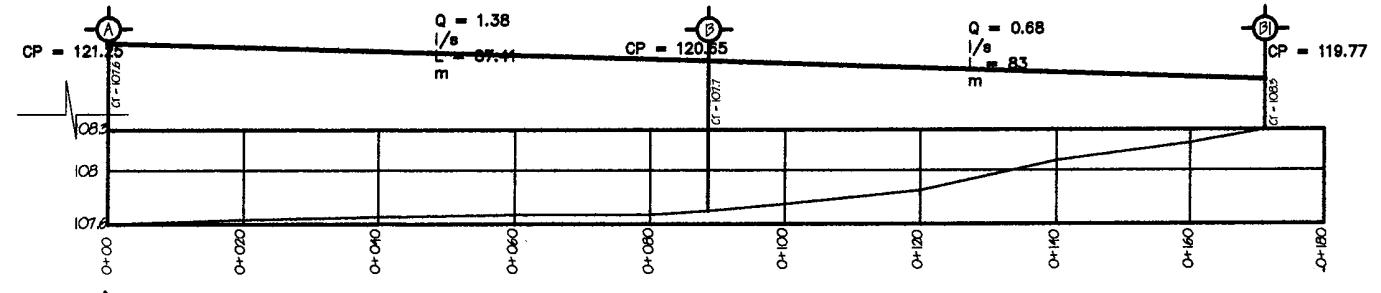
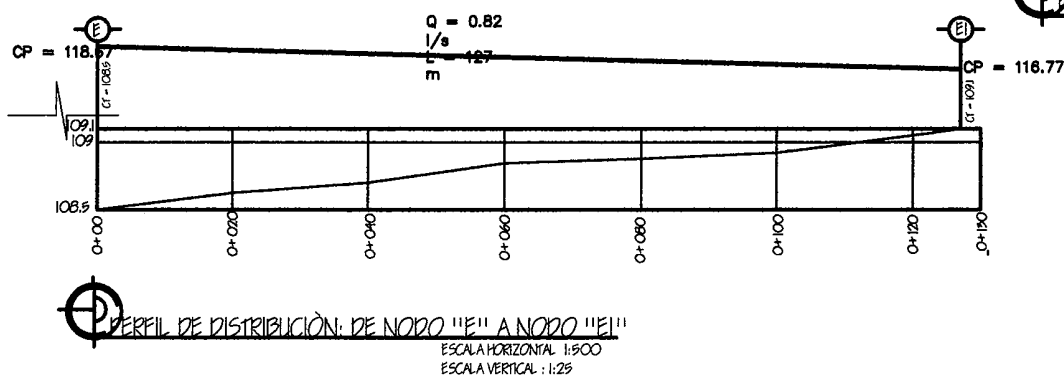
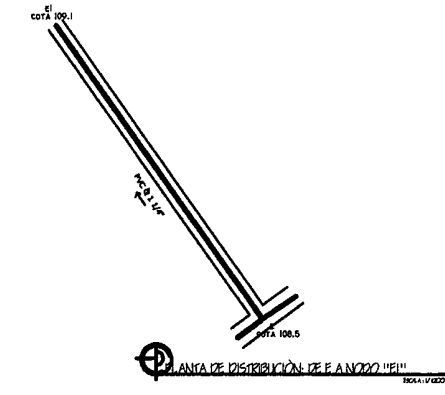
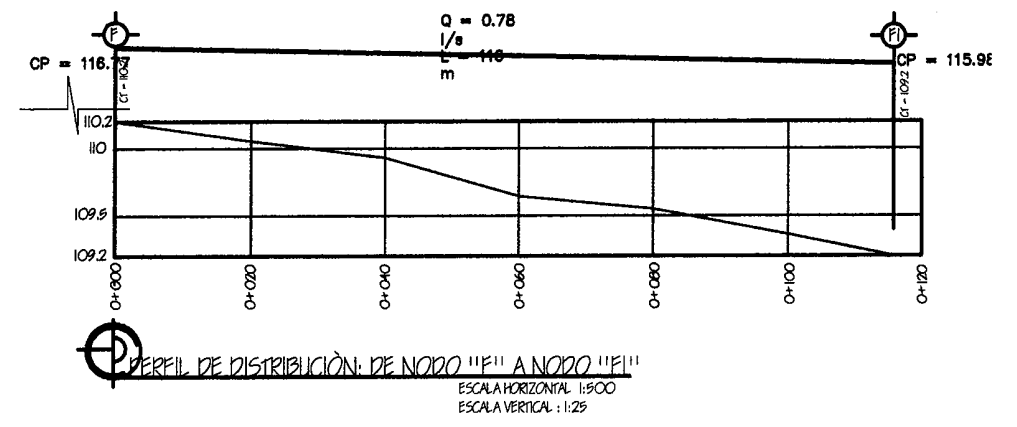
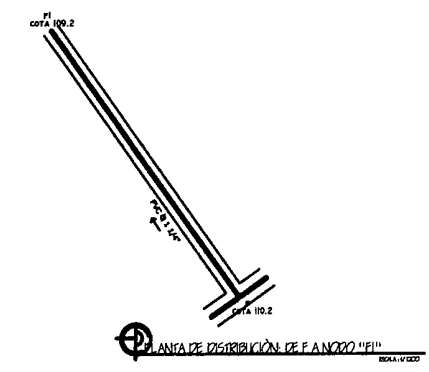
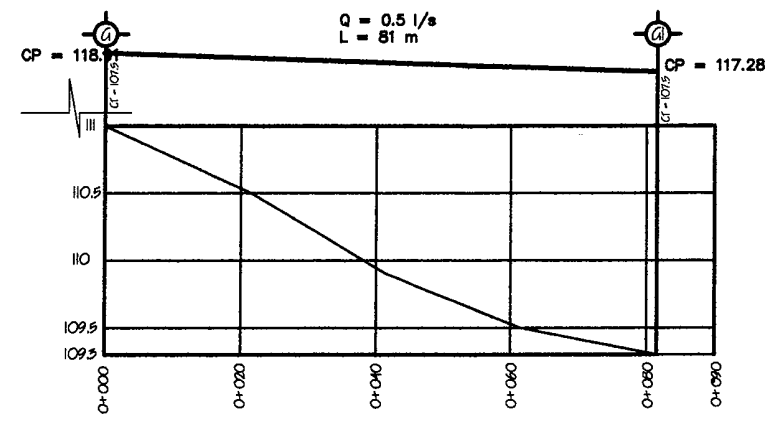
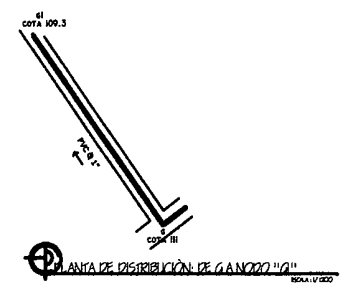
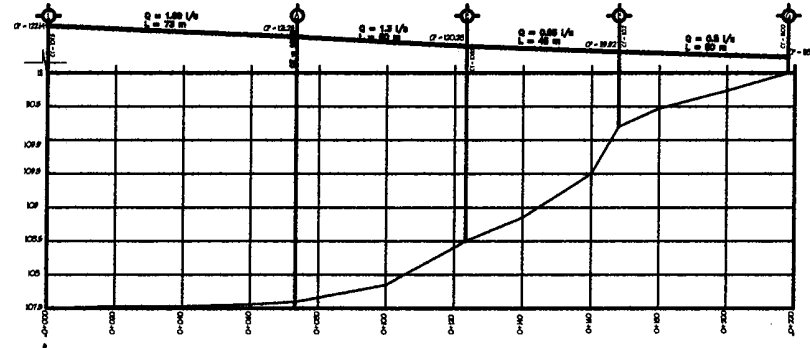
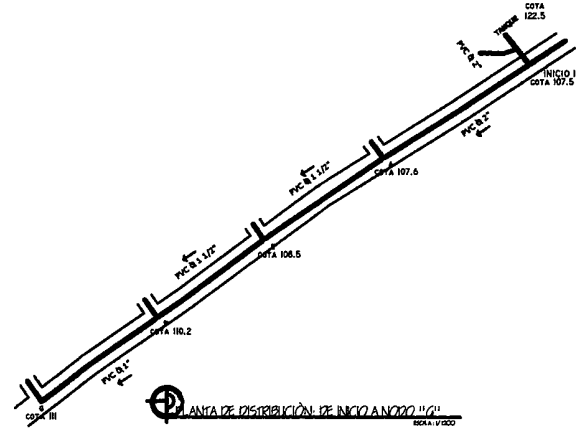


ESCALA 1:1700

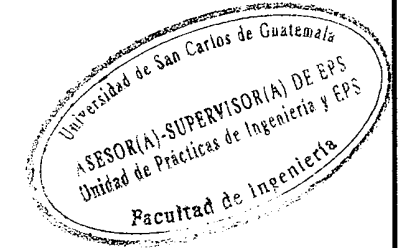
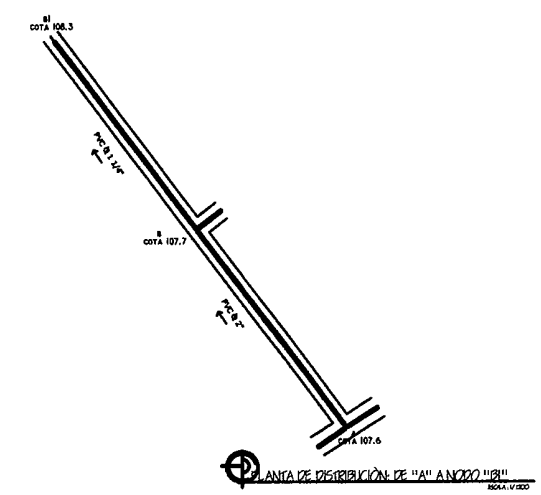


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		
	PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZEJUELA, ZACAPA		
PROYECTO:	PLANTA CONJUNTO - TRAMO 2		
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZEJUELA, ZACAPA	
CALCULO: LUIS GARNICA	EPERISTA:	LUIS FERNANDO GARNICA ESTE	CARNE: 2609-24443
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo.Bo	[Signature]	
ESCALA: INDICADA	INC. JUAN MBRICCOZ ASESOR SUPERVISOR		Hoja 5/10
FECHA: 2013			

PERFILES DE DISTRIBUCION - TRAMO 1

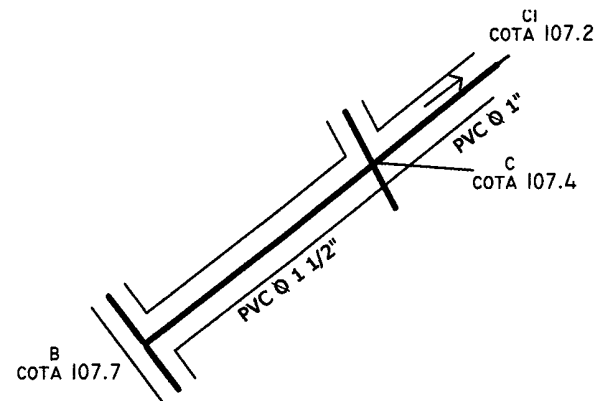


PERFIL DE DISTRIBUCION DE NODO "A" A NODO "B"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25

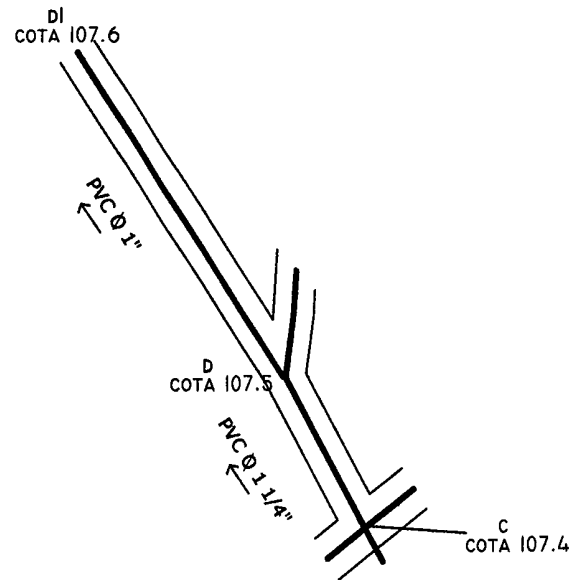


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA	
PROYECTO:	PLANTA PERFIL - TRAMO 1	
DISEÑO: LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA
CALCULO: LUIS GARNICA	EPESISTA:	LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ 2009-24443
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo.Bo:	
ESCALA: INDICADA	FECHA:	2013
	INCL. JUAN MIBEL COS ASESOR-SUPERVISOR	
	HOJA:	6 / 10

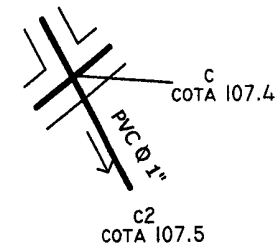
PERFILES DE DISTRIBUCION - TRAMO 1



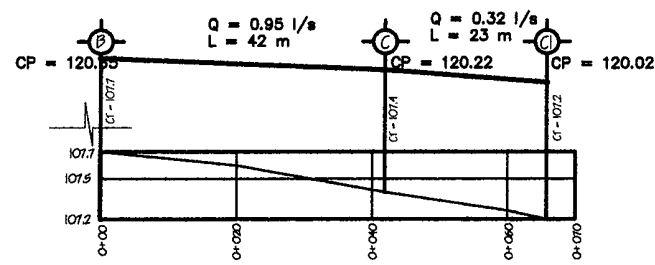
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE "B" A NODO "C1"
ESCALA: 1/500



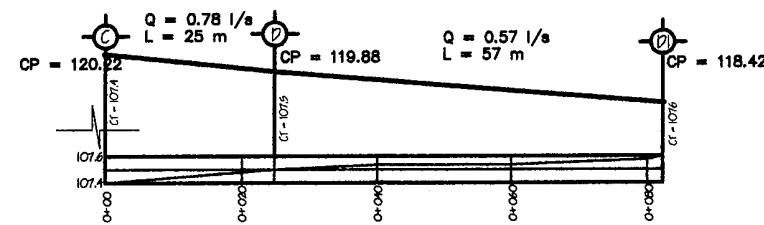
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE C A NODO "D1"
ESCALA: 1/500



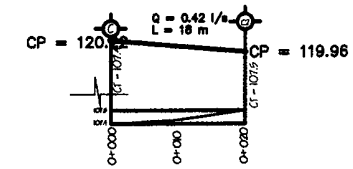
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE C A NODO "C2"
ESCALA: 1/500



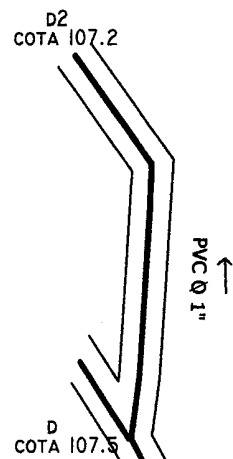
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE NODO "B" A NODO "C1"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25



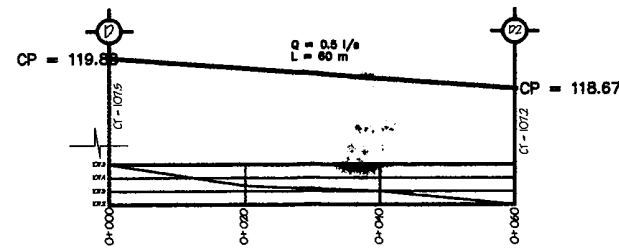
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE NODO "C" A NODO "D1"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25



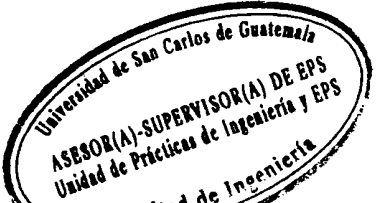
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE NODO "C1" A NODO "C2"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25




PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE D A NODO "C2"
ESCALA: 1/500



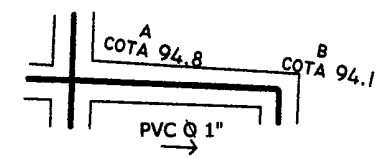
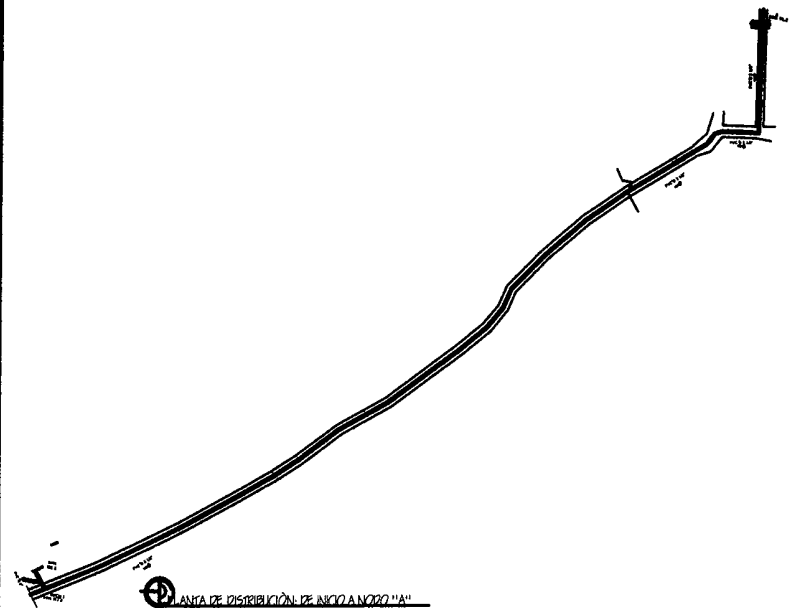
PERFIL DE DISTRIBUCIÓN DE NODO "D" A NODO "D2"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25



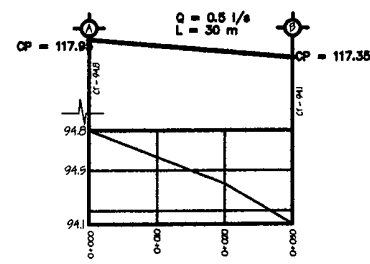
Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

	FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO:	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA
PLANO DE:	PLANTA PERFIL - TRAMO 1
PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA
DISEÑO:	LUIS GARNICA
PROPIEDAD DE:	MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA
CALCULO:	LUIS GARNICA
EPESITA:	LUIS FERNANDO GARNICA
DIBUJO:	LUIS GARNICA
Vo.Bo:	
CARNÉ:	2009-24443
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	2013
	ING. JUAN MERCE COS ASESOR-SUPERVISOR
	7/10

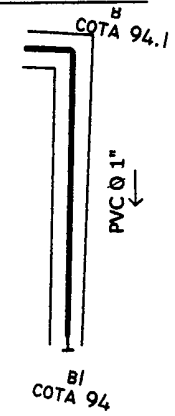
PERFILES DE DISTRIBUCION - TRAMO 2



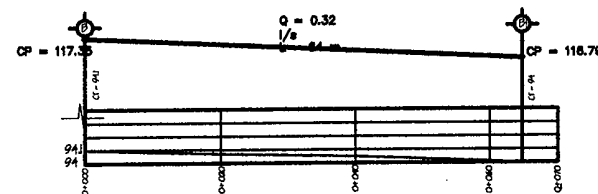
PLANTA DE DISTRIBUCION DE NORO "A" A NORO "B"
ESCALA: 1/500



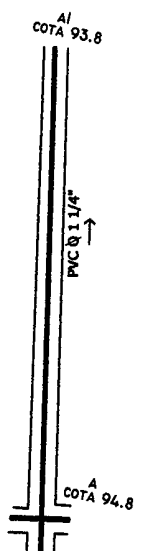
PERFIL DE DISTRIBUCION DE NORO "A" A NORO "B"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25



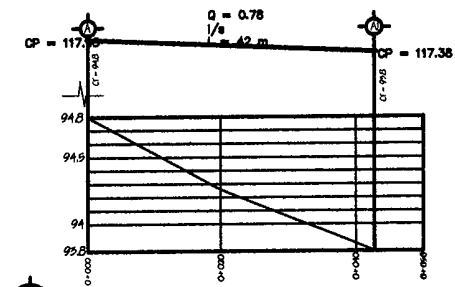
PLANTA DE DISTRIBUCION DE NORO "B" A NORO "B1"
ESCALA: 1/500



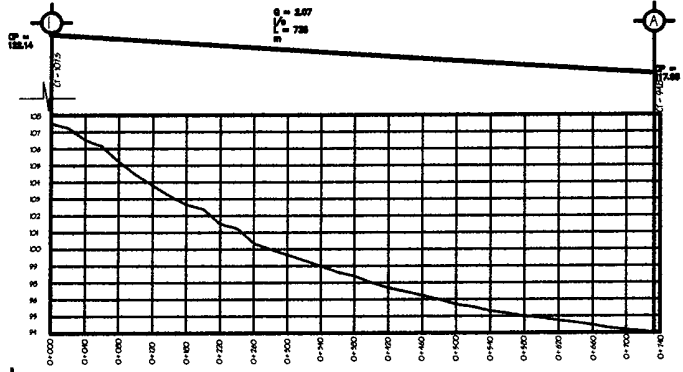
PERFIL DE DISTRIBUCION DE NORO "B" A NORO "B1"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25



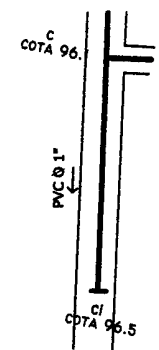
PLANTA DE DISTRIBUCION DE NORO "A" A NORO "A1"
ESCALA: 1/500



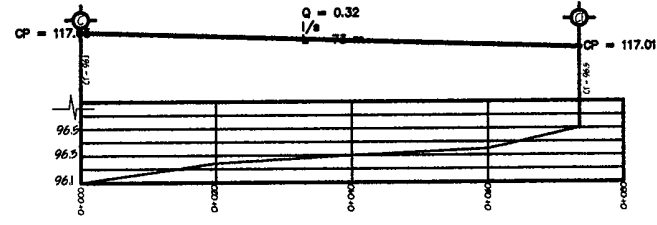
PERFIL DE DISTRIBUCION DE NORO "A" A NORO "A1"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25



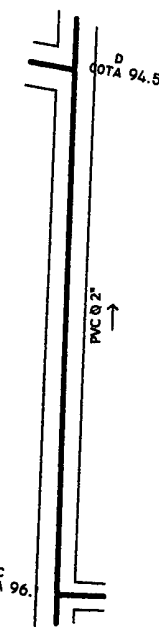
PERFIL DE DISTRIBUCION: INICIO A NORO "A"
ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500



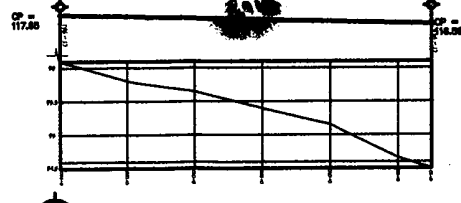
PLANTA DE DISTRIBUCION DE NORO "C" A NORO "C1"
ESCALA: 1/700



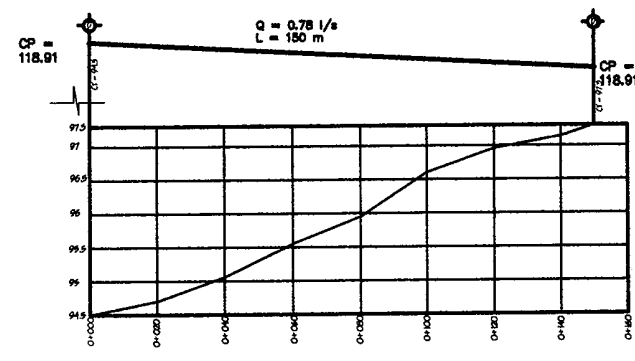
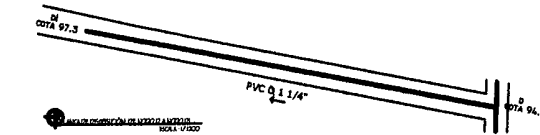
PERFIL DE DISTRIBUCION DE NORO "C" A NORO "C1"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25



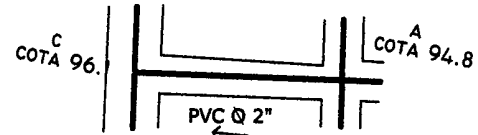
PLANTA DE DISTRIBUCION DE NORO "C" A NORO "C2"
ESCALA: 1/700



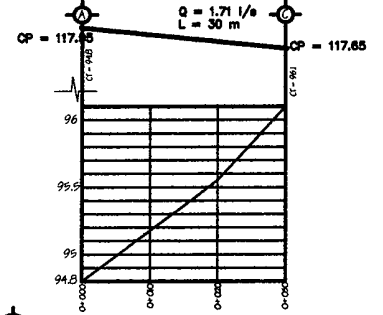
PERFIL DE DISTRIBUCION DE NORO "C" A NORO "C2"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:50



PERFIL DE DISTRIBUCION DE NORO "D" A NORO "D1"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:50



PLANTA DE DISTRIBUCION DE NORO "A" A NORO "C"
ESCALA: 1/500

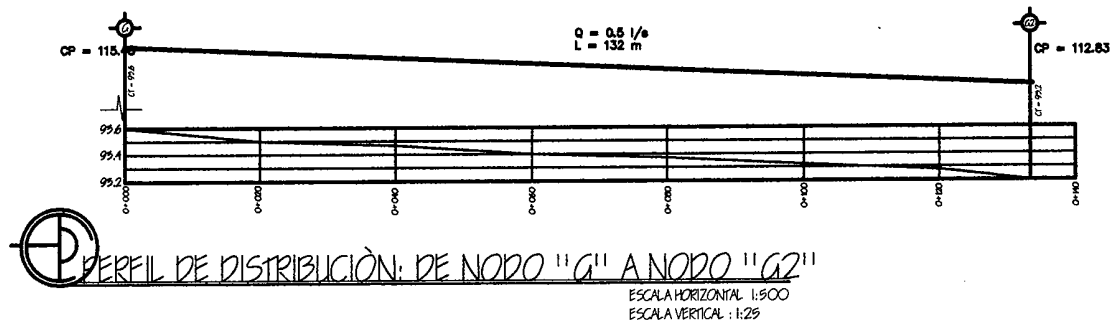
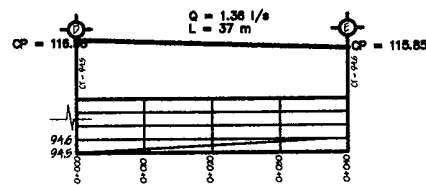
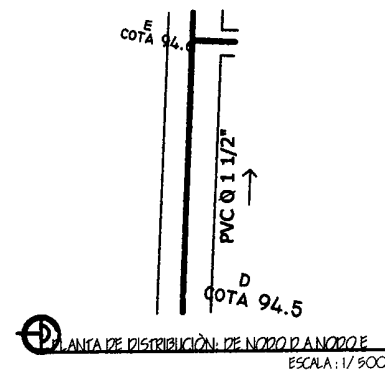
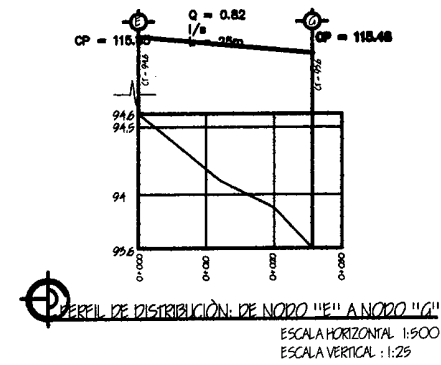
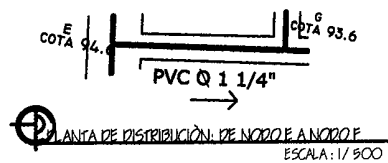
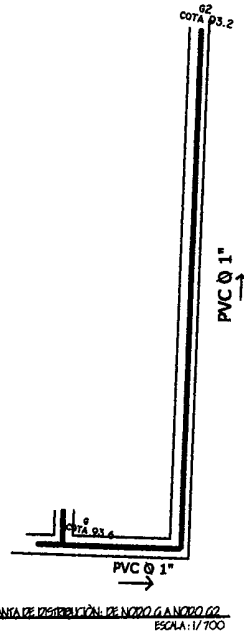
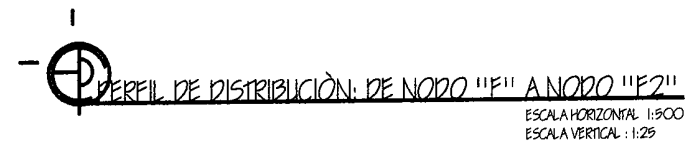
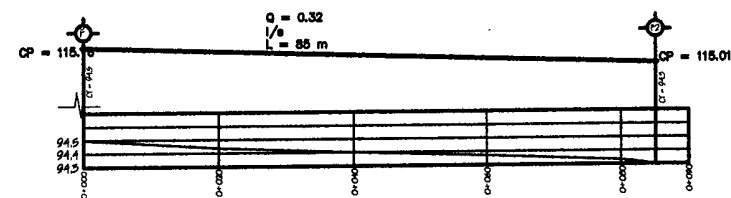
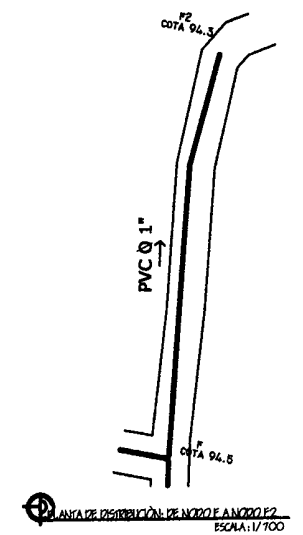
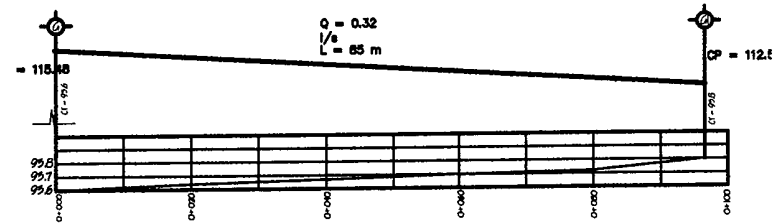
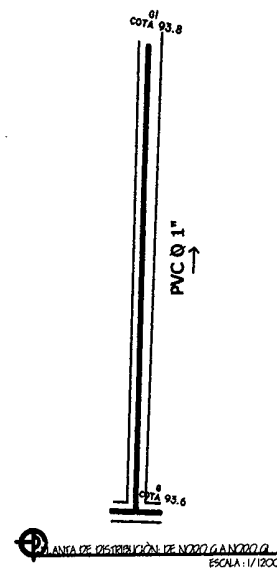
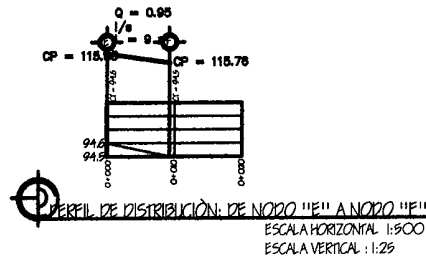
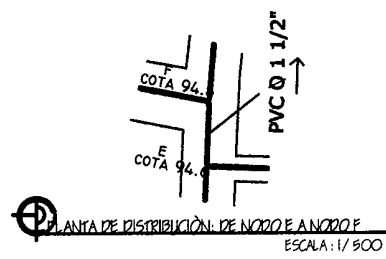
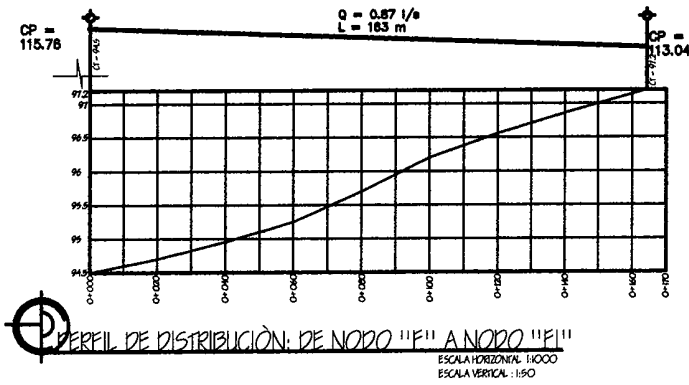
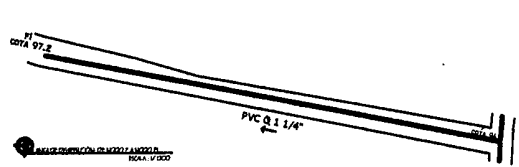


PERFIL DE DISTRIBUCION DE NORO "A" A NORO "C"
ESCALA HORIZONTAL: 1:500
ESCALA VERTICAL: 1:25



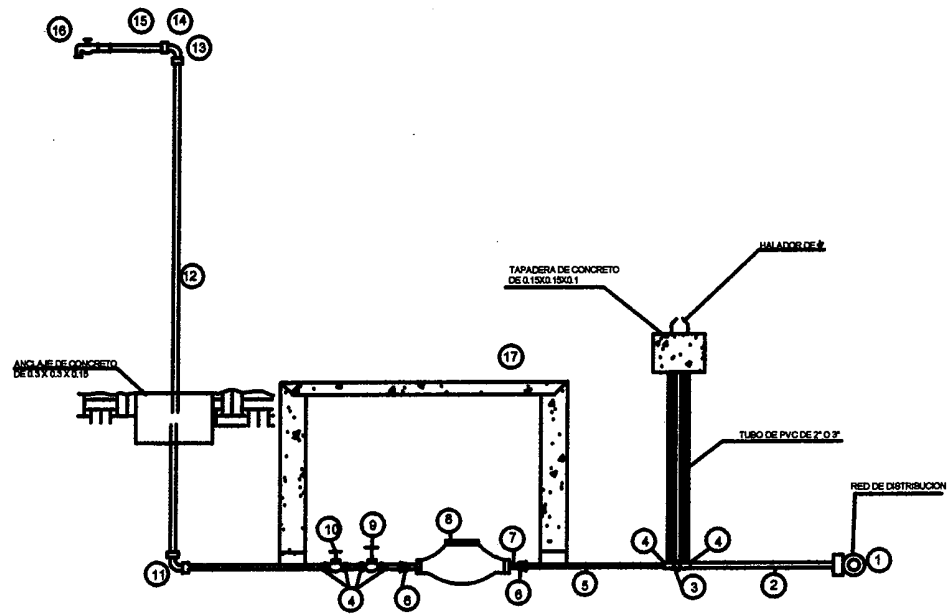
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA	
PROYECTO: PLANTA PERIL - TRAMO 2	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA
DISEÑO: LUIS GARNICA	EPESITA: LUIS FERNANDO GARNICA
CALCULO: LUIS GARNICA	CARNE: 2009-24443
DIBUJO: LUIS GARNICA	Vo.Bo: [Signature]
ESCALA: INDICADA	FECHA: 2013
ING. JUAN MERCE COS ASESOR SUPERVISOR	

PERFILES DE DISTRIBUCION - TRAMO 1

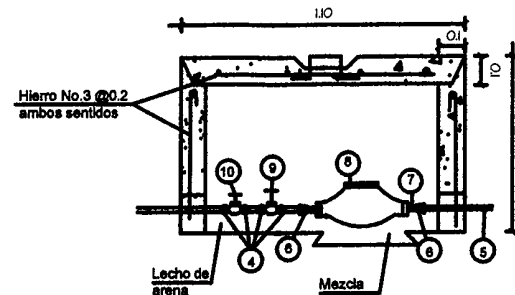


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ABSORBIA(SUPERVISORIA) DE EPS
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS
Facultad de Ingenieria

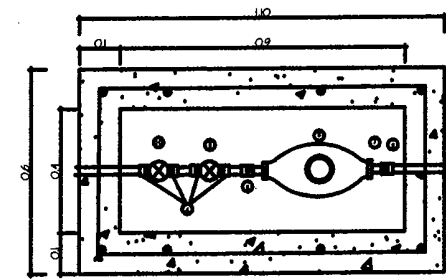
	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO:	ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA
DISEÑO:	LUIS GARNICA	PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA
CALCULO:	LUIS GARNICA	PLANO DE: PLANTA PERFIL - TRAMO 1
DIBUJO:	LUIS GARNICA	ESPELISTA: LUIS FERNANDO GARNICA
ESCALA INDICADA:	INDICADA	CARNÉ: 2007-24443
FECHA:	2013	ING. LUIS GARNICA ASISTENTE SUPERVISOR



CONEXION DOMICILIAR
ESCALA 1:10



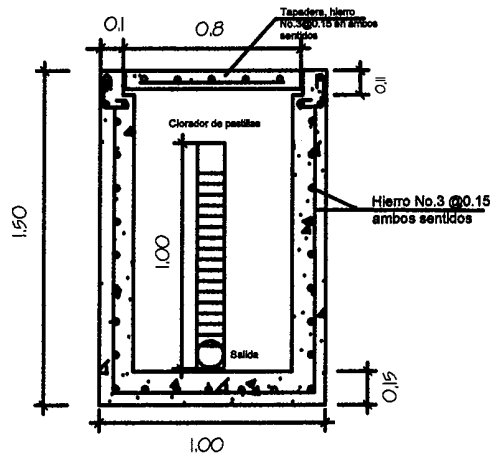
Elevacion caja para contador
ESCALA 1:10



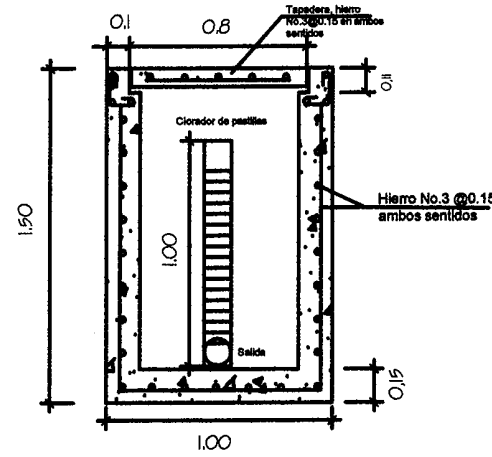
Planta caja para contador
ESCALA 1:10

REFERENCIA DE MATERIALES PARA CONEXION DOMICILIAR

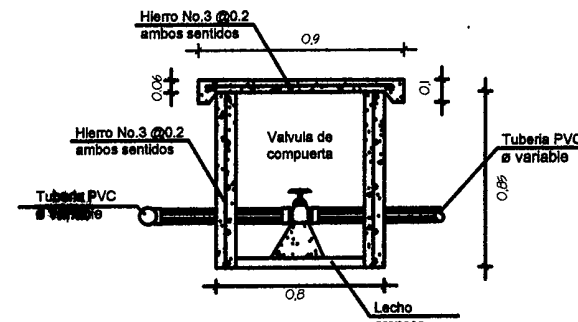
1. TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL X 3/4"
2. NIPLE PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
3. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 3/4"
4. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 3/4"
5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 3/4"
6. ADAPTADOR HEMBRA PVC Ø 3/4"
7. NIPLE CONECTOR DE CONTADOR Ø 3/4"
8. CONTADOR DE Ø 3/4" DE BRONCE
9. LLAVE DE COMPUERTA DE Ø 3/4" DE BRONCE
10. VALVULA DE CHEQUE Ø 3/4"
11. CODO DE 90° Ø 3/4" CON ROSCA
12. NIPLE HG 1.5 Ø 3/4"
13. CODO DE 90° Ø 3/4"
14. NIPLE HG 0.5 Ø 3/4"
15. REDUCIDOR CAMPANA HG 3/4" X 1/2"
16. LLAVE DE CHORRO DE 3/4"
17. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR



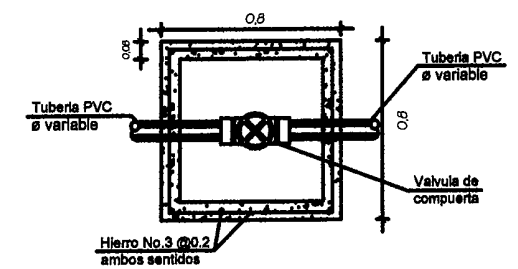
Elevacion clorador de pastillas
ESCALA 1:10



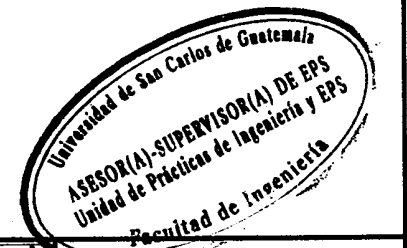
Elevacion clorador de pastillas
ESCALA 1:10



Elevacion valvula de compuerta
ESCALA 1:10



Planta valvula de compuerta
ESCALA 1:10



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	FACULTAD DE INGENIERIA		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO			PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COLONIA SANTA CECILIA, ESTANZUELA, ZACAPA PLANO DE: DETALLES, CONEXION DOMICILIAR, VALVULAS Y CLORADORES DE PASTILLAS
DISEÑO: LUIS GARNICA CALCULO: LUIS GARNICA DIBUJO: LUIS GARNICA	PROYECTO DE: MUNICIPALIDAD DE ESTANZUELA, ZACAPA EPESISTA: LUIS FERNANDO GARNICA LOPEZ Vo.Bo	CARNÉ: 2009-24443 INGENIERO ASesor-SUPERVISOR	
ESCALA: INDICADA FECHA: 2013	10/10		