



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO  
Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL  
MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

**Mell Jackson Cantoral Sandoval**

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, julio de 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO  
Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL  
MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL**  
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2012



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez



## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO Y SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

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

Mell Jackson Cantoral Sandoval





## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Dios**

Por darme la vida, por acompañarme y regalarme todo lo que soy.

### **Mis padres**

Melecio de Jesús Cantoral Barrera y Hercilda Sandoval Chinchilla, este logro no hubiese sido posible sin el esfuerzo y confianza que me dieron día a día.

### **Mis hermanas**

Maylin Vaneza, Evelyn Yadira y Banqui Elena por su cariño, apoyo en todo momento que siempre me impulsaron a ser mejor persona y a seguir adelante.

.

.



## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por haberme guiado en mis estudios.
<b>Municipalidad de San Lucas Tolimán</b>	Por haberme brindado la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Superficial en su municipio.
<b>Ingeniero Silvio Rodríguez</b>	Por su valiosa asesoría en el presente informe del Ejercicio Profesional Superficial.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por ser mi casa de estudios.
<b>Familia García Viana</b>	Por el apoyo, cariño y por todos los consejos.
<b>Todas esas personas</b>	Que de alguna u otra forma prestaron su ayuda y colaboración para el desarrollo del presente informe de Ejercicio Profesional Superficial.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XI
OBJETIVOS .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. Monografía del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá .....	1
1.1. Generalidades .....	1
1.1.1. Límites y localización .....	1
1.1.2. Breve historia del municipio .....	2
1.1.3. Vías de acceso .....	3
1.1.4. Topografía .....	3
1.1.5. Aspectos climáticos .....	3
1.1.6. Servicios públicos .....	4
1.1.6.1. Educación .....	4
1.1.6.2. Electricidad .....	5
1.1.6.3. Agua .....	5
1.1.6.4. Telecomunicaciones .....	6
1.1.7. Actividades económicas .....	6
1.1.8. Población .....	8
2. FASE DE SERVICIO TECNICO PROFESIONAL .....	9
2.1. Diseño del sistema de agua potable para la colonia San Gregorio .....	9

2.1.1.	Bases del diseño .....	9
2.1.2.	Aforos .....	9
2.1.3.	Análisis físico-químico y bacteriológico del agua.....	9
2.1.4.	Levantamiento topográfico .....	10
2.1.4.1.	Planimetría .....	10
2.1.4.2.	Altimetría .....	10
2.1.5.	Diseño hidráulico .....	11
2.1.5.1.	Período de diseño .....	11
2.1.5.2.	Población futura.....	11
2.1.5.3.	Dotación de agua .....	12
2.1.5.4.	Factores de consumo .....	13
2.1.5.4.1.	Caudal medio diario (Qmed).....	13
2.1.5.4.2.	Caudal día máximo (Qdm) .....	13
2.1.5.4.3.	Caudal de hora máxima (Qhm).....	14
2.1.5.5.	Bases de diseño .....	14
2.1.5.6.	Obras de captación .....	15
2.1.5.6.1.	Cajas de captación.....	15
2.1.5.7.	Línea conducción .....	17
2.1.5.8.	Tanque .....	19
2.1.5.8.1.	Cálculo de volumen.....	19
2.1.5.8.2.	Diseño estructural .....	20
2.1.5.9.	Línea distribución .....	24
2.1.5.10.	Conexiones domiciliarias.....	26
2.1.5.11.	Válvulas.....	27
2.1.5.11.1.	Válvula de aire .....	27
2.1.5.11.2.	Válvula de limpieza .....	27

2.1.6.	Desinfección .....	27
2.1.7.	Elaboración del presupuesto .....	28
2.1.8.	Elaboración de planos .....	29
2.1.9.	Programa de operación y mantenimiento .....	30
2.1.10.	Propuesta de tarifa.....	30
2.1.11.	Evaluación socioeconómico.....	30
	2.1.11.1. Valor Presente Neto.....	30
	2.1.11.2. Tasa Interna de Retorno .....	32
2.1.12.	Evaluación de impacto ambiental inicial .....	34
	2.1.12.1. Impacto ambiental que será producido...34	
	2.1.12.2. Medidas de mitigación.....	38
2.2.	Diseño del sistema de drenaje pluvial del sector sur de la cabecera del municipio de San Lucas Tolimán .....	40
2.2.1.	Parámetros de diseño.....	40
	2.2.1.1. Diámetros mínimos .....	40
	2.2.1.2. Velocidad mínima y máxima .....	41
	2.2.1.3. Profundidad de la tubería.....	41
	2.2.1.4. Pozos de visita.....	41
2.2.2.	Recopilación de información de campo .....	42
	2.2.2.1. Estudio topográfico .....	42
2.2.3.	Diseño hidráulico .....	43
	2.2.3.1. Coeficiente de escorrentía .....	43
	2.2.3.1.1. Pendiente del terreno ....	43
	2.2.3.2. Intensidad de lluvia .....	44
	2.2.3.2.1. Tiempo de concentración .....	45
	2.2.3.2.2. Probabilidad de ocurrencia .....	45
	2.2.3.3. Áreas tributarias.....	46

2.2.3.4.	Caudal de diseño.....	46
2.2.4.	Tragantes .....	47
2.2.5.	Lugar de desfogue.....	51
2.2.6.	Elaboración de presupuestos .....	58
2.2.7.	Elaboración de planos .....	60
2.2.8.	Evaluación socioeconómico .....	60
	2.2.8.1. Valor Presente Neto .....	60
	2.2.8.2. Tasa Interna de Retorno.....	60
2.2.9.	Evaluación de impacto ambiental inicial .....	61
	2.2.9.1. Impacto ambiental que será producido.....	61
	2.2.9.2. Medidas de mitigación.....	65
CONCLUSIONES.....		67
RECOMENDACIONES .....		69
BIBLIOGRAFÍA.....		71
ANEXOS.....		73



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá.....	2
2.	Diseño de la losa del tanque.....	20
3.	Geometría y diagrama de presiones del muro.....	21
4.	Sección y planta de tragante típico .....	48
5.	Sección transversal de calle... ..	49
6.	Tragantes combinado de acera y cuneta.....	51
7.	Esquema drenaje pluvial.....	52

### TABLAS

I.	Momento estabilizante en el muro.....	22
II.	Presupuesto para abastecimiento de agua potable en la colonia San Gregorio, municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá.....	29
III.	Identificación de actividades constructivas y acciones para proyectos de abastecimiento de agua potable.....	35
IV.	Impactos identificados en la etapa de construcción y operación del sistema de abastecimiento de agua potable.....	36
V.	Clasificación de los impactos.....	37
VI.	Matriz de interacciones de componentes ambientales y actividades del sistema de abastecimiento de agua potable.....	37
VII.	Medidas de mitigación según el medio y componente en donde se producirá el impacto en proyectos de agua potable.....	38

VIII.	Presupuesto para sistema drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá.....	58
IX.	Identificación de actividades constructivas y acciones para proyectos de sistema drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá.....	62
X.	Impactos identificados en la etapa de construcción y operación del sistema de drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá.....	63
XI.	Clasificación de los impactos.....	64
XII.	Matriz de interacciones de componentes ambientales y actividades del sistema de drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá.....	64
XIII.	Medidas de mitigación según el medio y componente en donde se producirá el impacto en proyectos de drenaje.....	65

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$A_s$	Área de acero
$A_{s_{min}}$	Área de acero mínimo
$A_{tributaria}$	Área tributaria
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CV</b>	Carga viva
<b>Q</b>	Caudal
<b>q</b>	Caudal de diseño
<b>cm</b>	Centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetros cuadrados
<b>∅</b>	Diámetro
<b>hab</b>	Habitantes
<b>Ha</b>	Hectárea
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>l/h/d</b>	Litros habitante día
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>m</b>	Metros
<b>m<sup>2</sup></b>	Metros cuadrados
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>mm/h</b>	Milímetros por hora
<b>S</b>	Pendiente del terreno
<b>Pf</b>	Población futura
<b>%</b>	Porcentaje

<b>P<sub>máx</sub></b>	Presión máxima
<b>f<sub>y</sub></b>	Resistencia máxima del acero
<b>f'c</b>	Resistencia máxima del concreto
<b>@</b>	Separación
<b>HG</b>	Tubería de acero galvanizado
<b>PVC</b>	Tubería de poliducto de vinilo

## GLOSARIO

<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura y que es agradable a los sentidos.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Cargas vivas</b>	Estas varían mucho. El peso de los ocupantes, vehículos, las fuerzas producidas por el viento, sismos son ejemplos de cargas vivas. Las magnitudes de éstas cargas no se conocen con precisión y los valores de diseño dependen del uso que va a darse a la estructura.
<b>Carga muertas</b>	Incluyen el peso de todos los componentes permanentes de una estructura, como vigas, losas, paredes, techos y otros.
<b>Caudal</b>	Cantidad de agua que corre en un tiempo determinado.
<b>Compactación</b>	Acción de hacer alcanzar a un material una textura apretada o maciza.
<b>Cota de terreno</b>	Número en los planos topográficos, indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.

<b>Descarga</b>	Lugar donde se vierten las aguas provenientes de un colector, en un cuerpo receptor.
<b>Desinfección</b>	Eliminar a una cosa la infección o la propiedad de usarla destruyendo los gérmenes nocivos o evitando su desarrollo.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.
<b>Estación</b>	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a representar en una superficie plana una porción de la terrestre. Conjunto de las operaciones necesarias para obtener esta proyección horizontal.
<b>Pozo de visita</b>	Es una obra accesoria de un sistema de alcantarillado que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.
<b>Tirante</b>	Altura de las aguas negras o pluviales dentro de una alcantarilla.

## RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado, se atendieron las necesidades de dos comunidades, siendo éstas la colonia San Gregorio y el municipio de San Lucas Tolimán, Sololá. En la colonia San Gregorio por no contar con los servicios básicos, se propuso para mejorar su condiciones de vida, el diseño del abastecimiento de agua potable; en la cabecera del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá, se propuso, el diseño del drenaje pluvial, ya que en el municipio en algunos sectores las inundaciones por la falta de sistema de drenaje, afecta de forma directa no solo la salud sino también los bienes materiales de los habitantes del lugar.

En el caso del sistema de drenaje pluvial, se propone el uso de tuberías de PVC.

En los exámenes realizados al agua los resultados indican que cumple con los parámetros establecidos para ser considerada agua potable.

Para la elaboración de estos proyectos, se consideraron los siguientes parámetros: período de diseño, área que se va a servir, caudal, intensidad de lluvia, revisiones en las relaciones de los principales componentes hidráulicos de una alcantarilla, para establecer que el diseño esta correctamente calculado y que éste no tenga problemas durante su vida útil. Con los diseños finalizados, se elaboró un juego de planos, se calcularon los materiales, la mano de obra necesaria para la ejecución de ambos proyectos y se elaboraron los presupuestos individuales y por renglones.





## **OBJETIVOS**

### **General**

Planificar dos proyectos de ingeniería que contribuyan a la salud y mejorar los servicios actuales del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá, con el aporte técnico profesional por parte de la Universidad de San Carlos de Guatemala, mediante el Programa de Ejercicio Profesional Supervisado.

### **Específicos**

1. Planificar los proyectos de diseño del sistema de agua potable para la colonia San Gregorio y sistema de drenaje pluvial del sector sur de la cabecera del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá.
2. Brindar a la Municipalidad de San Lucas Tolimán, Sololá, los diseños respectivos, acompañados de sus presupuestos con la finalidad de que se programe la inversión necesaria para su ejecución.
3. Aplicación de los conocimientos adquiridos en el desarrollo de la carrera de Ingeniería Civil, en beneficio de la población del municipio San Lucas Tolimán, y capacitación en el cuidado del sistema de agua potable y sistema de drenaje pluvial.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el producto del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizado en la Municipalidad del municipio de San Lucas Tolimán, como parte de la DMP (Dirección Municipal de Planificación); para ello, se realizó la recopilación de información sobre las necesidades de la población.

Lo que se pretende es tener certeza en la priorización de la necesidad de la comunidad y así formular una solución, que solvete una serie de problemas originados por la falta de servicio, mediante el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, sistema de drenaje pluvial, que contribuya a mejorar las condiciones de higiene y salud de los habitantes, y permita al estudiante de ingeniería tener un panorama teórico práctico de sus conocimientos.

Para llevar a cabo esta tarea, se realizaron entrevistas, visitas de campo exámenes de agua, topografía y se pondrá en práctica conocimientos estructurales e hidráulicos que están enmarcados en normas y requerimientos técnicos para la mejor realización del diseño.

# **1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLÁ**

## **1.1. Generalidades**

Se encuentra a una distancia de 42 kilómetros de la cabecera departamental de Sololá. La fiesta titular de este municipio se celebra del 15 al 20 de octubre, siendo el día principal el 18 de octubre, fecha en que la Iglesia Católica celebra a San Lucas Evangelista, patrono del lugar.

### **1.1.1. Límites y localización**

El municipio de San Lucas Tolimán, del departamento de Sololá, está ubicado a 155 kilómetros de la ciudad capital, vía la Costa Sur, con una extensión territorial de 116 kilómetros cuadrados, a una altitud de 1 591,48 metros sobre el nivel del mar. Se localiza a una latitud de 14°01'0" y en la longitud de 91°09'11". Limita al norte con el lago de Atitlán y el municipio de San Antonio Palopó; al este con los municipios de Pochuta y Patzún (Chimaltenango); al sur con el municipio de Patulul (Suchitepequez), y al oeste con el municipio de Santiago Atitlán.

La cumbre del volcán Atitlán es el punto más alto del departamento. Los 3 537 metros sobre el nivel del mar, en que marca el límite entre San Lucas y el municipio vecino de Santiago Atitlán.

Figura 1. **Mapa del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá**



Fuente: Planos 1:50 000 Instituto Geográfico Nacional.

### **1.1.2. Breve historia del municipio**

La referencia más antigua de San Lucas Tolimán se encuentra en la descripción de la provincia de Zapotitlán y Suchitepéquez, inscrita en 1579 por el alcalde mayor de dicha provincia, Juan de Estrada, quien menciona al pueblo de Tolimán y señala que su nombre proviene de la planta de Tule (Tul) que crece a orillas del lago de Atitlán. Lo anterior permite suponer que San Lucas Tolimán es de origen prehispánico y que se constituyó como pueblo alrededor de 1540, cuando se procedió a la reducción o concentración de los indígenas, en los denominados Pueblos Indios. En una relación escrita por el misionero franciscano Alonso Ponce, 1586, se menciona como el pueblecito de San Lucas Tolimán.

En 1969, en la relación de los conventos franciscanos escrita por Fray Francisco de Zuasa, se menciona a San Lucas Tolimán e indica que contaba con 450 habitantes y 2 cofradías.

### **1.1.3. Vías de acceso**

El municipio de San Lucas Tolimán tiene acceso por la carretera ruta Cocales a las Trampas y por medio de la carretera a Santiago Atitlán.

Se cuenta con un embarcadero público que comunica San Lucas Tolimán hacia los municipios de Panajachel, Santa Catarina Palopó, San Antonio Palopó, Santiago Atitlán y San Pedro La Laguna.

### **1.1.4. Topografía**

La topografía de San Lucas Tolimán corresponde a las tierras altas volcánicas, con variedad de montañas, colinas, y conos. El área es bastante escarpada y heterogénea, debido a las variaciones de altura en las que se encuentra. El rango de alturas está entre 1 280 y 2 238 metros sobre el nivel del mar. Existen varios tipos de suelos en el municipio de San Lucas Tolimán. Todos se caracterizan por ser arenoso y gravoso.

### **1.1.5. Aspectos climáticos**

El municipio goza de un clima templado, la temperatura se encuentra en el rango de 24 a 30 grados centígrados. La temperatura mínima promedio es 11,6 grados centígrados, la humedad promedio media es de 75 por ciento, la nubosidad durante el año se mantiene entre 2 a 6 octas, la velocidad del viento durante el año es de 7,5 kilómetros por hora, en el municipio durante el año se marcan dos temporadas; la lluviosa, de mayo a octubre, en la que se incrementa la humedad relativa debido a las constantes precipitaciones y nubosidad; y la seca, de noviembre a abril, caracterizada por la reducción de

lluvias y de la humedad relativa. La precipitación promedio anual varía entre 2000 a 4 000 milímetros.

### **1.1.6. Servicios públicos**

Las actividades, entidades u órganos públicos o privados con personalidad jurídica creados por Constitución o por ley, para dar satisfacción en forma regular y continua a cierta categoría de necesidades de interés general.

#### **1.1.6.1. Educación**

En el municipio funcionan en la actualidad 16 centros educativos donde se está atendiendo la educación en el nivel de preprimaria, con una población escolar de 1 079 alumnos. Este número está compuesto por 518 niñas y 561 niños, atendidos en el área urbana por 23 docentes y en el área rural por 13, que suman un total de 36 maestros.

En cuanto a educación primaria, en las comunidades del área rural funcionan 11 escuelas, atendidas por 72 maestros. La población escolar en estas escuelas es de 1 571 alumnos de primero a sexto del nivel primario, de la cual el 51 por ciento son niñas y el 49 por ciento son niños.

En el casco urbano funcionan 4 escuelas de educación primaria con una población de 1 799 alumnos, de la cual el 50 por ciento son niñas y el 50 por ciento son niños, y están atendidos por 64 maestros. En el mismo casco urbano funcionan 4 colegios privados con una población escolar de 754 alumnos compuestos por 395 niñas y 359 niños, atendidos por 27 maestros.

En el nivel básico se atiende una población de 1 461 estudiantes, con el 56 por ciento de varones y el restante mujeres, atendida por 42 profesores.

En el nivel diversificado esta atendido un total de 542 estudiantes, atendidos por 16 profesores, con el 46 por ciento de población femenina y un 54 por ciento de población masculina.

Sumando un total de 7 088 estudiantes atendida localmente por 257 docentes.

#### **1.1.6.2. Electricidad**

En el municipio disponen con el servicio de energía eléctrica domiciliar, la cual beneficia a 2 650 viviendas estimadas un 88 por ciento y 366 viviendas no cuenta con el servicio. En cuanto al alumbrado público, sólo 12 centros poblados 40 por ciento disponen del mismo.

#### **1.1.6.3. Agua**

En el municipio cuenta con el servicio de agua entubada que se abastece del lago de Atitlán, el mayor problema que se encuentra, es que el agua que se consumen contiene alto grado de contaminación que afecta a los comunitarios con enfermedades gastrointestinales. El suministro de agua no llega con la misma presión a toda la población, algunas familias no les llega lo suficiente, por el lugar donde están ubicados, y en algunas ocasiones llega muy sucia.

El 91 por ciento de las viviendas cuenta con servicio de agua entubada, sin que éste sea necesariamente con carácter domiciliar, en consecuencia el 9 por ciento carece de este servicio.



#### **1.1.6.4. Telecomunicaciones**

Las correspondencias nacionales e internacionales se cuenta con una oficina de correos y telégrafos en la cabecera municipal. En la actualidad, tanto en las comunidades del área rural como en el área urbana, en especial la población joven, cuenta con aparatos celulares, aspecto que ha revolucionado la comunicación y que está cubriendo las necesidades de telefonía en las comunidades donde nunca llegó este servicio.

#### **1.1.7. Actividades económicas**

En el municipio, el 16 por ciento de los cabezas de familias trabajan como técnicos profesionales de nivel medio, entre los cuales sobresalen los maestros. Asimismo, está el 19 por ciento que trabajan en actividades artesanales de confección de ropa y accesorios personales; el 8 por ciento que trabaja en la construcción, como albañiles y ayudantes de albañil; y el 7 por ciento de la población se dedica a otros oficios no calificados tales como: guardián forestal, valuador, policía nacional, conserje, cartero, propietarios de comercios, dependientes de tiendas.

El 6 por ciento de los cabezas de familias trabajan en el transporte, ya sea como fleteros en vehículos propios, o como pilotos y ayudantes en los servicios de buses y camiones que viajan del municipio a los distintos lugares de la región y hacia la capital.

Entre las mujeres, 90 de cada 100 esposas se dedican a los oficios domésticos de su propio hogar y en 5 de cada 100 familias las esposas van a trabajar a casas particulares, prestando el servicio de lavado y planchado de ropa, limpieza y preparación de alimentos. También se encontró que de cada

100 familias entrevistadas, las esposas son maestras de educación primaria; estadística que corresponde al área urbano del municipio.

En el área rural, casi el 100 por ciento de esposas se dedican a los oficios domésticos de su propio hogar.

Tanto del área rural como el urbano, los oficios de la mujer, especialmente la población indígena, son atender el hogar y las tareas del campo. Las que tienen oficio fuera de la casa también están condicionadas a atender el hogar.

De los hijos mayores de 18 años que todavía viven en casa de las padres, un 80 por ciento se encuentra desarrollando alguna actividad laboral, y el 20 por ciento restante se encuentra estudiando. El 50 por ciento de los hombres trabajan en la agricultura con los padres, 6 por ciento son jornaleros y el 24 por ciento trabajan como albañiles o carpintero.

En el caso de las hijas mayores de 18 años que viven en casa de sus padres, un 64 por ciento se dedican a las labores de ama de casa, un 15 por ciento se dedican al estudio y un 21 por ciento se emplean como tejedoras, haciendo artesanías. Algunas que terminaron sus estudios de enseñanza media, trabajan de maestras o contadoras.

El 94 por ciento de la población urbana desarrolla otras actividades además de la agricultura, entre las cuales está la pecuaria, la pesca, la artesanal y otros servicios (mecánica, carpinteros, albañiles, plomero, electricista, fleteros y canteros).

El 6 por ciento restante son campesinos sin tierra que venden su fuerza de trabajo con los vecinos o emigran a otros lugares de la región cafetalera.

Un 50 por ciento de los habitantes del área rural se dedican al trabajo de la agricultura como jornaleros, un 40 por ciento como pequeños productores y el restante se dedican a otro tipo en el área de servicios.

### **1.1.8. Población**

La población de San Lucas Tolimán, según el último censo oficial, es de 21 455. Sin embargo, la municipalidad maneja actualmente un dato de 27 145 habitantes. El 51 por ciento de los habitantes está constituido por mujeres y el 49 por ciento por hombres.

El 89 por ciento de pobladores pertenecen al grupo étnico maya Kaqchikel: del total viven en el área urbana y rural; el 11 por ciento restante es población ladina que radica principalmente en el casco urbano. La tasa de crecimiento poblacional es de 2,7 por ciento al año.

La tasa de analfabetismo es del 55 por ciento.

Tiene una densidad poblacional bastante elevada y en todo caso encima del promedio nacional: 234 habitantes por kilómetro cuadrado (contra 103 habitantes a nivel nacional).

La población está dividida casi por igual entre el área urbana y rural. En efecto, el 52 por ciento de los luqueños viven en la cabecera municipal (casco urbano y colonias periféricas), mientras que el 48 por ciento restante habita las comunidades rurales.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del sistema de agua potable para la colonia San Gregorio**

Consiste en desarrollar el proyecto de agua potable, con el objetivo de dotar a toda la población en su conjunto y considerando los crecimientos demográficos futuros.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia San Gregorio, del municipio de San Lucas Tolimán, por lo que se utilizará el diseño más conveniente para su realización.

#### **2.1.2. Aforos**

Para el aforo se determina el caudal de la fuente en este caso el nacimiento “La Canasta”, se aforo empleando el método volumétrico el cual consiste en la toma del tiempo en que se llena un recipiente con un volumen conocido para hallar el caudal, dando un valor de 0,65 litros por segundo.

#### **2.1.3. Análisis físico-químico y bacteriológico del agua**

El agua es un elemento indispensable para la vida, por lo que su calidad debe estar como agua sanitariamente segura para consumo humano que esta exenta de patógenos y sustancias toxicas cumpliendo las Normas COGUANOR NGO 29001.

Para el mismo se tomo una muestra del nacimiento La Canasta, para análisis de laboratorio (se adjunta en apéndices).

Con los resultados del análisis bacteriológico, se determino que el agua es apta para consumo humano, la calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

#### **2.1.4. Levantamiento topográfico**

El levantamiento se hizo como una poligonal abierta por el método de conservación de azimut. Se realiza una evaluación del terreno que tiene por objeto medir las distancias, ángulos y cambios de niveles que se dan en el mismo para que en conjunto nos de la libreta de campo para el proyecto. El terreno que se trabajo era de tipo montañoso.

##### **2.1.4.1. Planimetría**

Representación horizontal de los datos de un terreno que tiene por objeto determinar las dimensiones de éste. Se estudian los procedimientos para fijar las posiciones de puntos proyectados en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones. Dicho de otra manera estamos representando el terreno visto desde arriba o planta.

##### **2.1.4.2. Altimetría**

En el levantamiento altimétrico tiene como objeto principal determinar la diferencia de alturas entre puntos situados en el terreno.

### **2.1.5. Diseño hidráulico**

Después de realizado el trabajo de campo se continua el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad para la Colonia San Gregorio, donde se detalla las instalaciones necesarias para el mismo.

En el diseño comienza con la fuente con su captación, al tanque de almacenamiento, después a la red de distribución y a los ramales que van a la colonia con sus respectivas obras de arte. Al realizar el diseño del sistema se presentan los planos del mismo con sus plantas y perfiles (ver planos en apéndices).

Para el diseño se utiliza la fórmula de Hazen-Williams que sirve para determinar las perdidas de carga y en la selección de los diámetros de tubería correspondientes.

#### **2.1.5.1. Período de diseño**

Es el tiempo para el cual se estima que un sistema va a funcionar satisfactoriamente, el establecimiento del período de diseño o año horizonte del proyecto se puede establecer para cada par de componente del proyecto. Para este proyecto se determino utilizar un periodo de diseño de 20 años, por ser un sistema por gravedad.

#### **2.1.5.2. Población futura**

Para cálculo de la población futura existen varios métodos, pero se determino utilizar el método de incremento geométrico, la fórmula es la siguiente:

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

Donde:

Pf = población final de habitantes (hab).

r = tasa de crecimiento poblacional para San Lucas Tolimán, fuente del INE.

N = período de diseño en años.

Po = población inicial.

Datos:

Po = 652

r = 3,78%

n = 20 años

Solución:

$$Pf = 652(1+3,78/100)^{20}$$

$$Pf = 1\ 370$$

### **2.1.5.3. Dotación de agua**

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas que existen en cualquier sistema de distribución, su unidad es en litros por habitante por día. Para el caso el agua solo va hacer para consumo de las personas de la colonia San Gregorio se ha definido como 20 litros por habitante por día.

#### 2.1.5.4. Factores de consumo

Estos son los valores que se dan de la variación que sufre el sistema en diferentes horas del día.

##### 2.1.5.4.1. Caudal medio diario (Qmed)

Es lo que se consume en un día por la población, saliendo como un promedio de los consumos diarios en un período de un año, pero como no se tienen registros del consumo diario se calcula en función de la población futura y la dotación asignada en un día, para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = \left( \frac{P_f \cdot \text{Dotación}}{86\,400 \text{ seg/día}} \right) = \left( \frac{1370 \cdot 20 \text{ l/h/d}}{86\,400 \text{ seg/día}} \right) = 0,3171 \text{ l/s}$$

##### 2.1.5.4.2. Caudal día máximo (Qdm)

Es el caudal de máximo consumo del agua durante 24 horas en un período de un año por la población, no tomando los gastos por incendio, este es el caudal que se utiliza el diseñar la línea de conducción del proyecto. Para su cálculo se utiliza un factor de día máximo (Fdm), este valor según las normas de diseño varía entre 1,2 y 1,5 para el área rural, este valor se tomara de 1,3 que es usado para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, además por el nivel socioeconómico de su población.

$$Q_{dm} = F_{dm} \cdot Q_{med} = 1,3 \cdot 0,3171 = 0,41223 \text{ l/s}$$



#### **2.1.5.4.3. Caudal de hora máxima (Qhm)**

Este es el caudal de máximo consumo del agua durante una hora de un día en el período de un año por la población. Caudal de hora máxima es el que se utiliza para diseñar la red de distribución. En el cálculo se usa el factor de hora máxima (Fhm), este valor del factor de hora máxima se usa con las normas de diseño que tiene valores de 2,0 a 3,0 , este valor se tomara de 2,5 por tener una población futura mayor de 1000 habitantes, también por el nivel socioeconómico de su población.

$$Q_{hm} = F_{hm} * Q_{med} = 2,5 * 0,3171 = 0,79275 \text{ l/s}$$

La estación meteorológica más cercana del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, se encuentra ubicada en Santiago Atitlán, departamento de Sololá. Tiene un clima templado, su temperatura promedio es de 20 grados centígrados, bajando hasta 9 grados centígrados.

#### **2.1.5.5. Bases de diseño**

Las bases de diseño para el proyecto de abastecimiento de agua potable para la Colonia San Gregorio del municipio de San Lucas Tolimán, fueron tomados del estudio efectuado para el respectivo proyecto.

Tipo de fuente y nombre:	Nacimiento "La Canasta"
Sistema:	Gravedad
Tipo de conexión:	Predial
Período de diseño:	20 años
Población futura:	1 370 hab
Aforo:	0,65 l/s

Caudal medio diario:	0,3171 l/s
Caudal de día máximo:	0,4122 l/s
Caudal de hora máxima:	0,7927 l/s
Dotación:	20 l/h/d

#### **2.1.5.6. Obras de captación**

Es una obra de ingeniería destinada básicamente a captar, bajo cualquier condición, la cantidad de agua necesaria para el suministro de la población, durante todo el año.

El tipo de obra que se va a emplear será en función de las características de la fuente, la configuración del terreno, el tipo de fuente, la calidad física, química y bacteriológica del agua, así como por el criterio hidráulico del ingeniero.

Para este caso, el tipo de captación propuesta es la captación de manantial de fondo concentrado.

##### **2.1.5.6.1. Cajas de captación**

Captación de manantial de fondo concentrado.

Aquí se necesita la construcción de cajas recolectoras; éstas se diseñarán de tal forma que garanticen el libre flujo de la afloración hacia el tanque de recolección.

La construcción de captaciones comprende los siguientes aspectos:

- Limpieza del área donde se encuentra el manantial.
- Excavación, hasta descubrir el o los brotes del manantial llegando a terreno firme.
- Construcción de muro de retención con concreto ciclópeo, con mampostería de piedra sobre suelo firme o roca.
- Llenar el área encerrada en el muro con piedra graduada de mayor a menor diámetro. Construir una caja recolectora de 1,0 metros cúbicos como mínimo, cuando sean dos o más las vertientes captadas.

Las obras de captación deben llenar los siguientes requisitos:

- Su capacidad será de tal manera que no limite la máxima cantidad de agua, que sea capaz de producir el manantial.
- Los materiales que se utilicen en la construcción no deben alterar la calidad del agua, como muros de concreto o mampostería.
- Se deberá disponer de un depósito (desarenador), en caso de que el agua acarree arena.
- Se protegerá la captación de la entrada de insectos, animales, así como seres humanos, excepto el personal encargado de limpieza.

- La tubería de salida debe tener cedazo o rejilla en el interior de la cámara; la de rebalse, en cambio, debe tener rejilla en el lado exterior.
- La tubería de salida debe de ser de un diámetro mayor que la de rebalse; además, ésta estará a 10 centímetros sobre el fondo de la cámara.
- Estas estructuras garantizarán la seguridad, la estabilidad y el funcionamiento, en todos los casos; además tendrán la facilidad de inspección y operación. En cualquier condición, a la fuente se le garantizara la protección contra la contaminación y entrada de algas u otros organismos indeseables.

#### **2.1.5.7. Línea conducción**

Es la tubería destinada al transporte del agua que sale de la fuente captada hacia el tanque de distribución. Está en su mayoría será de policloruro de vinilo (PVC), con un coeficiente de rugosidad de  $C = 140$ , presiones menores de 90 metros columna agua (mca) y velocidades dentro del rango de 0,40 a 3 metros/segundo; dejándolo en la zanja a 0,60 metros de profundidad y 0,40 metros de ancho.

Para el diseño de la línea de conducción se va a considerar que todo el proyecto funcionara con sistema por gravedad; para este caso, debe estar sustentado sobre criterios técnicos y económicos. Una línea de conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo cual, en la mayoría de los casos, conducirá el diámetro económico que satisfaga las razones técnicas que permitan soportar presiones menores que, no dañen el material de conducción que se este utilizando.

Para una línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución.
- Capacidad para transportar el caudal día máximo (Qdm).
- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- La inclusión de algunas obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción.
- La consideración diámetros económicos para la economía del proyecto.

Para el diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

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

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga (m)

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

Q<sub>c</sub> = Caudal de día máximo, o caudal de conducción (l/s)

D = Diámetro interno de tubería (pl.)

C = Calidad de la tubería. Para PVC se usará C = 140 y para HG se usará

C = 100

### 2.1.5.8. Tanque

Para el sistema, se utilizará un tanque de almacenamiento o distribución que tendrá como principales objetivos el de suministrar agua a la población durante todas horas, no importando las variaciones de consumo que se tengan y la de tener agua en reserva por cualquier suspensión del agua de la fuente, por lo que es muy importante para el funcionamiento del diseño del proyecto.

Dentro de los principales componentes del tanque están: el depósito principal, caja de válvula de entrada y de salida, tapaderas para entrada, dispositivo de desagüe y rebalse, respiraderos y clorador.

Para el diseño del tanque de distribución se toma en cuenta el criterio que la población es mayor a 1 000 habitantes, se toma un valor de 40 por ciento del consumo medio diario, para el presente diseño.

#### 2.1.5.8.1. Cálculo de volumen

El volumen del tanque de distribución o almacenamiento (Vol. tanque) en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) es el siguiente:

$$\text{Vol. tanque} = Q_{\text{med}} * 86\ 400 * 40\%$$

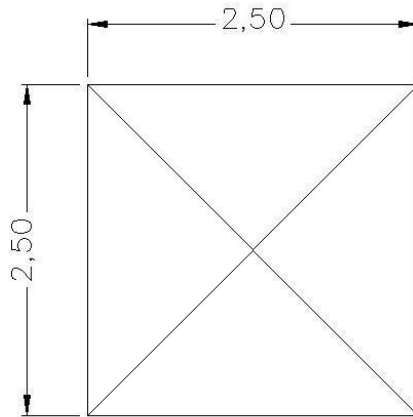
$$\text{Vol. tanque} = \frac{0,3171 * 86\ 400 * 0,40}{1000} = 10,95 \text{ m}^3 \approx 11 \text{ m}^3$$

El tanque se construirá después de la captación de la fuente con el volumen indicado (ver planos en apéndices) y tomando en cuenta la geología del terreno se construirá semienterrado y de concreto ciclópeo.

### 2.1.5.8.2. Diseño estructural

Para la cubierta se deberá usar losa de concreto reforzado con las siguientes dimensiones como se muestra en la figura 2:

Figura 2. **Diseño de la losa del tanque**



Fuente: elaboración propia.

Por las dimensiones, área tributaria y por su sobre carga, únicamente se reforzará por temperatura.

Cálculo del refuerzo por temperatura  $A_{s_{min}}$

$$A_{s_{min}} = \frac{0,40 \cdot 14,1 \cdot b \cdot d}{F_y}$$

$$A_{s_{min}} = \frac{0,40 \cdot 14,1 \cdot 100 \cdot 10}{2810} = 2,01 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Usando refuerzo #3

Si área = 2,01 cm<sup>2</sup> → 100 = separación

Entonces  $0,71 \text{ cm}^2 \longrightarrow X = 35 \text{ cm}$ , se usara con No.3 @  $0,25\text{m}$

### Diseño estructural del muro del tanque

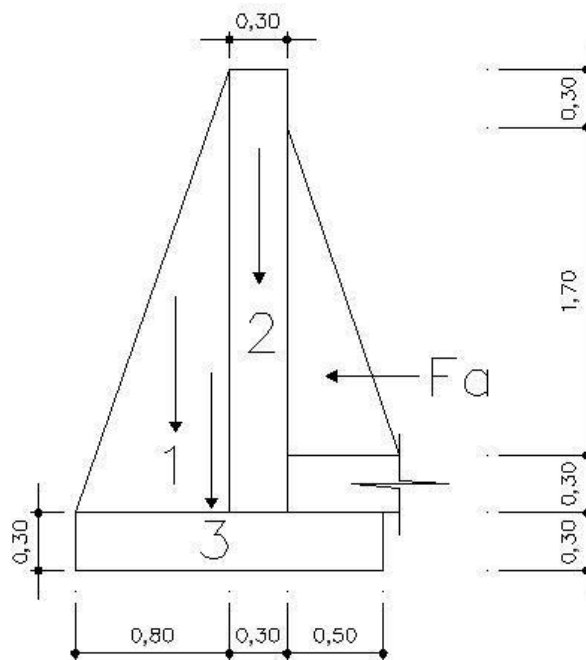
Para el cálculo se utilizan los siguientes datos:

Peso concreto ciclópeo =  $2\,700 \text{ kg/m}^3$

Peso concreto armado =  $2\,400 \text{ kg/m}^3$

Valor soporte del suelo =  $15\,000 \text{ kg/m}^2$

Figura 3. **Geometría y diagrama de presiones del muro**



Fuente: elaboración propia.



Tabla I. **Momento estabilizante en el muro**

Sección	Dimensiones (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Peso Vol.(kg/m <sup>3</sup> )	Peso $W_R$ (kg)	Brazo (m)	Momento $M_R$ (kg-m)
1	0,8	2	0,8	2700	2160	0,54	1166,40
2	0,3	2	0,6	2700	1620	0,95	1539,00
3	1,60	0,3	0,48	2700	1296	0,80	1036,80
					$\Sigma$ 5076		$\Sigma$ 3472,2

Fuente: elaboración propia.

Carga de losa sobre el muro

Carga muerta (CM)

$$\text{Peso propio de losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,12 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Sobre peso} = 60 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{CM} = 288 + 60 = 348 \text{ kg/m}^2$$

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

Carga última (CU)

$$\text{CU} = 1,4 \text{ CM} + 1,7 \text{ CV} = (1,4 \cdot 348) + (1,7 \cdot 100) = 657 \text{ kg/m}^2$$

Área tributaria

$$A = B = (2,5 \cdot 1,25) / 2 = 1,56 \text{ m}^2$$

Peso sobre el muro = peso de área tributaria de losa

$$W_A = W_B = (657 \cdot 1,56) / 2,5 = 409,97 \text{ kg/m}$$

Considerando W como carga puntual (Pc)

$$P_c = 409,97 \text{ kg/m} \cdot 1,00 \text{ m} = 409,97 \text{ kg}$$

Por lo que el momento que ejerce la carga puntual (Mc)

$$M_c = 409,97 \text{ kg} (0,30/2 + 0,8) \text{ m} = 389,47 \text{ kg-m}$$

Peso total del muro ( $W_T$ )

$$W_T = W + W_R = 389,47 + 5\,076 = 5\,465,47 \text{ kg/m}$$

Fuerza activa (Fa)

$$F_a = \gamma_{\text{agua}} \cdot H^2 = 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot (1,7 \text{ m})^2 / 2 = 1\,445 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo con respecto a "X"

$$M_{\text{act}} = F_a \cdot (H/3) = 1\,445 \cdot (1,7/3 + 0,6) = 1\,685,83 \text{ kg-m/m}$$

Chequeos

Estabilidad contra volteo (Fsv) > 1.50

$$F_{sv} = (M_R + M_C) / M_{\text{act}} = (3\,742,2 + 389,47) / 1\,685,83 = 2,45 > 1,50$$

Estabilidad contra deslizamiento (Fsd) > 1.50

$$F_{sd} = (W_T \cdot \mu) / F_a = (5\,465,47 \cdot 0,4) / 1\,445 = 1,51 > 1,50$$

Presión máxima bajo la base del muro

$\max < V_s$

$$a = (M_R + M_C - M_{\text{act}}) / W_T$$

$$a = (3\,742,2 + 389,47 - 1\,445) / 5\,465,47 = 0,49$$

Donde la excentricidad

$$e_x = (1/2) \text{ base} - a$$

$$ex = (1/2)1,60 - 0,49 = 0,31$$

Modulo de sección por metro lineal Sx

$$Sx = (1/6) \text{ base}^2 * \text{Long} = (1/6)(1,60^2)(1) = 0,43 \text{ m}^3$$

Presión Máxima = Pmax

$$P_{\max} = M_T/A + (M_T * ex)/Sx$$

$$P_{\max} = 5\,465,47/1,61(1) + (5\,465,47 * 0,31)/0,43 = 7\,356,14$$

$$P_{\max} = 7\,356,14 < 15\,000 \text{ kg/m}^2$$

#### 2.1.5.9. Línea distribución

Son todas las tuberías de PVC o HG que distribuyen el agua en forma de ramales abiertos o en forma de circuitos cerrados, que salen desde el tanque de distribución hasta los puntos de toma, los cuales pueden ser: conexiones prediales, llena cántaros, etc.

Para el diseño de la red de distribución deben tomarse en cuenta las distintas obras como: caja de válvulas de compuerta, cajas rompe presiones, pasos aéreos, entre otros que dependerán de la topografía del terreno y los criterios en el diseño.

Ejemplo del tramo de las estaciones captación a tanque para el diseño hidráulico de la red de distribución, utilizando la fórmula de Hazen-Williams, que es la siguiente:

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga por fricción en metros (m).

L = longitud de tubería en metros.

Q = caudal de diseño en l/s.

C = coeficiente de rugosidad.

Ø = diámetro de la tubería en pulgadas (“).

Datos:

L = 312,61 m

Q = 0,6343 l/s

C = 150

Ø = 1”

Solución:

$$H_f = \frac{1743,811 * 312,61 * 0,6343^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 22,13 \text{ m}$$

Mientras para chequear las velocidades (Vel) se usa la fórmula siguiente:

$$Vel = \frac{1,974 * Q}{\text{Ø}^2}$$

Donde:

Vel = velocidad en m/s.

$$Vel = \frac{1,974 * 0,6343}{1^2} = 1,25 \text{ m/s}$$

Cota Piezométrica (C.P.) = Altura Salida – Hf

C.P. = 1 748,00 – 22,13 = 1 725,87 m.c.a.

Presión Estática (P.E.) = Altura Salida – Cota terreno

$$P.E. = 1\ 748,00 - 1\ 705,52 = 42,48\text{ m}$$

Presión Dinámica (P.D.) = C.P. – Cota terreno

$$P.D. = 1\ 725,87 - 1\ 705,52 = 20,35$$

Después continúa todo el sistema de forma similar de la memoria de cálculo del diseño hidráulico de la red de distribución (ver tabla en anexos).

#### **2.1.5.10. Conexiones domiciliarias**

El objetivo de todo sistema de agua potable, es dotar de agua potable a los usuarios de éste, de la forma mas accesible y esta es llegando hasta cada una de las viviendas; por medio de la conexión domiciliar, que no es mas que instalar un grifo desde la tubería de distribución hasta el inicio del predio donde se encuentra la vivienda. Se instalará tubería Ø ½" PVC de 315 psi, esto para asegurarse que la presión de diseño no exceda la presión de trabajo de la tubería.

- Esta obra se compone de lo siguiente:
- Abrazadera domiciliar o tee reductora, depende de los diámetros de existencia en el mercado o tee normal con reductor si fuera necesario
- Llave de cheque
- Contador
- Llave de compuerta
- Dos cajas, para contador y para válvulas respectivamente

### **2.1.5.11. Válvulas**

Las válvulas se definen como los aparatos mecánicos con los que se puede iniciar, detener o regular la circulación del paso de líquidos mediante una pieza movable que abre, cierra y que obstruye en forma parcial uno o más orificios.

#### **2.1.5.11.1. Válvula de aire**

Estas válvulas de aire tienen la función de permitir el escape de aire que se acumula en las tuberías, se colocan en los puntos altos. Consta de válvula de cuerpo, tapadera y flotador, se colocará una en la estación:

#### **2.1.5.11.2. Válvula de limpieza**

Las válvulas de limpieza sirven para extraer los sedimentos que se pueden depositar en las partes bajas de la tubería, donde se colocan normalmente. Consta de una Tee colocada en la línea, a la cual se conecta lateralmente un niple con una válvula de compuerta y otro niple hasta el punto adecuado de desfogue, se colocará una en la estación.

### **2.1.6. Desinfección**

La desinfección del agua constituye una medida de carácter correctivo que se adoptara obligatoriamente en el proyecto, un medio empleado para este fin son los hipocloradores que son aparatos que se utilizan para la dosificación de hipocloritos en solución, que se preparan con base de la del cloro.

Para este sistema se propone la utilización de tabletas de hipoclorito de calcio [Ca (OCL)] con contenido aproximadamente entre 65 por ciento y 70 por ciento del cloro activo. Para el funcionamiento no se requiere energía eléctrica, sino que será automático permitiendo el flujo del agua con las tabletas de hipoclorito de calcio para tener la solución, se debe mantener un rango entre 5 y 20 galones por minuto a través del clorador.

Debe tener dimensiones de aproximadamente 0,30 metros de diámetro y 0,90 metros de alto. Se debe instalar una caja a la entrada del tanque de distribución que tendrá la función de proteger al clorador y estará constituido por una tapadera de registro con pasador y candado. Este tendrá dimensiones interiores de un metro de ancho y largo, mientras que un metro de altura.

El cloro continúa siendo la sustancia química más económica, con mayor seguridad y control que se aplica al agua para obtener su desinfección. La cantidad de cloro remanente después de un período de contacto específico, es necesario mantener un nivel de cloro residual para lograr el tratamiento adecuado y completo, con margen de seguridad contra una subsiguiente contaminación.

#### **2.1.7. Elaboración del presupuesto**

Para la realización del mismo se toma en cuenta la cantidad de materiales, el precio de los materiales, la mano de obra calificada y la mano de obra no calificada. Además, por tratarse de un proyecto de beneficio social no existe utilidad, se tomo un porcentaje de 10 por ciento por imprevistos y 30 por ciento por gastos administrativos. En la tabla II se muestra el presupuesto por renglones de trabajo del proyecto de abastecimiento de agua potable.

Tabla II. **Presupuesto para abastecimiento de agua potable en la colonia San Gregorio, municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá**

**PRESUPUESTO**

**PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO**  
**UBICACIÓN: MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>P.U</b>	<b>SUBTOTAL</b>
1	Captación brote definido	2,00	UNIDAD	Q22 502,94	Q45 005,89
2	Línea de conducción 312,61 metros	312,61	ML	Q66,64	Q20 831,60
3	Tanque de distribución de 11 m3	1,00	GLOBAL	Q102 621,91	Q102 621,91
4	Línea de distribución 2980,06 metros	2 980,06	ML	Q53,74	Q160 147,85
5	Válvula de aire	1,00	GLOBAL	Q3 798,15	Q3 798,15
6	Válvula de limpieza	1,00	GLOBAL	Q3 901,77	Q3 901,77
7	Conexiones domiciliarias (165)	165	UNIDAD	Q1 226,38	Q202 352,87
8	Herramienta y Mano de obra	1	GLOBAL	Q72 407,50	Q72 407,50

**COSTO TOTAL DEL PROYECTO**

**Q538 660,02**

Fuente: elaboración propia.

**2.1.8. Elaboración de planos**

Los planos fueron elaborados en AutoCad y Civil 3D. Se debe tener una serie de conocimientos básicos, con la finalidad de obtener un producto final de alta calidad y uniformidad en la información generada.



### **2.1.9. Programa de operación y mantenimiento**

Para la construcción del proyecto todas las personas beneficiadas deben ayudar, organizándose en grupos para las diferentes actividades por las que esta conformado el proyecto. Se debe asegurar un adecuado mantenimiento del sistema por parte de las personas de la comunidad, teniendo una buena organización para el almacenamiento de las herramientas para la operación y el mantenimiento del proyecto, las cuales tienen que estar debidamente capacitadas sobre el mantenimiento del sistema.

### **2.1.10. Propuesta de tarifa**

Para tener en operación y mantenimiento al sistema en el proyecto de abastecimiento de agua potable se propone una tarifa de quince quetzales mensuales para toda la población beneficiada.

### **2.1.11. Evaluación socioeconómico**

Los pasos a seguir para realizar una evaluación socioeconómica de proyectos de inversión, es decir; identificar el impacto de un proyecto sobre el bienestar socioeconómico de un país, son los siguientes.

#### **2.1.11.1. Valor Presente Neto**

El Valor Presente Neto (VPN), es el procedimiento que nos permite calcular el valor presente (de donde surge su nombre) de una determinada suma de los flujos netos de caja actualizados, que incluyen la inversión inicial. El proyecto de inversión según este criterio, se acepta cuando el valor presente neto es positivo, porque agrega capital.

El método descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del valor presente neto constituye una herramienta fundamental, para la evaluación de proyectos como para la administración financiera, para estudiar el ingreso futuro a la hora de realizar una inversión en algún proyecto.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, mientras que por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia, cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. Al ser un método que tiene en cuenta el valor tiempo de dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, son a la fecha del inicio del proyecto.

Para el proyecto de abastecimiento de agua potable en la colonia San Gregorio, municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá, requiere la inversión inicial del costo total del proyecto siendo Q543 362,87, teniendo únicamente los ingresos anuales de la forma siguiente: 165 viviendas \* Q15,00\*12 meses = Q29 700,00 y con valor de rescate nulo, con tasa de interés 5 por ciento anual para 20 años.

$$VPN = -Q543\,362,87 + 29\,700,00(P/A, 5\%, 20)$$

$$VPN = -Q543\,362,87 + 29\,700,00 \left( \frac{(1+0,05)^{20} - 1}{0,05 * (1+0,05)^{20}} \right)$$

$$VPN = -Q543\,362,87 + (29\,700,00 * 12,4622) = -Q173\,235,53$$

En conclusión se tienen pérdidas para el desarrollo del proyecto abastecimiento de agua potable en la Colonia San Gregorio, municipio de San Lucas Tolimán, Departamento de Sololá, al realizar el estudio del valor presente

neto, pero tiene justificación al ser un proyecto de beneficio social para la comunidad.

### **2.1.11.2. Tasa Interna de Retorno**

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

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

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

El modelo matemático es el siguiente:  $(VP-VR)-Crf+(VR*i) +D = I$

Simbología:

VP = Valor presente

VR = Valor de rescate

Crf = Factor de recuperación de capital

i = tasa de interés

D = Desembolsos

I = ingresos

n = número de períodos

El cálculo de la TIR consiste en prueba y error se comienza como una tasa tentativa de actualización y con el mismo se trata de calcular un valor actual neto, se tantea hasta que sufra un cambio de signo el (VP). Después continua a través de la siguiente fórmula:

$$i = \left( \frac{\text{resultado de la 1era prueba}}{\text{valor presente}} \right) * 100$$

$$i = \left( \frac{\text{última tasa}}{\text{trabajada}} \right) + \left( \frac{\text{resultado de la última prueba}}{\text{valor presente}} \right) * 100$$

$$\text{TIR} = \left( \frac{\text{tasa anterior}}{\text{trabajada}} \right) + \left( \frac{\text{resultado tasa anterior}}{\text{tasa anterior-ultima tasa}} \right) * \left( \frac{\text{diferencia}}{\text{tasas trabajadas}} \right)$$

Para el proyecto se tiene para inversión I = Q534 362,87 y producir un beneficio anual de 29 700,00 con vida de servicio de 20 años.

$$\text{VP}(3\%) = -Q543 362,87 + 29 700,00(\text{P/A}, 3\%, 20)$$

$$\text{VP}(3\%) = -Q543 362,87 + (29 700,00 * 14,8775) = -Q101 501,12$$

$$\text{VP}(1\%) = -Q543 362,87 + 29 700,00(\text{P/A}, 1\%, 20)$$

$$\text{VP}(1\%) = -Q543 362,87 + (29 700,00 * 18,0456) = -Q7 408,55$$

Al igual que la evaluación del valor presente neto al final en conclusión se tienen pérdidas para el proyecto de agua potable en la colonia San Gregorio,

municipio de San Lucas Tolimán, Departamento de Sololá, porque con ninguna tasa de interés se puede tener ganancias, pero se justifica al ser un proyecto de beneficio social.

#### **2.1.12. Evaluación de impacto ambiental inicial**

Una evaluación de impacto ambiental describe las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Este documento proporciona antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que deben ejecutarse para impedir o minimizar sus efectos adversos.

Este proyecto de abastecimiento de agua potable en la colonia San Gregorio, no tendrá un impacto significativo en el ambiente de los que generalmente se producen debido a que la descarga se hace a pozos de filtración domiciliar.

##### **2.1.12.1. Impacto ambiental que será producido**

Existen diferentes métodos para realizar una evaluación de impacto ambiental para este proyecto se usara el método de matrices de Leopold.

En este método se desarrollan matrices con el objeto de establecer las relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto.

Siempre que se utilice este método de evaluación de impacto ambiental debe de tenerse muy en cuenta identificación de actividades constructivas y acciones para los proyectos.

Tabla III **Identificación de actividades constructivas y acciones para proyectos de abastecimiento de agua potable**

ACCIÓN		Movimiento de maquinaria	Transporte de materiales	Emisión de gases	Cierre parcial o total de las calles	Emisión de ruido	Emisión de polvo	Conducción de aguas
ACTIVIDAD								
ETAPA								
CONSTRUCCIÓN	Trazo							
	Excavación							
	Colocación de tubería							
	Construcción de tanque de almacenamiento							
	Relleno de zanjas							
	Compactación							
	Acarreo de tierra y material sobrante							
	Prueba de filtrado							
	Entrega del Proyecto							
USO	Mantenimiento							
	Reparaciones							

Fuente: GARCIA MÉNDEZ, Jorge Antonio. Diseño de ampliación de la red de alcantarillado sanitario para el municipio de san Rafael las Flores y diseño de puente en entrada al municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa. p.74.

De acuerdo con los variados componentes ambientales. El proyecto y en las acciones asociadas se identificaron impactos potenciales.

Tabla IV. **Impactos identificados en la etapa de construcción y operación del sistema de abastecimiento de agua potable**

<b>CAUSA DEL IMPACTO</b>	<b>IMPACTO</b>
Trabajos de excavación, apertura de zanjas, transporte de sólidos, relleno y compactación.	Afectan al medio social, por la generación de ruidos, material particulado, gases de combustión.
Limpieza de equipos de construcción, lavado de maquinarias, palas, e instrumentos de trabajo.	Afectan de la calidad del suelo contaminando con aguas de lavado que contienen sólidos en suspensión, productos químicos, PH alcalinos, etc.
Montaje de tuberías, compactación del terreno, cerrado de zanjas.	Afectará el medios social ya que tendrán riesgos por accidentes en los moradores de la colonia, causados por la dificultad de transito, aperturas de zanjas, montículos de tierra acumuladas, presencia de maquinaria pesada, etc.
Funcionamiento de letrinas, bodegas y zona de parqueo de maquinaria pesada.	Afectan al medio social por la generación de desechos sólidos, producidos por las actividades diarias de los trabajadores.
Acciones de traslado de material, desalojos y transporte de material de aporte, bodegaje de materiales de construcción y construcción de campamentos.	Estos son otros factores que influyen en casi todos los aspectos del medio ambiente.

Fuente: GARCIA MÉNDEZ, Jorge Antonio. Diseño de ampliación de la red de alcantarillado sanitario para el municipio de san Rafael las Flores y diseño de puente en entrada al municipio de San Rafael Las Flores, Santa Rosa. p.78.

Con base a lo anterior se puede construir una matriz para poder visualizar mejor el impacto ambiental que será producido ponderando dicho impacto de la siguiente manera. Clasificación de los impactos; para clasificar el impacto que sea producido este método lo clasifica como bajo, mediano y alto, y se da una ponderación a cada clasificación para poder visualizar el impacto que será producido.

Tabla V. **Clasificación de los impactos**

<b>Cualitativo</b>	<b>Cuantitativo</b>
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Matriz de interacciones de componentes ambientales y actividades del sistema de abastecimiento de agua potable**

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>												
		Trazo	Excavación	Colocación de tubería	Construcción de tanque de almacenamiento	Relleno de zanjas	Compactación	Acarreo de tierra y material sobrante	Prueba de filtración	Entrega del proyecto	Mantenimiento	Reparaciones	Funcionamiento del proyecto
<b>Físico</b>	Aire		1			1	1	1					
	Ruido	1	2			1	2	1					
	Agua				1				2				3
	Suelo	1	1		1	1	1		2				
<b>Humano</b>	Social	1	1	1		1	1	1		2	1	1	2
	Recreativo											1	
	Económico										1	1	

Fuente: elaboración propia.



Como se puede observar los aspectos en donde se producirá el mayor impacto son: el aspecto social, el ruido, el suelo, el aire y el agua.

### 2.1.12.2. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación, deben ser tomadas sobre el o los aspectos que se vean más afectados o con mayor impacto debido a la ejecución del proyecto.

Tabla VII. **Medidas de mitigación según el medio y componente en donde se producirá el impacto en proyectos de agua potable**

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>	<b>Medida de mitigación</b>
Físico	Aire	Lo primero que se debe de tomar en cuenta es la salud de los trabajadores para ello se deberá dotar de mascarillas en las actividades con más riesgo de producir y respirar polvo. Para controlar el polvo producido por el movimiento suelo y la utilización de materiales de construcción, lo recomendable es controlar la humedad del suelo que será movido al igual que la de los materiales que serán utilizados.
Físico	Ruido	Las emisiones de CO2 son producidas por la maquinaria, para controlar estos gases se recomienda utilizar maquinaria en buen estado. La mayor cantidad de ruido es producida por los automotores que trabajan para la construcción. Debido a esto es muy difícil de controlar por lo que la comunidad se deberá acostumbrar a tener automotores trabajando frente a sus casas mientras se ejecuta el proyecto.

Continuación de la tabla VII.

Físico	Agua	<p>El agua que se puede contaminar en este tipo de proyecto es el agua subterránea, debido a las filtraciones que pueda tener la tubería o en los acoples de la misma. También puede de contaminarse el agua superficial.</p> <p>En el proyecto del drenaje se hará una revisión de cada tubo y acoples que se utilicen. También se deberá hacer una prueba de la eficiencia de la red de tubería, esta prueba se hará de sección en sección, aguas recogerá al final de la misma, la cantidad de agua recibida aguas abajo deberá ser cuando menos el 90% de la que se suelta agua arriba.</p>
Físico	Suelo	<p>En cuanto a la estructura general del suelo tendrá modificaciones mínimas que no tendrá un impacto significativo.</p>
Biótico	Flora y Fauna	<p>En el caso de flora y fauna, no habrá ningún efecto ambiental adverso ya que la mayor parte del proyecto se encuentra dentro de una zona ya urbanizada y la parte que pasa sobre terreno, no existe vegetación.</p>
Humano	Social	<p>El proyecto debe integrarse e insertarse de forma apropiada en esa comunidad, al punto de que se convierta en un nuevo vecino, cuyo desarrollo puede calificarse como un progreso para la comunidad y un avance más hacia la consecución de sus logros sociales y ambientales.</p> <p>A pesar de que es el aspecto en donde se producirá el mayor impacto todo radica en cambio de costumbres debido a personas ajenas a lugar de los proyectos, el impacto se relaciona con el comportamiento de estas personas; por lo que se recomienda implementar un código de buena conducta que regule la relación entre ambas sociedades.</p>
Humano	Recreativo Económico	<p>No se observa un impacto significativo.</p>

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Diseño del sistema de drenaje pluvial del sector sur de la cabecera del municipio de San Lucas Tolimán**

Cuando las pendientes son pronunciadas, las aguas de lluvia que corren a través de las calles, adquieren grandes velocidades y por lo tanto fuerzas de erosión, lo que combinado a la suavidad de la capa superficial del suelo, provoca el deterioro de las calles.

Estas aguas al llegar a lugares planos provocan la acumulación, produciendo inundaciones y estancamientos, los que a su vez obstruyen el paso de peatones y vehículos.

### **2.2.1. Parámetros de diseño**

El proyecto se diseñará según las normas establecidas y criterios generales aplicables al diseño de las redes de alcantarillado, que sean elaborados para las comunidades del interior de la República de Guatemala por medio de EMPAGUA e Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

#### **2.2.1.1. Diámetros mínimos**

En los diámetros de la tuberías de alcantarillado de aguas lluvias, se calcula el mínimo diámetro requerido y se selecciona el siguiente diámetro comercial disponible. Los tubos comerciales están disponibles en diámetros de 8", 10", 12", 15", 16" y 18". en incrementos de 3".

Una vez que se ha calculado el caudal de diseño  $Q$  que entra en el tubo de alcantarillado utilizando la formula racional, se determina el diámetro del tubo

D que conduce dicho caudal. Es usual suponer que el tubo fluye lleno bajo condiciones gravitacionales pero que no se presuriza.

#### **2.2.1.2. Velocidad mínima y máxima**

Es recomendable, en tubería de PVC, que la velocidad del flujo en líneas de alcantarillado pluvial, no sea mayor de 4,00 metros por segundo, para proporcionar una acción de auto limpieza, es decir, capacidad de arrastre de partículas. No existiendo una velocidad de flujo mínimo, dado que no habrá caudal en época de verano.

#### **2.2.1.3. Profundidad de la tubería**

La profundidad mínima para instalar la tubería debe ser tal que el espesor del relleno evite el daño a los conductos, ocasionados por las cargas vivas y de impacto. En todo diseño de un sistema de drenaje pluvial, se deben respetar las profundidades mínimas ya establecidas. La profundidad mínima se mide desde la superficie del suelo, hasta la parte superior del tubo.

#### **2.2.1.4. Pozos de visita**

Los pozos de visita son de sección circular y con un diámetro de 1,5 metros a 2,50 metros, las paredes se construyen de ladrillo tayuyo, y en el fondo una losa de concreto armado. La parte superior es de forma de cono y lleva una tapadera circular de concreto armado. Se puede penetrar en él. Cuando sea necesario efectuar alguna limpieza. No se permitirá caída en entrada de pozo de visita mayor de 1,00 metros sin accesorio especial, un derivador de caudal que funcionará como disipador de energía y éste encausará el caudal en forma moderada, ya que, de lo contrario produce

caudales máximos que son conflictivos y pueden producir destrucción del sistema.

La distancia máxima entre cada pozo de visita es de 100 metros en tramos mayores se deberá colocar dos o los que sean necesarios.

## **2.2.2. Recopilación de información de campo**

El trabajo de campo, es la recopilación de los datos y fundamentalmente consiste en medir ángulos horizontales o verticales y distancias.

### **2.2.2.1. Estudio topográfico**

En el levantamiento topográfico se utilizó el siguiente equipo:

- Teodolito
- Cinta métrica de 30mts
- Plomada
- Estadal de 4mts
- Martillo, clavos y pintura

Se procedió a colocar clavos y pintar su localización para levantar el eje central de las calles y avenidas, como una poligonal abierta utilizando el método de conservación de azimut, y después del levantamiento planimétrico de la línea central, se procedió a nivelarla, tomando lecturas a cada 20 metros y en lugares donde se considero necesario.

### **2.2.3. Diseño hidráulico**

Para cumplir con este propósito, se establece en forma secuencial, todos los pasos que deben seguir hasta finalizar el diseño y la comprobación del comportamiento hidráulico del sistema de drenaje.

#### **2.2.3.1. Coeficiente de escorrentía**

El coeficiente de escorrentía también depende de las características y las condiciones del suelo.

Es el porcentaje del agua total llovida tomada en consideración puesto que no todo el volumen de precipitación pluvial drena por medio de la alcantarilla natural o artificial.

Esto se debe a la evaporación, infiltración, detención en oquedades del suelo, etc. Por lo que existen diferente coeficiente para cada tipo de terreno, el cual será mayor cuando mas impermeable sea la superficie.

Para calcular el coeficiente de escorrentía se calculara de la siguiente manera:

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

##### **2.2.3.1.1. Pendiente del terreno**

Siendo el criterio general que los sistemas de alcantarillado trabajen por gravedad, existe una pendiente mínima al sistema, que permite que el agua

conducida se desplace libremente y la máxima la que alcance la velocidad máxima admisible para la tubería por utilizar.

Para calcular la pendiente del terreno se utiliza la relación siguiente:

$$S \% = 100 * \frac{\text{Cota del terreno final} - \text{Cota del terreno inicial}}{\text{Longitud del tramo}}$$

### 2.2.3.2. Intensidad de lluvia

Es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo, producida por ésta: suponiendo que el agua permanece en el sitio donde precipitó. Se mide en milímetros por hora.

La intensidad de lluvia, se determinó de acuerdo a curvas de intensidad de lluvia calculadas por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), con base a estaciones pluviométricas ubicadas en las cercanías del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá.

La probabilidad de ocurrencia, se tomará en años, dada por la fórmula siguiente:

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

i = intensidad de lluvia

t = es el tiempo de concentración en minutos

a = constante propia de la localidad

b = constante propio de la localidad

Con base en la estación pluviométrica ubicada en Santiago Atitlán el Capitán en las cercanías del municipio de San Lucas Tolimán, Sololá. Se obtiene la formula siguiente:

$$i = \frac{1020}{(t+4)^{0,677}}$$

#### **2.2.3.2.1. Tiempo de concentración**

Es el tiempo necesario para que la escorrentía de una tormenta fluya desde el punto más alejado de la cuenca de drenaje a la salida de la misma. La escorrentía queda definida así mismo como la parte de la precipitación que fluye por la superficie del terreno. Se divide en el tiempo de entrada y tiempo de flujo dentro de la alcantarilla.

El tiempo de flujo dentro de la alcantarilla, para tramos consecutivos se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$T_2 = T_1 + \frac{L}{60 \cdot V}$$

Donde:

$T_1$  = Tiempo de concentración en el tramo anterior en minutos.

L = Longitud del tramo anterior en metros.

V = Velocidad a sección llena en el tramo anterior en metros por segundo.

#### **2.2.3.2.2. Probabilidad de ocurrencia**

Es uno de los parámetros más significativos a ser tomado en cuenta en el momento de dimensionar una obra hidráulica destinada a soportar avenidas, para el diseño de una red colectora de aguas pluviales en un determinado



sector. El período de retorno, generalmente expresado en años de 2,5,10,25 y 100 años, puede ser entendido como el número de años en que se espera se repita un cierto caudal o caudal máximo.

### **2.2.3.3. Áreas tributarias**

El área a drenar, generalmente, se calcula como aéreas tributarias, expresadas en hectáreas. La capacidad de descargar de las alcantarillas pluviales depende del área individual de drenaje de cada registro y de las entradas pluviales.

### **2.2.3.4 Caudal de diseño**

Para calcular el caudal de diseño se utilizara el método racional, el cual asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía, durante un período de precipitación máxima, debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua mas lejana para llegar hasta el punto considerado. Este método esta representado por la siguiente fórmula:

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

Donde:

Q = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C = Es la relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el  
área

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

A = Área por drenar en hectáreas

#### **2.2.4. Tragantes**

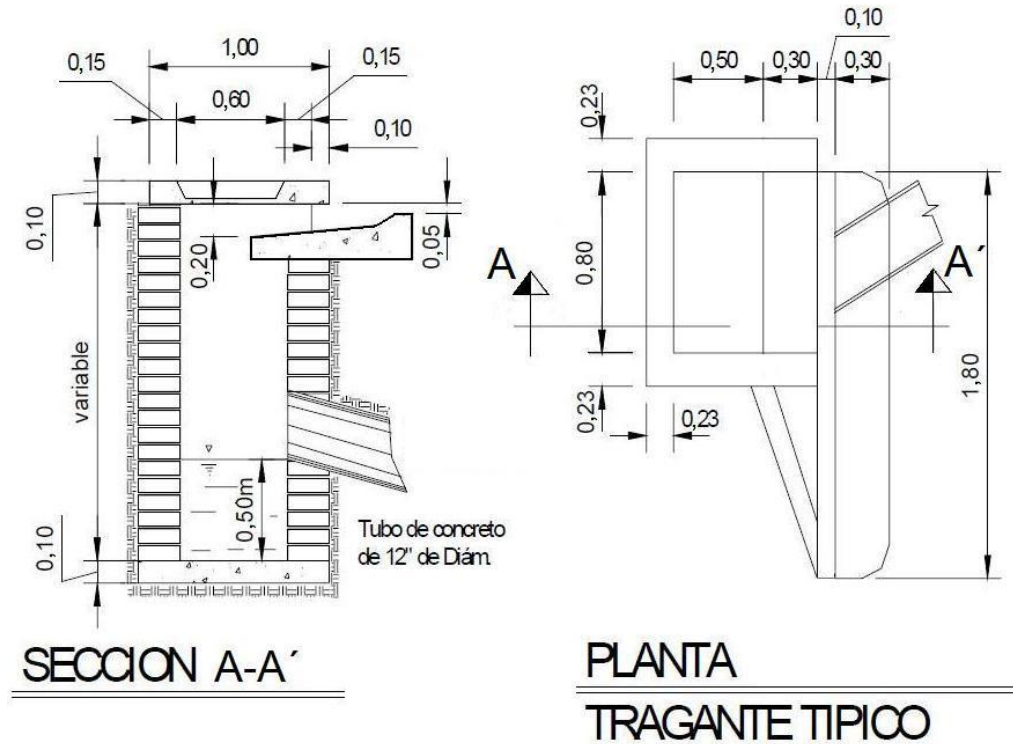
Son estructuras de concreto o de mampostería que se encuentran situados en las calles, en puntos estratégicos, con el propósito de captar el agua de lluvia y conducirlos a las alcantarillas.

El escurrimiento superficial entra por las cunetas de las calles a través de los tragantes, las dimensiones internas de los tragantes serán de 0,80 metros, tanto en el sentido longitudinal como transversal, tendrán una profundidad interna de 1 metro en promedio, excepto cuando el diseño determine mayor profundidad.

Cada uno de los tragantes tendrá como base una losa de concreto armado y una tapadera de forma cuadrada de 0,60 metros de luz.

- En las partes bajas, al final de cada cuadra a 3,00 metros antes de la esquina.
- En puntos intermedios de las cuerdas el caudal acumulado provoque un tirante de agua superior a 0,10 metros.
- Únicamente en aquellas calles que cuenten con pavimento a que hallan recibido o vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie.

Figura 4. Sección y planta de tragante típico



Fuente: elaboración propia.

Ejemplo: dimensionamiento del tamaño de los tragantes

Para lo cual se utilizan las ecuaciones anteriormente descritas, un tragante combinado de acera y cuneta con rejilla, anchura propuesta de la rejilla 0,50 metros.

Tiempo de concentración de 12 segundos

Lluvia con frecuencia de 25 años

$$i = 1020 / (t+4)^{0,677}$$

$$i = 1020 / (12+4)^{0,677} = 156,10$$

- El área tributaria sería

$$A = \text{ancho} \times \text{longitud} = 6,50 \times 570 = 3\,705 \text{ m}^2 = 0,3705 \text{ Ha}$$

- Con los valores encontrados

$$Q = C I A / 360$$

$$Q = 0,55(156,10)0,3705/360 = 0,08836 \text{ m}^3/\text{s}$$

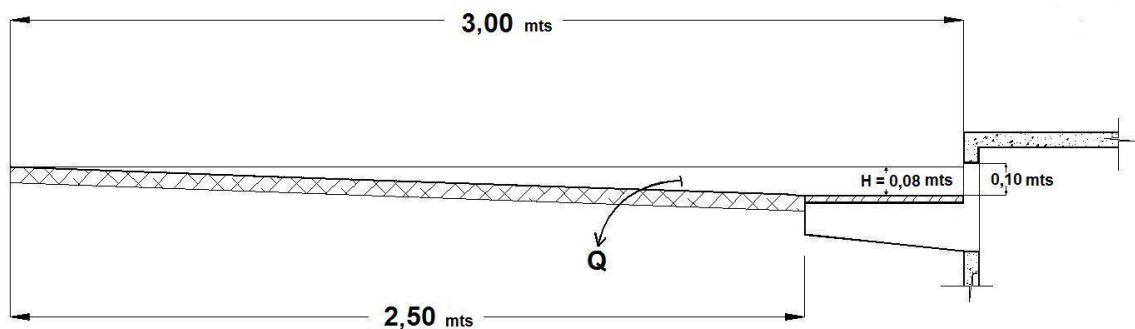
$$Q = 88,36 \text{ l/s}$$

- Gasto que no pasa por la rejilla

$$0,10/3 = H/(3-0,50)$$

$$H = 0,08 \text{ m}$$

Figura 5. **Sección transversal de calle**



Fuente: elaboración propia.

$$Q' = \frac{1}{0,016} * \frac{(2,50 * 0,08)}{2} * \frac{(2,50 * 0,08)}{0,08 + \sqrt{0,08^2 + 2,50^2}} (0,05)^{1/2}$$

$$Q' = 0,054 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Gasto interceptado

$$Q_i = Q - Q' = 0,088 - 0,054 = 0,034 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Tirante medio sobre la rejilla

$$h = \frac{0,08+0,10}{2} = 0,09 \text{ m}$$

- Área de escurrimiento

= tirante medio x Ancho de rejilla

$$= 0,09 \cdot 0,50 = 0,045 \text{ m}^2$$

- Velocidad del escurrimiento

$V = Q_i / \text{Área de escurrimiento}$

$$V = 0,034 \text{ m}^3/\text{s} / 0,045 \text{ m}^2 = 0,75 \text{ m/s}$$

- Valor del tirante “y”

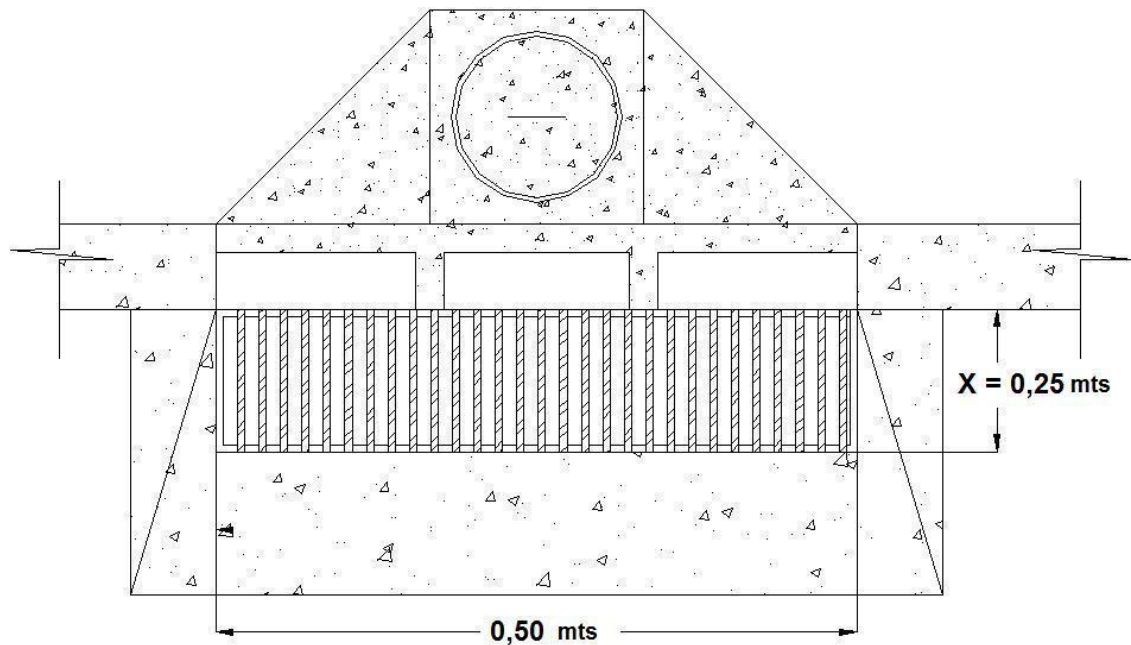
y = tirante medio + espesor de reja

$$y = (0,09 + 0,05) = 0,14 \text{ m}$$

- Longitud de la rejilla

$$X = 0,906 V y^{1/2} = 0,906(0,75) 0,14^{1/2} = 0,25 \text{ m}$$

Figura 6. **Tragante combinado de acera y cuneta**



Fuente: elaboración propia.

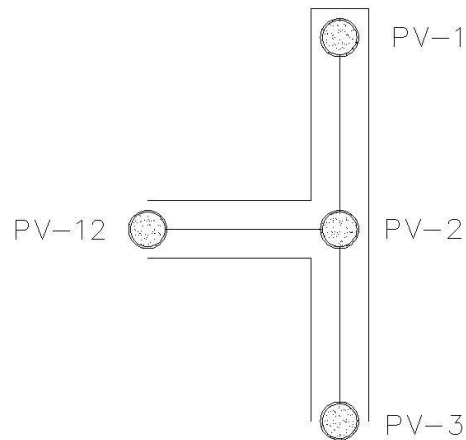
### 2.2.5. **Lugar de desfogue**

Las aguas de lluvia recolectadas por la línea de conducción aquí desembocarán, posteriormente en el lago de Atitlán debido a la topografía del lugar, será en el lugar denominado como el Relleno.

Ejemplo: cálculo hidráulico de alcantarilla

En este ejemplo se describe una pequeña parte de los cálculos para el drenaje pluvial, de la parte sur de San Lucas Tolimán.

Figura 7. **Esquema drenaje pluvial**



Fuente: elaboración propia.

Es necesario tener todos los datos antes de calcular, pendientes de terreno.

Pv 1 a Pv 2	1,81%
Pv 12 a Pv 2	1,29%
Pv 2 a Pv 3	1,74%

Tramo Pv 1 a Pv 2

Datos:

Área = 0,4429 Ha.

Distancia = 87,20 metros

Pendiente de terreno = 1,81%

El coeficiente C promedio = 0,55

Por ser tramo inicial se toma el tiempo de concentración de 12 segundos.

Calcular intensidad

$$i = \frac{1020}{(t+4)^{0,677}} = \frac{1020}{(12+4)^{0,677}} = 156,10 \text{ mm/hora}$$

Calcular caudal de diseño

Donde:

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{0,55 * 156,10 * 0,4429}{360} * 1000 = 105,63 \text{ l/s}$$

Calcular Velocidad Maning

$$\text{Vel Maning} = 0,3429 * \emptyset^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

$\emptyset$  = Diámetro tubería

S = Pendiente de la tubería

$$\text{Vel Maning} = 0,3429 * 12^{2/3} * 0,65^{1/2} = 1,449 \text{ m/s}$$

Calcular Caudal sección llena

$$Q_{\text{sec llena}} = \text{Velocidad} * \text{área tubería}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = 1,449 * \pi * (6 * 0,0254)^2 * 1000 = 105,73 \text{ l/s}$$

Tabla XIV. Elementos Hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular.



Se calcula la relación q/Q

$$q/Q = 105,63/105,80 = 0,99903 \approx 0,999031$$

d/D = 0,81900 determina que es menor de 0,90

$$v/V = 1,14000$$

Donde la velocidad es:

$$v = 1,14000 * V = 1,14000 * 1,449 = 1,65 \text{ m/s}$$

Tramo Pv 12 a Pv 2

Datos:

Área = 0,3954 Ha.

Distancia = 89,65 metros

Pendiente de terreno = 1,29%

El coeficiente C promedio = 0,55

Por ser tramo inicial se toma el tiempo de concentración de 12 segundos.

Calcular intensidad

$$i = \frac{1020}{(t+4)^{0,677}} = \frac{1020}{(12+4)^{0,677}} = 156,10 \text{ mm/hora}$$

Calcular caudal de diseño

Donde:

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{0,55 * 156,10 * 0,3954}{360} * 1000 = 94,30 \text{ l/s}$$

Calcular Velocidad Maning

$$\text{Vel Maning} = 0,3429 * \emptyset^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

$\emptyset$  = Diámetro tubería

S = Pendiente de la tubería

$$\text{Vel Maning} = 0,3429 * 12^{2/3} * 1,50^{1/2} = 2,20 \text{ m/s}$$

Calcular Caudal sección llena

$$Q_{\text{sec llena}} = \text{Velocidad} * \text{área tubería}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = 2,20 * \pi * (6 * 0,0254)^2 * 1000 = 160,53 \text{ l/s}$$

Tabla XIV. Elementos Hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular.

Se calcula la relación q/Q

$$q/Q = 94,297/160,525 = 0,58743$$

d/D = 0,55100 determina que es menor de 0,90

$$v/V = 1,04004$$

Donde la velocidad es:

$$v = 1,04004 * V = 1,04004 * 2,20 = 2,29 \text{ m/s}$$

Tramo Pv 2 a Pv 3

Datos:

$$\text{Área} = 0,3954 + 0,4429 + 0,3954 = 1,2411 \text{ Ha.}$$

$$\text{Distancia} = 89,65 \text{ metros}$$

$$\text{Pendiente de terreno} = 1,29\%$$

$$\text{El coeficiente C promedio} = 0,55$$

Como no es tramo inicial se calcula el tiempo de concentración.

$$T_2 = T_1 + \frac{L}{60 * V}$$
$$T_{1-2} = 12 + \frac{87,20}{60 * 1,449} = 13,00 \text{ s}$$
$$T_{12-2} = 12 + \frac{89,65}{60 * 2,20} = 12,68 \text{ s}$$

Utilizamos el tiempo de concentración mayor por tanto usamos 13 segundos.

Calcular intensidad

$$i = \frac{1020}{(t+4)^{0,677}} = \frac{1020}{(13+4)^{0,677}} = 149,82 \text{ mm/hora}$$

Calcular caudal de diseño

Donde:

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{0,55 * 149,82 * 1,2411}{360} * 1000 = 284,08 \text{ l/s}$$

Calcular velocidad Maning

$$\text{Vel Maning} = 0,3429 * \emptyset^{2/3} * S^{1/2}$$

Donde:

$\emptyset$  = Diámetro tubería

S = Pendiente de la tubería

$$\text{Vel Maning} = 0,3429 * 18^{2/3} * 1,50^{1/2} = 2,88 \text{ m/s}$$

Calcular caudal sección llena

$$Q_{\text{sec llena}} = \text{Velocidad} * \text{área tubería}$$

$$Q_{\text{sec llena}} = 2,88 * \pi * \left(\frac{18}{2} * 0,0254\right)^2 * 1000 = 472,82 \text{ l/s}$$

Tabla XIV. Elementos Hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular.

Se calcula la relación q/Q

$$q/Q = 284,08/472,82 = 0,60082 \approx 0,60124$$

$d/D = 0,55900$  determina que es menor de 0,90

$v/V = 1,04575$

Donde la velocidad es:

$v = 1,04575 * V = 1,04575 * 2,88 = 3,01$  m/s

En las siguiente tablas se mostrará el resultado de los cálculos del diseño de drenaje pluvial para San Lucas Tolimán.

### 2.2.6. Elaboración de presupuestos

Para la realización del mismo se toma en cuenta la cantidad de materiales, el precio de los materiales, la mano de obra calificada y la mano de obra no calificada. Además, por tratarse de un proyecto de beneficio social no existe utilidad, se tomo un porcentaje de 10 por ciento por imprevistos y 30 por ciento por gastos administrativos. En la tabla VIII se muestra el presupuesto por renglones de trabajo del proyecto de sistema drenaje pluvial.

Tabla VIII. **Presupuesto para sistema drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá**

REGLÓN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U	SUBTOTAL
1	Construcción pozos visita Ø1.50 x 2mts	3,00	Unidad	Q3,731.42	Q11,194.25
2	Construcción pozos visita Ø1.50 x 2.5mts	5,00	Unidad	Q4,246.78	Q21,233.91
3	Construcción pozos visita Ø1.50 x 3mts	3,00	Unidad	Q4,543.73	Q13,631.18
4	Construcción pozos visita Ø1.50 x 3.5mts	2,00	Unidad	Q4,869.26	Q9,738.53
5	Construcción pozos visita Ø1.50 x 4.5mts	1,00	Unidad	Q5,523.72	Q5,523.72
6	Construcción pozos visita Ø1.75 x 1.5mts	1,00	Unidad	Q4,128.44	Q4,128.44
7	Construcción pozos visita Ø1.75 x 2.5mts	4,00	Unidad	Q5,218.02	Q20,872.08

Continuación de la tabla VIII.

8	Construcción pozos visita Ø1.75 x 3mts	7,00	Unidad	Q5,575.01	Q39,025.04
9	Construcción pozos visita Ø1.75 x 3.5mts	6,00	Unidad	Q6,116.33	Q36,697.97
10	Construcción pozos visita Ø2x 2.5mts	2,00	Unidad	Q6,351.72	Q12,703.44
11	Construcción pozos visita Ø2x 3mts	3,00	Unidad	Q6,828.75	Q20,486.25
12	Construcción pozos visita Ø2x 3.5mts	4,00	Unidad	Q7,161.50	Q28,646.01
13	Construcción pozos visita Ø2x 4mts	3,00	Unidad	Q7,348.71	Q22,046.13
14	Construcción pozos visita Ø2x 4.5mts	3,00	Unidad	Q8,114.14	Q24,342.42
15	Construcción pozos visita Ø2.25x 3.5mts	1,00	Unidad	Q8,995.31	Q8,995.31
16	Construcción pozos visita Ø2.25x 5.5mts	2,00	Unidad	Q11,386.08	Q22,772.16
17	Construcción pozos visita Ø2.25x 6mts	1,00	Unidad	Q11,664.75	Q11,664.75
18	Construcción pozos visita Ø2.5x 3.5mts	6,00	Unidad	Q10,851.32	Q65,107.92
19	Construcción pozos visita Ø2.5x 4mts	4,00	Unidad	Q11,292.72	Q45,170.88
20	Construcción pozos visita Ø2.5x 4.5mts	6,00	Unidad	Q12,119.66	Q72,717.96
21	Construcción pozos visita Ø2.5x 5mts	1,00	Unidad	Q12,500.97	Q12,500.97
22	Construcción pozos visita Ø2.5x 6mts	5,00	Unidad	Q15,635.96	Q78,179.80
23	Línea de conducción drenaje pluvial 8"	89,84	ML	Q223.79	Q20,105.16
24	Línea de conducción drenaje pluvial 10"	453,46	ML	Q310.85	Q140,959.85
25	Línea de conducción drenaje pluvial 12"	470,81	ML	Q335.85	Q158,123.70
26	Línea de conducción drenaje pluvial 18"	616,28	ML	Q730.08	Q449,933.08
27	Línea de conducción drenaje pluvial 21"	397,05	ML	Q739.98	Q293,809.25
28	Línea de conducción drenaje pluvial 24"	87,95	ML	Q1,130.77	Q99,451.23
29	Línea de conducción drenaje pluvial 27"	270,48	ML	Q1,116.32	Q301,942.95
30	Línea de conducción drenaje pluvial 30"	83,52	ML	Q1,694.02	Q141,484.51
31	Línea de conducción drenaje pluvial 36"	184,46	ML	Q2,294.35	Q423,215.59
32	Línea de conducción drenaje pluvial 39"	157,71	ML	Q3,230.13	Q509,423.88
33	Línea de conducción drenaje pluvial 42"	422,34	ML	Q3,270.91	Q1,381,435.63
34	Línea de conducción drenaje pluvial 48"	161,01	ML	Q3,752.46	Q604,183.90
35	Línea de conducción drenaje pluvial 54"	121,98	ML	Q4,708.95	Q574,397.72
36	Línea de conducción drenaje pluvial 60"	846,32	ML	Q5,272.37	Q4,462,113.59
37	tragantes	53,00	UNIDAD	Q2,944.65	Q156,066.45
38	equipo, maquinaria y mano de obra	5,00	MESES	Q137,916.35	Q689,581.75
<b>Costo total del proyecto</b>		<b>Q 10,993,607.35</b>			

Fuente: elaboración propia.

### **2.2.7. Elaboración de planos**

Los planos fueron elaborados en AutoCad y Civil 3D. Se dibuja el proyecto con instrumentos precisos, con sus respectivos detalles, ajuste y correcciones, donde aparecen los planos de planta, perfil, secciones, detalles y otros.

### **2.2.8. Evaluación socioeconómico**

Los pasos a seguir para realizar una evaluación socioeconómica de proyectos de inversión, es decir, identificar el impacto de un proyecto sobre el bienestar socioeconómico de un país.

#### **2.2.8.1. Valor Presente Neto**

El valor presente neto para el proyecto de sistema drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá, es de Q 10 993 607,35 este es el costo del proyecto y va a ser desembolsado en el período 0 y debido a que es una inversión social no se está estipulado ningún ingreso, ni rentabilidad al proyecto.

#### **2.2.8.2. Tasa Interna de Retorno**

La tasa interna de retorno del proyecto es de 4,5 por ciento, esta es el costo para el Estado de desembolsar esta cantidad de dinero para estos proyectos. La tasa fue calculada tomando en cuenta la tasa libre de riesgo de Guatemala que es la inversión en títulos públicos que actualmente pagan esa cantidad y es lo que le cuesta al Estado captar los fondos para invertirlos en obra pública.

## **2.2.9. Evaluación de impacto ambiental inicial**

Una evaluación de impacto ambiental describe las características de un proyecto o actividad que se pretenda llevar a cabo o su modificación. Este documento proporciona antecedentes fundados para la predicción, identificación e interpretación de su impacto ambiental y describir la o las acciones que deben ejecutarse para impedir o minimizar sus efectos adversos.

Este proyecto de sistema drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá, no tendrá un impacto significativo en el ambiente de los que generalmente se producen debido a que la descarga se hace a pozos de filtración domiciliar.

### **2.2.9.1. Impacto ambiental que será producido**

Existen diferentes métodos para realizar una evaluación de impacto ambiental para este proyecto se usara el método de matrices de Leopold.

En este método se desarrollan matrices con el objeto de establecer las relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto.

Siempre que se utilice este método de evaluación de impacto ambiental debe de tenerse muy en cuenta identificación de actividades constructivas y acciones para los proyectos.



Tabla IX. **Identificación de actividades constructivas y acciones para proyectos de sistema drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá**

ACCIÓN ACTIVIDAD		Movimiento de maquinaria	Transporte de materiales	Emisión de gases	Cierre parcial o total de las calles	Emisión de ruido	Emisión de polvo	Conducción de aguas
	ETAPA							
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	Trazo							
	Excavación							
	Colocación de tubería							
	Construcción de pozos de visita							
	Relleno de zanjas							
	Compactación							
	Acarreo de tierra y material sobrante							
	Prueba de filtrado							
	Entrega del Proyecto							

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los variados componentes ambientales. El proyecto y en las acciones asociadas se identificaron impactos potenciales.

Tabla X. **Impactos identificados en la etapa de construcción y operación del sistema de drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá**

<b>CAUSA DEL IMPACTO</b>	<b>IMPACTO</b>
Trabajos de excavación, apertura de zanjas, transporte de sólidos, relleno y compactación.	Afectan al medio social, por la generación de ruidos, material particulado, gases de combustión.
Limpieza de equipos de construcción, lavado de maquinarias, palas, e instrumentos de trabajo.	Afectan de la calidad del suelo contaminando con aguas de lavado que contienen sólidos en suspensión, productos químicos, PH alcalinos, etc.
Montaje de tuberías, compactación del terreno, cerrado de zanjas.	Afectará el medios social ya que tendrán riesgos por accidentes en los moradores de la colonia, causados por la dificultad de transito, aperturas de zanjas, montículos de tierra acumuladas, presencia de maquinaria pesada, etc.
Funcionamiento de letrinas, bodegas y zona de parqueo de maquinaria pesada.	Afectan al medio social por la generación de desechos sólidos, producidos por las actividades diarias de los trabajadores.
Acciones de traslado de material, desalojos y transporte de material de aporte, bodegaje de materiales de construcción y construcción de campamentos.	Estos son otros factores que influyen en casi todos los aspectos del medio ambiente.

Fuente: elaboración propia.

Con base a lo anterior se puede construir una matriz para poder visualizar mejor el impacto ambiental que será producido ponderando dicho impacto de la siguiente manera.

Clasificación de los impactos: Para clasificar el impacto que sea producido este método lo clasifica como bajo, mediano y alto, y se da una ponderación a cada clasificación para poder visualizar el impacto que será producido.

Tabla XI. **Clasificación de los impactos**

<b>Cualitativo</b>	<b>Cuantitativo</b>
Bajo	1
Medio	2
Alto	3

Tabla XII. **Matriz de interacciones de componentes ambientales y actividades del sistema de drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá**

<b>Medio</b>	<b>Componente</b>												
		Trazo	Excavación	Colocación de tubería	Construcción de pozos de visita	Relleno de zanjas	Compactación	Acarreo de tierra y material sobrante	Prueba de filtración	Entrega del proyecto	Mantenimiento	Reparaciones	Funcionamiento del proyecto
<b>Físico</b>	Aire		1			1	1	1					
	Ruido	1	2		1	1	2	1					
	Agua								2				3
	Suelo	1	1			1	1		2				
<b>Biótico</b>	Flora												
	Fauna												

Continuación de la tabla XII.

<b>Humano</b>	Social	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
	Recreativo											1	
	Económico										1	1	

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar los aspectos en donde se producirá el mayor impacto son: el aspecto social, el ruido, el suelo, el aire y el agua.

### 2.2.9.2. Medidas de mitigación

Las medidas de mitigación, deben ser tomadas sobre el o los aspectos que se vean más afectados o con mayor impacto debido a la ejecución del proyecto.

Tabla XIII. **Medidas de mitigación según el medio y componente en donde se producirá el impacto en proyectos de drenaje**

Medio	Componente	Medida de mitigación
Físico	Aire	<p>Lo primero que se debe de tomar en cuenta es la salud de los trabajadores para ello se deberá dotar de mascarillas en las actividades con más riesgo de producir y respirar polvo.</p> <p>Para controlar el polvo producido por el movimiento suelo y la utilización de materiales de construcción, lo recomendable es controlar la humedad del suelo que será movido al igual que la de los materiales que serán utilizados.</p> <p>Las emisiones de CO2 son producidas por la maquinaria, para controlar estos gases se recomienda utilizar maquinaria en buen estado.</p>

Continuación de la tabla XIII.

Físico	Ruido	La mayor cantidad de ruido es producida por los automotores que trabajan para la construcción. Debido a esto es muy difícil de controlar por lo que la comunidad se deberá acostumbrar a tener automotores trabajando frente a sus casas mientras se ejecuta.
Físico	Agua	El agua que se puede contaminar en este tipo de proyecto es el agua subterránea, debido a las filtraciones que pueda tener la tubería o en los acoples de la misma. También puede de contaminarse el agua superficial. En el proyecto del drenaje se hará una revisión de cada tubo y acoples que se utilicen. También se deberá hacer una prueba de la eficiencia de la red de tubería, esta prueba se hará de sección en sección, aguas recogerá al final de la misma, la cantidad de agua recibida aguas abajo deberá ser cuando menos el 90% de la que se suelta agua arriba.
Físico	Suelo	En cuanto a la estructura general del suelo tendrá modificaciones mínimas que no tendrá un impacto significativo.
Biótico	Flora y Fauna	En el caso de flora y fauna, no habrá ningún efecto ambiental adverso ya que la mayor parte del proyecto se encuentra dentro de una zona ya urbanizada y la parte que pasa sobre terreno, no existe vegetación.
Humano	Social	El proyecto debe integrarse e insertarse de forma apropiada en esa comunidad, al punto de que se convierta en un nuevo vecino, cuyo desarrollo puede calificarse como un progreso para la comunidad y un avance más hacia la consecución de sus logros sociales y ambientales. A pesar de que es el aspecto en donde se producirá el mayor impacto todo radica en cambio de costumbres debido a personas ajenas a lugar de los proyectos, el impacto se relaciona con el comportamiento de estas personas; por lo que se recomienda implementar un código de buena conducta que regule la relación entre ambas sociedades.
Humano	Recreativo Económico	No se observa un impacto significativo.

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. El sistema de abastecimiento de agua potable en la colonia San Gregorio, municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá, tendrá un costo total de Q538 660,02, mientras que el costo del metro lineal del proyecto es de Q163,59 se justifica al ser un proyecto de beneficio social.
2. La construcción del proyecto de agua potable beneficiará con agua potable a 1370 habitantes, en cantidad suficiente y de mejor calidad, desde el punto de vista físico-químico y bacteriológico, para los próximos 20 años, que es la vida útil del proyecto.
3. El tipo de tubería a utilizar es PVC Norma ASTM D 2241 y 2466 por sus características de resistencia durabilidad, confiabilidad, fácil instalación y bajo mantenimiento.
4. El proyecto de abastecimiento de agua potable, no presenta impactos ambientales adversos que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o del medio ambiente, sino por el contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad de la población de la comunidad.
5. La construcción del sistema drenaje pluvial del sector sur del municipio de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá, tendrá un costo total de Q10993 607.35, mientras que el costo del metro lineal es de Q2 519,61 se justifica al ser un proyecto de beneficio social.

6. Por el costo elevado de la construcción de sistema de drenaje pluvial, planificar su construcción en varias fases las cuales puedan ser primera, iniciando en el PV-26 y terminar en el desfogue, dado que éste es el ramal principal de todo el sistema de drenaje pluvial con un costo de Q4 779 223,33 y planificar la construcción del sistema restante en una o dos fases mas.
  
7. La construcción del drenaje pluvial evitará el deterioro de las calles de San Lucas Tolimán, así como la inundación de viviendas en el sector.

## RECOMENDACIONES

Para la Municipalidad de San Lucas Tolimán, departamento de Sololá y para los COCODES locales de las comunidades beneficiadas, se recomienda lo siguiente:

1. Dar mantenimiento al sistema cada 6 meses, tubería, tanque de almacenamiento, caja rompe presión, llaves, etc. Para evitar el mal funcionamiento.
2. Es necesario conservar la fuente de agua dándole la protección requerida para evitar su contaminación por parte de los animales o personas, así como realizarse los aforos periódicamente, en especial durante el verano, por ser la época en que se registra menor caudal.
3. La tubería PVC debe mantenerse permanentemente enterrada para evitar su deterioro al estar descubierta dado a los golpes y los rayos solares.
4. Se debe fomentar entre la población beneficiada la utilización del agua potable solamente para uso personal y no para otros usos, tales como el riego.
5. Para las pendientes del drenaje pluvial menores al 0,80 por ciento es necesario un replanteo con topografía.



6. Es necesario que se haga una programación de mantenimiento de los drenajes y tragantes antes de iniciar el tiempo de lluvias para evitar cualquier situación que pueda dañarlos.
7. Educar a la comunidad por medio de los COCODES y la municipalidad a no tirar basura y desechos a las calles, ya que esto provoca la obstrucción de tragantes y regias que sirven para la evacuación del agua pluvial y los mismos solo provocan que el sistema se vea afectado y no se cumpla el objetivo de conducir correctamente el agua pluvial ocasionando inundaciones.
8. Con el objeto de que el proyecto sea funcional y tenga mayor durabilidad, se ha designado una cuota mensual para cada vivienda, la cual incluye gastos de mantenimiento preventivo y correctivo. La cuota es de Q 15 acorde al salario de los trabajadores, que oscila entre treinta y cincuenta quetzales diarios.
9. Para controlar el polvo producido por el movimiento suelo y la utilización de materiales de construcción, lo recomendable es controlar la humedad del suelo que será movido.

## BIBLIOGRAFÍA

1. CHAJÓN LÓPEZ, Norma Liseth. *Diseño de la red de drenaje sanitario, drenaje pluvial y pavimentación de acceso a la aldea Pajcó, Camotán, Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 137 p.
2. GARCIA CHINCHILLA, Abilio Eddy. *Introducción de agua potable, aldea el mirador y muro de contención de mampostería reforzada en el instituto de la Aldea Marajuma, del Municipio de Morazán, Departamento de el Progreso*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 96 p.
3. GIL LAROJ, Joram Matías. *Evaluación de tragantes pluviales para la ciudad de Guatemala*. Tesis Post-Grado Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1984. 44 p.
4. MORALES CUSTODIO, Ana José. *Diseño de abastecimiento de agua potable, pavimento rígido, drenaje sanitario y pluvial del barrio el recuerdo, y drenaje sanitario y pluvial para la colonia las Victorias, Municipio de Jocotenango, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 105 p.

5. RAMÍREZ GONZÁLEZ, Álvaro Alfredo. *Planificación y diseño de pavimento y drenaje pluvial, de la colonia la arada, ubicada en la zona 4 de Villa Nueva, Municipio de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 157 p.
6. ROMERO VILLATORO, Sergio Octavio. *Planificación y diseño del estudio para introducción de agua potable en la Comunidad Agraria del Parcelamiento Valle Lirio, Retalhuleu*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 103 p.
7. UMUL TIGUILÁ, Genaro Santiago. *Diseño de dos sistemas de introducción de agua potable por gravedad y bombeo en la colonia María Tecún, Aldea Argueta, Sololá y diseño de un camino rural en los Caseríos la Ilusión y el Ascenso, Cantón Chuiquel*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 181 p.

## **ANEXOS**

Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular

Análisis físico químico

Análisis bacteriológico

Curvas de intensidad de lluvia calculadas por el INSIVUMEH



**Anexo 1. Elementos hidráulicos de una alcantarilla de sección transversal circular**

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.00000	0.00100	0.01922	0.00005	0.00460	0.04900	0.25354	0.01814	0.01958	0.09700	0.39349	0.04977
0.00001	0.00200	0.03051	0.00015	0.00480	0.05000	0.25689	0.01869	0.02001	0.09800	0.39606	0.05052
0.00001	0.00300	0.03996	0.00028	0.00501	0.05100	0.26022	0.01925	0.02044	0.09900	0.39861	0.05128
0.00002	0.00400	0.04840	0.00043	0.00522	0.05200	0.26353	0.01981	0.02088	0.10000	0.40116	0.05204
0.00003	0.00500	0.05614	0.00060	0.00544	0.05300	0.26681	0.02038	0.02132	0.10100	0.40369	0.05281
0.00005	0.00600	0.06337	0.00079	0.00566	0.05400	0.27007	0.02095	0.02177	0.10200	0.40622	0.05358
0.00007	0.00700	0.07022	0.00099	0.00589	0.05500	0.27330	0.02153	0.02222	0.10300	0.40873	0.05435
0.00009	0.00800	0.07673	0.00121	0.00612	0.05600	0.27652	0.02212	0.02267	0.10400	0.41123	0.05513
0.00012	0.00900	0.08297	0.00145	0.00635	0.05700	0.27971	0.02270	0.02313	0.10500	0.41373	0.05591
0.00015	0.01000	0.08898	0.00169	0.00659	0.05800	0.28288	0.02330	0.02359	0.10600	0.41621	0.05669
0.00019	0.01100	0.09479	0.00195	0.00683	0.05900	0.28603	0.02389	0.02406	0.10700	0.41868	0.05747
0.00022	0.01200	0.10042	0.00222	0.00708	0.06000	0.28916	0.02450	0.02454	0.10800	0.42115	0.05826
0.00027	0.01300	0.10589	0.00251	0.00734	0.06100	0.29227	0.02510	0.02502	0.10900	0.42360	0.05905
0.00031	0.01400	0.11122	0.00280	0.00760	0.06200	0.29536	0.02572	0.02550	0.11000	0.42604	0.05985
0.00036	0.01500	0.11641	0.00311	0.00786	0.06300	0.29843	0.02633	0.02599	0.11100	0.42848	0.06065
0.00042	0.01600	0.12149	0.00342	0.00813	0.06400	0.30148	0.02695	0.02648	0.11200	0.43090	0.06145
0.00047	0.01700	0.12646	0.00374	0.00840	0.06500	0.30451	0.02758	0.02698	0.11300	0.43332	0.06225
0.00054	0.01800	0.13134	0.00408	0.00868	0.06600	0.30753	0.02821	0.02748	0.11400	0.43572	0.06306
0.00060	0.01900	0.13611	0.00442	0.00896	0.06700	0.31052	0.02884	0.02798	0.11500	0.43812	0.06387
0.00067	0.02000	0.14080	0.00477	0.00924	0.06800	0.31350	0.02948	0.02850	0.11600	0.44051	0.06469
0.00075	0.02100	0.14541	0.00513	0.00953	0.06900	0.31647	0.03013	0.02901	0.11700	0.44288	0.06550
0.00083	0.02200	0.14995	0.00550	0.00983	0.07000	0.31941	0.03077	0.02953	0.11800	0.44525	0.06632
0.00091	0.02300	0.15441	0.00588	0.01013	0.07100	0.32234	0.03142	0.03006	0.11900	0.44761	0.06715
0.00100	0.02400	0.15880	0.00627	0.01043	0.07200	0.32526	0.03208	0.03059	0.12000	0.44996	0.06797
0.00109	0.02500	0.16313	0.00666	0.01074	0.07300	0.32815	0.03274	0.03112	0.12100	0.45231	0.06880
0.00118	0.02600	0.16740	0.00706	0.01106	0.07400	0.33103	0.03341	0.03166	0.12200	0.45464	0.06963
0.00128	0.02700	0.17161	0.00747	0.01138	0.07500	0.33390	0.03407	0.03220	0.12300	0.45697	0.07047
0.00139	0.02800	0.17577	0.00789	0.01170	0.07600	0.33651	0.03475	0.03275	0.12400	0.45928	0.07131
0.00150	0.02900	0.17987	0.00831	0.01203	0.07700	0.33958	0.03542	0.03330	0.12500	0.46159	0.07215
0.00161	0.03000	0.18392	0.00874	0.01236	0.07800	0.34241	0.03610	0.03386	0.12600	0.46389	0.07299
0.01725	0.03100	0.18793	0.00918	0.01270	0.07900	0.34522	0.03679	0.03442	0.12700	0.46619	0.07384
0.00185	0.03200	0.19189	0.00962	0.01304	0.08000	0.34801	0.03748	0.03499	0.12800	0.46847	0.07469
0.00197	0.03300	0.19580	0.01008	0.01339	0.08100	0.35079	0.03817	0.03556	0.12900	0.47075	0.07554
0.00210	0.03400	0.19962	0.01053	0.01374	0.08200	0.35355	0.03887	0.03614	0.13000	0.47301	0.07639
0.00224	0.03500	0.20350	0.01100	0.01410	0.08300	0.35630	0.03957	0.03672	0.13100	0.47527	0.07725
0.00238	0.03600	0.20730	0.01147	0.01446	0.08400	0.35904	0.04027	0.03730	0.13200	0.47753	0.07811
0.00252	0.03700	0.21105	0.01195	0.01483	0.08500	0.36176	0.04098	0.03789	0.13300	0.47977	0.07898
0.00267	0.03800	0.21477	0.01243	0.01520	0.08600	0.36448	0.04169	0.03848	0.13400	0.48201	0.07984
0.00282	0.03900	0.21845	0.01292	0.01557	0.08700	0.36717	0.04241	0.03908	0.13500	0.48424	0.08071
0.00298	0.04000	0.22210	0.01342	0.01595	0.08800	0.36986	0.04313	0.03969	0.13600	0.48646	0.08158
0.00314	0.04100	0.22571	0.01392	0.01634	0.08900	0.37253	0.04385	0.04029	0.13700	0.48867	0.08246
0.00331	0.04200	0.22929	0.01443	0.01673	0.09000	0.37519	0.04458	0.04091	0.13800	0.49088	0.08333
0.00348	0.04300	0.23284	0.01494	0.01712	0.09100	0.37842	0.04531	0.04152	0.13900	0.49308	0.08421
0.00365	0.04400	0.23636	0.01546	0.01752	0.09200	0.38048	0.04604	0.04215	0.14000	0.49527	0.08510
0.00381	0.04500	0.23985	0.01599	0.01792	0.09300	0.38310	0.04678	0.04277	0.14100	0.49745	0.08598
0.00402	0.04600	0.24332	0.01652	0.01833	0.09400	0.38572	0.04752	0.04340	0.14200	0.49963	0.08687
0.00421	0.04700	0.24675	0.01705	0.01874	0.09500	0.38832	0.04827	0.04404	0.14300	0.50180	0.08776
0.00440	0.04800	0.25016	0.01759	0.01916	0.09600	0.39091	0.04902	0.04468	0.14400	0.50396	0.08865

Continuación de anexo 1.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.04532	0.14500	0.50612	0.08955	0.08147	0.19300	0.60214	0.13530	0.12736	0.24100	0.68607	0.18564
0.04597	0.14600	0.50827	0.09044	0.08233	0.19400	0.60400	0.13630	0.12841	0.24200	0.68770	0.18673
0.04662	0.14700	0.51041	0.09134	0.08319	0.19500	0.60586	0.13731	0.12947	0.24300	0.68934	0.18782
0.04728	0.14800	0.51254	0.09225	0.08401	0.19600	0.60771	0.13832	0.13053	0.24400	0.69098	0.18891
0.04794	0.14900	0.51467	0.09315	0.08483	0.19700	0.60955	0.13933	0.13160	0.24500	0.69262	0.19001
0.04861	0.15000	0.51679	0.09406	0.08581	0.19800	0.61139	0.14035	0.13267	0.24600	0.69426	0.19110
0.04928	0.15100	0.51890	0.09497	0.08669	0.19900	0.61323	0.14136	0.13374	0.24700	0.69590	0.19220
0.04996	0.15200	0.52011	0.09588	0.08757	0.20000	0.61506	0.14238	0.13482	0.24800	0.69754	0.19330
0.05064	0.15300	0.52311	0.09680	0.08846	0.20100	0.61689	0.14340	0.13590	0.24900	0.69918	0.19440
0.05132	0.15400	0.52521	0.09772	0.08935	0.20200	0.61872	0.14442	0.13698	0.25000	0.70082	0.19550
0.05201	0.15500	0.52729	0.09864	0.09025	0.20300	0.62055	0.14544	0.13807	0.25100	0.70227	0.19661
0.05271	0.15600	0.52937	0.09956	0.09115	0.20400	0.62238	0.14647	0.13916	0.25200	0.70387	0.19771
0.05340	0.15700	0.53145	0.10049	0.09206	0.20500	0.62421	0.14750	0.14028	0.25300	0.70547	0.19882
0.05411	0.15800	0.53352	0.10141	0.09297	0.20600	0.62604	0.14852	0.14136	0.25400	0.70707	0.19992
0.05481	0.15900	0.53558	0.10234	0.09388	0.20700	0.62787	0.14956	0.14246	0.25500	0.70867	0.20103
0.05552	0.16000	0.53763	0.10328	0.09480	0.20800	0.62970	0.15059	0.14357	0.25600	0.71026	0.20214
0.05624	0.16100	0.53968	0.10421	0.09572	0.20900	0.63153	0.15162	0.14468	0.25700	0.71186	0.20326
0.05696	0.16200	0.54173	0.10515	0.09665	0.21000	0.63336	0.15266	0.14579	0.25800	0.71346	0.20437
0.05769	0.16300	0.54376	0.10609	0.09758	0.21100	0.63497	0.15370	0.14691	0.25900	0.71506	0.20548
0.05842	0.16400	0.54579	0.10703	0.09851	0.21200	0.63664	0.15474	0.14803	0.26000	0.71666	0.20660
0.05915	0.16500	0.54782	0.10797	0.09945	0.21300	0.63842	0.15578	0.14916	0.26100	0.71808	0.20772
0.05989	0.16600	0.54983	0.10892	0.10039	0.21400	0.64019	0.15682	0.15029	0.26200	0.71984	0.20884
0.06063	0.16700	0.55185	0.10987	0.10134	0.21500	0.64196	0.15787	0.15142	0.26300	0.72119	0.20996
0.06138	0.16800	0.55385	0.11082	0.10229	0.21600	0.64373	0.15891	0.15256	0.26400	0.72275	0.21108
0.06213	0.16900	0.55585	0.11177	0.10325	0.21700	0.64550	0.15996	0.15370	0.26500	0.72430	0.21220
0.06288	0.17000	0.55785	0.11273	0.10420	0.21800	0.64728	0.16101	0.15484	0.26600	0.72586	0.21333
0.06364	0.17100	0.55983	0.11369	0.10517	0.21900	0.64905	0.16207	0.15599	0.26700	0.72742	0.21445
0.06441	0.17200	0.56182	0.11465	0.10613	0.22000	0.65082	0.16312	0.15714	0.26800	0.72897	0.21558
0.06518	0.17300	0.56379	0.11561	0.10711	0.22100	0.65238	0.16418	0.15829	0.26900	0.73053	0.21671
0.06595	0.17400	0.56576	0.11657	0.10808	0.22200	0.65411	0.16523	0.15945	0.27000	0.73208	0.21784
0.06673	0.17500	0.56773	0.11754	0.10906	0.22300	0.65583	0.16629	0.16061	0.27100	0.73350	0.21897
0.06751	0.17600	0.56969	0.11851	0.11004	0.22400	0.65756	0.16735	0.16178	0.27200	0.73500	0.22010
0.06830	0.17700	0.57164	0.11948	0.11103	0.22500	0.65929	0.16842	0.16295	0.27300	0.73650	0.22124
0.06909	0.17800	0.57359	0.12045	0.11202	0.22600	0.66101	0.16948	0.16412	0.27400	0.73800	0.22237
0.06988	0.17900	0.57553	0.12143	0.11302	0.22700	0.66274	0.17055	0.16530	0.27500	0.73951	0.22351
0.07068	0.18000	0.57746	0.12240	0.11401	0.22800	0.66446	0.17161	0.16648	0.27600	0.74101	0.22465
0.07149	0.18100	0.59395	0.12336	0.11502	0.22900	0.66619	0.17268	0.16766	0.27700	0.74251	0.22578
0.07230	0.18200	0.58132	0.12436	0.11602	0.23000	0.66792	0.17375	0.16885	0.27800	0.74401	0.22692
0.07311	0.18300	0.58324	0.12535	0.11704	0.23100	0.66944	0.17483	0.17004	0.27900	0.74551	0.22807
0.07392	0.18400	0.58515	0.12633	0.11805	0.23200	0.67112	0.17590	0.17123	0.28000	0.74702	0.22921
0.07475	0.18500	0.58706	0.12732	0.11907	0.23300	0.67280	0.17698	0.17243	0.28100	0.74854	0.23035
0.07557	0.18600	0.58897	0.12831	0.12009	0.23400	0.67448	0.17805	0.17363	0.28200	0.75002	0.23150
0.07640	0.18700	0.59096	0.12930	0.12112	0.23500	0.67617	0.17913	0.17483	0.28300	0.75149	0.23264
0.07723	0.18800	0.59276	0.13030	0.12215	0.23600	0.67785	0.18021	0.17604	0.28400	0.75296	0.23379
0.07807	0.18900	0.59464	0.13129	0.12318	0.23700	0.67953	0.18129	0.17725	0.28500	0.75443	0.23494
0.07891	0.19000	0.59653	0.13229	0.12422	0.23800	0.68121	0.18238	0.17847	0.28600	0.75591	0.23609
0.07976	0.19100	0.59840	0.13329	0.12526	0.23900	0.68289	0.18346	0.17969	0.28700	0.75738	0.23724
0.08061	0.19200	0.60027	0.13429	0.12631	0.24000	0.68457	0.18455	0.18091	0.28800	0.75885	0.23839

Continuación de anexo 1.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.18213	0.28900	0.76033	0.23955	0.24202	0.33500	0.82373	0.29294	0.30812	0.38100	0.88053	0.34958
0.18336	0.29000	0.76180	0.24070	0.24339	0.33600	0.82503	0.29410	0.30962	0.38200	0.88169	0.35080
0.18459	0.29100	0.76322	0.24186	0.24477	0.33700	0.82633	0.29526	0.31112	0.38300	0.88286	0.35201
0.18583	0.29200	0.76466	0.24302	0.24615	0.33800	0.82763	0.29642	0.31262	0.38400	0.88402	0.35323
0.18707	0.29300	0.76610	0.24418	0.24753	0.33900	0.82894	0.29758	0.31413	0.38500	0.88519	0.35444
0.18831	0.29400	0.76753	0.24533	0.24892	0.34000	0.83024	0.29874	0.31564	0.38600	0.88635	0.35566
0.18955	0.29500	0.76897	0.24650	0.25031	0.34100	0.83153	0.29990	0.31715	0.38700	0.88751	0.35687
0.19080	0.29600	0.77041	0.24766	0.25170	0.34200	0.83280	0.30106	0.31866	0.38800	0.88868	0.35809
0.19206	0.29700	0.77185	0.24882	0.25310	0.34300	0.83407	0.30222	0.32017	0.38900	0.88984	0.35930
0.19331	0.29800	0.77328	0.24998	0.25449	0.34400	0.83534	0.30338	0.32169	0.39000	0.89091	0.36052
0.19457	0.29900	0.77472	0.25115	0.25589	0.34500	0.83662	0.30455	0.32321	0.39100	0.89205	0.36173
0.19583	0.30000	0.77616	0.25232	0.25730	0.34600	0.83789	0.30571	0.32473	0.39200	0.89319	0.36295
0.19710	0.30100	0.77755	0.25346	0.25870	0.34700	0.83916	0.30687	0.32626	0.39300	0.89433	0.36416
0.19837	0.30200	0.77896	0.25462	0.26011	0.34800	0.84043	0.30803	0.32778	0.39400	0.89546	0.36538
0.19964	0.30300	0.78036	0.25578	0.26153	0.34900	0.84170	0.30919	0.32931	0.39500	0.89660	0.36659
0.20091	0.30400	0.78176	0.25694	0.26294	0.35000	0.84297	0.31192	0.33084	0.39600	0.89774	0.36781
0.20219	0.30500	0.78316	0.25811	0.26436	0.35100	0.84423	0.31313	0.33238	0.39700	0.89888	0.36902
0.20347	0.30600	0.78456	0.25927	0.26578	0.35200	0.84547	0.31435	0.33391	0.39800	0.90002	0.37024
0.20476	0.30700	0.78596	0.26043	0.26720	0.35300	0.84671	0.31556	0.33545	0.39900	0.90106	0.37145
0.20605	0.30800	0.78737	0.26159	0.26863	0.35400	0.84795	0.31678	0.33699	0.40000	0.90217	0.37353
0.20734	0.30900	0.78877	0.26275	0.27006	0.35500	0.84919	0.31799	0.33853	0.40100	0.90328	0.37478
0.20863	0.31000	0.79017	0.26391	0.27149	0.35600	0.85043	0.31921	0.34007	0.40200	0.90440	0.37603
0.20993	0.31100	0.79154	0.26507	0.27292	0.35700	0.85167	0.32042	0.34162	0.40300	0.90551	0.37727
0.21232	0.31200	0.79291	0.26623	0.27436	0.35800	0.85290	0.32164	0.34317	0.40400	0.90662	0.37852
0.21254	0.31300	0.79428	0.26739	0.27580	0.35900	0.85414	0.32285	0.34472	0.40500	0.90774	0.37977
0.21384	0.31400	0.79565	0.26855	0.27724	0.36000	0.85538	0.32407	0.34627	0.40600	0.90885	0.38102
0.21515	0.31500	0.79702	0.26972	0.27868	0.36100	0.85663	0.32528	0.34783	0.40700	0.90996	0.38227
0.21647	0.31600	0.79839	0.27088	0.28013	0.36200	0.85784	0.32650	0.34939	0.40800	0.91107	0.38351
0.21779	0.31700	0.79977	0.27204	0.28158	0.36300	0.85905	0.32771	0.35094	0.40900	0.91219	0.38476
0.21911	0.31800	0.80114	0.27320	0.28303	0.36400	0.86027	0.32893	0.35251	0.41000	0.91330	0.38601
0.22043	0.31900	0.80251	0.27436	0.28449	0.36500	0.86148	0.33014	0.35407	0.41100	0.91442	0.38726
0.22176	0.32000	0.80388	0.27552	0.28595	0.36600	0.86269	0.33136	0.35563	0.41200	0.91553	0.38851
0.22308	0.32100	0.80519	0.27668	0.28741	0.36700	0.86391	0.33257	0.35720	0.41300	0.91664	0.38975
0.22442	0.32200	0.80653	0.27784	0.28887	0.36800	0.86512	0.33379	0.35877	0.41400	0.91774	0.39100
0.22575	0.32300	0.80786	0.27900	0.29034	0.36900	0.86633	0.33500	0.36034	0.41500	0.91885	0.39225
0.22709	0.32400	0.80920	0.28016	0.29181	0.37000	0.86754	0.33622	0.36192	0.41600	0.91994	0.39350
0.22843	0.32500	0.81053	0.28133	0.29328	0.37100	0.86873	0.33743	0.36349	0.41700	0.92072	0.39475
0.22978	0.32600	0.81186	0.28249	0.29475	0.37200	0.86991	0.33865	0.36507	0.41800	0.92180	0.39599
0.23113	0.32700	0.81320	0.28365	0.29623	0.37300	0.87109	0.33986	0.36665	0.41900	0.92288	0.39724
0.23248	0.32800	0.81453	0.28481	0.29770	0.37400	0.87227	0.34108	0.36823	0.42000	0.92396	0.39849
0.23383	0.32900	0.81587	0.28597	0.29918	0.37500	0.87345	0.34229	0.36981	0.42100	0.92492	0.39974
0.23519	0.33000	0.81720	0.28713	0.30067	0.37600	0.87464	0.34351	0.37140	0.42200	0.92597	0.40099
0.23655	0.33100	0.81852	0.28829	0.30215	0.37700	0.87582	0.34472	0.37299	0.42300	0.92702	0.40223
0.23791	0.33200	0.81982	0.28945	0.30364	0.37800	0.87700	0.34594	0.37458	0.42400	0.92807	0.40348
0.23928	0.33300	0.82113	0.29061	0.30513	0.37900	0.87818	0.34715	0.37617	0.42500	0.92912	0.40473
0.24064	0.33400	0.82243	0.29177	0.30663	0.38000	0.87936	0.34837	0.37776	0.42600	0.93017	0.40598



Continuación de anexo 1.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.37936	0.42700	0.93122	0.40723	0.45454	0.47300	0.97614	0.46463	0.53240	0.51900	1.01571	0.52419
0.38095	0.42800	0.93227	0.40847	0.45621	0.47400	0.97706	0.46588	0.53411	0.52000	1.01652	0.52546
0.38255	0.42900	0.93332	0.40972	0.45788	0.47500	0.97797	0.46713	0.53583	0.52100	1.01727	0.52673
0.38415	0.43000	0.93430	0.41097	0.45955	0.47600	0.97888	0.46838	0.53754	0.52200	1.01806	0.52801
0.38575	0.43100	0.93532	0.41222	0.46122	0.47700	0.97980	0.46963	0.53926	0.52300	1.01884	0.52928
0.38736	0.43200	0.93634	0.41347	0.46289	0.47800	0.98071	0.47087	0.54097	0.52400	1.01963	0.53055
0.38896	0.43300	0.93736	0.41471	0.46457	0.47900	0.98162	0.47212	0.54269	0.52500	1.02042	0.53182
0.39057	0.43400	0.93838	0.41596	0.46625	0.48000	0.98253	0.47337	0.54440	0.52600	1.02120	0.53310
0.39218	0.43500	0.93940	0.41721	0.46792	0.48100	0.98342	0.47462	0.54612	0.52700	1.02199	0.53437
0.39379	0.43600	0.94043	0.41846	0.46960	0.48200	0.98430	0.47587	0.54784	0.52800	1.02277	0.53564
0.39541	0.43700	0.94145	0.41971	0.47128	0.48300	0.98519	0.47711	0.54955	0.52900	1.02356	0.53692
0.39702	0.43800	0.94247	0.42095	0.47296	0.48400	0.98607	0.47836	0.55127	0.53000	1.02435	0.53819
0.39864	0.43900	0.94349	0.42220	0.47464	0.48500	0.98696	0.47961	0.55299	0.53100	1.02511	0.53946
0.40026	0.44000	0.94451	0.42345	0.47633	0.48600	0.98784	0.48086	0.55471	0.53200	1.02587	0.54074
0.40188	0.44100	0.94547	0.42470	0.47801	0.48700	0.98873	0.48211	0.55643	0.53300	1.02663	0.54201
0.40350	0.44200	0.94646	0.42595	0.47970	0.48800	0.98961	0.48335	0.55815	0.53400	1.02739	0.54328
0.40512	0.44300	0.94745	0.42719	0.48138	0.48900	0.99049	0.48460	0.55987	0.53500	1.02816	0.54455
0.40675	0.44400	0.94844	0.42844	0.48307	0.49000	0.99138	0.48585	0.56159	0.53600	1.02892	0.54583
0.40837	0.44500	0.94943	0.42969	0.48476	0.49100	0.99226	0.48710	0.56331	0.53700	1.02968	0.54710
0.41000	0.44600	0.95042	0.43094	0.48645	0.49200	0.99312	0.48835	0.56503	0.53800	1.03044	0.54837
0.41163	0.44700	0.95142	0.43219	0.48814	0.49300	0.99398	0.48959	0.56675	0.53900	1.03120	0.54965
0.41326	0.44800	0.95241	0.43343	0.48983	0.49400	0.99484	0.49084	0.56848	0.54000	1.03197	0.55092
0.41490	0.44900	0.95340	0.43468	0.49152	0.49500	0.99571	0.49209	0.57020	0.54100	1.03270	0.55219
0.41653	0.45000	0.95439	0.43593	0.49322	0.49600	0.99657	0.49334	0.57192	0.54200	1.03343	0.55347
0.41817	0.45100	0.95535	0.43718	0.49491	0.49700	0.99743	0.49459	0.57364	0.54300	1.03417	0.55474
0.41980	0.45200	0.95631	0.43843	0.49661	0.49800	0.99829	0.49583	0.57537	0.54400	1.03491	0.55601
0.42144	0.45300	0.95728	0.43967	0.49830	0.49900	0.99915	0.49708	0.57709	0.54500	1.03564	0.55728
0.42308	0.45400	0.95824	0.44092	0.50000	0.50000	1.00002	0.50000	0.57881	0.54600	1.03638	0.55856
0.42473	0.45500	0.95921	0.44217	0.50170	0.50100	1.00085	0.50127	0.58054	0.54700	1.03712	0.55983
0.42637	0.45600	0.96018	0.44342	0.50340	0.50200	1.00169	0.50255	0.58226	0.54800	1.03786	0.56110
0.42802	0.45700	0.96114	0.44467	0.50510	0.50300	1.00253	0.50382	0.58399	0.54900	1.03859	0.56238
0.42966	0.45800	0.96211	0.44591	0.50680	0.50400	1.00337	0.50509	0.58571	0.55000	1.03933	0.56365
0.43131	0.45900	0.96307	0.44716	0.50850	0.50500	1.00422	0.50637	0.58744	0.55100	1.04004	0.56492
0.43296	0.46000	0.96404	0.44841	0.51020	0.50600	1.00506	0.50764	0.58916	0.55200	1.04075	0.56620
0.43461	0.46100	0.96496	0.44966	0.51191	0.50700	1.00590	0.50891	0.59089	0.55300	1.04146	0.56747
0.43627	0.46200	0.96590	0.45091	0.51361	0.50800	1.00674	0.51018	0.59261	0.55400	1.04218	0.56874
0.43792	0.46300	0.96684	0.45215	0.51531	0.50900	1.00758	0.51146	0.59434	0.55500	1.04289	0.57001
0.43958	0.46400	0.96778	0.45340	0.51702	0.51000	1.00843	0.51273	0.59606	0.55600	1.04361	0.57129
0.44123	0.46500	0.96871	0.45465	0.51873	0.51100	1.00919	0.51400	0.59779	0.55700	1.04432	0.57256
0.44289	0.46600	0.96965	0.45590	0.52043	0.51200	1.01000	0.51528	0.59951	0.55800	1.04503	0.57383
0.44455	0.46700	0.97059	0.45715	0.52214	0.51300	1.01082	0.51655	0.60124	0.55900	1.04575	0.57511
0.44621	0.46800	0.97153	0.45839	0.52385	0.51400	1.01163	0.51782	0.60296	0.56000	1.04646	0.57638
0.44787	0.46900	0.97247	0.45964	0.52556	0.51500	1.01245	0.51910	0.60469	0.56100	1.04713	0.57765
0.44954	0.47000	0.97340	0.46089	0.52727	0.51600	1.01326	0.52037	0.60642	0.56200	1.04782	0.57893
0.45120	0.47100	0.97432	0.46214	0.52898	0.51700	1.01408	0.52164	0.60814	0.56300	1.04850	0.58020
0.45287	0.47200	0.97523	0.46339	0.53069	0.51800	1.01489	0.52291	0.60987	0.56400	1.04919	0.58147

Continuación de anexo 1.

q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.61159	0.56500	1.04988	0.58274	0.69236	0.61200	1.07946	0.64220	0.77130	0.65900	1.10346	0.70410
0.61332	0.56600	1.05056	0.58402	0.69406	0.61300	1.08004	0.64352	0.77295	0.66000	1.10392	0.70542
0.61504	0.56700	1.05125	0.58529	0.69577	0.61400	1.08058	0.64484	0.77459	0.66100	1.10438	0.70674
0.61677	0.56800	1.05194	0.58656	0.69747	0.61500	1.08114	0.64616	0.77624	0.66200	1.10483	0.70805
0.61849	0.56900	1.05262	0.58784	0.69917	0.61600	1.08170	0.64747	0.77788	0.66300	1.10529	0.70937
0.62022	0.57000	1.05331	0.58911	0.70087	0.61700	1.08226	0.64879	0.77952	0.66400	1.10575	0.71069
0.62194	0.57100	1.05397	0.59038	0.70257	0.61800	1.08282	0.65011	0.78116	0.66500	1.10621	0.71201
0.62367	0.57200	1.05464	0.59166	0.70427	0.61900	1.08338	0.65142	0.78279	0.66600	1.10666	0.71332
0.62539	0.57300	1.05530	0.59293	0.70597	0.62000	1.08394	0.65274	0.78443	0.66700	1.10699	0.71464
0.62712	0.57400	1.05596	0.59420	0.70767	0.62100	1.08449	0.65406	0.78606	0.66800	1.10741	0.71596
0.62884	0.57500	1.05662	0.59547	0.70937	0.62200	1.08505	0.65537	0.78769	0.66900	1.10783	0.71727
0.63057	0.57600	1.05728	0.59675	0.71106	0.62300	1.08557	0.65669	0.78932	0.67000	1.10825	0.71859
0.63229	0.57700	1.05795	0.59802	0.71276	0.62400	1.08610	0.65801	0.79095	0.67100	1.10867	0.71991
0.63402	0.57800	1.05861	0.59929	0.71445	0.62500	1.08663	0.65933	0.79257	0.67200	1.10910	0.72122
0.63574	0.57900	1.05927	0.60057	0.71614	0.62600	1.08717	0.66064	0.79420	0.67300	1.10952	0.72254
0.63746	0.58000	1.05993	0.60184	0.71783	0.62700	1.08770	0.66196	0.79582	0.67400	1.10994	0.72386
0.63918	0.58100	1.06057	0.60311	0.71953	0.62800	1.08823	0.66328	0.79744	0.67500	1.11036	0.72518
0.64091	0.58200	1.06121	0.60439	0.72121	0.62900	1.08877	0.66459	0.79905	0.67600	1.11078	0.72649
0.64263	0.58300	1.06185	0.60566	0.72290	0.63000	1.08930	0.66591	0.80067	0.67700	1.11121	0.72781
0.64435	0.58400	1.06248	0.60693	0.72459	0.63100	1.08983	0.66723	0.80228	0.67800	1.11163	0.72913
0.64607	0.58500	1.06312	0.60820	0.72628	0.63200	1.09035	0.66854	0.80390	0.67900	1.11205	0.73044
0.64779	0.58600	1.06376	0.60948	0.72796	0.63300	1.09086	0.66986	0.80550	0.68000	1.11247	0.73176
0.64951	0.58700	1.06440	0.61075	0.72965	0.63400	1.09138	0.67118	0.80711	0.68100	1.11277	0.73308
0.65123	0.58800	1.06504	0.61202	0.73133	0.63500	1.09189	0.67250	0.80872	0.68200	1.11314	0.73439
0.65295	0.58900	1.06567	0.61330	0.73301	0.63600	1.09241	0.67381	0.81032	0.68300	1.11351	0.73571
0.65467	0.59000	1.06631	0.61457	0.73469	0.63700	1.09292	0.67513	0.81192	0.68400	1.11388	0.73703
0.65639	0.59100	1.06692	0.61584	0.73637	0.63800	1.09344	0.67645	0.81352	0.68500	1.11426	0.73835
0.65811	0.59200	1.06753	0.61712	0.73805	0.63900	1.09395	0.67776	0.81512	0.68600	1.11463	0.73966
0.65983	0.59300	1.06814	0.61839	0.73972	0.64000	1.09447	0.67908	0.81671	0.68700	1.11500	0.74098
0.66155	0.59400	1.06875	0.61966	0.74140	0.64100	1.09499	0.68040	0.81831	0.68800	1.11537	0.74230
0.66326	0.59500	1.06936	0.62093	0.74307	0.64200	1.09542	0.68171	0.81990	0.68900	1.11574	0.74361
0.66498	0.59600	1.06997	0.62221	0.74474	0.64300	1.09591	0.68303	0.82148	0.69000	1.11612	0.74493
0.66670	0.59700	1.07058	0.62348	0.74641	0.64400	1.09639	0.68435	0.82307	0.69100	1.11649	0.74625
0.66841	0.59800	1.07119	0.62475	0.74808	0.64500	1.09688	0.68567	0.82465	0.69200	1.11686	0.74756
0.67013	0.59900	1.07180	0.62603	0.74975	0.64600	1.09736	0.68698	0.82624	0.69300	1.11723	0.74888
0.67184	0.60000	1.07241	0.62640	0.75142	0.64700	1.09785	0.68830	0.82781	0.69400	1.11760	0.75020
0.67355	0.60100	1.07302	0.62772	0.75308	0.64800	1.09833	0.68962	0.82939	0.69500	1.11798	0.75152
0.67527	0.60200	1.07361	0.62903	0.75473	0.64900	1.09882	0.69093	0.83096	0.69600	1.11835	0.75283
0.67698	0.60300	1.07419	0.63035	0.75641	0.65000	1.09930	0.69225	0.83254	0.69700	1.11872	0.75415
0.67869	0.60400	1.07478	0.63167	0.75807	0.65100	1.09979	0.69357	0.83411	0.69800	1.11909	0.75547
0.68040	0.60500	1.07536	0.63299	0.75973	0.65200	1.10027	0.69488	0.83567	0.69900	1.11946	0.75678
0.68211	0.60600	1.07595	0.63430	0.76139	0.65300	1.10076	0.69620	0.83724	0.70000	1.11984	0.74768
0.68382	0.60700	1.07653	0.63562	0.76304	0.65400	1.10118	0.69752	0.83880	0.70100	1.12012	0.74885
0.68553	0.60800	1.07712	0.63694	0.76470	0.65500	1.10164	0.69884	0.84036	0.70200	1.12044	0.75002
0.68724	0.60900	1.07770	0.63825	0.76635	0.65600	1.10209	0.70015	0.84192	0.70300	1.12076	0.75119
0.68895	0.61000	1.07829	0.63957	0.76800	0.65700	1.10255	0.70147	0.84347	0.70400	1.12109	0.75235
0.69066	0.61100	1.07887	0.64089	0.76965	0.65800	1.10301	0.70279	0.84502	0.70500	1.12141	0.75352

Continuación de anexo 1.


q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
0.84657	0.70600	1.12173	0.75469	0.91470	0.75200	1.13387	0.80670	0.97506	0.79900	1.13964	0.85730
0.84812	0.70700	1.12205	0.75585	0.91610	0.75300	1.13406	0.80780	0.97627	0.79900	1.13968	0.85840
0.84966	0.70800	1.12238	0.75702	0.91750	0.75400	1.13425	0.80890	0.97747	0.80000	1.13972	0.85950
0.85121	0.70900	1.12270	0.75819	0.91890	0.75500	1.13444	0.81000	0.97868	0.80100	1.13976	0.85837
0.85275	0.71000	1.12302	0.75935	0.92029	0.75600	1.13463	0.81110	0.97988	0.80200	1.13980	0.85966
0.85428	0.71100	1.12335	0.76052	0.92168	0.75700	1.13482	0.81220	0.98104	0.80300	1.13985	0.86094
0.85582	0.71200	1.12367	0.76169	0.92306	0.75800	1.13501	0.81330	0.98222	0.80400	1.13989	0.86223
0.85735	0.71300	1.12399	0.76286	0.92444	0.75900	1.13520	0.81440	0.98340	0.80500	1.13993	0.86351
0.85888	0.71400	1.12432	0.76402	0.92582	0.76000	1.13539	0.81550	0.98457	0.80600	1.13997	0.86480
0.86040	0.71500	1.12464	0.76519	0.92719	0.76100	1.13552	0.81660	0.98574	0.80700	1.14001	0.86608
0.86192	0.71600	1.12496	0.76636	0.92856	0.76200	1.13568	0.81770	0.98690	0.80800	1.14006	0.86737
0.86344	0.71700	1.12528	0.76752	0.92993	0.76300	1.13584	0.81880	0.98805	0.80900	1.14010	0.86866
0.86496	0.71800	1.12561	0.76869	0.93129	0.76400	1.13600	0.81990	0.98920	0.81000	1.14014	0.86994
0.86647	0.71900	1.12593	0.76986	0.93265	0.76500	1.13616	0.82100	0.99035	0.81100	1.14002	0.87123
0.86799	0.72000	1.12625	0.77102	0.93400	0.76600	1.13632	0.82210	0.99149	0.81200	1.14003	0.87251
0.86949	0.72100	1.12638	0.77219	0.93535	0.76700	1.13648	0.82320	0.99262	0.81300	1.14003	0.87380
0.87100	0.72200	1.12666	0.77336	0.93670	0.76800	1.13663	0.82430	0.99375	0.81400	1.14003	0.87509
0.87250	0.72300	1.12694	0.77453	0.93804	0.76900	1.13677	0.82540	0.99487	0.81500	1.14002	0.87637
0.87400	0.72400	1.12721	0.77569	0.93938	0.77000	1.13691	0.82650	0.99599	0.81600	1.14002	0.87766
0.87550	0.72500	1.12749	0.77686	0.94071	0.77100	1.13705	0.82760	0.99710	0.81700	1.14001	0.87894
0.87699	0.72600	1.12777	0.77803	0.94204	0.77200	1.13720	0.82870	0.99821	0.81800	1.14000	0.88023
0.87848	0.72700	1.12805	0.77919	0.94337	0.77300	1.13733	0.82980	0.99931	0.81900	1.14000	0.88152
0.87997	0.72800	1.12832	0.78036	0.94469	0.77400	1.13746	0.83090	1.00041	0.82000	1.13999	0.88280
0.88146	0.72900	1.12860	0.78153	0.94601	0.77500	1.13759	0.83200	1.00150	0.82100	1.13999	0.88409
0.88294	0.73000	1.12888	0.78269	0.94732	0.77600	1.13772	0.83310	1.00258	0.82200	1.13998	0.88537
0.88441	0.73100	1.12910	0.78386	0.94863	0.77700	1.13785	0.83420	1.00366	0.82300	1.13994	0.88666
0.88589	0.73200	1.12934	0.78503	0.94993	0.77800	1.13799	0.83530	1.00473	0.82400	1.13990	0.88795
0.88736	0.73300	1.12959	0.78620	0.95123	0.77900	1.13812	0.83640	1.00580	0.82500	1.13976	0.88923
0.88883	0.73400	1.12983	0.78736	0.95252	0.78000	1.13825	0.83750	1.00688	0.82600	1.13972	0.89051
0.89030	0.73500	1.13008	0.78853	0.95382	0.78100	1.13829	0.83860	1.00791	0.82700	1.13969	0.89179
0.89176	0.73600	1.13032	0.78970	0.95510	0.78200	1.13840	0.83970	1.00896	0.82800	1.13965	0.89306
0.89322	0.73700	1.13057	0.79086	0.95638	0.78300	1.13850	0.84080	1.01000	0.82900	1.13955	0.89432
0.89467	0.73800	1.13081	0.79203	0.95766	0.78400	1.13860	0.84190	1.01104	0.83000	1.13949	0.89559
0.89613	0.73900	1.13106	0.79320	0.95893	0.78500	1.13870	0.84300	1.01207	0.83100	1.13942	0.89685
0.89758	0.74000	1.13130	0.79436	0.96020	0.78600	1.13879	0.84410	1.01309	0.83200	1.13936	0.89811
0.89902	0.74100	1.13153	0.79553	0.96147	0.78700	1.13889	0.84520	1.01411	0.83300	1.13929	0.89938
0.90046	0.74200	1.13175	0.79670	0.96273	0.78800	1.13899	0.84630	1.01512	0.83400	1.13923	0.90064
0.90190	0.74300	1.13197	0.79787	0.96398	0.78900	1.13904	0.84740	1.01613	0.83500	1.13916	0.90191
0.90334	0.74400	1.13219	0.79903	0.96523	0.79000	1.13910	0.84850	1.01713	0.83600	1.13904	0.90317
0.90477	0.74500	1.13240	0.80020	0.96648	0.79100	1.13915	0.84960	1.01812	0.83700	1.13895	0.90443
0.90620	0.74600	1.13262	0.80137	0.96772	0.79200	1.13921	0.85070	1.01911	0.83800	1.13886	0.90569
0.90762	0.74700	1.13284	0.80253	0.96895	0.79300	1.13926	0.85180	1.02009	0.83900	1.13877	0.90695
0.90905	0.74800	1.13306	0.80370	0.97018	0.79400	1.13932	0.85290	1.02106	0.84000	1.13868	0.90821
0.91046	0.74900	1.13328	0.80487	0.97141	0.79500	1.13937	0.85400	1.02203	0.84100	1.13859	0.90947
0.91188	0.75000	1.13349	0.80603	0.97263	0.79600	1.13943	0.85510	1.02299	0.84200	1.13845	0.91073
0.91329	0.75100	1.13367	0.80660	0.97385	0.79700	1.13959	0.85620	1.02395	0.84300	1.13833	0.91199

Continuación de anexo 1.


q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A	q/Q	d/D	v/V	a/A
1.02490	0.84400	1.13822	0.90078	1.04158	0.86300	1.13523	0.91774	1.05552	0.88200	1.13050	0.93417
1.02584	0.84500	1.13811	0.90174	1.04239	0.86400	1.13498	0.91865	1.05617	0.88300	1.13020	0.93493
1.02677	0.84600	1.13799	0.90271	1.04319	0.86500	1.13478	0.91956	1.05681	0.88400	1.12991	0.93570
1.02770	0.84700	1.13788	0.90367	1.04398	0.86600	1.13456	0.92047	1.05744	0.88500	1.12961	0.93647
1.02862	0.84800	1.13777	0.90464	1.04476	0.86700	1.13435	0.92138	1.05807	0.88600	1.12932	0.93723
1.02953	0.84900	1.13757	0.90560	1.04553	0.86800	1.13414	0.92228	1.05868	0.88700	1.12902	0.93800
1.03044	0.85000	1.13743	0.90594	1.04630	0.86900	1.13392	0.92319	1.05928	0.88800	1.12884	0.93876
1.03134	0.85100	1.13728	0.90685	1.04706	0.87000	1.13371	0.92410	1.05988	0.88900	1.12831	0.93953
1.03223	0.85200	1.13714	0.90776	1.04781	0.87100	1.13350	0.92501	1.06047	0.89000	1.12798	0.94030
1.03312	0.85300	1.13699	0.90866	1.04855	0.87200	1.13319	0.92592	1.06104	0.89100	1.12763	0.94106
1.03400	0.85400	1.13684	0.90957	1.04929	0.87300	1.13294	0.92682	1.06161	0.89200	1.12729	0.94183
1.03487	0.85500	1.13670	0.91048	1.05001	0.87400	1.13269	0.92773	1.06217	0.89300	1.12695	0.94259
1.03574	0.85600	1.13649	0.91139	1.05073	0.87500	1.13243	0.92861	1.06272	0.89400	1.12661	0.94336
1.03659	0.85700	1.13631	0.91230	1.05144	0.87600	1.13217	0.92957	1.06325	0.89500	1.12627	0.94413
1.03744	0.85800	1.13614	0.91320	1.05214	0.87700	1.13192	0.93034	1.06378	0.89600	1.12585	0.94489
1.03829	0.85900	1.13596	0.91411	1.05284	0.87800	1.13167	0.93110	1.06430	0.89700	1.12547	0.94566
1.03912	0.86000	1.13577	0.91502	1.05352	0.87900	1.13141	0.93187	1.06481	0.89800	1.12510	0.94642
1.03995	0.86100	1.13559	0.91593	1.05420	0.88000	1.13108	0.93264	1.06531	0.89900	1.12472	0.94719
1.04077	0.86200	1.13541	0.91684	1.05486	0.88100	1.13079	0.93340	1.06580	0.90000	1.12431	0.94796

Fuente: RAMÍNEZ GONZÁLEZ, Álvaro Alfredo p. 145.

## Anexo 2. Análisis físico químico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**Nº 19556**

---

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

O.T. No. 27 718		INF. No. 24 230
INTERESADO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL (Carné 200011751)	PROYECTO: EPS "Abastecimiento de agua potable de la Colonia San Gregorio, Municipio de San Lucas Tolimán, Sololá"	
RECOLECTADA POR: Interesado	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: San Lucas Tolimán	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2011-01-24; 17 h 00 min.	
FUENTE: nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2011-01-25; 11 h 00 min.	
MUNICIPIO: San Lucas Tolimán	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración	
DEPARTAMENTO: Sololá		

RESULTADOS

1. ASPECTO: Claro	4. OLOR: Lig. mat. Orgánica	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) - - °C
2. COLOR: 02,00 Unidades	5. SABOR: - - - - -	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 183,20 µmhos/cm
3. TURBIEDAD: 00,47 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 06,70 unidades	

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,03	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	12,00	11. SÓLIDOS TOTALES	115,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,007	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,13	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	04,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	06,60	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	01,00	13. SÓLIDOS FIJOS	111,00
4. CLORO RESIDUAL	- -	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,04	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	00,022	10. DUREZA TOTAL	92,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	97,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)


HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	94,00	94,00

OTRAS DETERMINACIONES: \_\_\_\_\_


**OBSERVACIONES:** Desde el punto de vista de la calidad física aspecto claro. El agua cumple con la norma. Olor ligero a materia orgánica (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21<sup>TH</sup> EDITION 2 005. NORMA COGEANOR (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

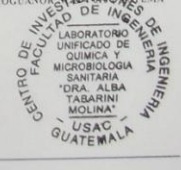
Guatemala, 2011-02-09

Vo.Bo. 

**Inga Tejma Martínez Cano-Morales**  
DIRECTORA CII/USAC




**Zenón Muck Santos**  
Ing. Químico Col. No. 420  
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio




FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

### Anexo 3. Análisis bacteriológico



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19561

---

**EXAMEN BACTERIOLOGICO**

**O.T. No. 27 718**
**INF. No. A – 310 182**

<b>INTERESADO</b> <u>MEL JACKSON CANTORAL SANDOVAL</u> <small>(carné 200011751)</small>	<b>PROYECTO:</b> <u>EPS "Abastecimiento de agua potable de la colonia San Gregorio, Municipio de San Lucas Tolimán, Sololá"</u>
<b>MUESTRA RECOLECTADA POR</b> <u>interesado</u>	<b>DEPENDENCIA:</b> <u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>
<b>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:</b> <u>San Lucas Tolimán</u>	<b>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:</b> <u>2011-01-24; 17 h 00 min.</u>
<b>FUENTE:</b> <u>nacimiento</u>	<b>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:</b> <u>2011-01-25; 11 h 00 min.</u>
<b>MUNICIPIO:</b> <u>San Lucas Tolimán</u>	<b>CONDICIONES DE TRANSPORTE:</b> <u>Con refrigeracion</u>
<b>DEPARTAMENTO:</b> <u>Sololá</u>	

<b>SABOR:</b> <u>-----</u>	<b>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN</b> <u>No hay</u>
<b>ASPECTO:</b> <u>Claro</u>	<b>CLORO RESIDUAL</b> <u>-----</u>
<b>OLOR:</b> <u>Lig. mat. orgánica</u>	

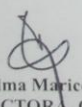
**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)**


PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
01,00 cm <sup>3</sup>	+++++	+++++	+++++
00,10 cm <sup>3</sup>	++---	++	++
<b>RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm<sup>3</sup></b>		500	500

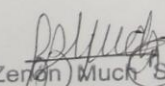
**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**

**OBSERVACIONES:** Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2011-02-09

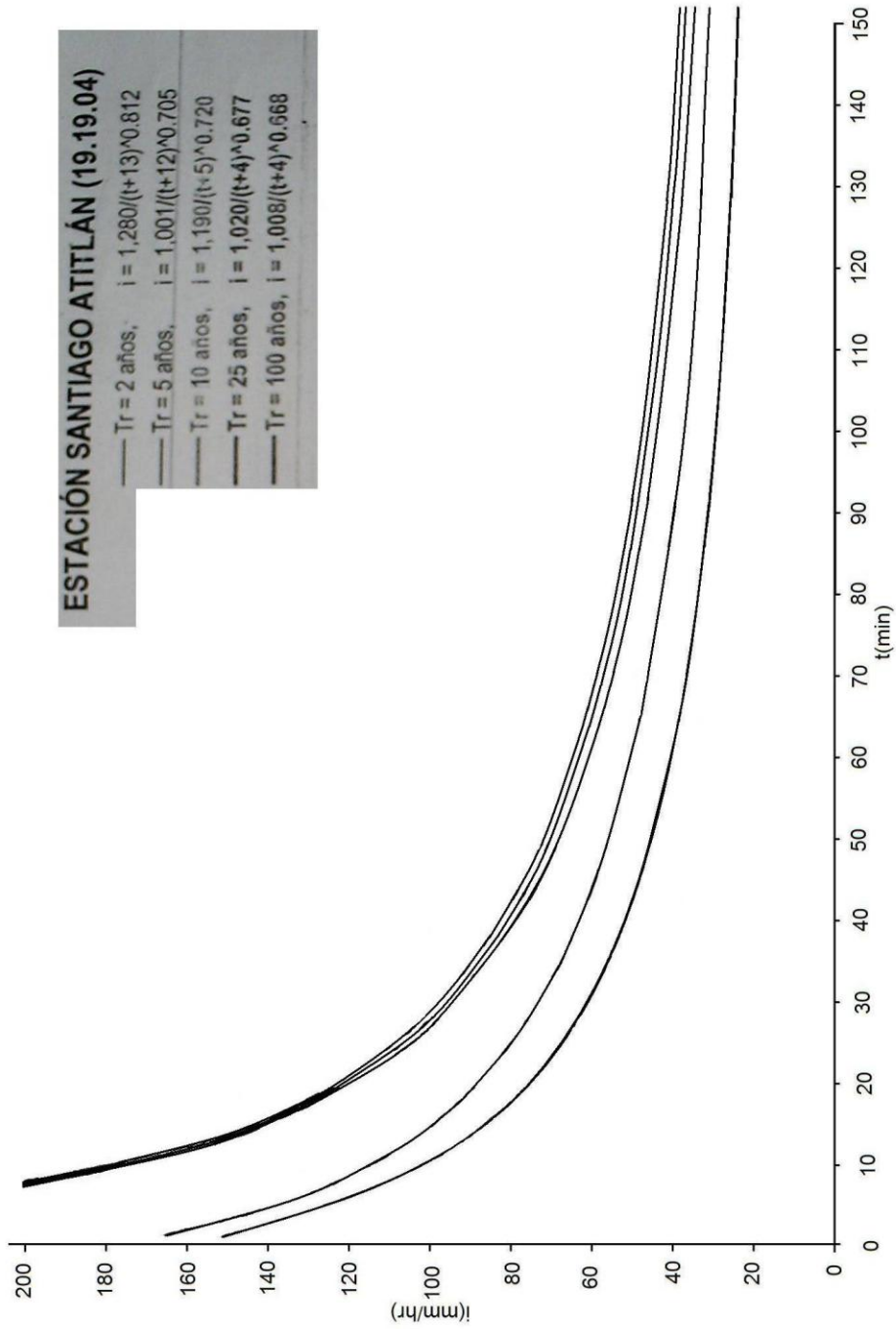
Vo.Bo.   
**Inga Telma Maricela Cano Morales**  
 DIRECTORA CII/USAC

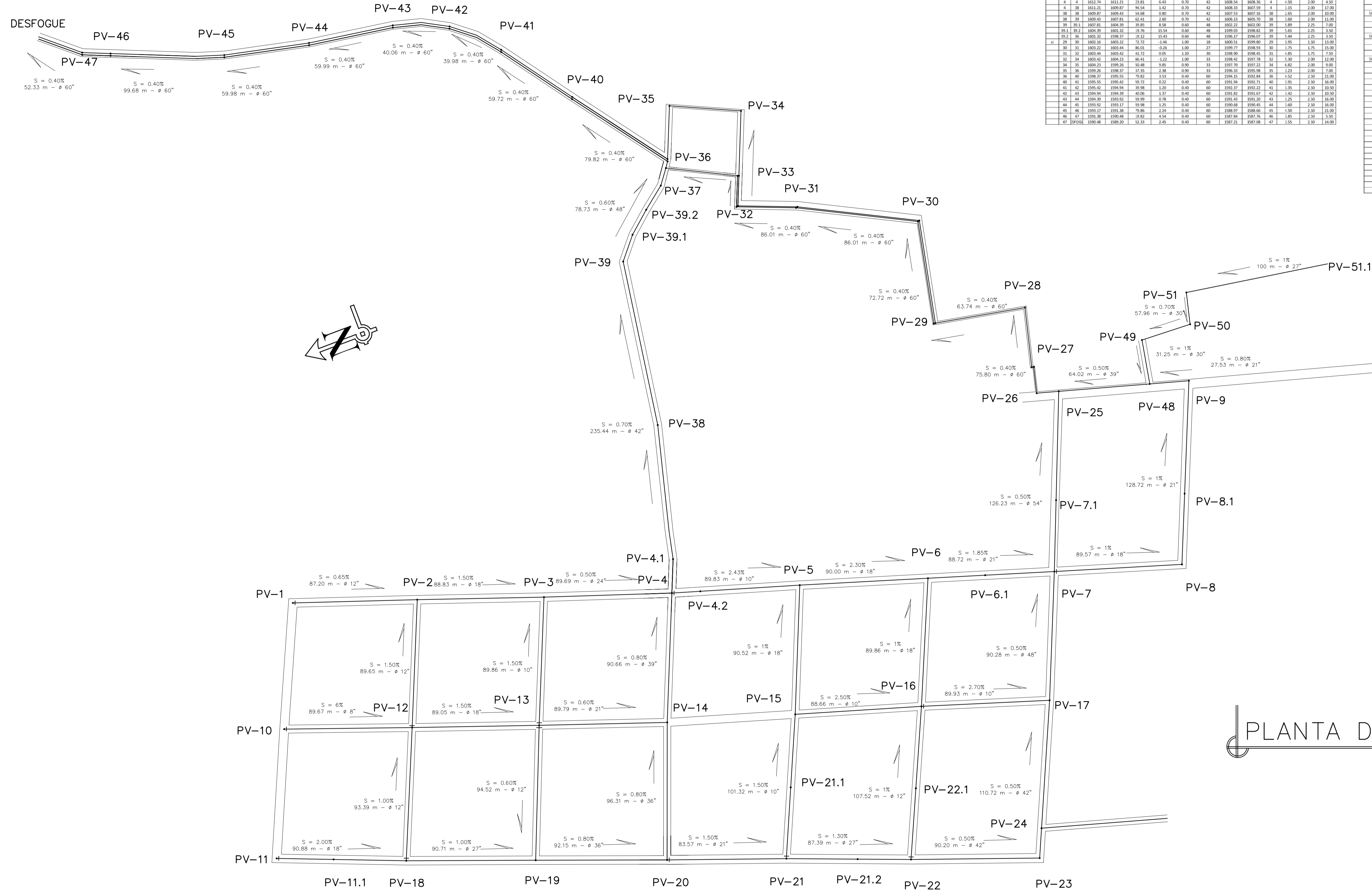


  
**Zenón Muck Santos**  
 Ing. Químico Col. No. 420  
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—  
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
 Teléfono directo: 2418-9115. Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121  
 Página web: http://cii.usac.edu.gt

#### Anexo 4. Curvas de intensidad de lluvia calculadas por el INSIVUMEH





Tramo	Inicio	Final	Cota Inicial	Cota Final	Longitud	Pendiente	Diámetro	Material
SI 1	1017.00	1015.42	87.20	1.81	0.85	12	150	150
SI 2	1015.42	1015.42	89.60	1.79	1.50	12	150	150
SI 3	1015.42	1013.87	88.83	1.74	1.50	18	150	150
SI 4	1013.87	1013.87	89.86	2.05	1.50	20	150	150
SI 5	1013.87	1012.21	89.69	1.26	0.50	24	150	150
SI 6	1012.21	1010.56	89.67	1.16	0.00	8	150	150
SI 7	1010.56	1010.56	93.39	1.00	1.00	12	150	150
SI 8	1010.56	1010.56	93.39	0.98	1.50	18	150	150
SI 9	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 10	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 11	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 12	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 13	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 14	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 15	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 16	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 17	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 18	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 19	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 20	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 21	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 22	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 23	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 24	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 25	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 26	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 27	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 28	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 29	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 30	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 31	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 32	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 33	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 34	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 35	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 36	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 37	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 38	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 39	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 40	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 41	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 42	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 43	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 44	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 45	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 46	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 47	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 48	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 49	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 50	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 51	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150

Tramo	Inicio	Final	Cota Inicial	Cota Final	Longitud	Pendiente	Diámetro	Material
SI 1	1017.00	1015.42	87.20	1.81	0.85	12	150	150
SI 2	1015.42	1015.42	89.60	1.79	1.50	12	150	150
SI 3	1015.42	1013.87	88.83	1.74	1.50	18	150	150
SI 4	1013.87	1013.87	89.86	2.05	1.50	20	150	150
SI 5	1013.87	1012.21	89.69	1.26	0.50	24	150	150
SI 6	1012.21	1010.56	89.67	1.16	0.00	8	150	150
SI 7	1010.56	1010.56	93.39	1.00	1.00	12	150	150
SI 8	1010.56	1010.56	93.39	0.98	1.50	18	150	150
SI 9	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 10	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 11	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 12	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 13	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 14	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 15	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 16	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 17	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 18	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 19	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 20	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 21	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 22	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 23	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 24	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 25	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 26	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 27	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 28	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 29	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 30	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 31	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 32	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 33	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 34	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 35	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 36	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 37	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 38	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 39	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 40	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 41	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 42	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 43	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 44	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 45	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 46	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 47	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 48	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 49	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 50	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150
SI 51	1010.56	1010.56	93.39	0.01	0.00	24	150	150

**SIMBOLOGÍA**

- PV POZO DE VISITA
- S PENDIENTE TUBERIA
- φ DIAMETRO TUBERIA
- DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE

**NORMA**  
**ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL**  
**ASTM F 949**  
**ASTM F 2307**  
**AASHTO M 304**

# PLANTA DRENAJE PLUVIAL

ESCALA: 1/1500



FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
 MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
 SOLOLA  
 D.M.P.  
 Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA

PLANO DE: **PLANTA**

ESCALA: 1/1500      DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

FECHA: FEBRERO 2011      DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

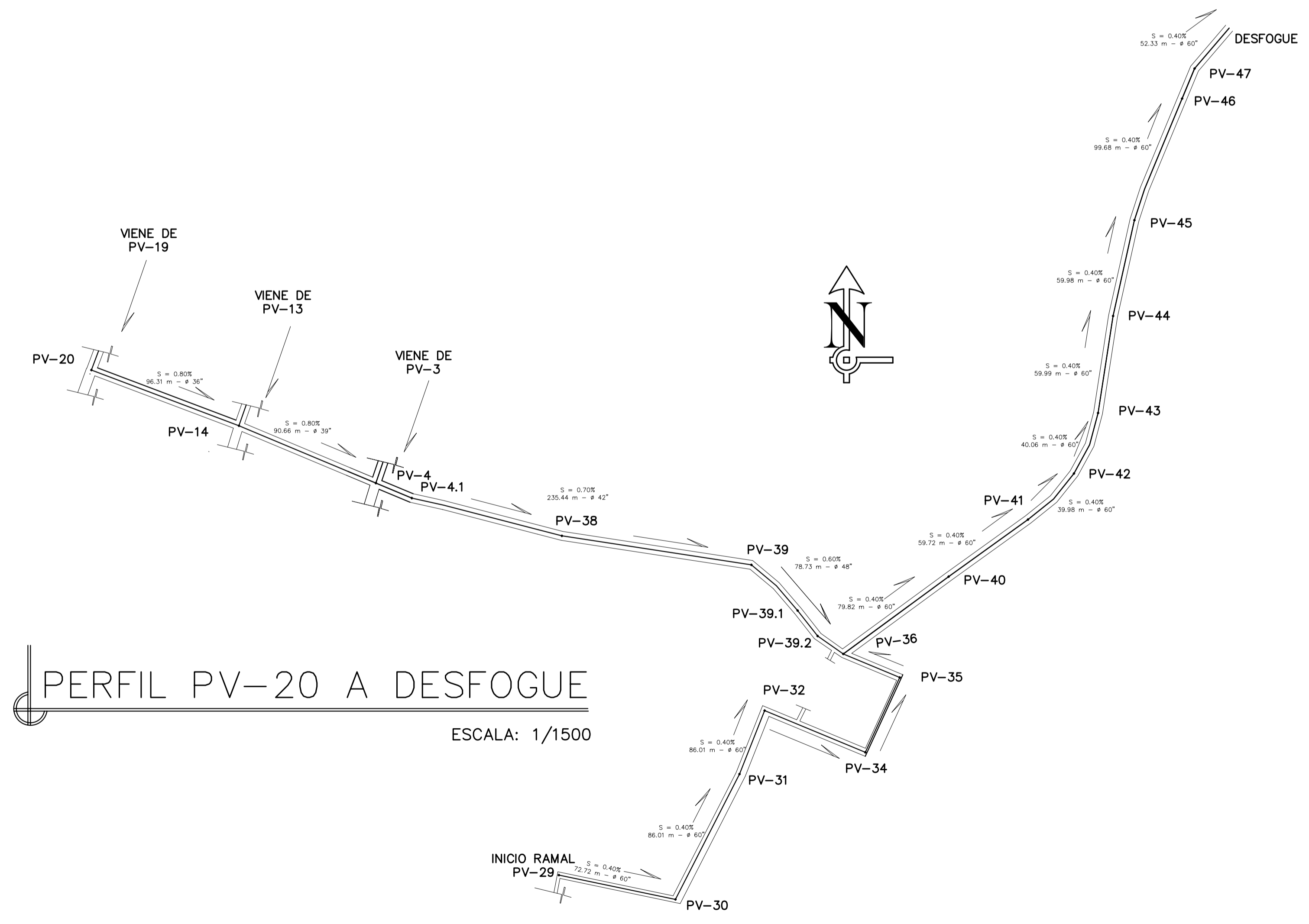
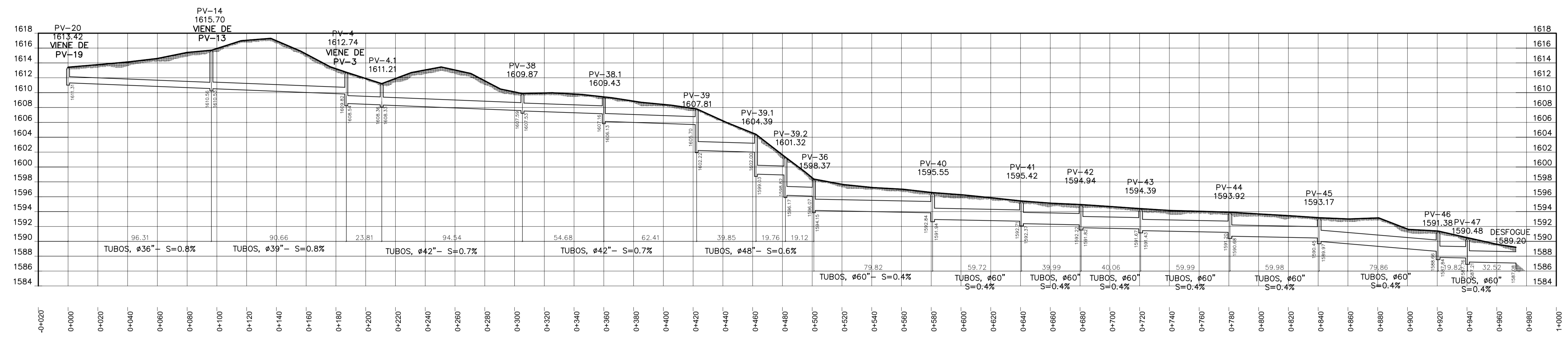
HOJA No. **1/7**

( ) MELL CANTORAL EPISTISTA      ( ) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS



# PERFIL PV-20 A DESFOGUE

ESCALA: 1/1500

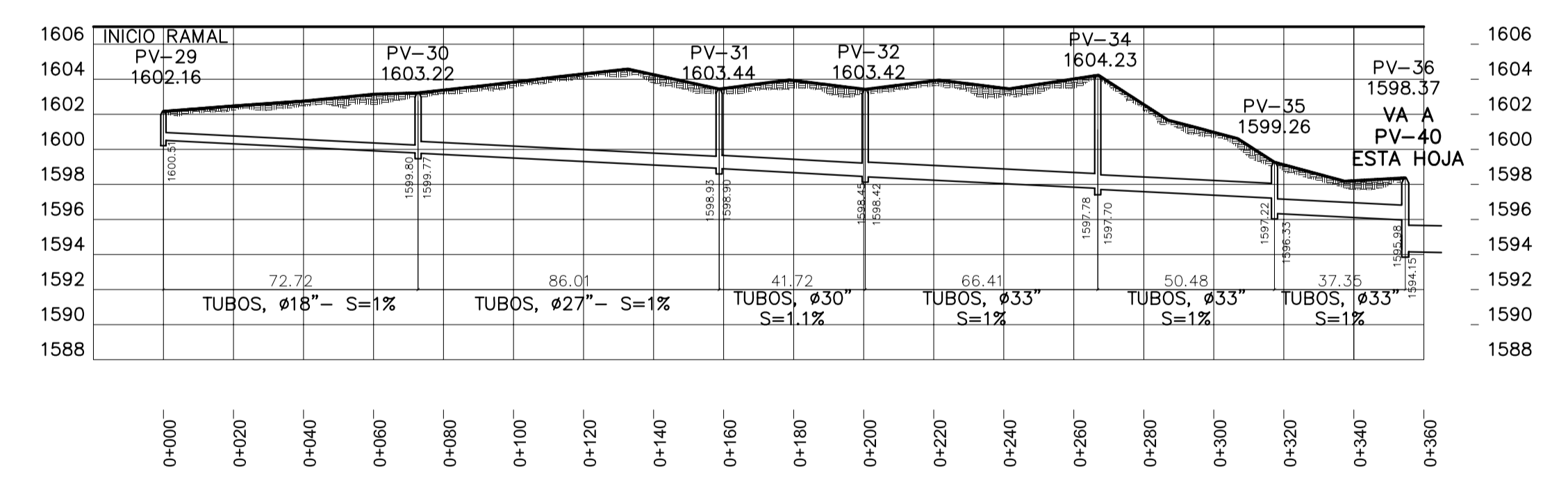


# PERFIL PV-20 A DESFOGUE

ESCALA: 1/1500

# PERFIL PV-29 A PV-36

ESCALA: 1/1500



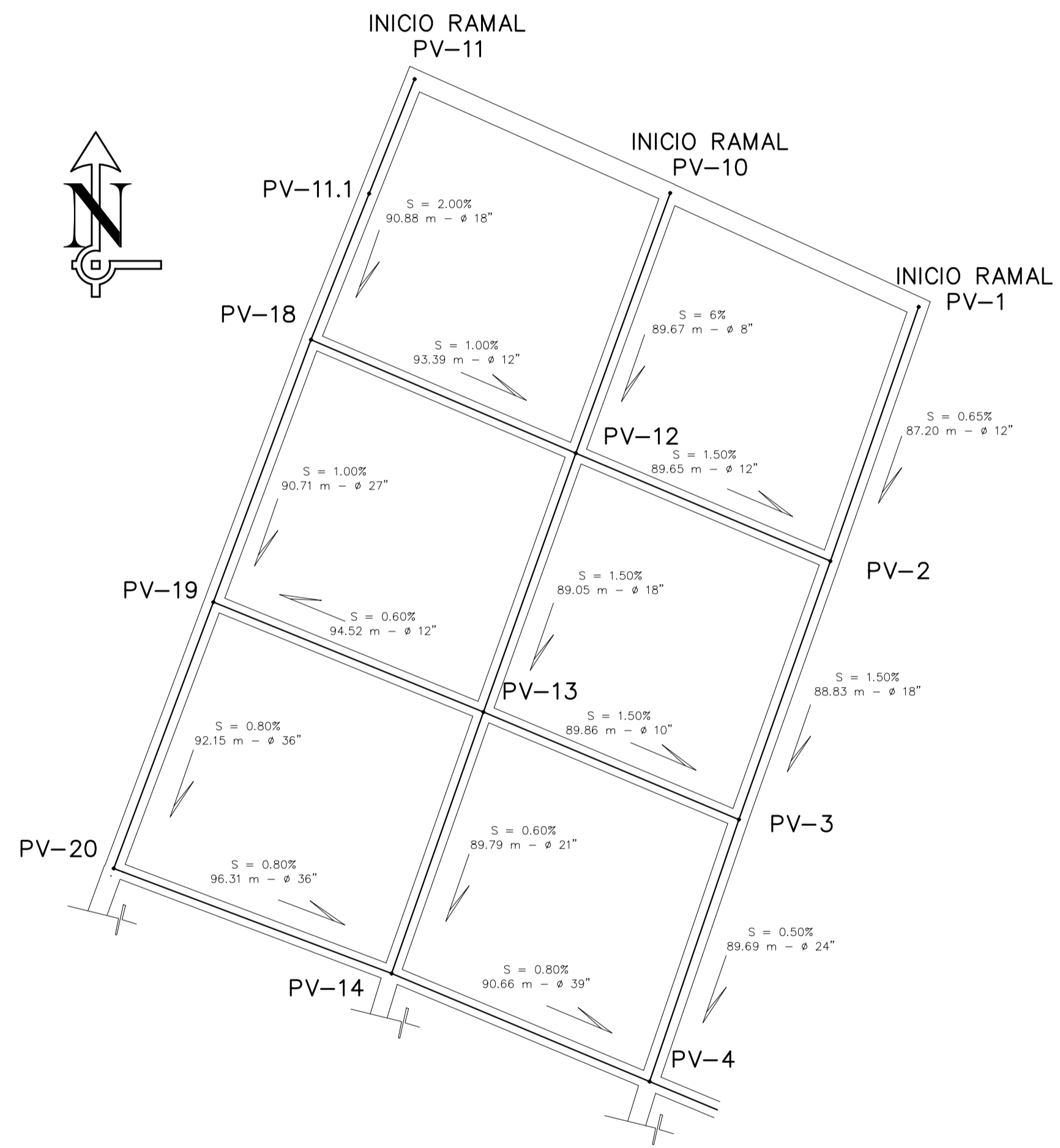
SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE TUBERIA
Ø	DIAMETRO TUBERIA
→	DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE

NORMA  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL  
ASTM F 949  
ASTM F 2307  
AASHTO M 304



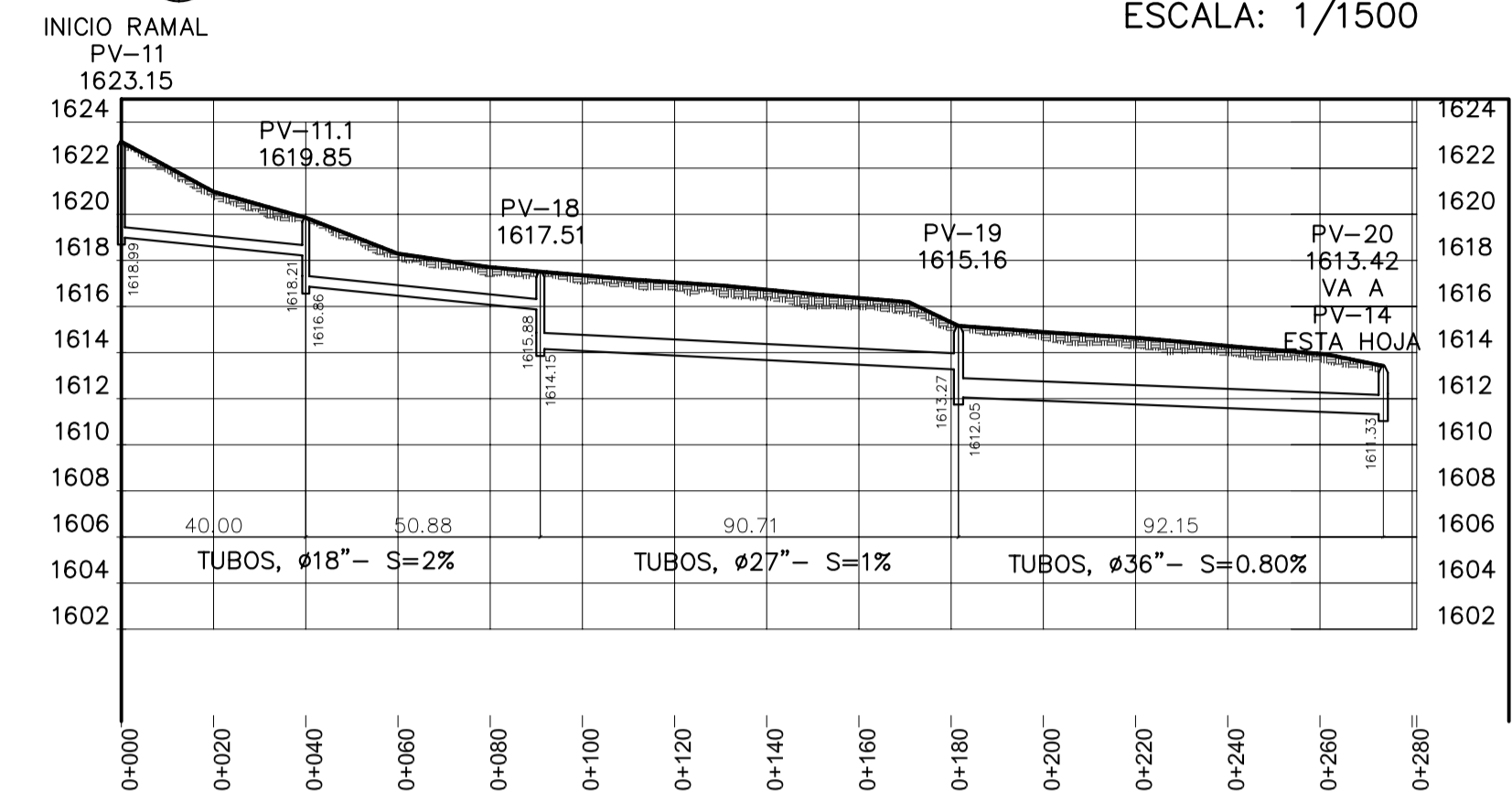
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA	
PLANO DE: PLANTA Y PERFIL	
ESCALA: 1/1500	DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL
FECHA: FEBRERO 2011	DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

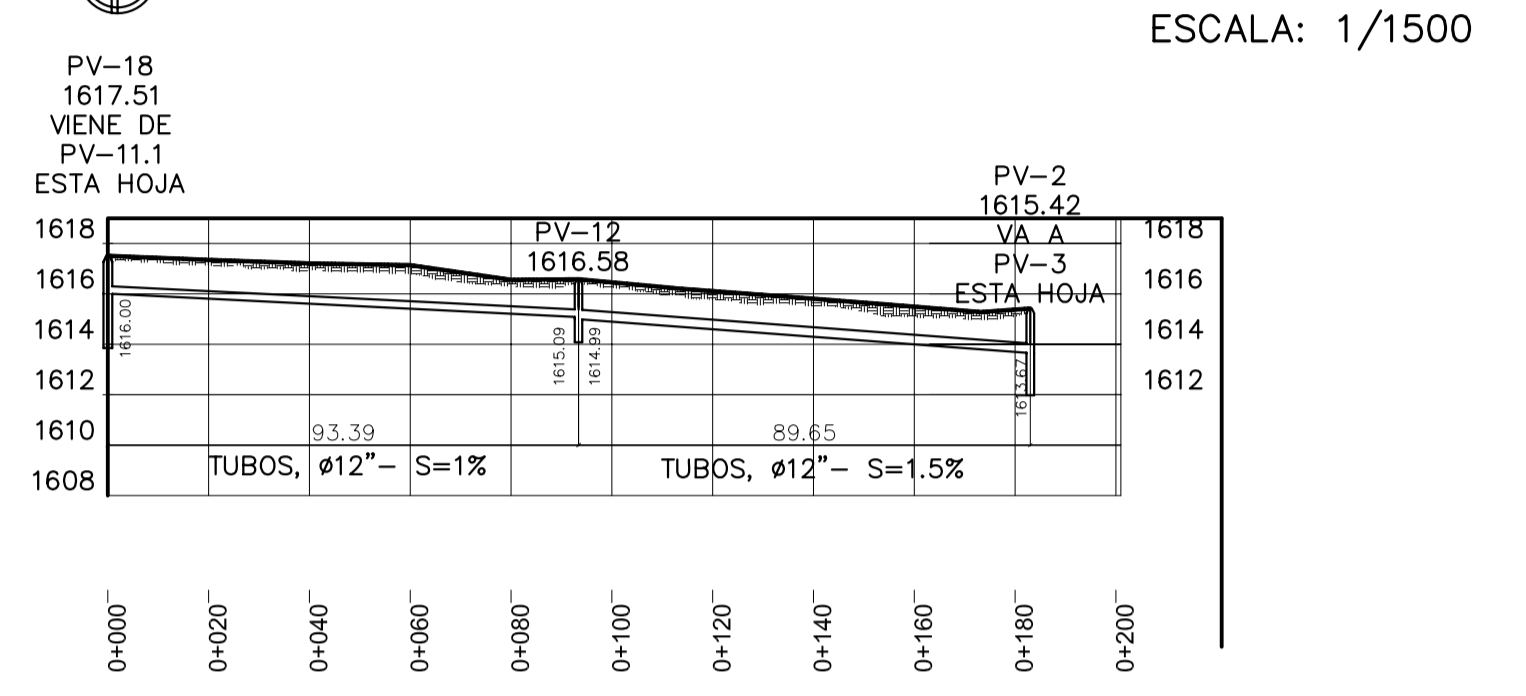


PERFIL PV-1 A PV-4  
ESCALA: 1/1500

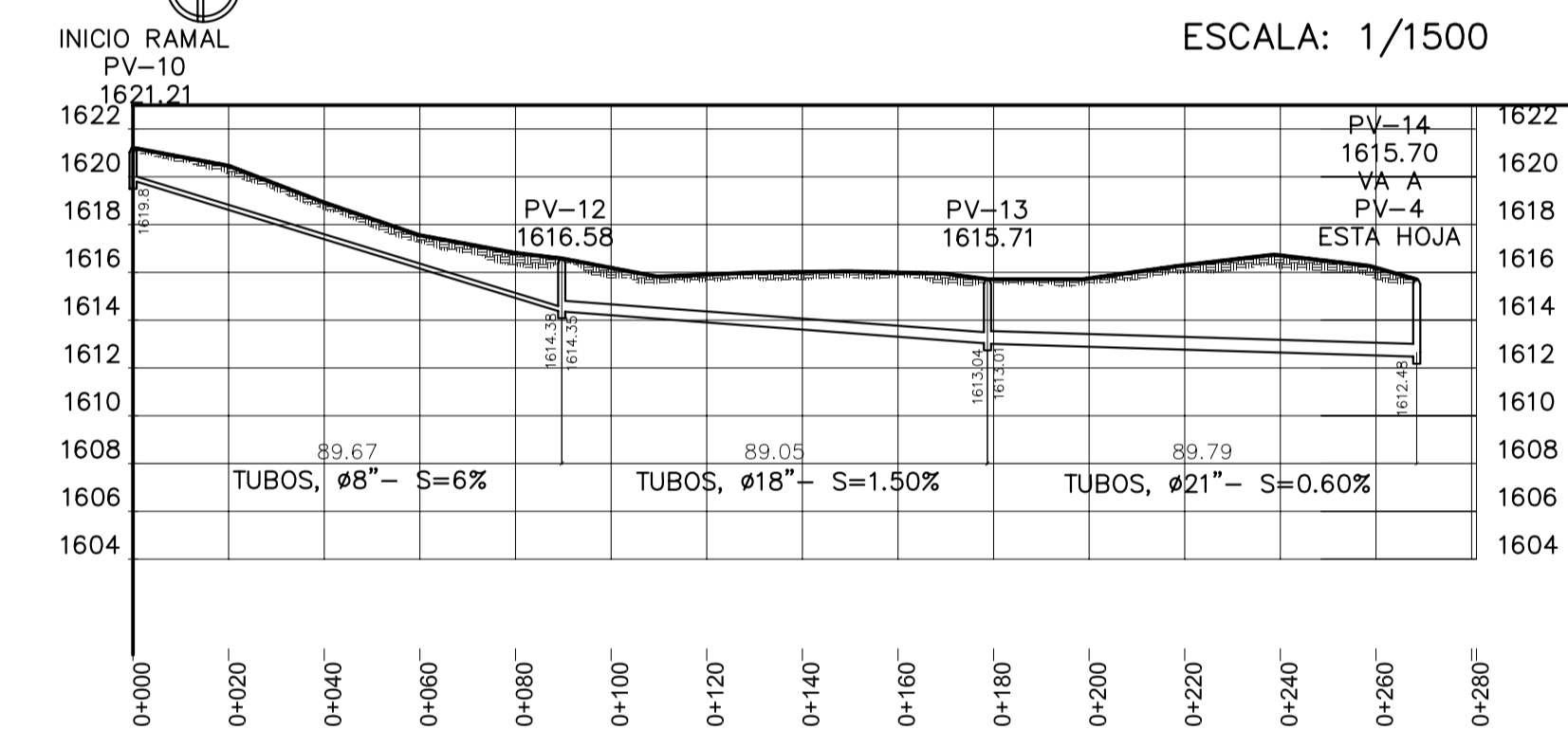
PERFIL PV-11 A PV-20  
ESCALA: 1/1500



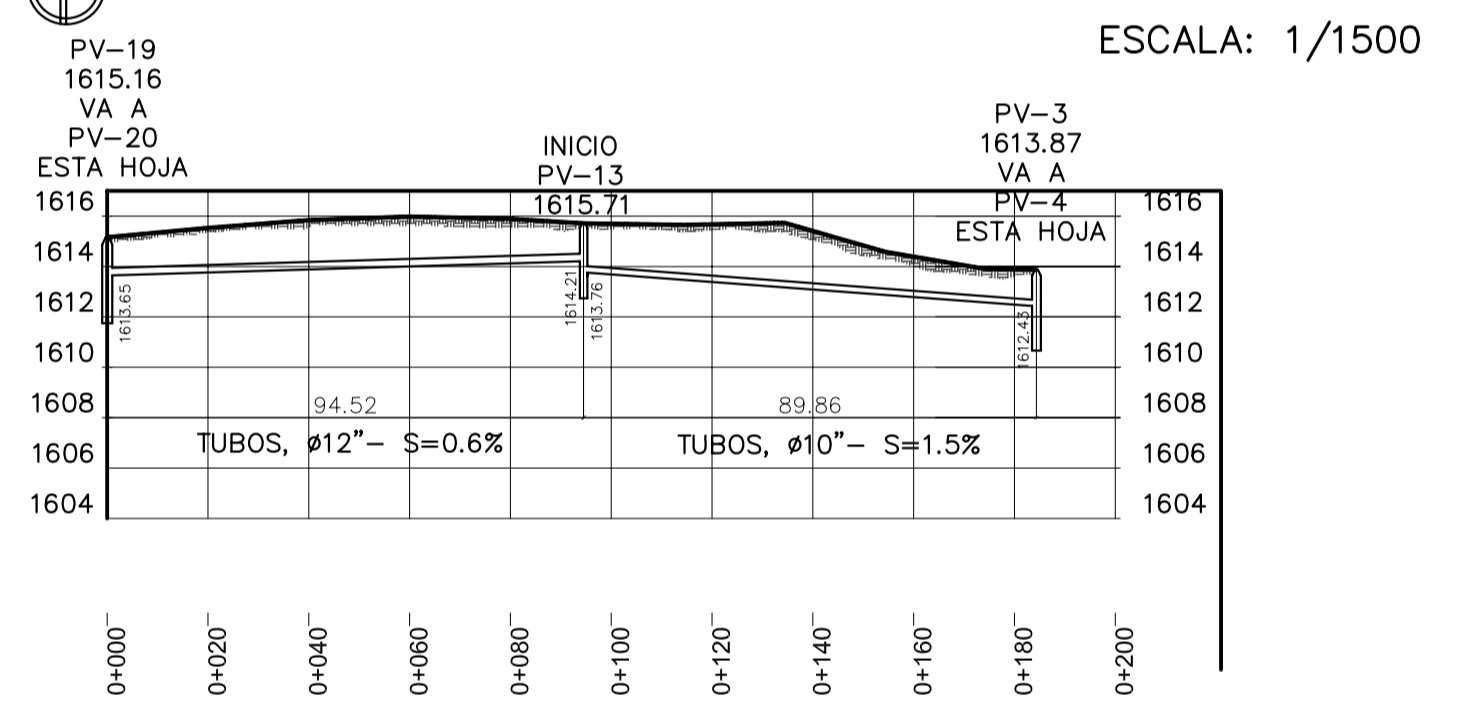
PERFIL PV-18 A PV-2  
ESCALA: 1/1500



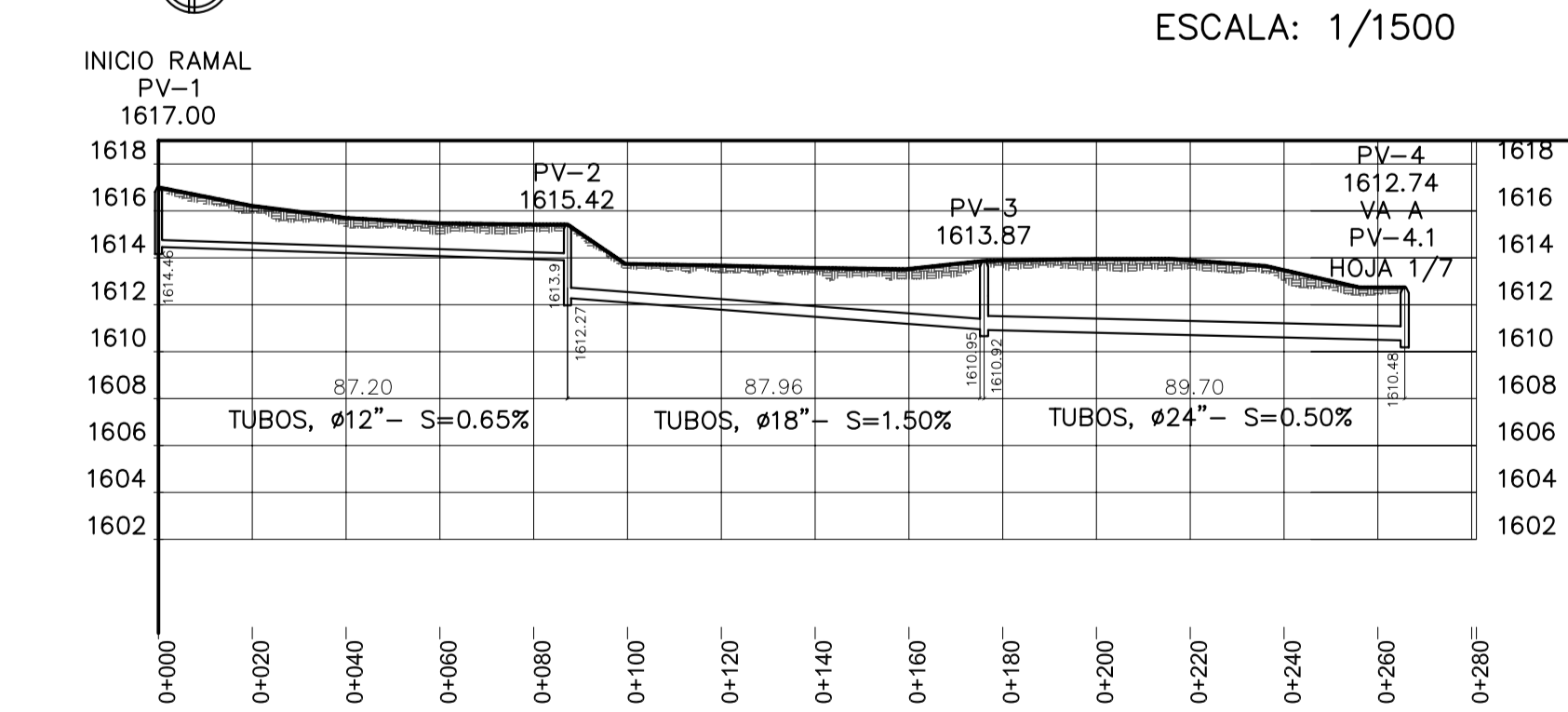
PERFIL PV-10 A PV-14  
ESCALA: 1/1500



PERFIL PV-19 A PV-3  
ESCALA: 1/1500



PERFIL PV-1 A PV-4  
ESCALA: 1/1500



SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE TUBERIA
ø	DIAMETRO TUBERIA
→	DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE

NORMA  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL  
ASTM F 949  
ASTM F 2307  
AASHTO M 304

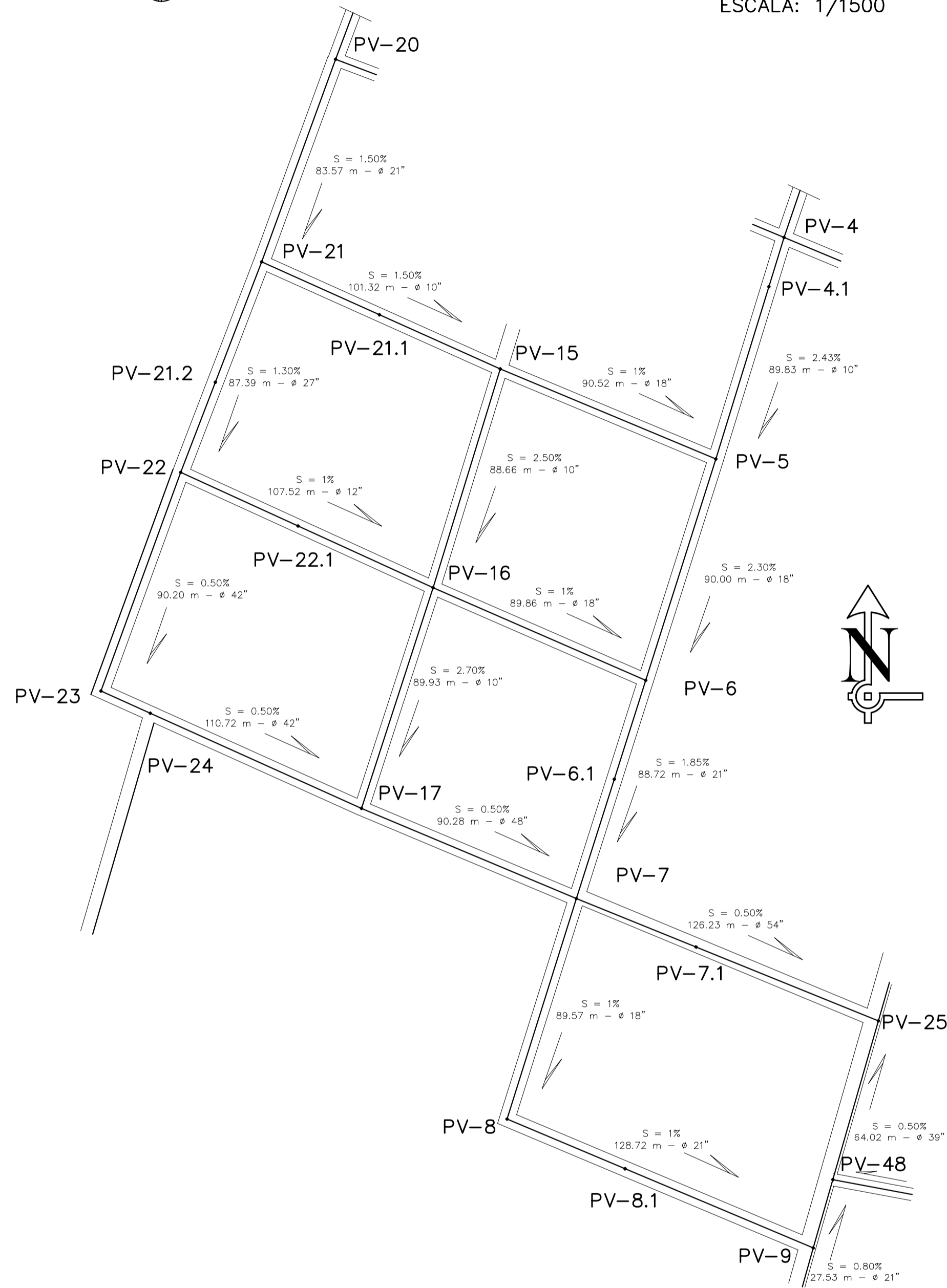


FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO:	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA
PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL
ESCALA:	1/1500
FECHA:	FEBRERO 2011
DISEÑO:	MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL
DIBUJO:	MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

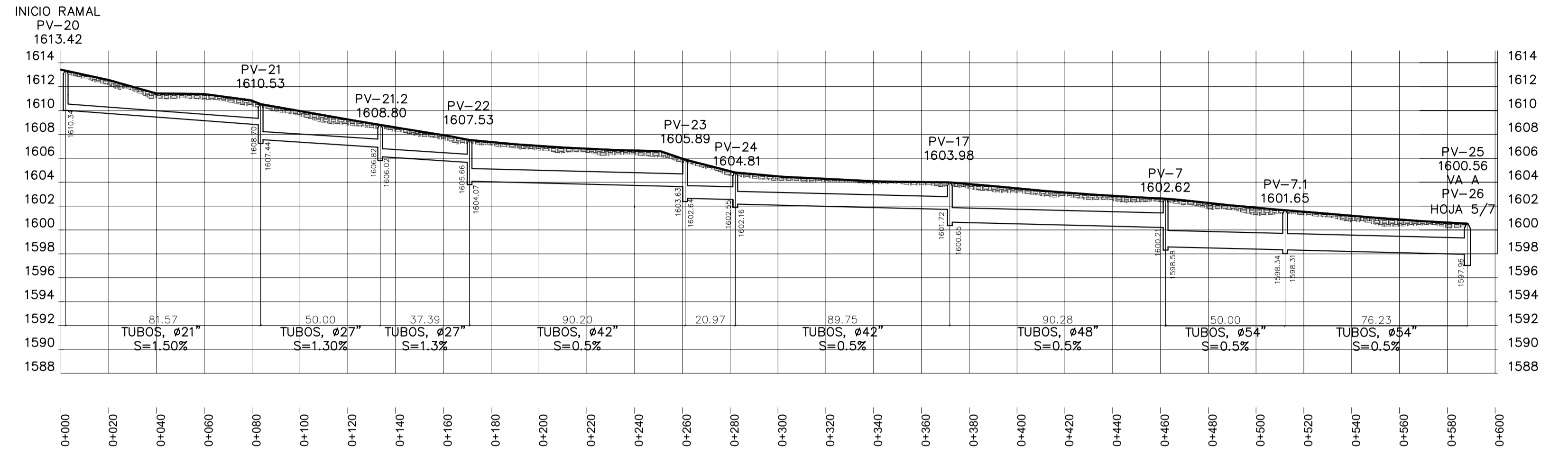
# PERFIL PV-20 A PV-25

ESCALA: 1/1500



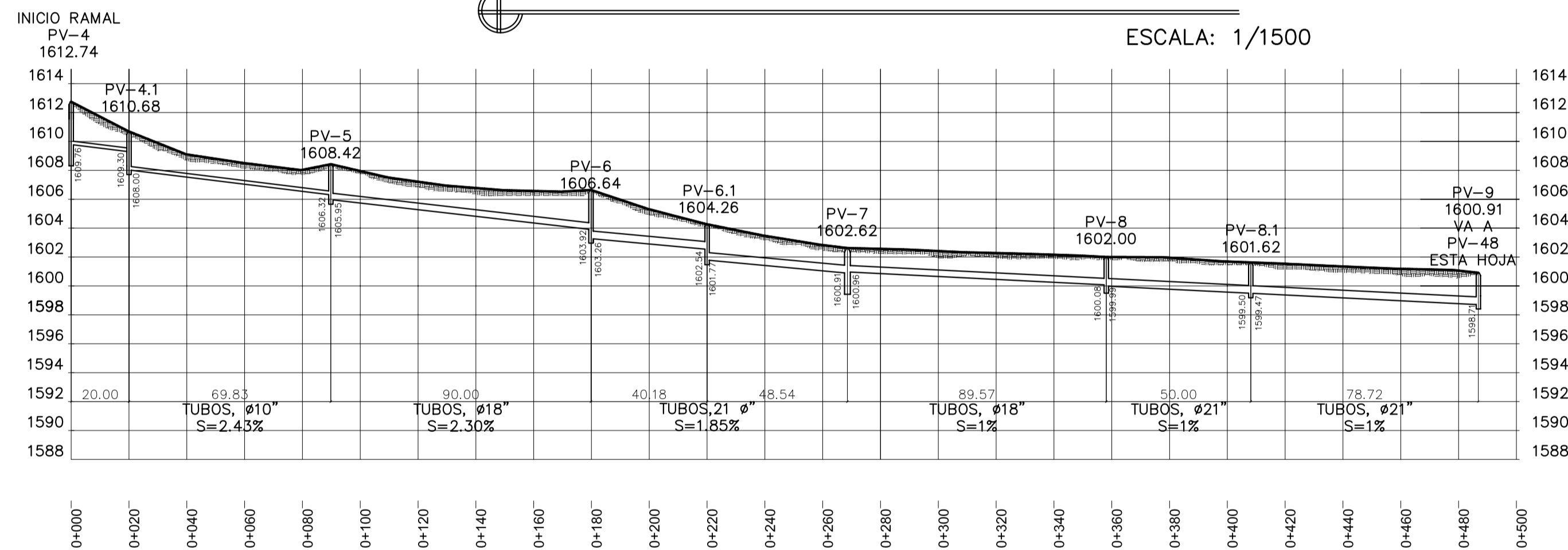
# PERFIL PV-20 A PV-25

ESCALA: 1/1500



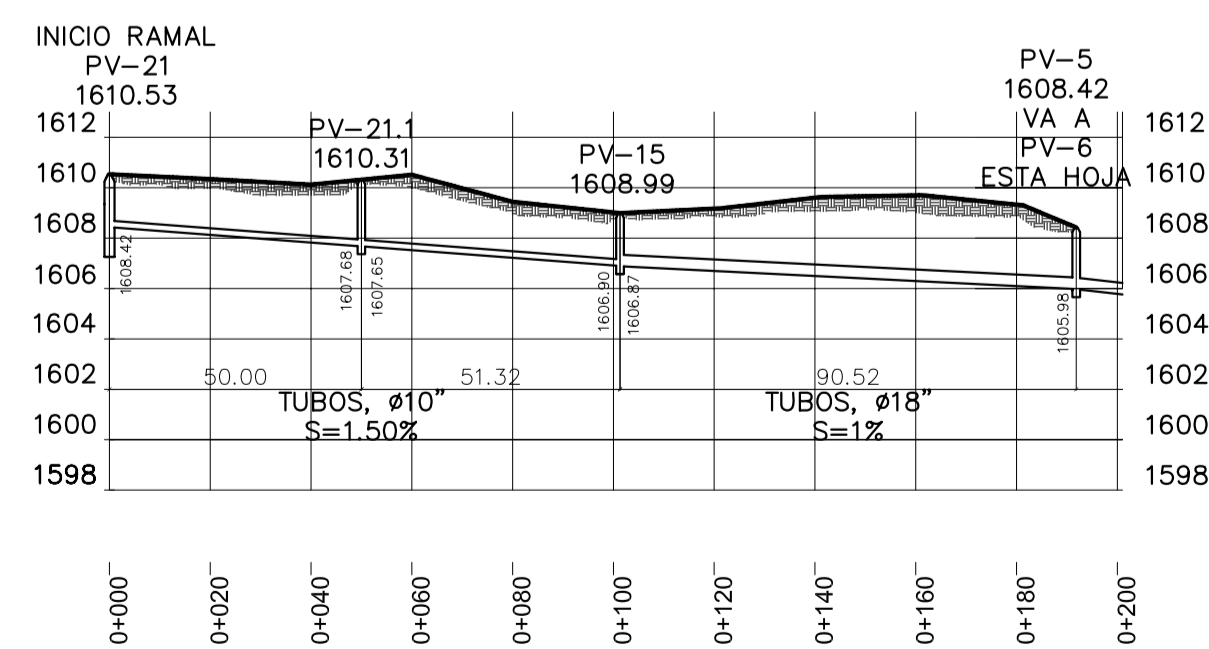
# PERFIL PV-4 A PV-9

ESCALA: 1/1500



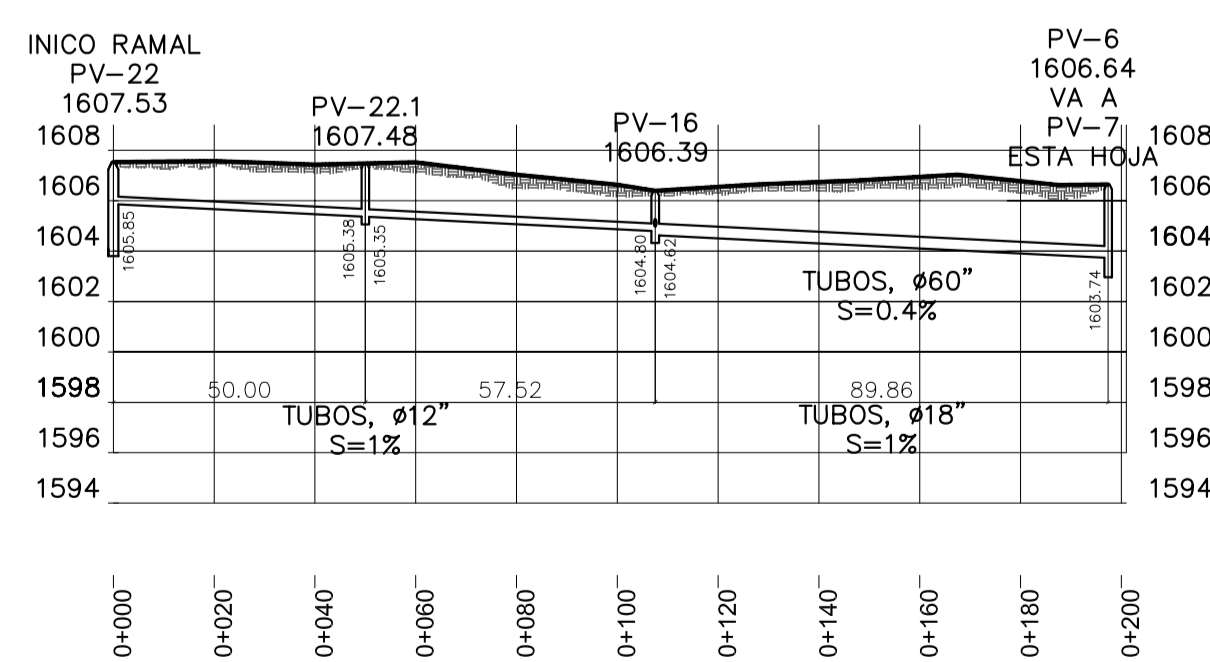
# PERFIL PV-21 A PV-5

ESCALA: 1/1500



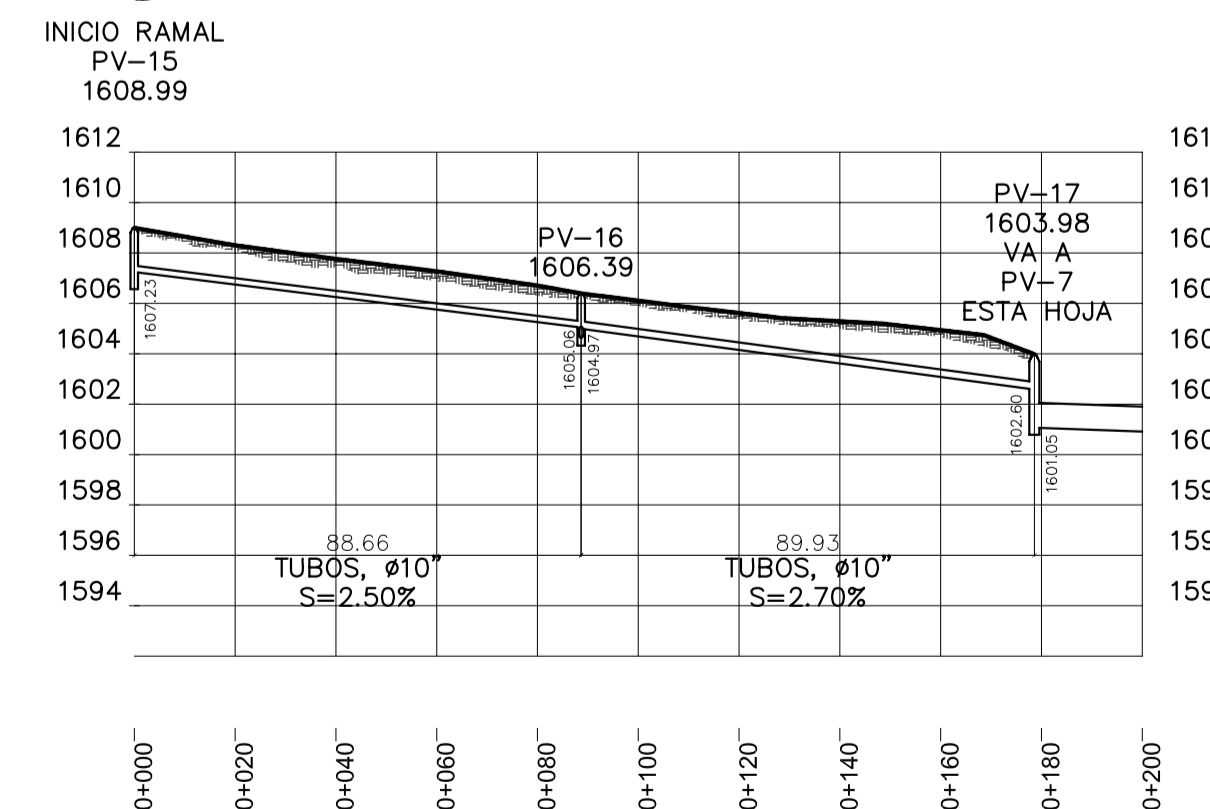
# PERFIL PV-22 A PV-6

ESCALA: 1/1500



# PERFIL PV-15 A PV-17

ESCALA: 1/1500



SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE TUBERIA
ø	DIAMETRO TUBERIA
→	DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE

NORMA  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL  
ASTM F 949  
ASTM F 2307  
AASHTO M 304



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

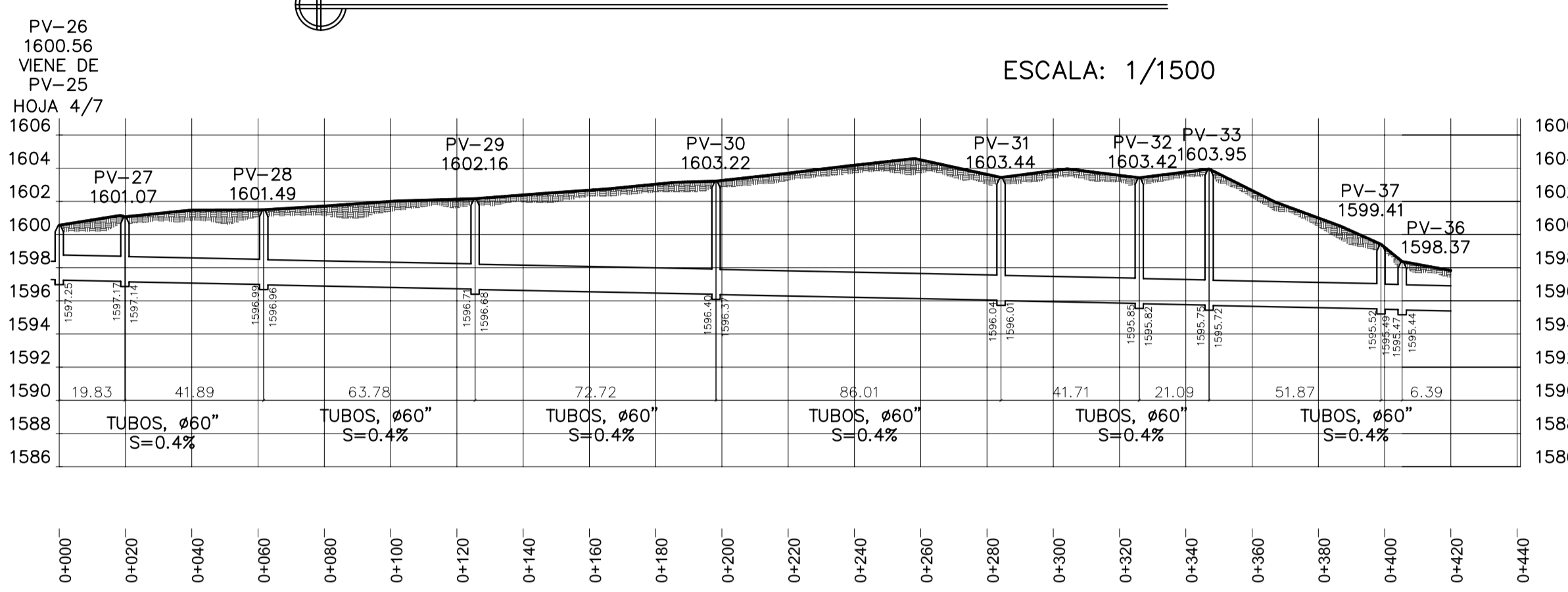
PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL

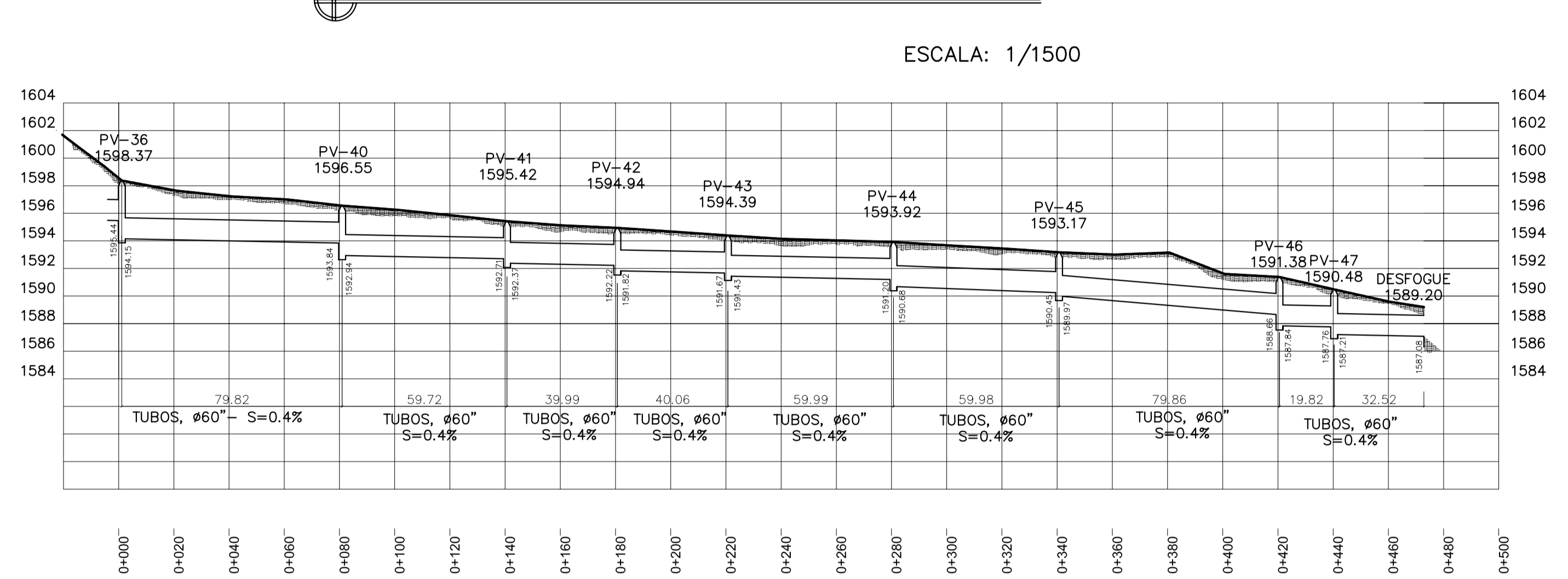
ESCALA: 1/1500  
FECHA: FEBRERO 2011  
DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL  
DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

HOJA No. 4/7  
MELL CANTORAL EPESISTA  
Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS

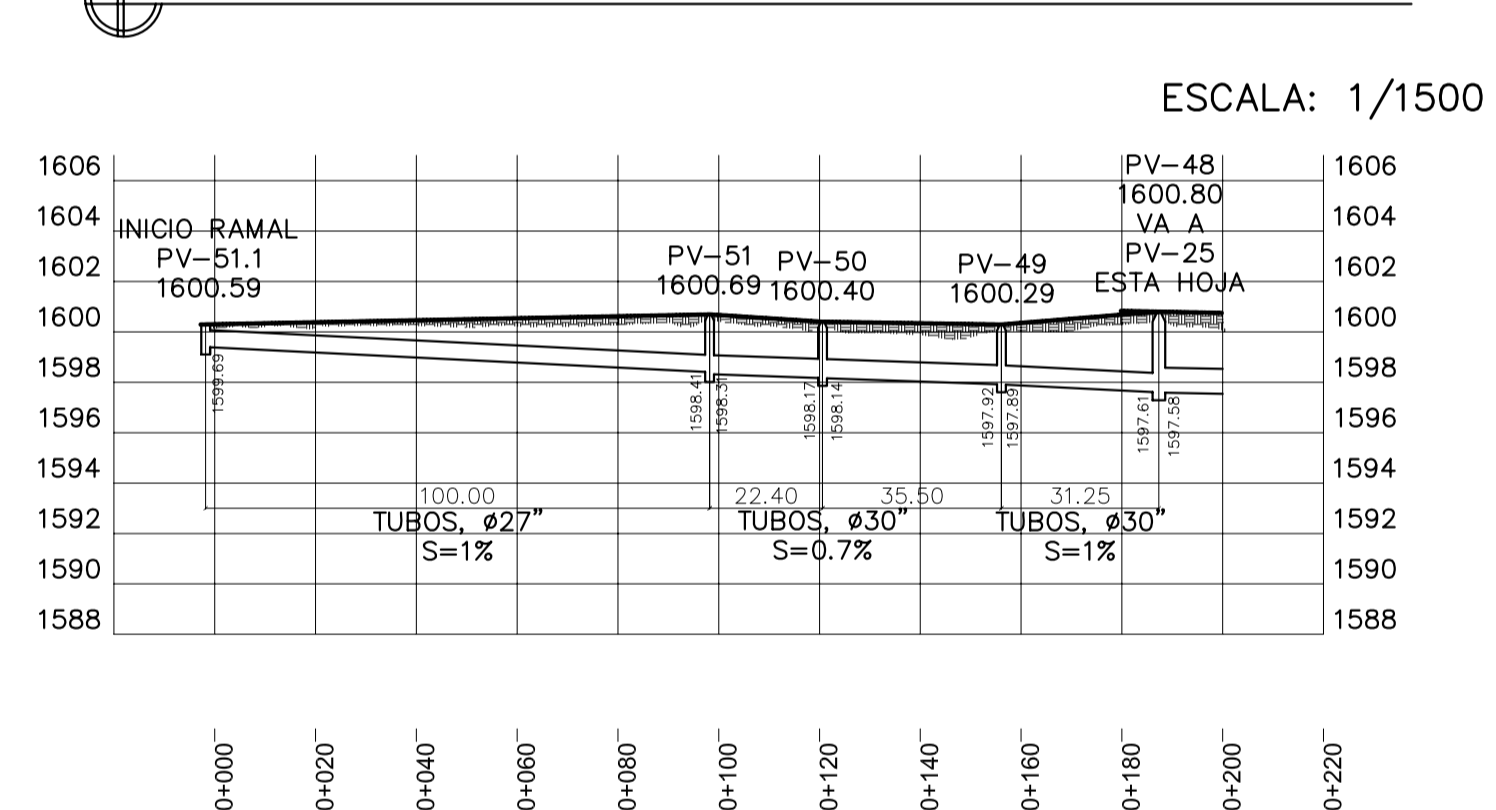
## PERFIL PV-26 A PV-36



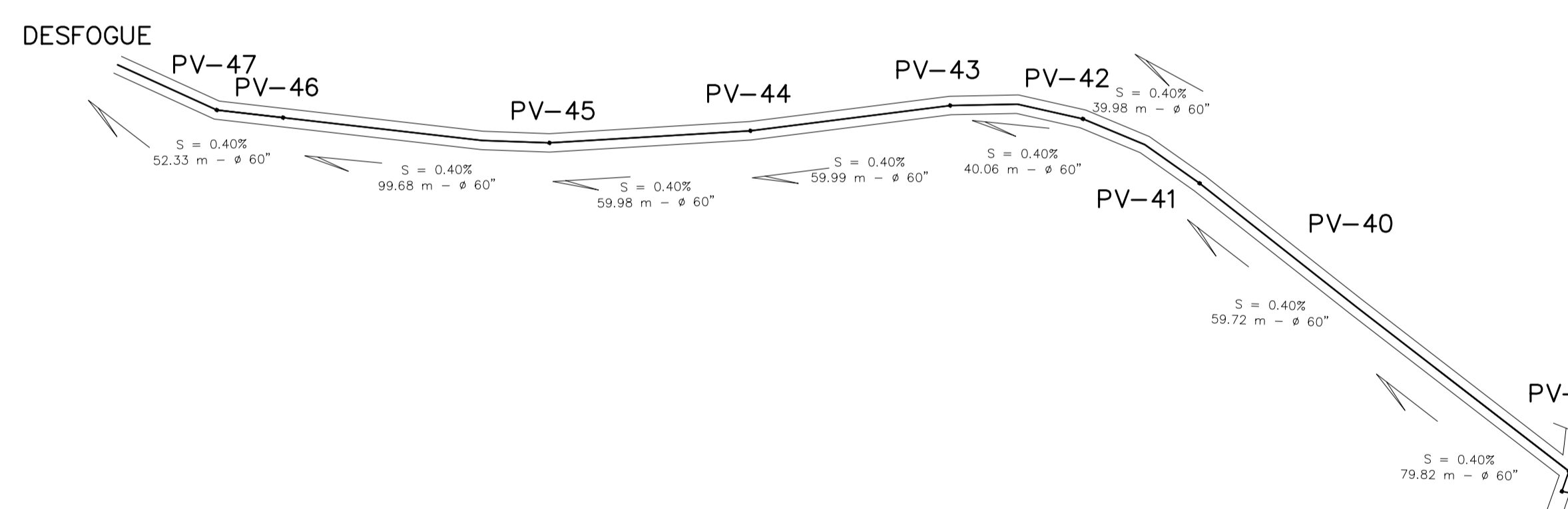
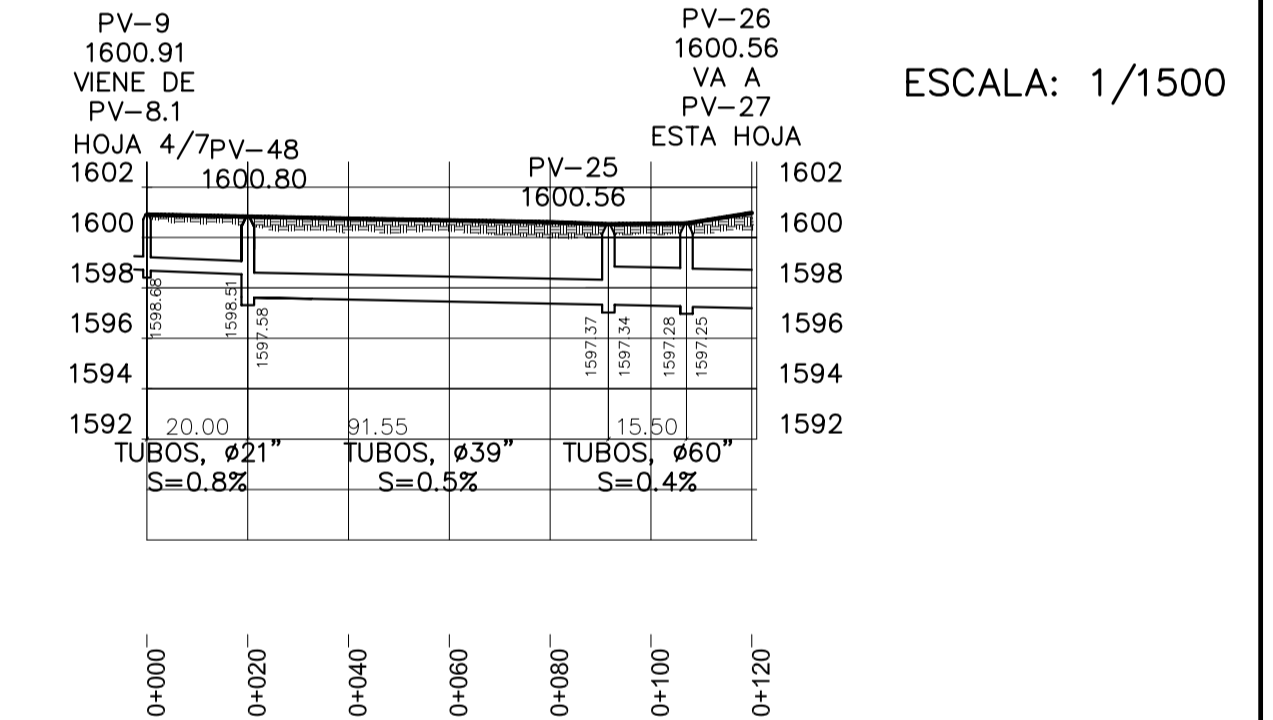
## PERFIL PV-36 A PV-DESFOGUE



## PERFIL PV-51.1 A PV-48

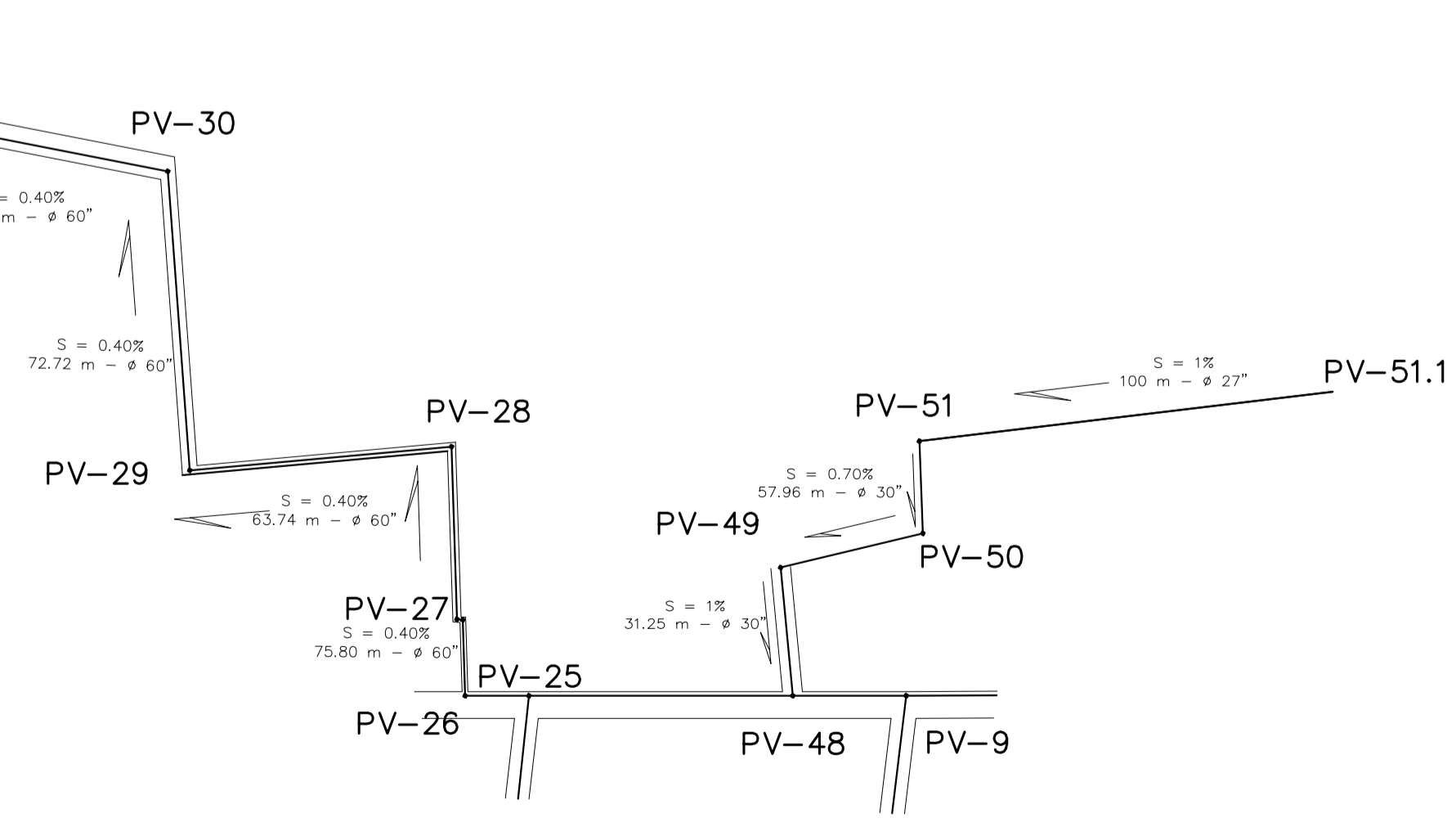
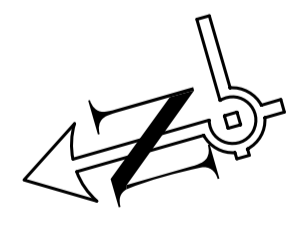


## PERFIL PV-9 A PV-26



## PERFIL PV-51.1 A DESFOGUE

ESCALA: 1/1500



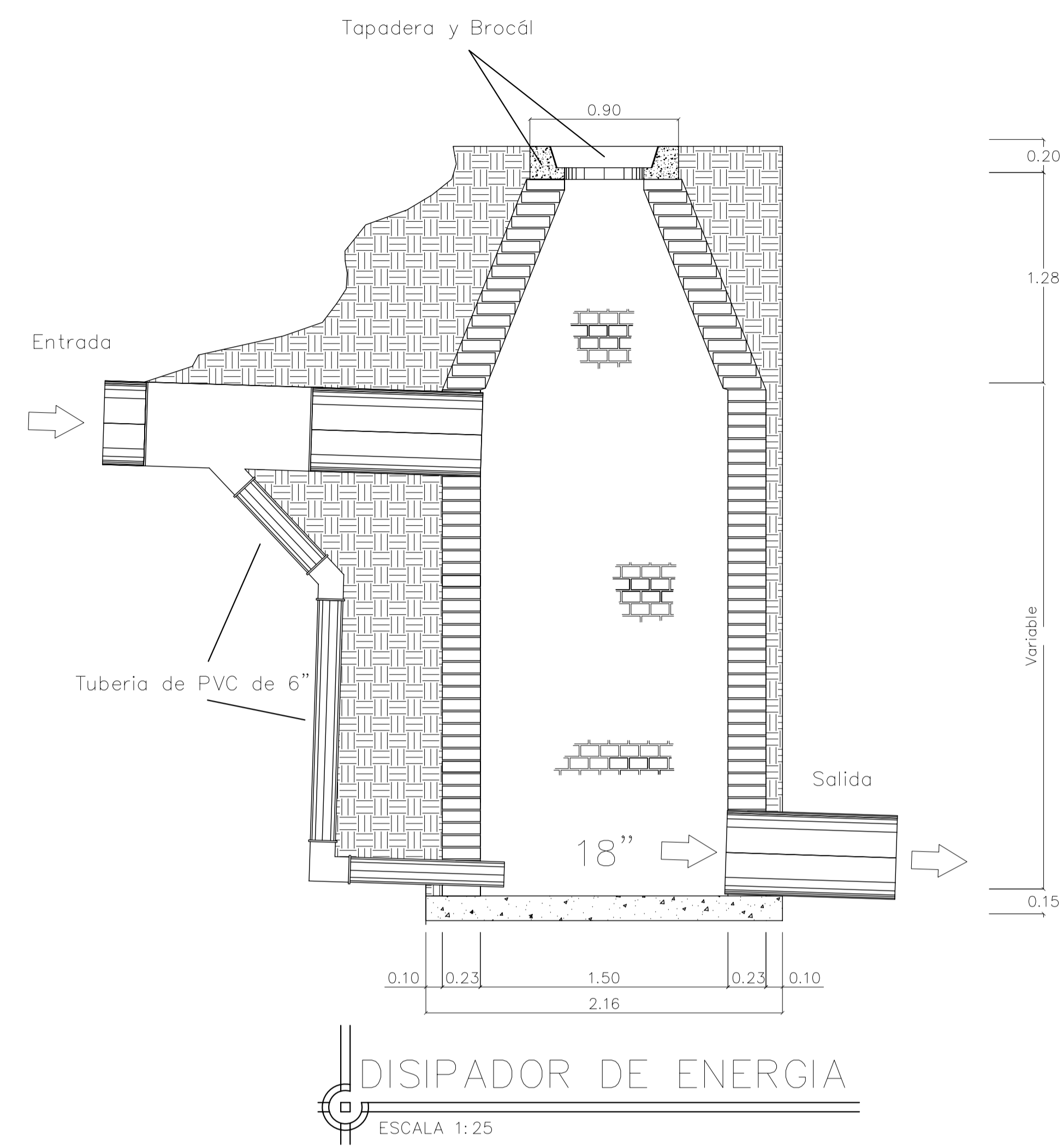
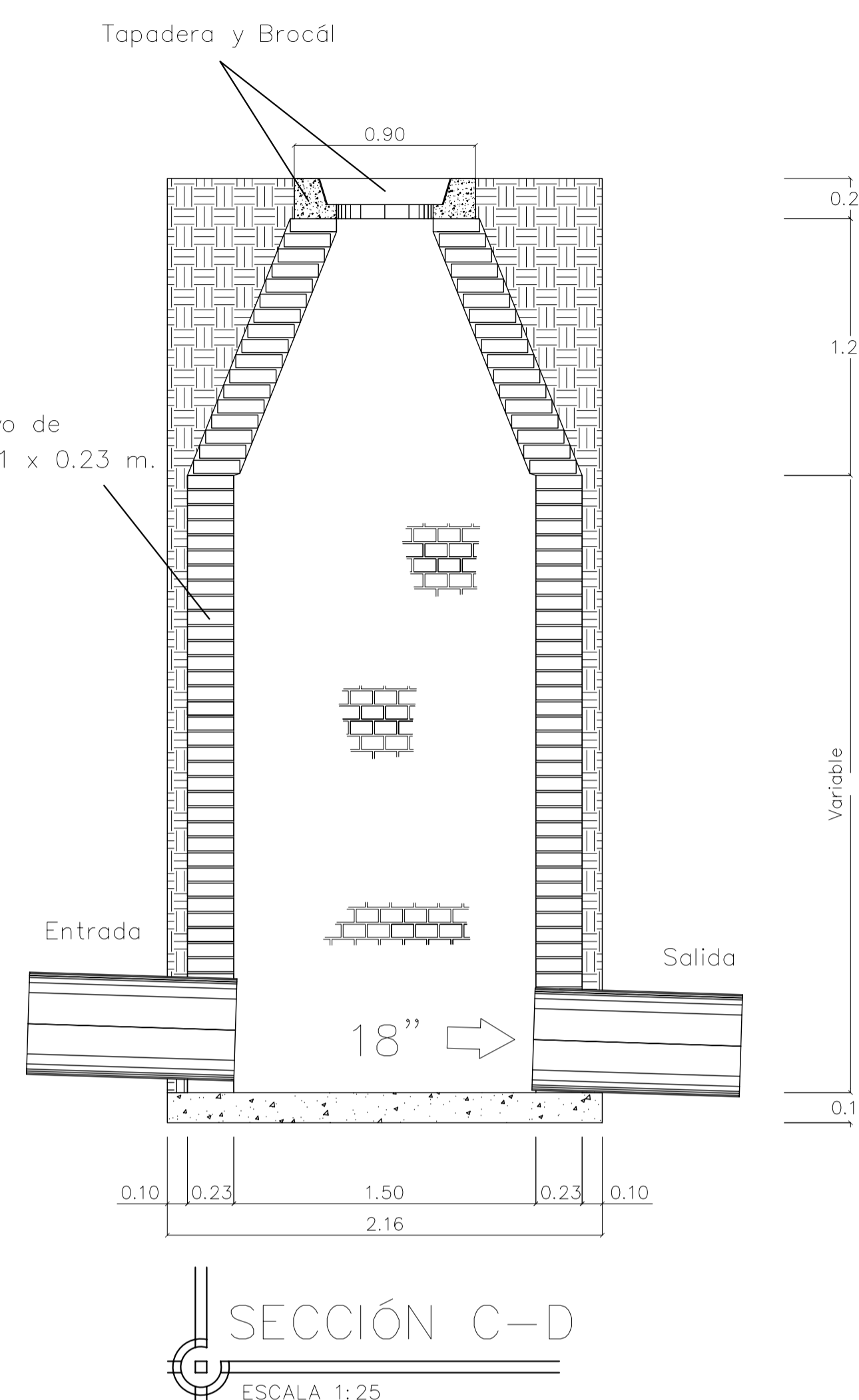
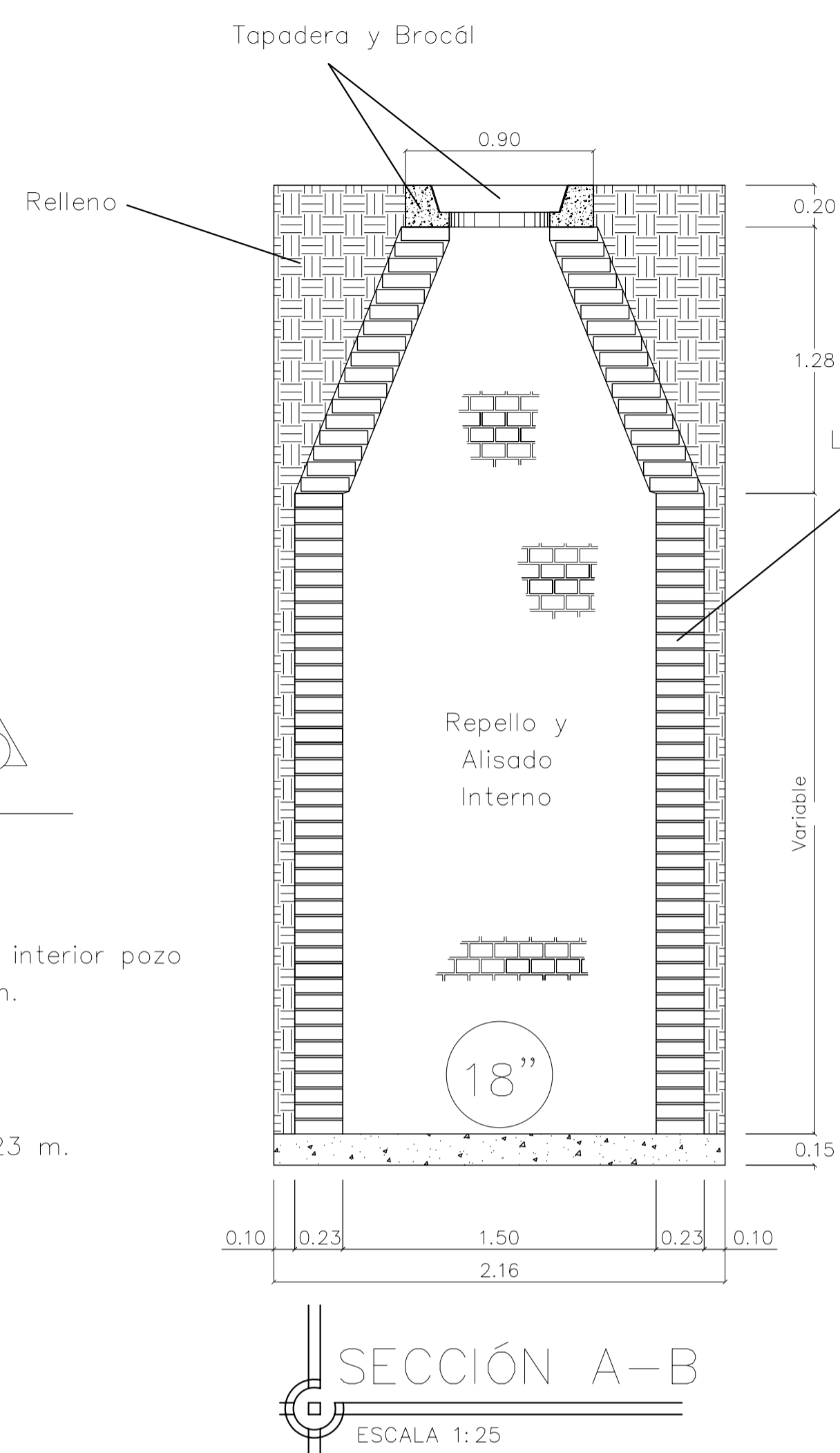
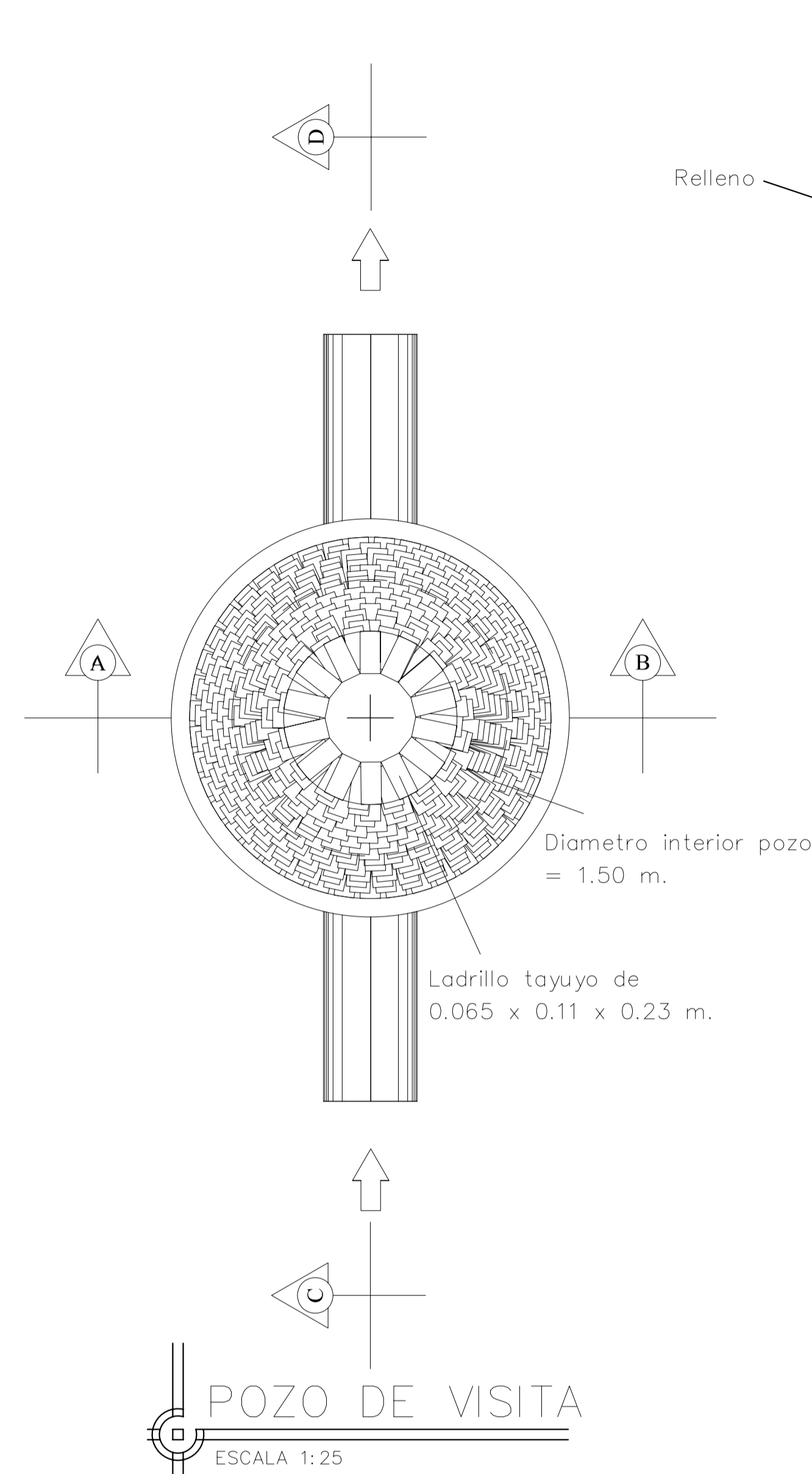
SIMBOLOGÍA	
PV	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE TUBERIA
ø	DIAMETRO TUBERIA
↔	DIRECCIÓN DE LA PENDIENTE

NORMA  
ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL  
ASTM F 949  
ASTM F 2307  
AASHTO M 304



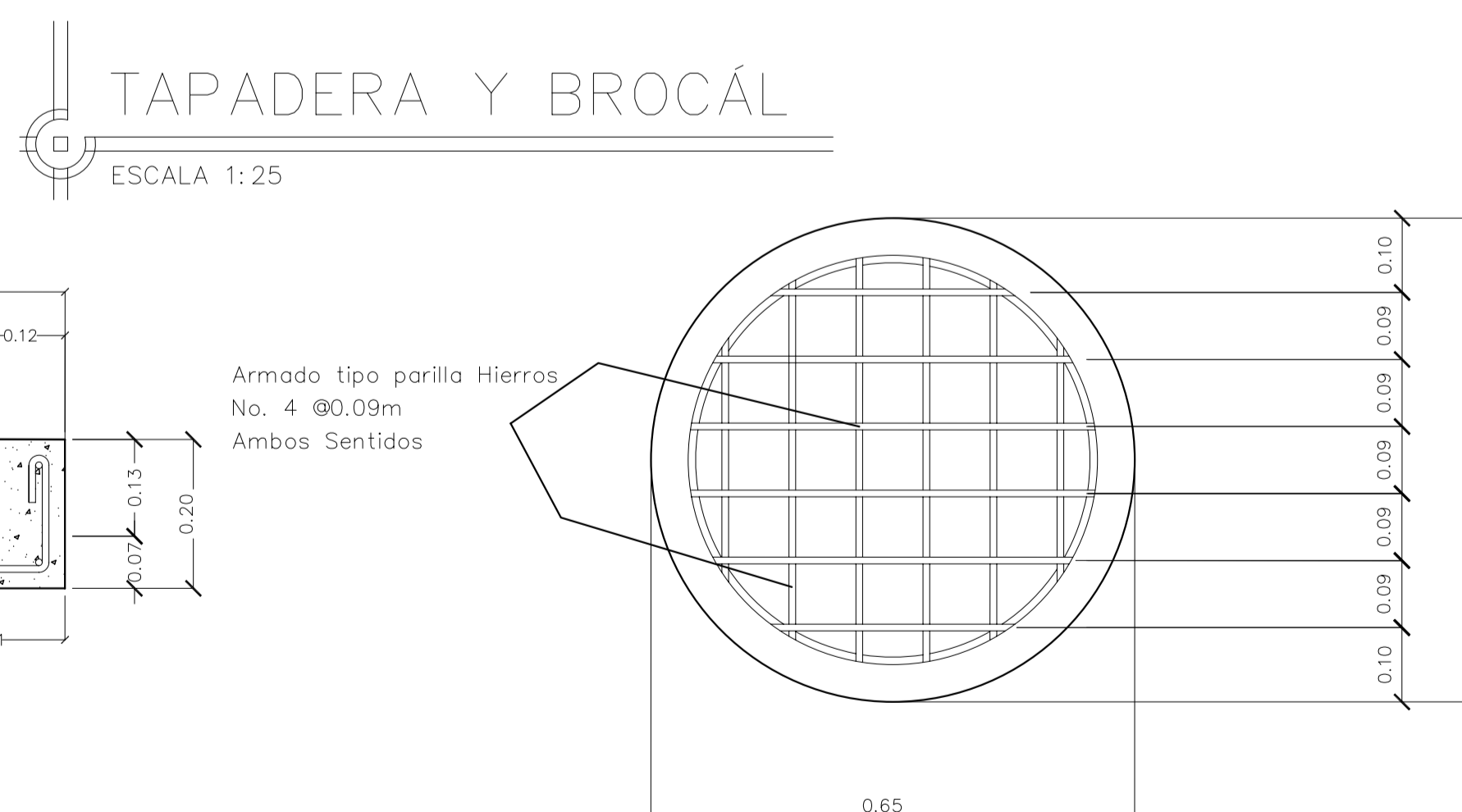
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA	
PLANO DE: PLANTA Y PERFIL	
ESCALA: 1/1500	DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL
FECHA: FEBRERO 2011	DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL
HOJA No. 5/7	

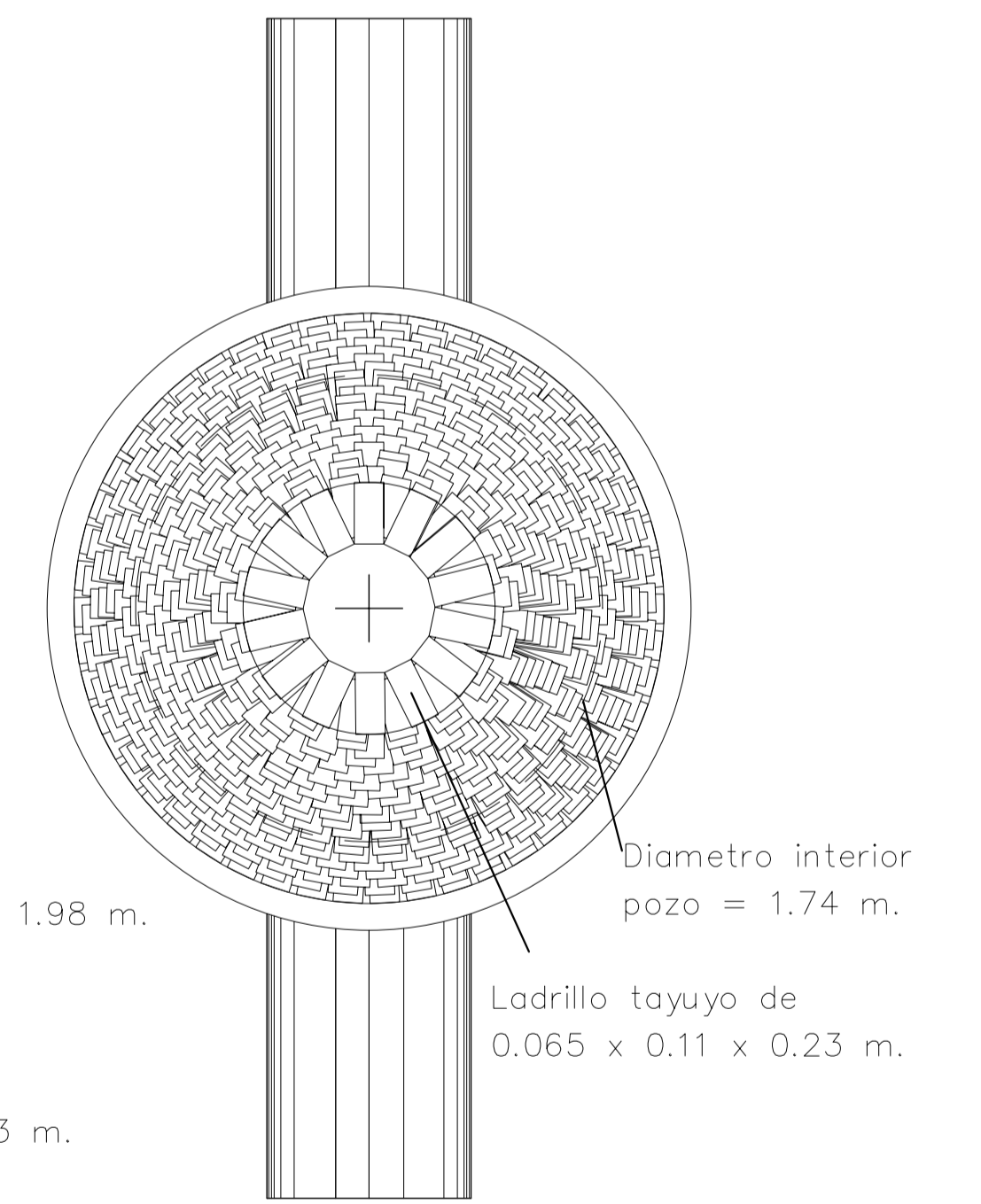
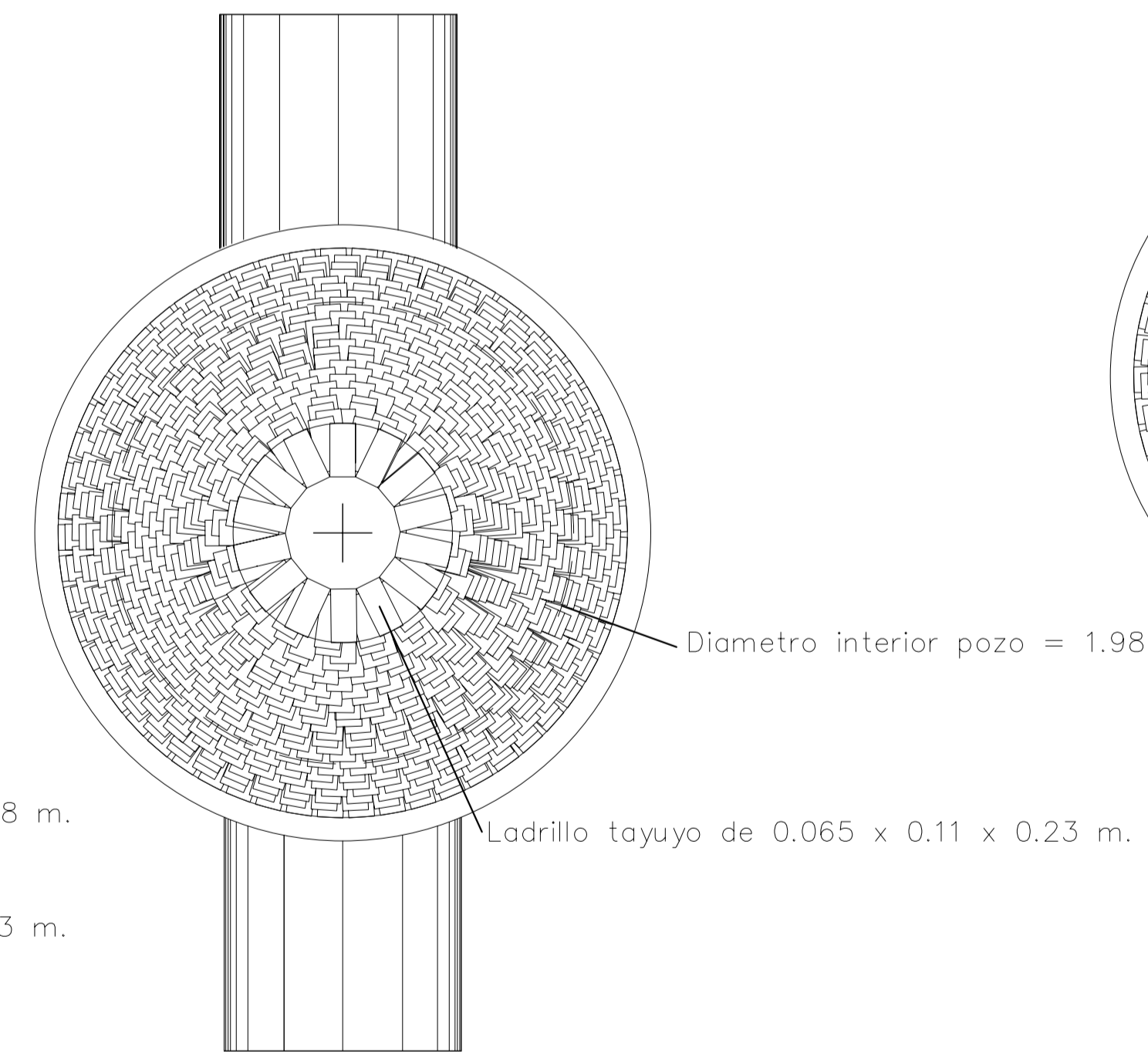
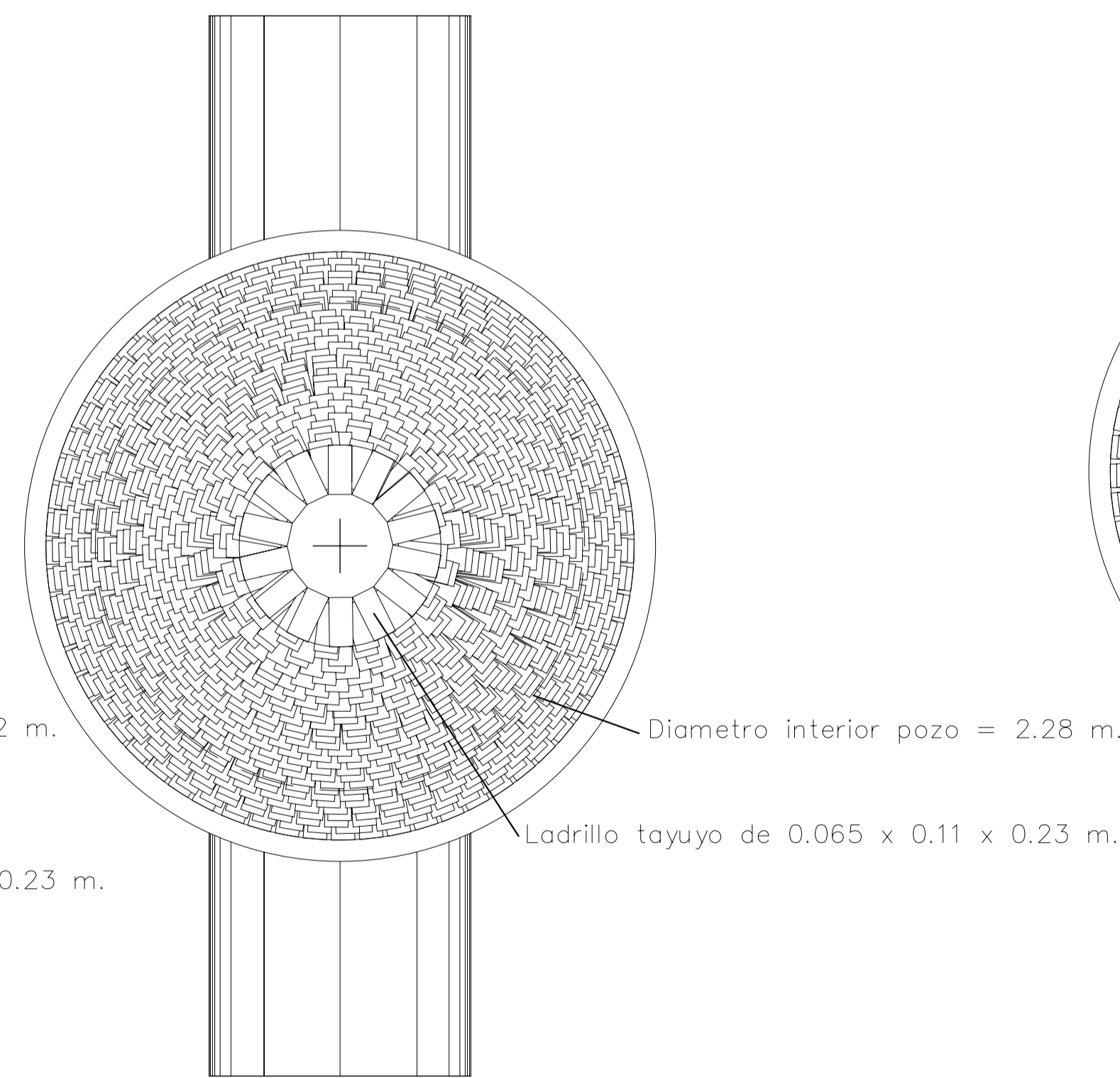
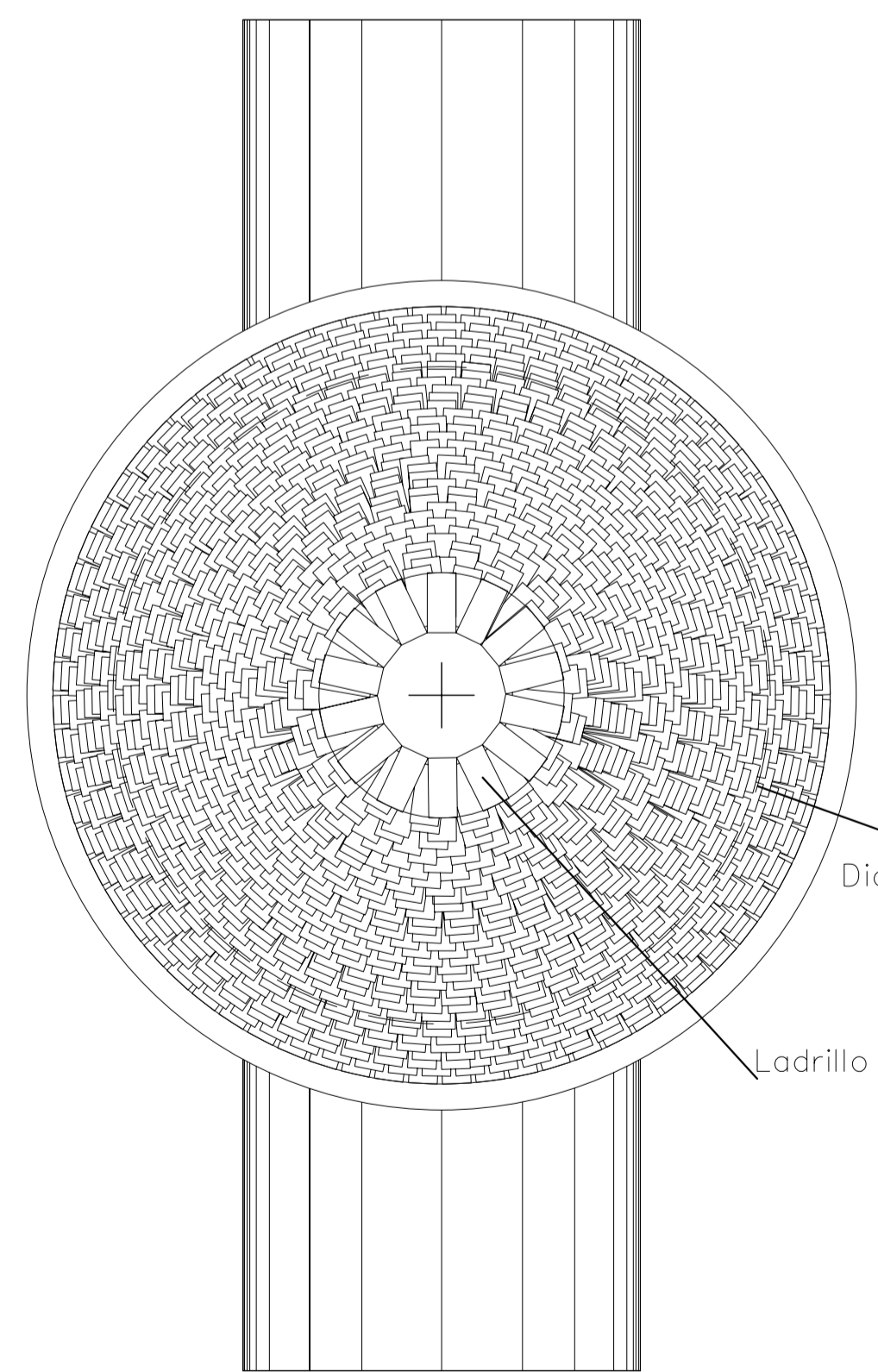
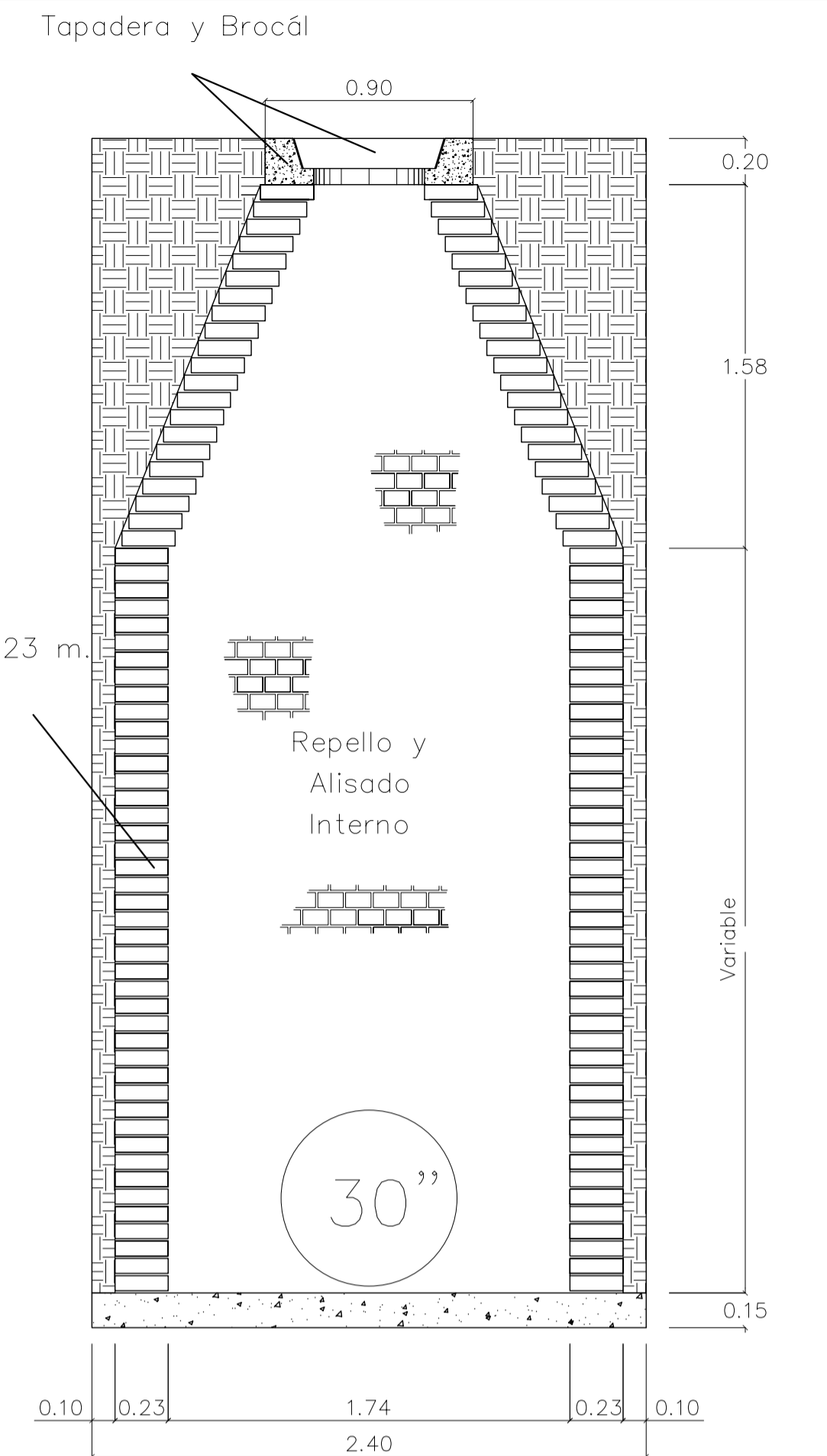
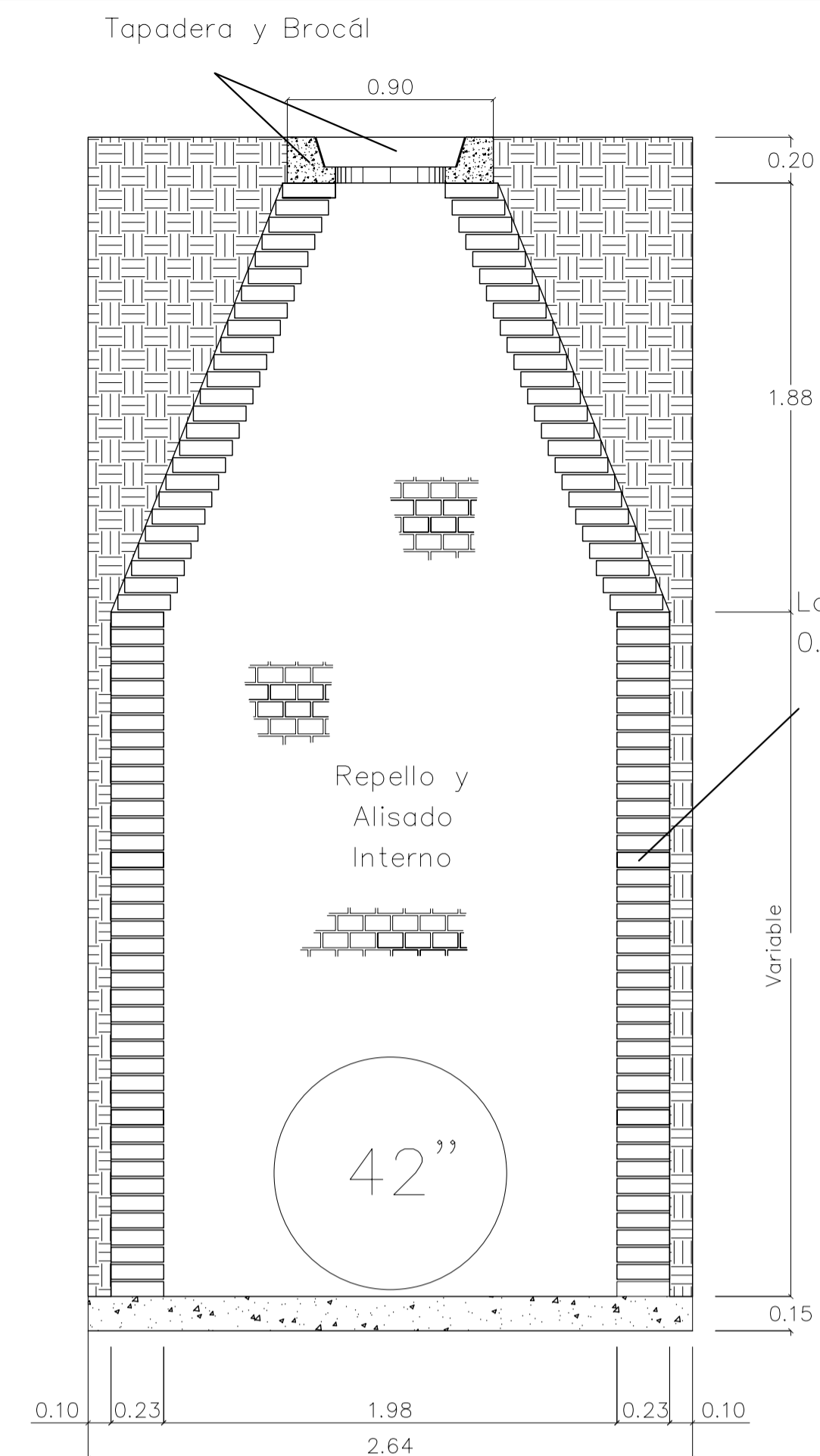
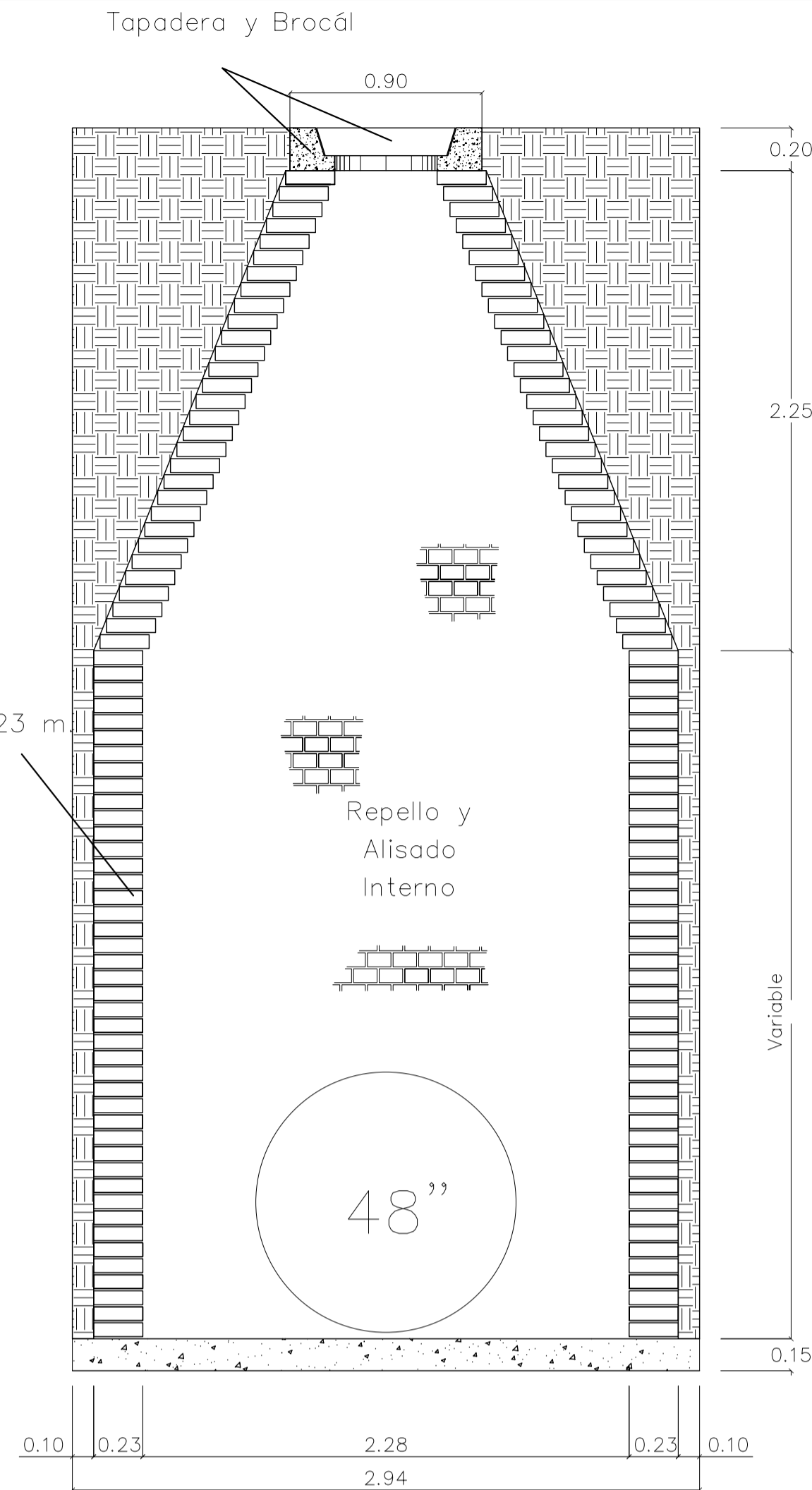
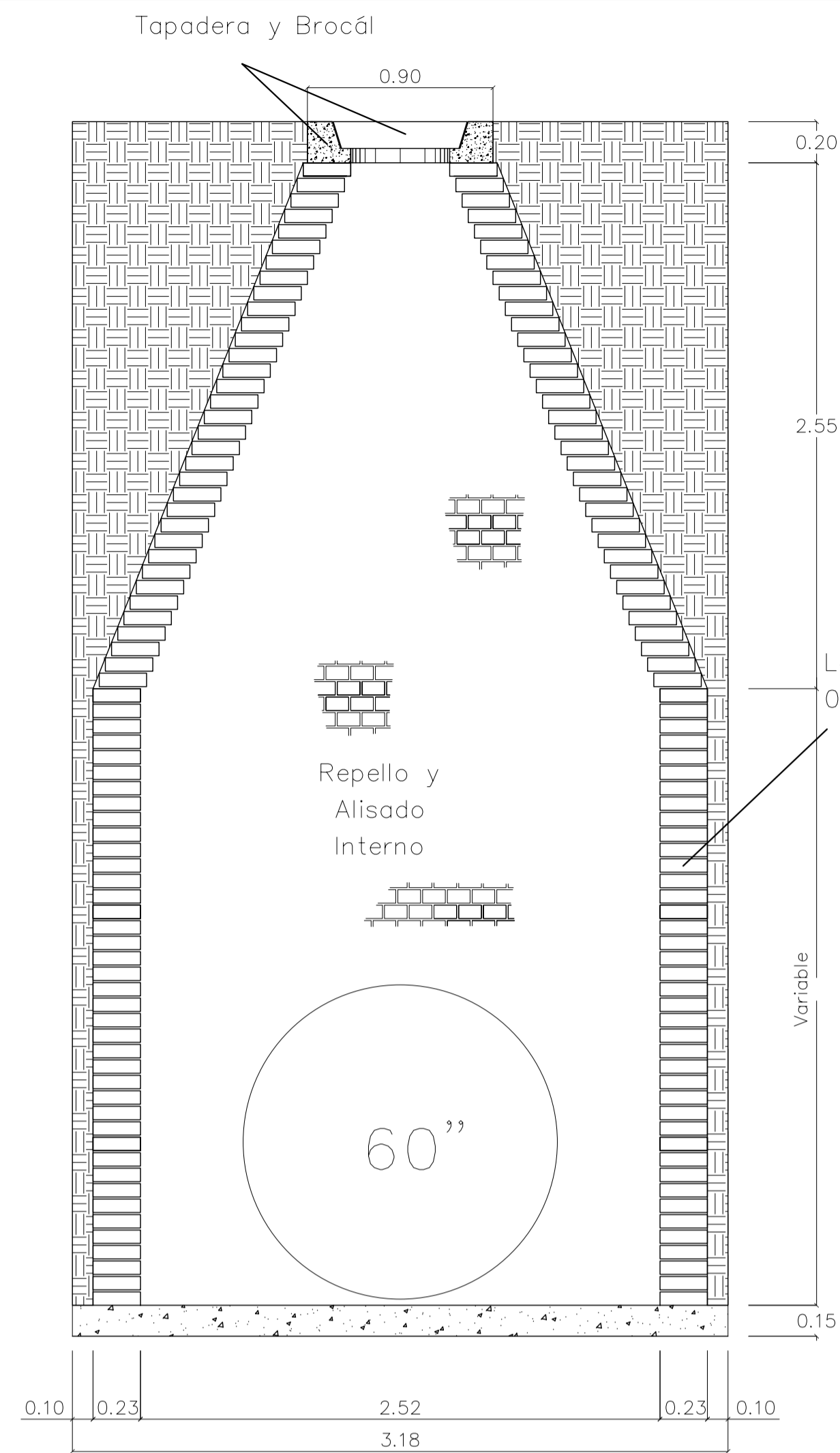


**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:**

- CONCRETO:**
1. El Concreto debe tener una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm<sup>2</sup>.
  2. El agregado grueso debe tener un diametro de 1/2"
  3. El recubrimiento mínimo para la base será de 10cm y de 5cm para la tapadera.
- ACERO:**
1. El acero debe tener un fy= 2,810 Kg/cm<sup>2</sup>.
- MAMPOSTERIA:**
1. Se utilizará ladrillo tayuyo de 0.065x0.11x0.23 m.
  2. La mampostería será conforme a la norma ASTM C-62.
  3. El ladrillo tayuyo tendrá una resistencia a la compresión mínima de 84 Kg/cm<sup>2</sup>.
- MÓRTERO:**
1. Proporción 1:3, una de cemento por tres de arena.
  2. El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina.
  3. El cemento a utilizar es Portland tipo 1, ASTM C-150.
  4. Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144c.



 <p>FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011 MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA D.M.P. Dirección Municipal de planificación</p>		PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA PLANO DE: <b>DETALLE DE POZO DE VISITA</b>	
		ESCALA: INDICADA FECHA: FEBRERO 2011	DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL
(1) MELL CANTORAL EPESISTA		(2) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS	



PLANTA Y PERFIL POZOS DE VISITA

DRENAJE PLUVIAL SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA.

ESCALA 1:25



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA

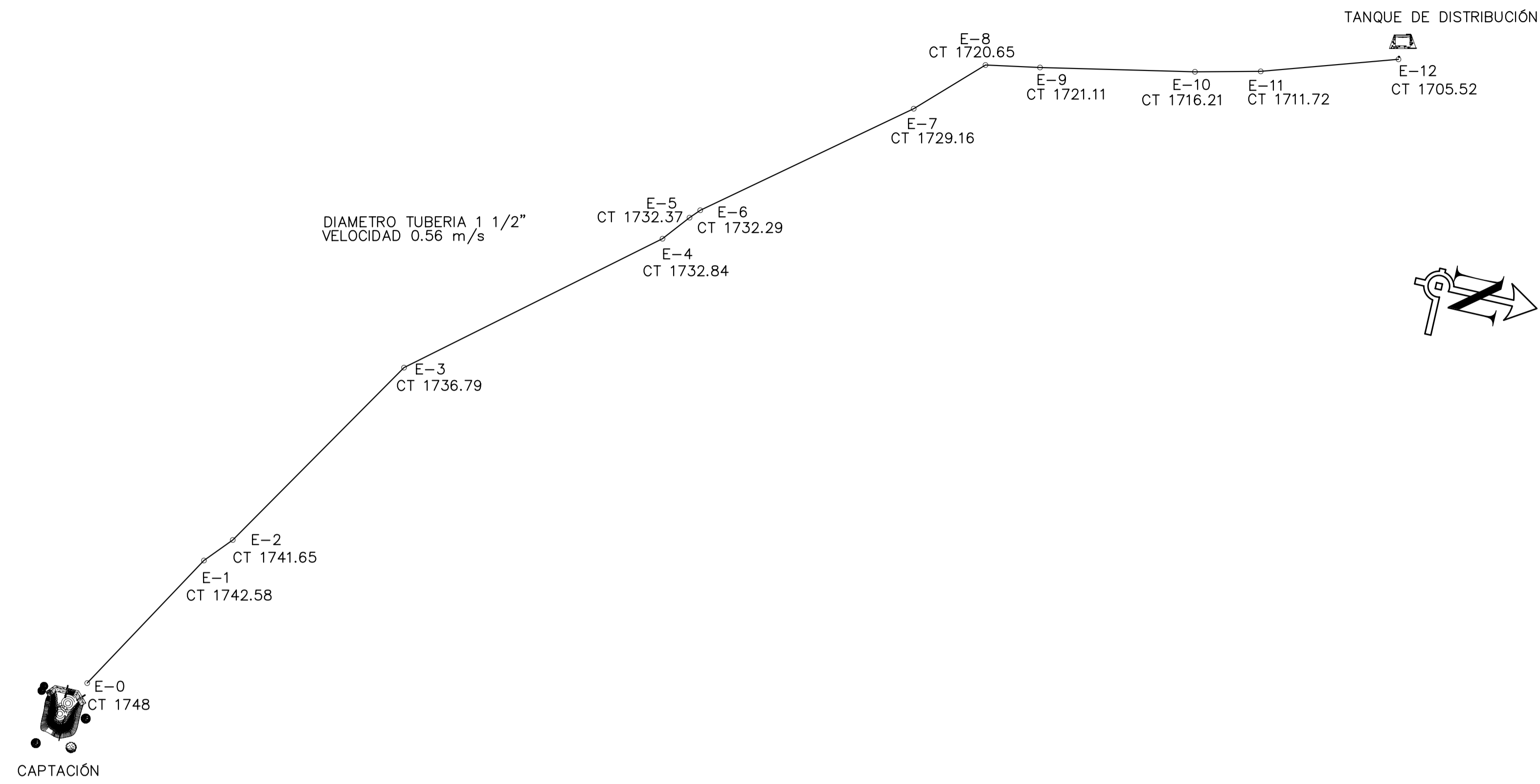
PLANO DE: DETALLE DE POZO DE VISITA

ESCALA: INDICADA	DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL
FECHA: FEBRERO 2011	DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

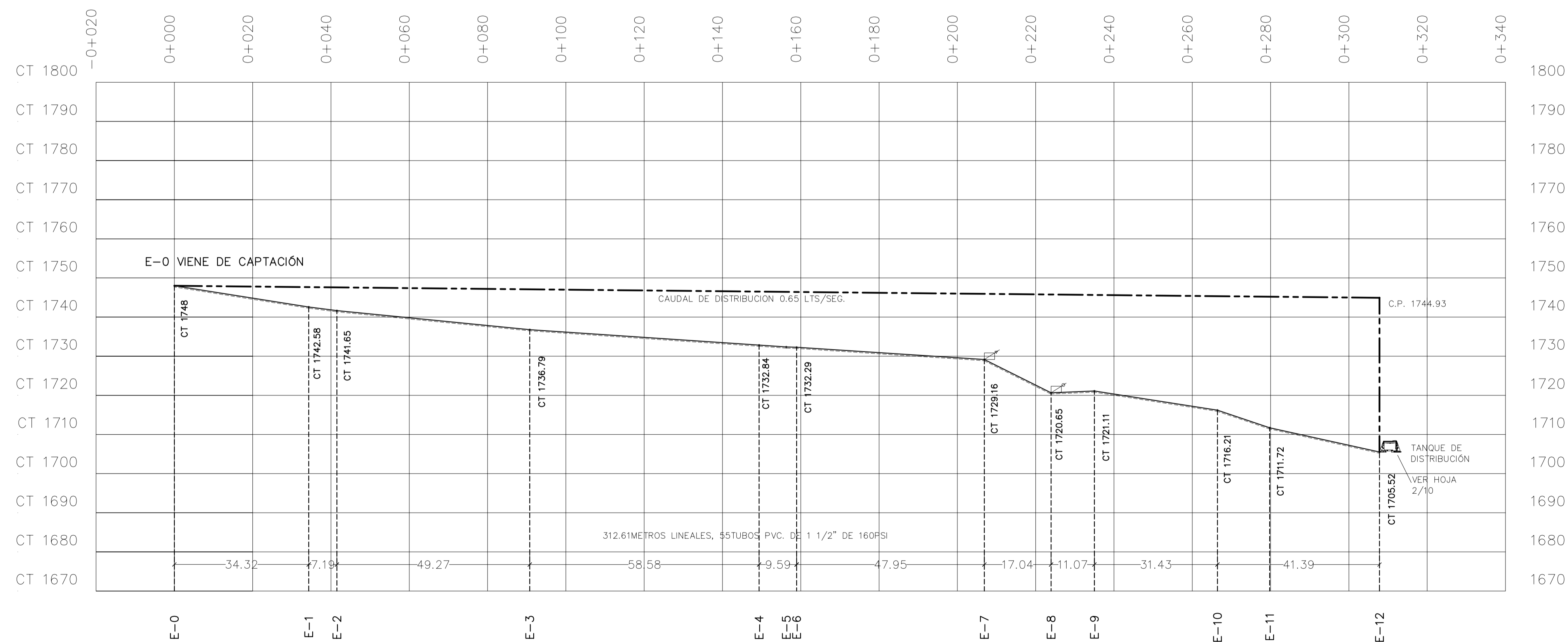
HOJA No. 7/7  
MELL CANTORAL EPESISTA Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

TIPO DE FUENTE:	NACIMIENTO
LONGITUD LINEA DE CONDUCCIÓN:	312.61 MTS
LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO:	2973.66 MTS
COMUNIDAD BENEFICIADA:	COLONIA SAN GREGORIO
TOTAL DE VIVIENDAS A SERVIR:	165 CASAS
CAUDAL TOTAL DE CONDUCCIÓN:	0.65
CAUDAL DEL AFORO:	0.65 LTS/SEG
TASA DE CRECIMIENTO:	3.78
DOTACIÓN:	40 LT/HAB/DIA
F.D.M.:	1.5
F.H.M.:	2.5
CAPACIDAD DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN:	11,000 LTS = 11.00 M3



EST.	PTO.	AZIMUTS	DIST. EN m.
0	1	301°28'57"	34.32
1	2	312°25'53"	7.19
2	3	302°42'30"	49.27
3	4	321°22'30"	58.58
4	5	310°0'37"	6.95
5	6	313°20'30"	2.64
6	7	322°26'34"	47.95
7	8	316°34'4"	17.04
8	9	350°30'44"	11.07
9	10	349°28'47"	31.43
10	11	347°30'22"	13.34
11	12	342°53'28"	28.05



NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERIA
—	LINEA PIEZOMÉTRICA
□	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
o	ESTACIÓN
∇	VALVULA DE AIRE
∇	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMÉTRICA
C.T.	COTA DE TERRENO
—	LINEA DE TERRENO
E-#	NUMERO DE ESTACIÓN
0+000	INDICA CAMINAMIENTO

NORMA  
TUBERIA AGUA POTABLE  
ASTM D 2241  
ASTM D 2466



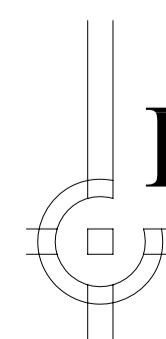
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMAN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA

PLANO DE: **PERFIL**

ESCALA: INDICADA      DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL  
FECHA: FEBRERO 2011      DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

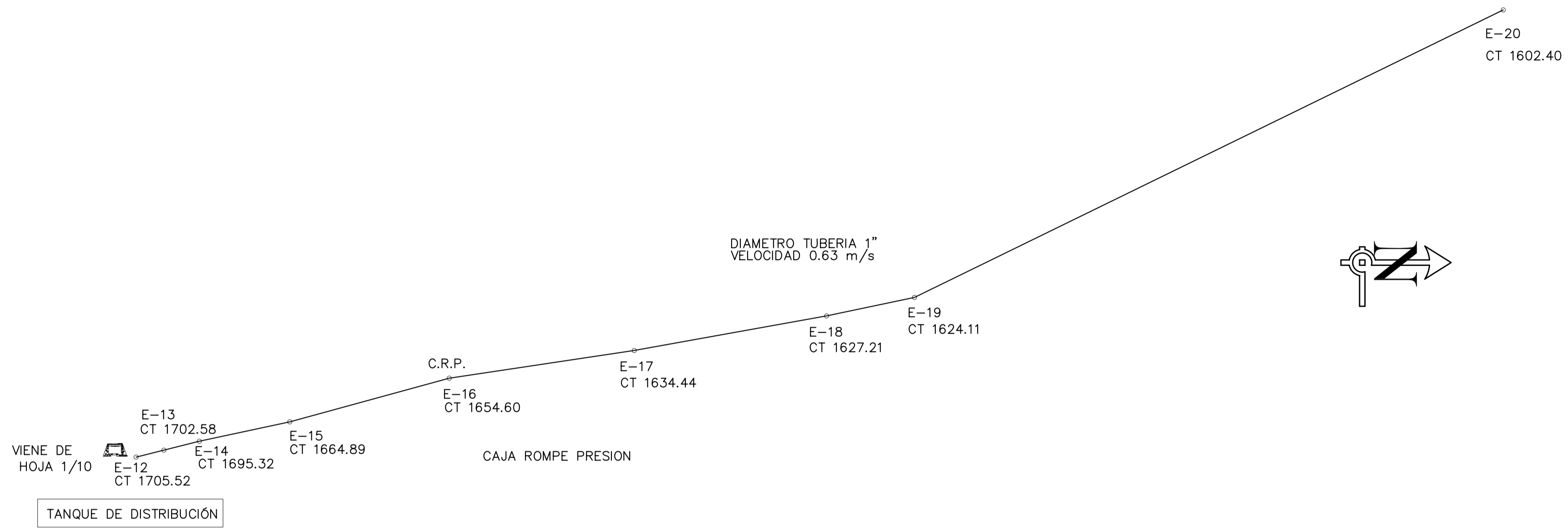
(1) MELL CANTORAL EPESISTA      (2) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS      HOJA No. **1/10**



# PLANTA Y PERFIL HIDRAULICO LINEA DE CONDUCCIÓN

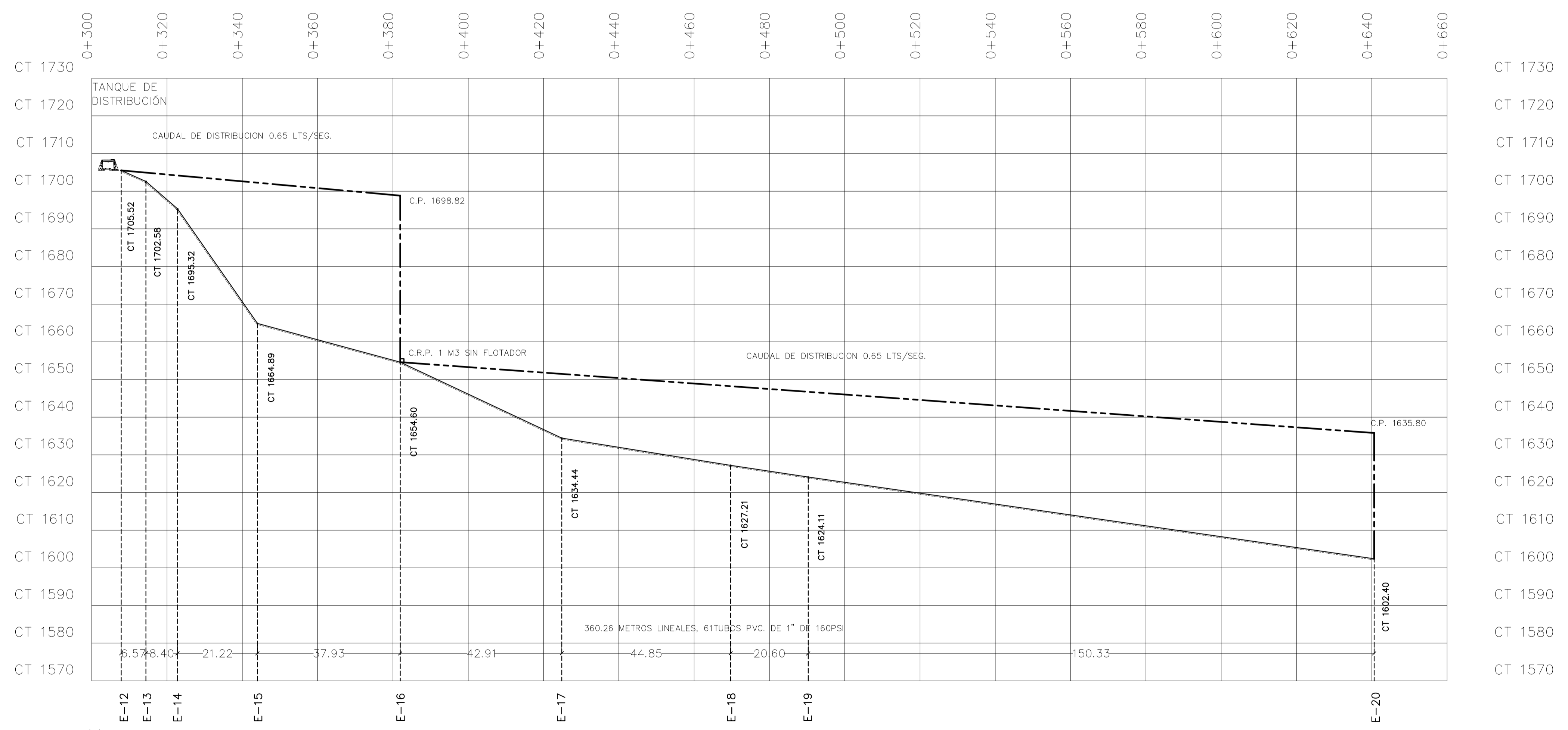
SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO

ESCALA 1:750



EST.	PTO.	AZIMUTS	DIST. EN m.
12	13	346°37'5"	6.57
13	14	346°32'41"	8.40
14	15	348°38'15"	21.22
15	16	345°22'39"	37.93
16	17	352°11'6"	42.91
17	18	350°30'29"	44.85
18	19	348°49'19"	20.60
19	20	334°39'57"	150.33

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERIA
—	LINEA PIEZOMÉTRICA
■	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
•	ESTACIÓN
∇	VALVULA DE AIRE
∇	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMÉTRICA
C.T.	COTA DE TERRENO
—	LINEA DE TERRENO
E-#	NUMERO DE ESTACIÓN
0+000	INDICA CAMINAMIENTO
C.R.P	CAJA ROMPE PRESIÓN 1 M3 SIN FLOTADOR



NORMA  
TUBERIA AGUA POTABLE  
ASTM D 2241  
ASTM D 2466

# PLANTA Y PERFIL HIDRAULICO LINEA DE DISTRIBUCIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO

ESCALA 1:750

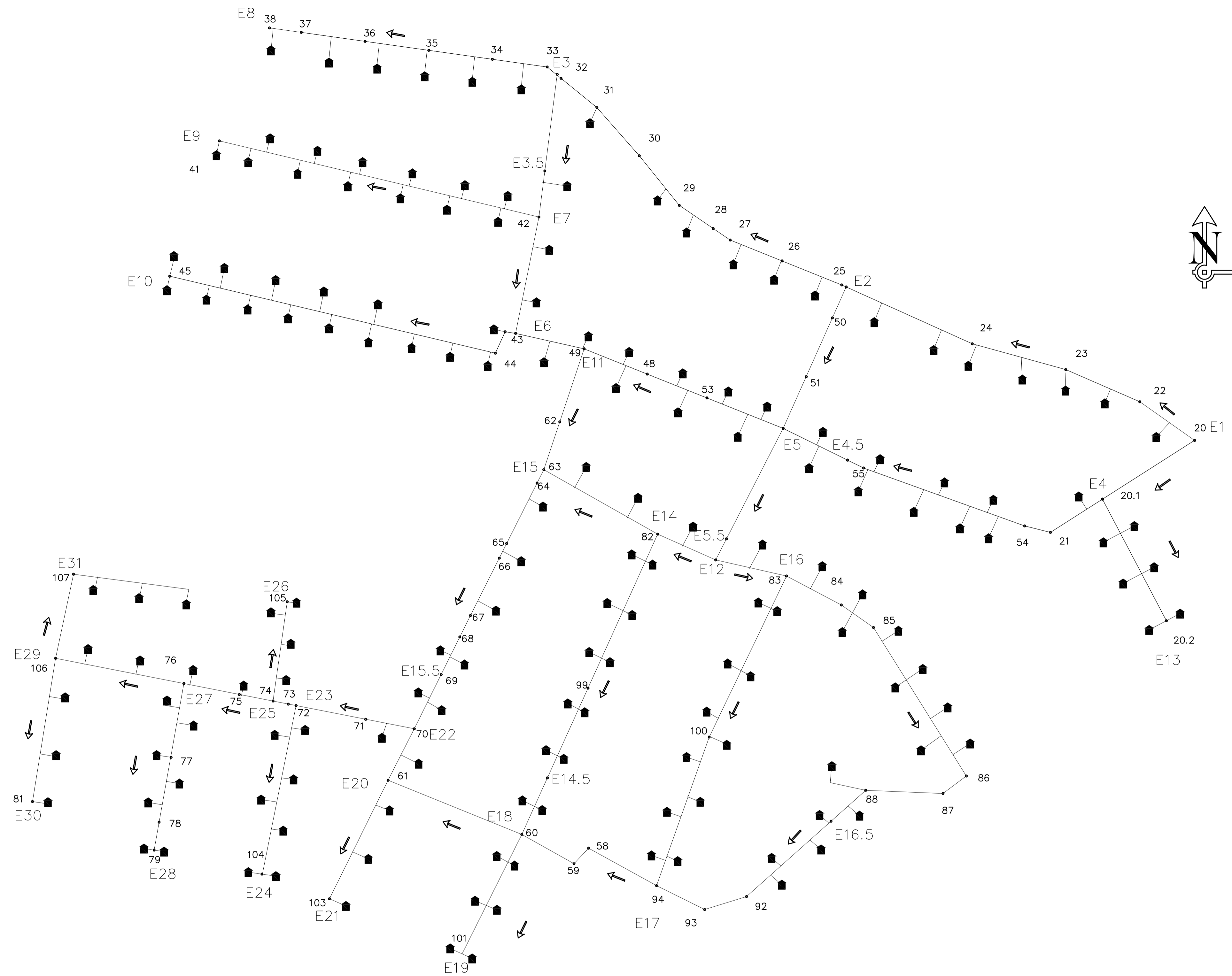


FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO:	SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA
PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL
ESCALA:	INDICADA
DISEÑO:	MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL
FECHA:	FEBRERO 2011
DIBUJO:	MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

(1) MELL CANTORAL EPESISTA (2) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS





# PLANTA DENSIDAD DE POBLACIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO

ESCALA 1:750



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA

PLANO DE: PLANTA Y PERFIL

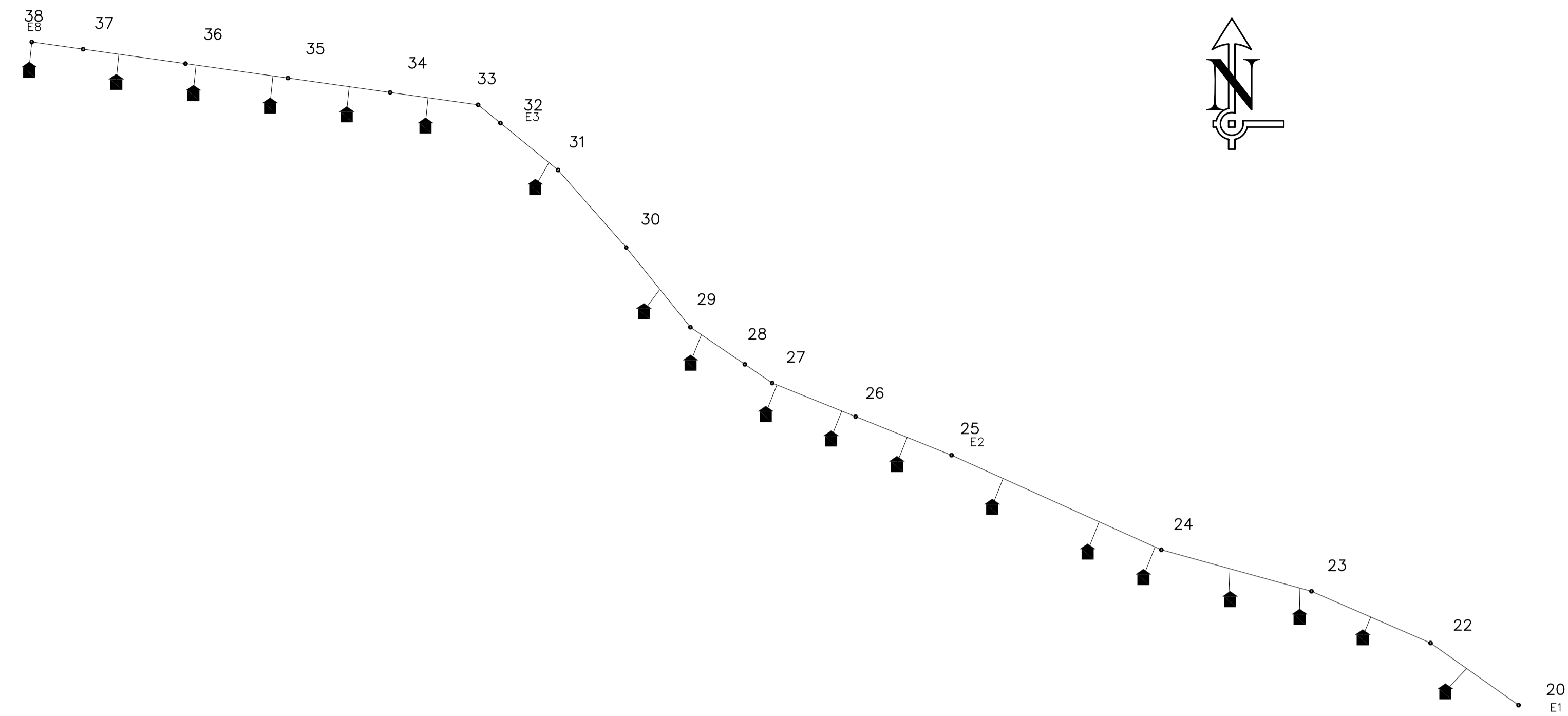
ESCALA: INDICADA DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

FECHA: FEBRERO 2011 DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

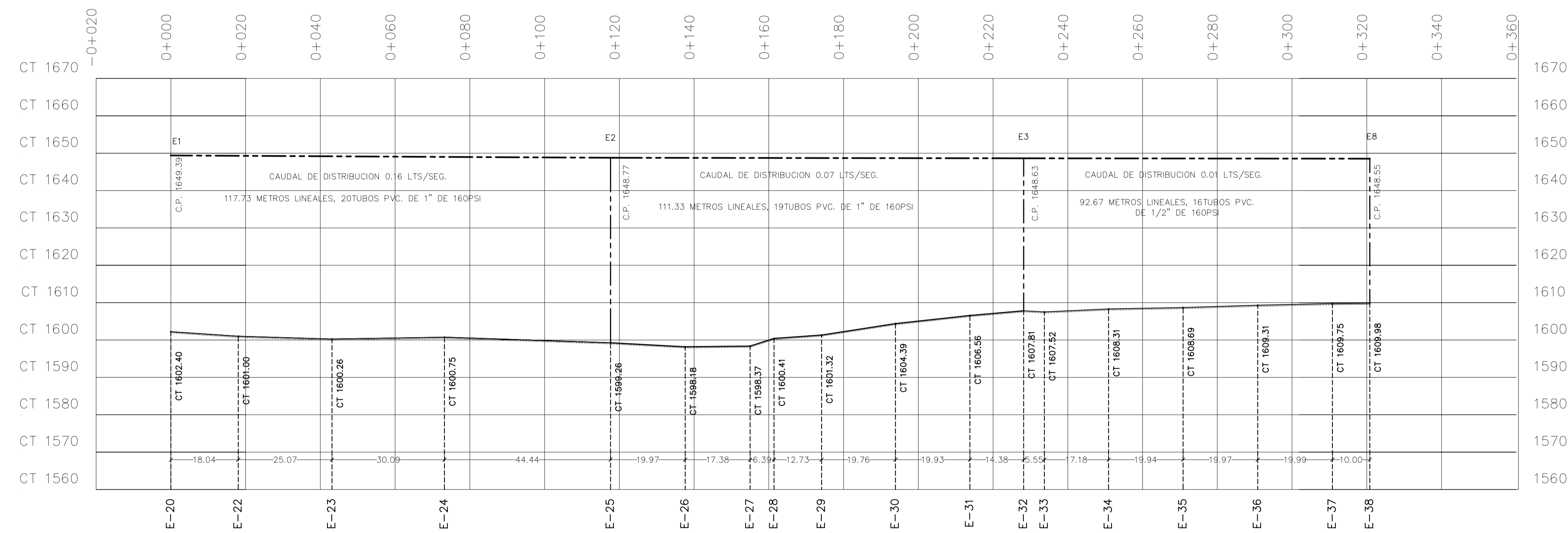
(1) MELL CANTORAL EPESISTA (2) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS

HOJA No. 3/10

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERIA
—	LINEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
o	ESTACIÓN
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMÉTRICA
C.T.	COTA DE TERRENO
—	LINEA DE TERRENO
E-#	NUMERO DE ESTACIÓN
0+000	INDICA CAMINAMIENTO



EST.	PTO.	AZIMUTS	DIST. EN m.
20	22	305°54'42"	20.80
22	23	294°11'25"	25.07
23	24	286°8'31"	30.09
24	25	294°57'47"	44.44
25	26	292°38'0"	19.97
26	27	292°38'0"	17.38
27	28	304°58'27"	6.39
28	29	304°59'51"	12.73
29	30	321°50'12"	19.76
30	31	319°22'33"	19.94
31	32	309°55'23"	14.37
32	33	309°55'23"	5.55
33	34	278°42'52"	17.18
34	35	278°42'53"	19.94
35	36	278°42'53"	19.97
36	37	278°42'53"	19.99
37	38	278°42'53"	10.00



NORMA  
TUBERIA AGUA POTABLE  
ASTM D 2241  
ASTM D 2466

# PLANTA Y PERFIL HIDRAULICOS

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO DE E-20 A E-38

ESCALA 1:750

FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA

PLANO DE: **PLANTA Y PERFIL**

ESCALA: INDICADA      DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

FECHA: FEBRERO 2011      DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

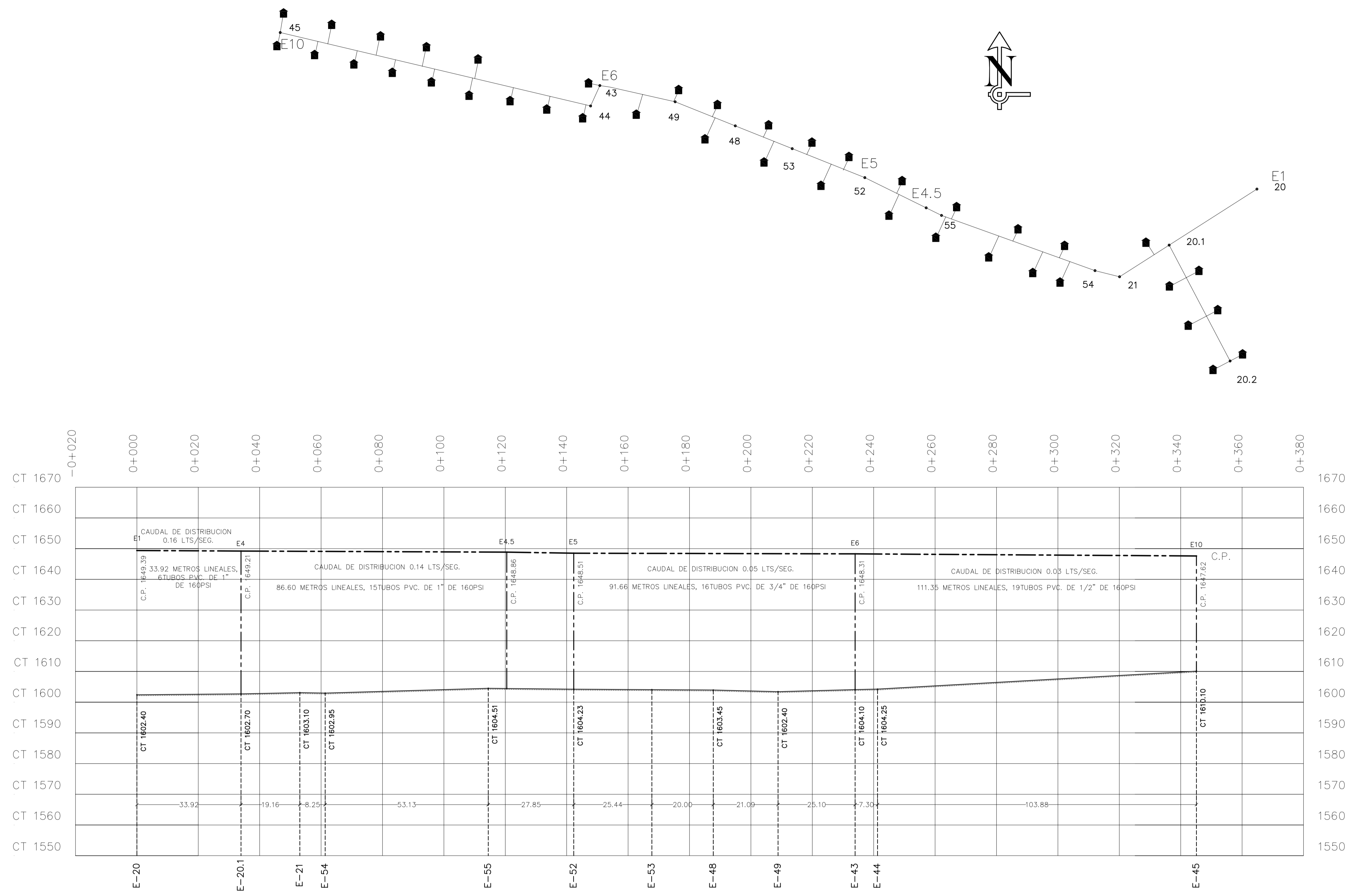
(i) MELL CANTORAL EPESISTA      (ii) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS

HOJA No. **4/10**

EST.	PTO.	AZIMUTS	DIST. EN m.
20	21	238°9'5"	55.76
20	20.1	238°9'5"	36.88
21	54	284°44'15"	8.25
54	55	290°29'20"	53.13
55	52	296°55'54"	27.85
52	53	292°31'3"	25.48
53	48	292°31'3"	20.00
48	49	292°31'3"	21.09
49	43	282°46'13"	23.75
43	44	230°53'54"	7.81
44	45	283°57'42"	108.89

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERIA
—	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
■	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
○	ESTACIÓN
⊥	VALVULA DE AIRE
⊥	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMÉTRICA
C.T.	COTA DE TERRENO
—	LÍNEA DE TERRENO
E-#	NUMERO DE ESTACIÓN
0+000	INDICA CAMINAMIENTO

NORMA  
TUBERÍA AGUA POTABLE  
ASTM D 2241  
ASTM D 2466



# PLANTA Y PERFIL HIDRAULICOS

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO DE E-20 A E-45

ESCALA 1:750

FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN, SOLOLA

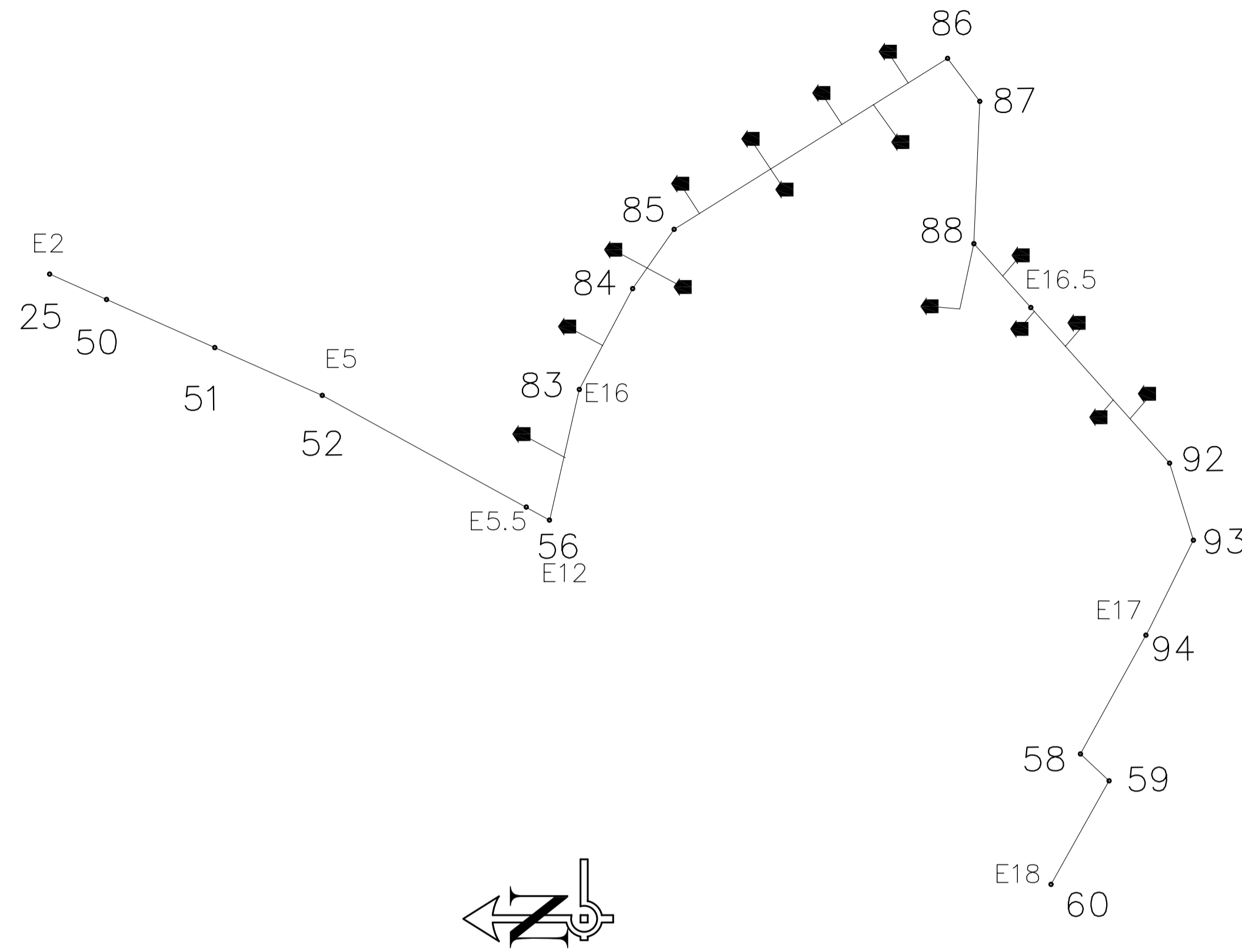
PLANO DE: **PLANTA Y PERFIL**

ESCALA: INDICADA      DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

FECHA: FEBRERO 2011      DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

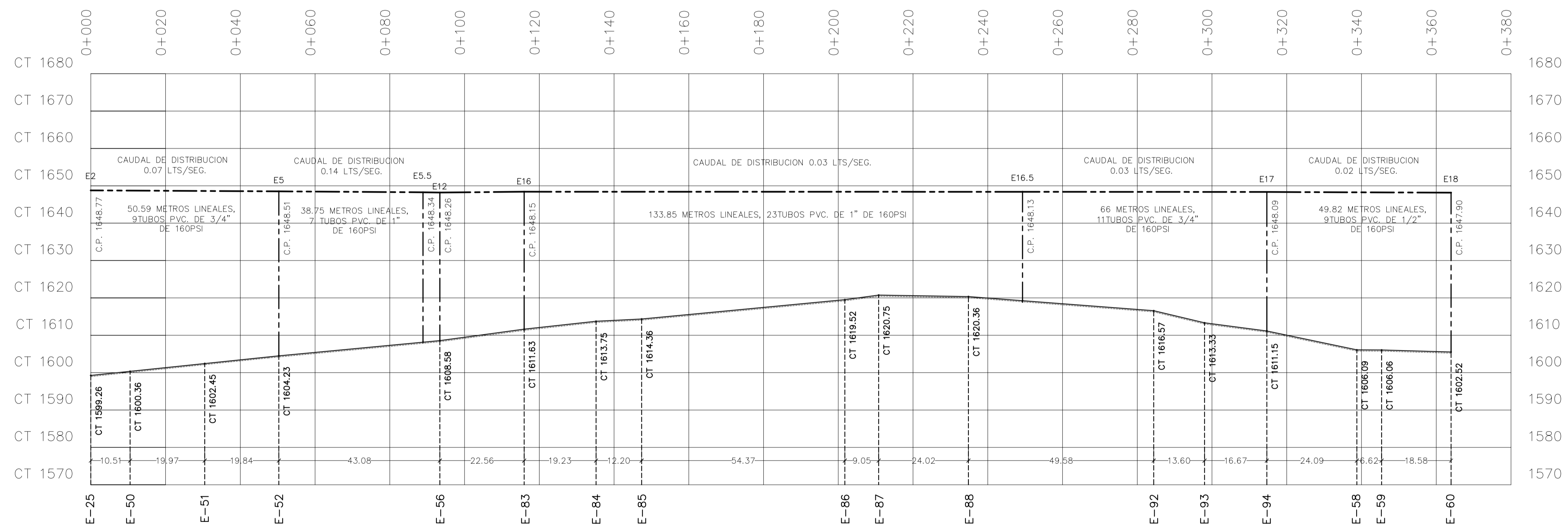
(1) MELL CANTORAL EPESISTA      (2) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS

HOJA No. **5/10**



EST.	PTO.	AZIMUTS	DIST. EN m.
25	50	204°41'2"	10.51
50	51	204°41'3"	19.97
51	52	204°41'3"	19.84
52	56	209°27'21"	43.70
56	83	103°29'43"	22.56
83	84	118°35'23"	19.23
84	85	125°41'10"	12.20
85	86	148°41'46"	56.58
86	87	233°49'59"	10.00
87	88	273°4'40"	24.02
88	92	228°58'30"	49.58
92	93	253°32'2"	13.60
93	94	297°16'54"	17.90
94	58	299°30'3"	22.82
58	59	237°0'41"	7.21
59	60	300°3'13"	18.35

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERIA
—	LINEA PIEZOMÉTRICA
■	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
o	ESTACIÓN
⊠	VALVULA DE AIRE
⊠	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMÉTRICA
C.T.	COTA DE TERRENO
—	LINEA DE TERRENO
E-#	NUMERO DE ESTACIÓN
0+000	INDICA CAMINAMIENTO



NORMA  
TUBERIA AGUA POTABLE  
ASTM D 2241  
ASTM D 2466

# PLANTA Y PERFIL HIDRAULICOS

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO  
DE E-25 A E-60

ESCALA 1:750



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

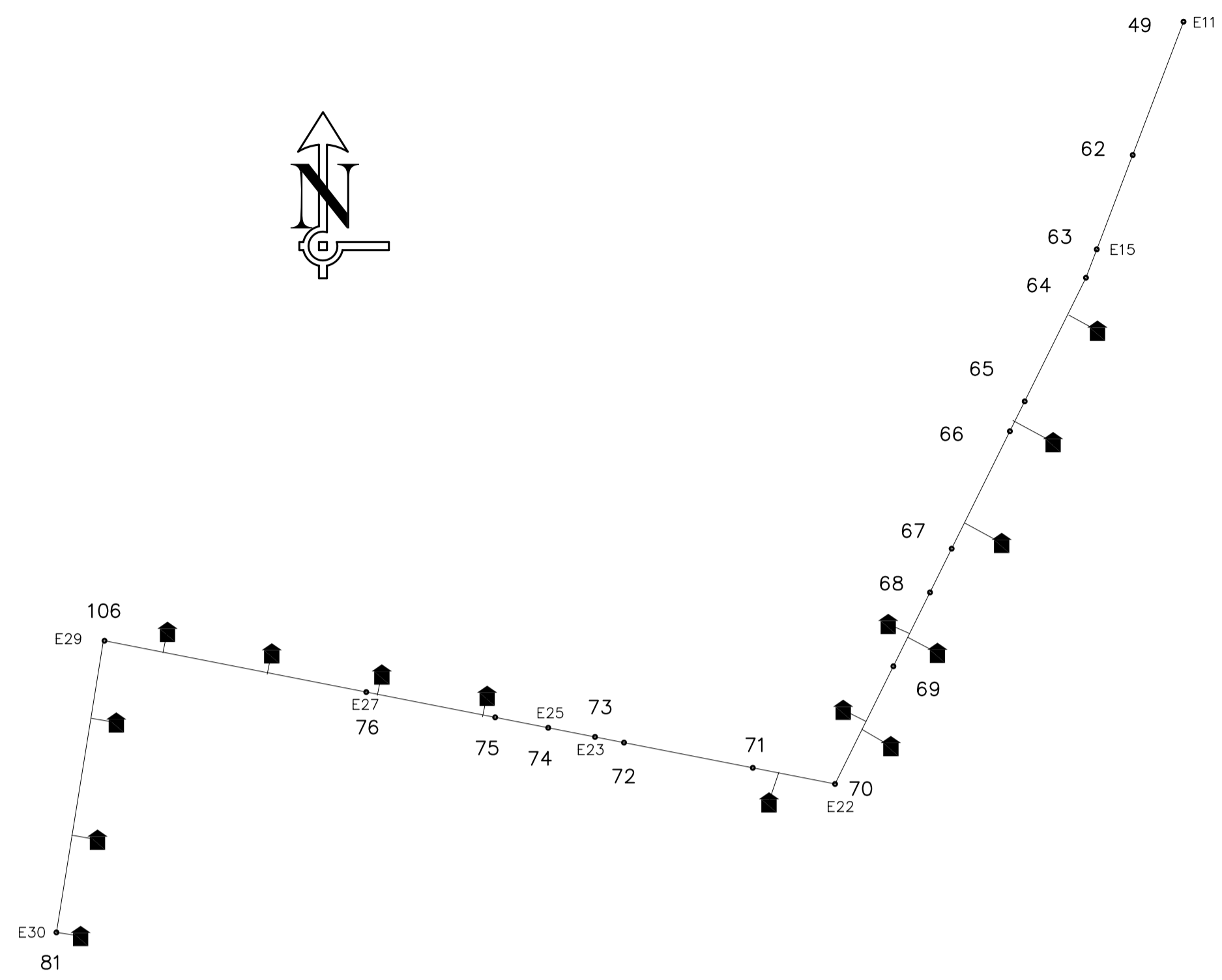
PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA

PLANO DE PLANTA Y PERFIL

ESCALA: INDICADA DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

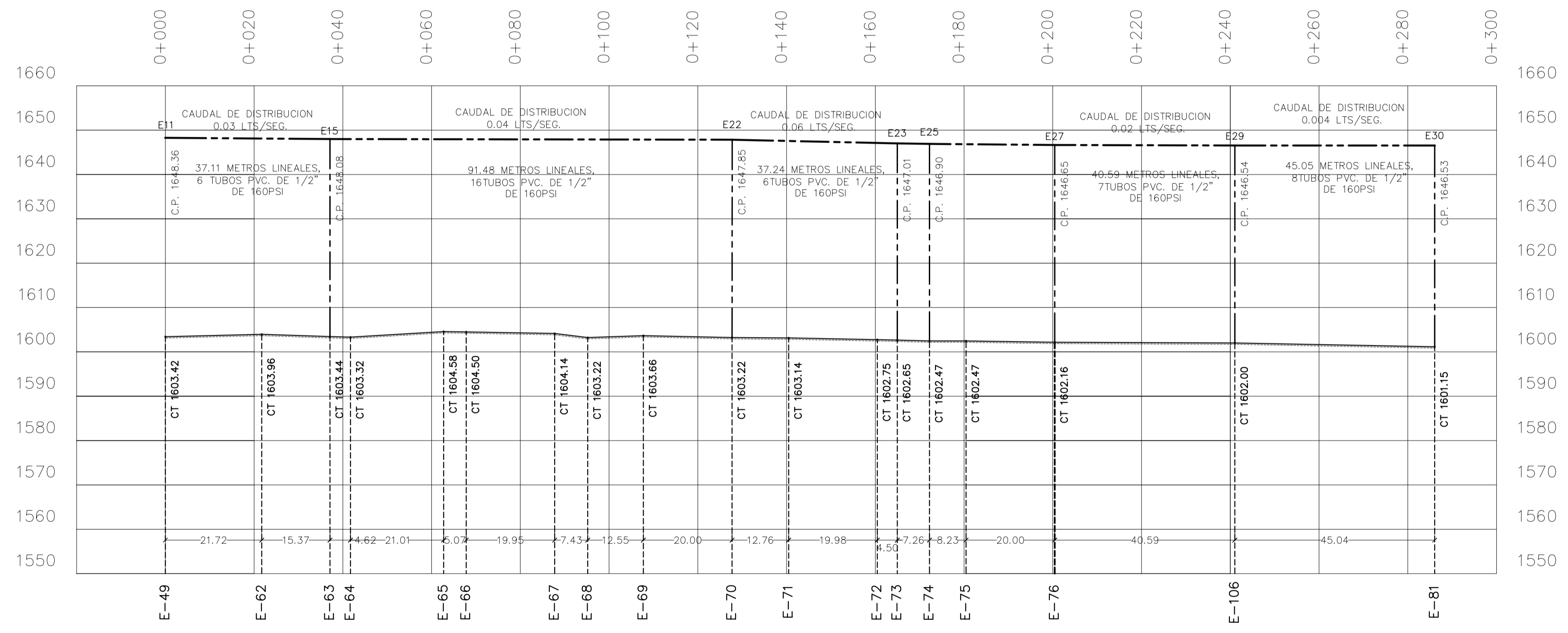
FECHA: FEBRERO 2011 DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

(1) MELL CANTORAL EPESISTA (2) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
—	TUBERIA
—	LINEA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
o	ESTACIÓN
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMÉTRICA
C.T.	COTA DE TERRENO
—	LINEA DE TERRENO
E-#	NUMERO DE ESTACIÓN
O+000	INDICA CAMINAMIENTO

EST.	PTO.	AZIMUTS	DIST. EN m.
49	62	201°34'4"	21.72
62	63	201°34'2"	15.37
63	64	201°34'2"	4.62
64	65	207°4'3"	21.01
65	66	207°4'3"	5.07
66	67	207°4'2"	19.95
67	68	207°4'3"	7.43
68	69	207°4'3"	12.55
69	70	207°4'3"	20.00
70	71	281°47'42"	12.76
71	72	281°47'43"	19.98
72	73	281°47'43"	4.50
73	74	281°44'30"	7.26
74	75	281°50'33"	8.23
75	76	281°47'43"	20.00
76	106	281°47'43"	40.59
106	81	189°49'42"	45.04



NORMA  
TUBERIA AGUA POTABLE  
ASTM D 2241  
ASTM D 2466

# PLANTA Y PERFIL HIDRAULICOS

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO  
DE E-49 A E-81

ESCALA 1:750

FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL DEL SECTOR SUR DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN LUCAS TOLIMAN,  
SOLOLA

PLANO DE PLANTA Y PERFIL

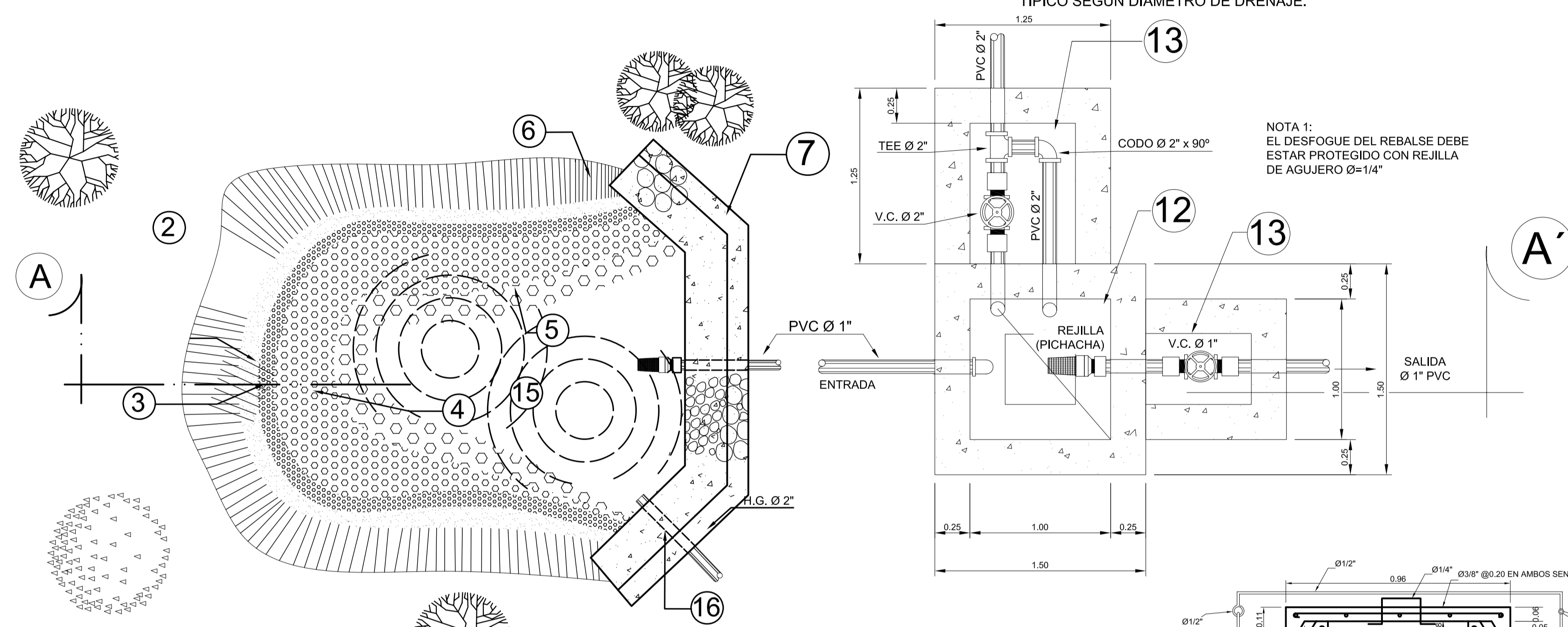
ESCALA: INDICADA      DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

FECHA: FEBRERO 2011      DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

(1) MELL CANTORAL EPESISTA      (2) Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS

HOJA No. **7/10**

NOTA 3:  
PARA DIMENSIONES Y ARMADO DE LAS  
CAJAS DE VALVULAS VER PLANO  
TÍPICO SEGUN DIAMETRO DE DRENAJE.



NOTA 1:  
EL DESFOGUE DEL REBALSE DEBE  
ESTAR PROTEGIDO CON REJILLA  
DE AGUJERO Ø=1/4"

LISTADO DE MATERIALES PARA DOS CAPTACIONES			
No.	MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
<b>TUBERIA Y ACCESORIOS</b>			
1.01	Adaptador Hembra de 2" PVC.	Unidad	1
1.02	Adaptador Hembra de 1" PVC.	Unidad	2
1.03	Adaptador Macho de 2" PVC.	Unidad	2
1.04	Adaptador Macho de 1" PVC.	Unidad	3
1.05	Codo de 2" x 90° PVC.	Unidad	2
1.06	Pichacha de 1" Br.	Unidad	2
1.07	Tee de 2" PVC	Unidad	1
1.08	Tubo 2" PVC 160 PSI	Unidad	2
1.09	Tubo 1" PVC 160 PSI	Unidad	1
1.10	Válvula de Compuerta de 2" Br.	Unidad	1
1.11	Válvula de Compuerta de 1" Br.	Unidad	1
<b>MATERIALES DE CONSTRUCCION</b>			
2.01	Alambre de amarre cal 16.	Libra	4
2.02	Alambre espigado.	Rollo	2
2.03	Arena de río.	M <sup>3</sup>	3
2.04	Candado para interperie de 60mm.	Unidad	2
2.05	Cemento gris.	Saco	59
2.06	Clavo de 3".	Libra	4
2.07	Grapa.	Libra	8
2.08	Hierro corrugado de 3/8" Grado 40.	Varilla	12
2.09	Parales de madera de 3" x 3" x 10'	Pié tabla	48
2.10	Piedra bola de 2" - 4"	M <sup>3</sup>	1
2.11	Piedrin	M <sup>3</sup>	4.75
2.12	Poste brotón	Unidad	40
2.13	Tabla de pino rústica 1" x 12" x 10'	Pié tabla	30

**ESPECIFICACIONES**

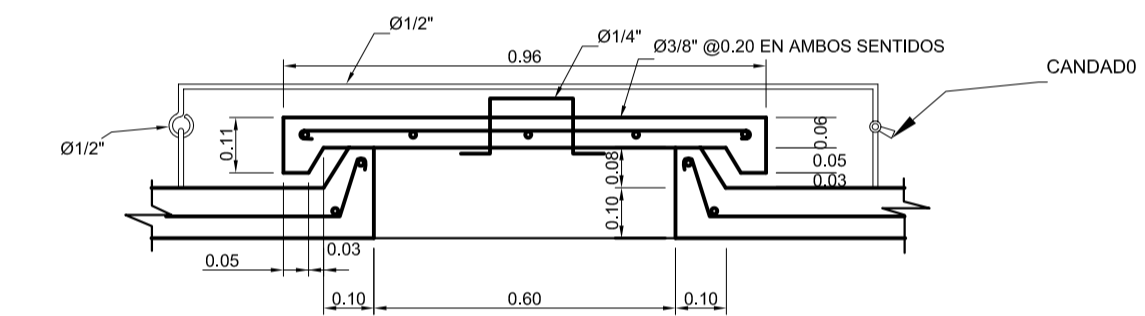
- MAMPOSTERIA DE PIEDRA:  
PIEDRA BOLA 67%  
MORTERO 33%  
EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA  
PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-  
ARENA (1:2)

- CONCRETOS:  
F<sub>cc</sub>=210 Kg/cm<sup>2</sup> 3000 Lbs/plg<sup>2</sup>  
PROPORCION DE MEZCLA-CEMENTO-  
ARENA-PIEDRIN (1:2:3)  
1 M3 COCRETO  
9 SACOS CEMENTO  
10 CARRETAS ARENA  
12 CARRETAS PIEDRIN

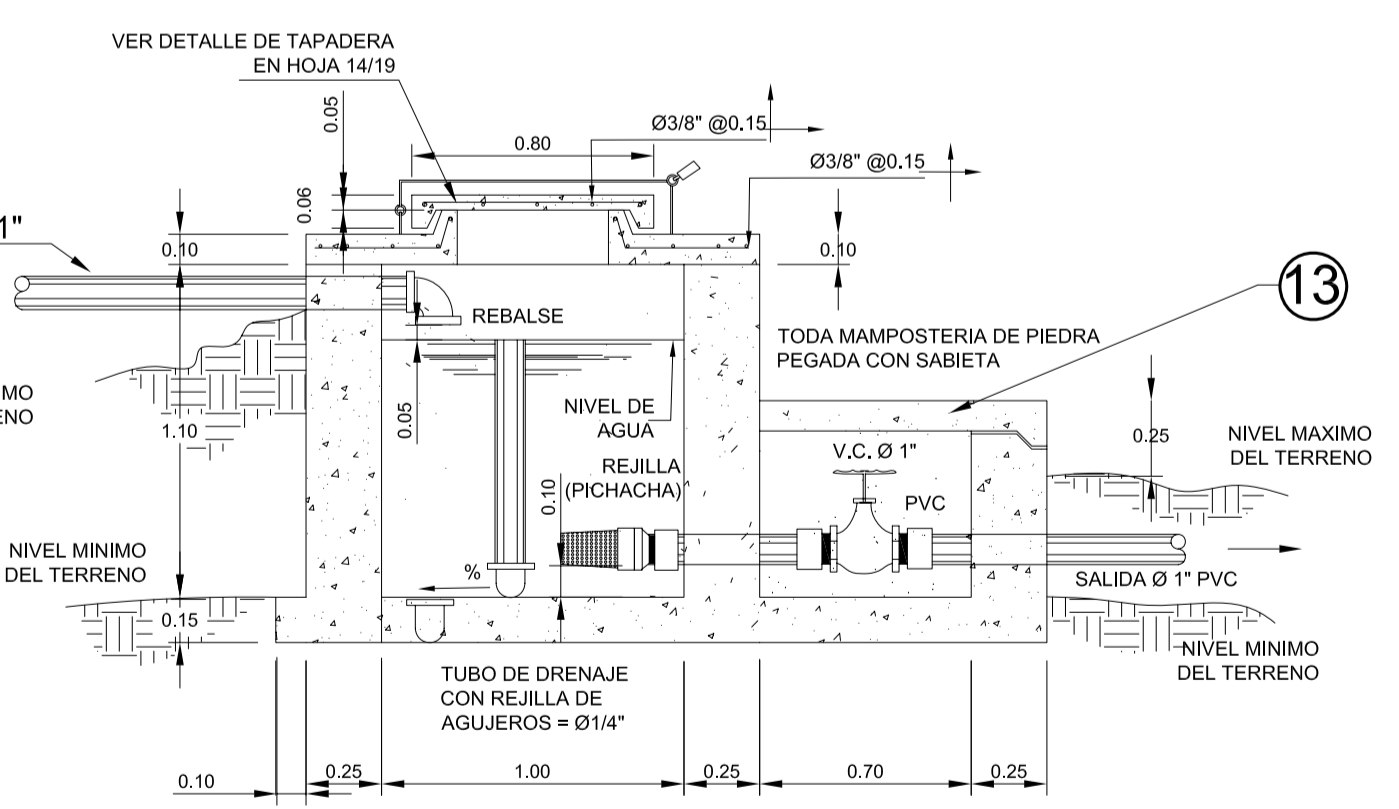
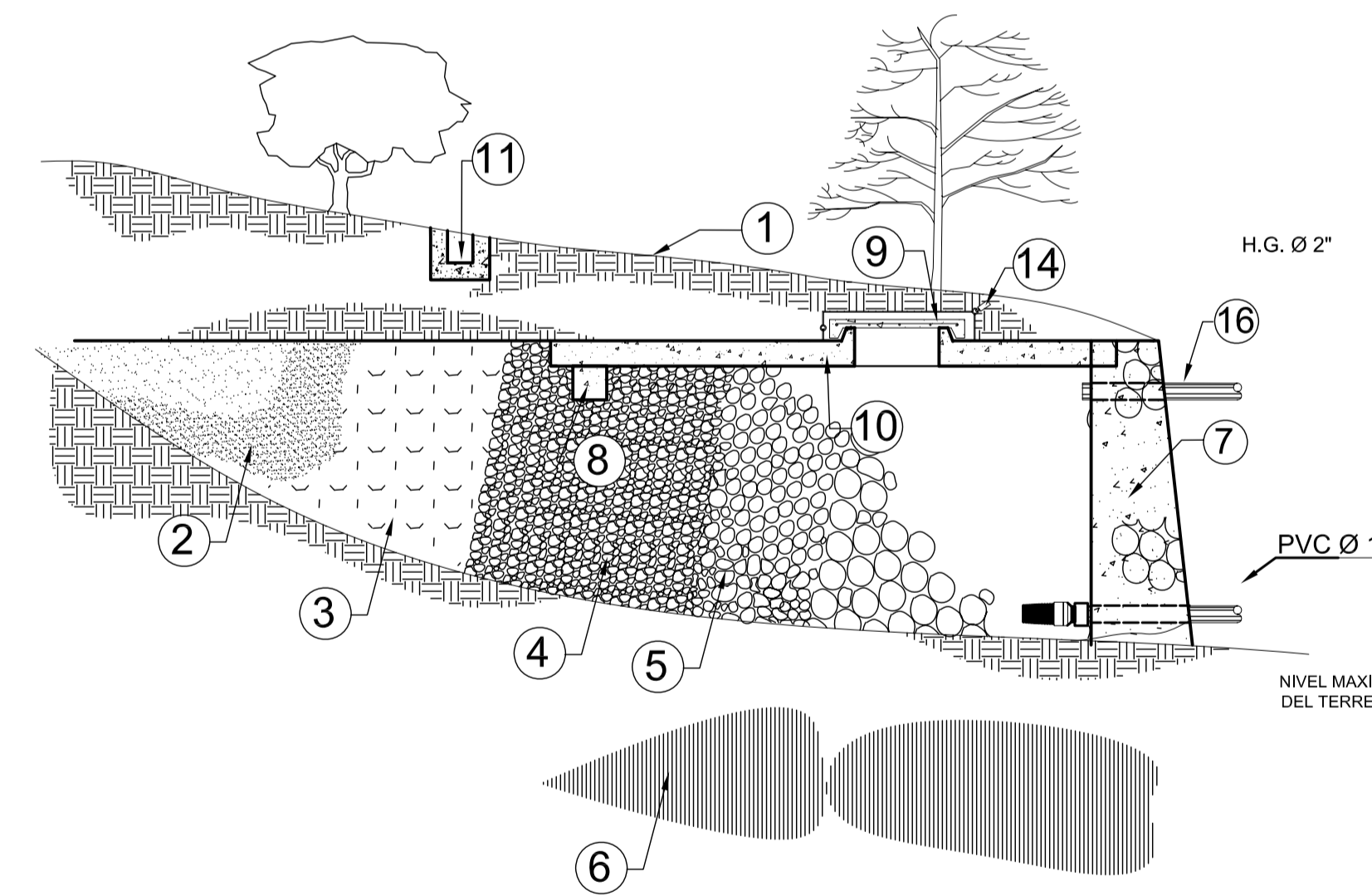
- MUROS:  
LOS MUROS DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA  
DEBEN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO  
DE UNA CAPA DE SABIETA DE PROPORCION  
CEMENTO-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE  
ALIZADA.

- LOSAS:  
LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE  
UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS  
Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERNIDA  
CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCION  
(1:2).

- REFUERZO:  
f<sub>y</sub> = 2810 Kg/cm<sup>2</sup>



DETALLE DE TAPADERA



- 1 TERRENO NATURAL
- 2 ACUIFERO
- 3 GRAVA DE 1/2"
- 4 GRAVA DE 3"
- 5 PIEDRA BOLA DE 6"-10"
- 6 MANTO DE ROCA
- 7 MURO DE CONTENCIÓN DE MAMPOSTERIA
- 8 VIGA DE 0.20" x 0.20 4 Ø 3/8 + EST. Ø 1/4 @ 0.20
- 9 TAPADERA PARA INSPECCION
- 10 SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cm.
- 11 CONTRACUESTA REVERTIDA
- 12 CAJA DE REUNION
- 13 CAJA DE COMPUERTA
- 14 CANDADO PARA INTERPERIE
- 15 DEPOSITO DE AGUA
- 16 REBALSE Ø 4" MN.

**NOTAS GENERALES**

1. LA EXCAVACION DEBE HACERSE HASTA ENCONTRAR EL ESTRATO IMPERMEABLE.
2. DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DE ACUIFERO DEJANDO PREVISTO REBALSE.
3. HACER UNA ZANJA DE DRENAJE INTERCEPTOR PARA PROTEGER Y EVITAR INFILTRACIONES DEL AGUA SUPERFICIAL. ESTA ZANJA ESTARA A UN MINIMO DE 7mts. DE LA CAPTACION.

**PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION**

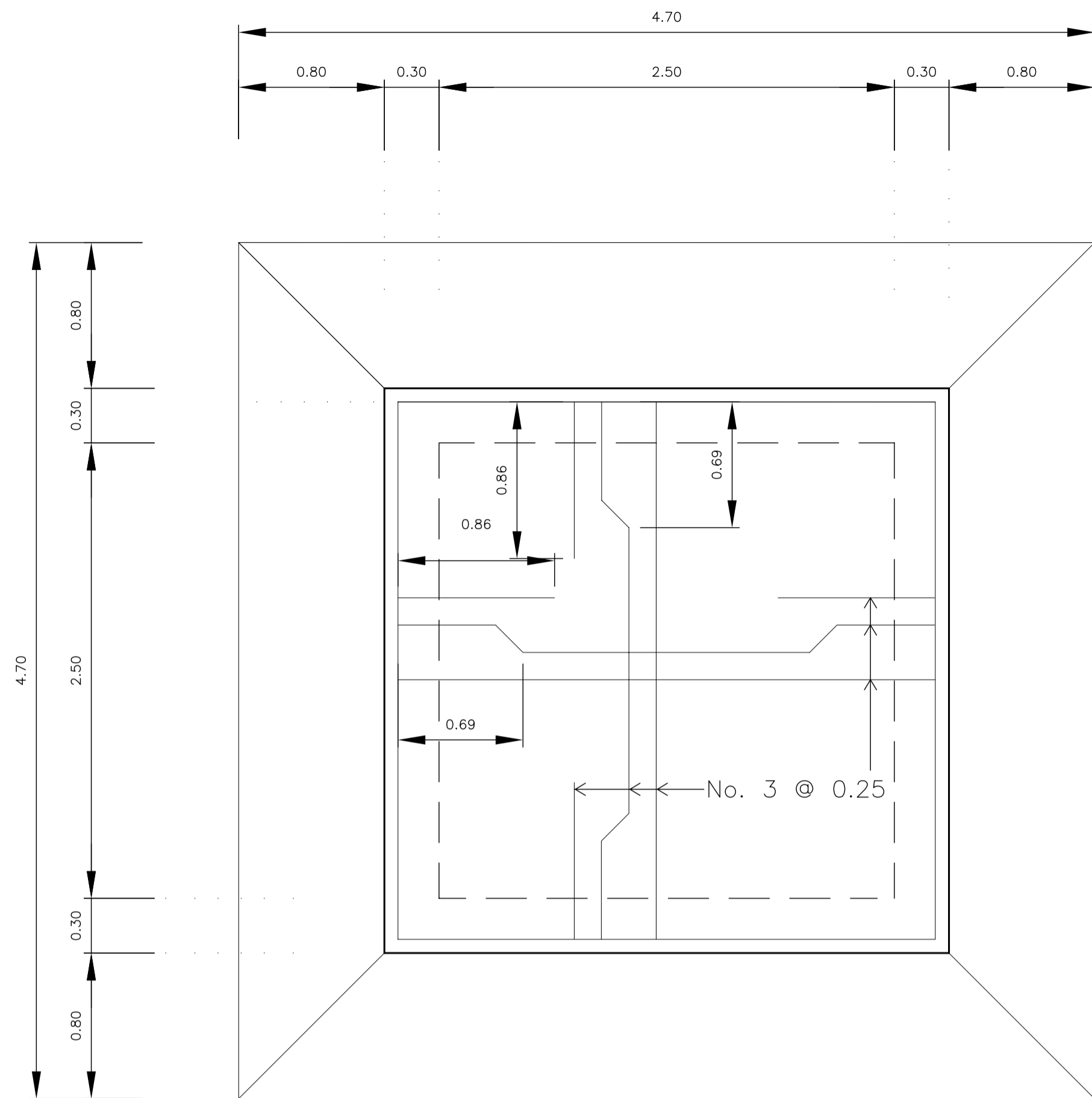
SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO

ESCALA 1:25

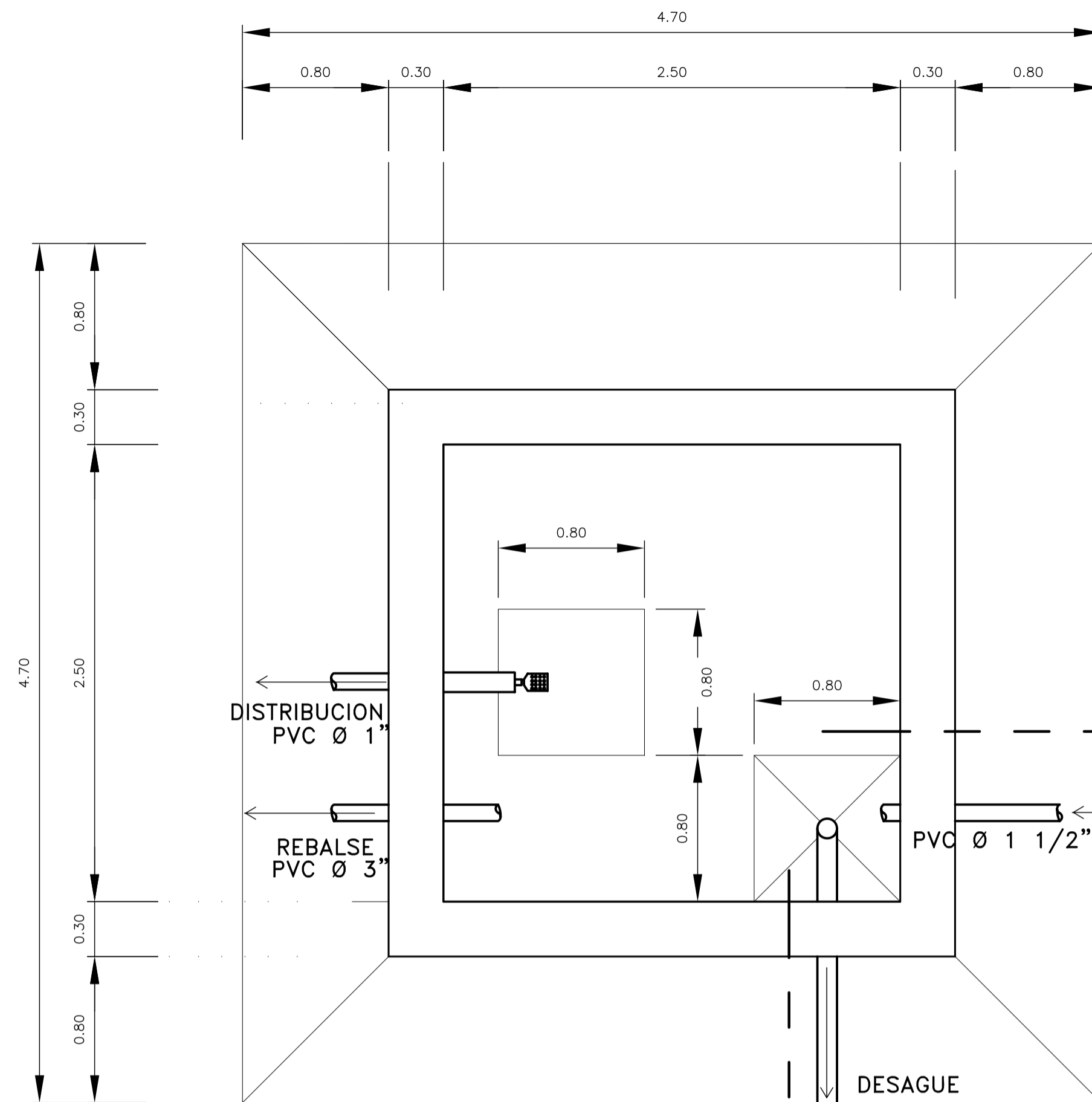


FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN,  
SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

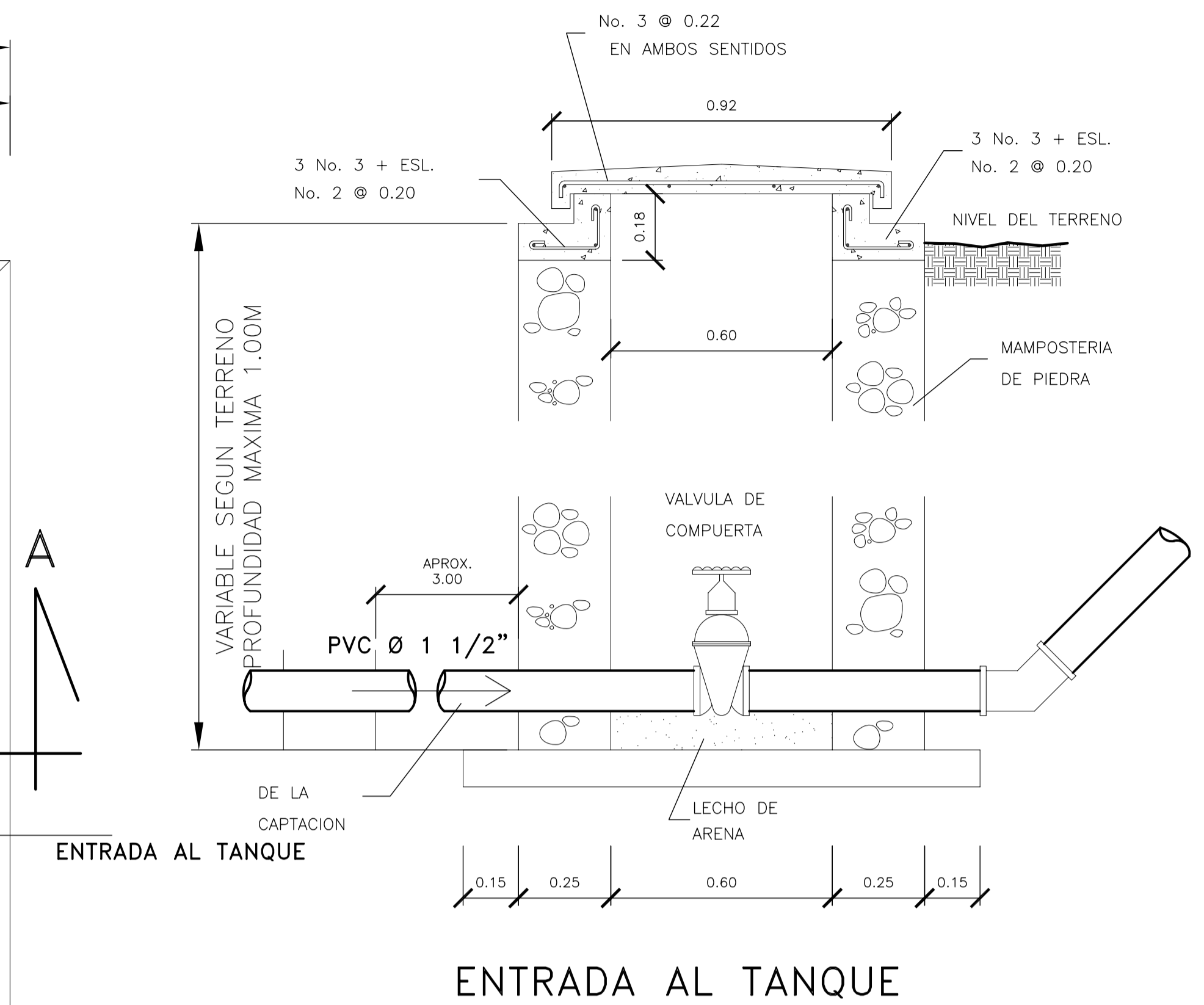
PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO		
PLANO DE:	PLANTA Y PERFIL		
PROYECTO:	INDICADA	DISEÑO:	MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL
FECHA:	FEBRERO 2011	DIBUJO:	MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL



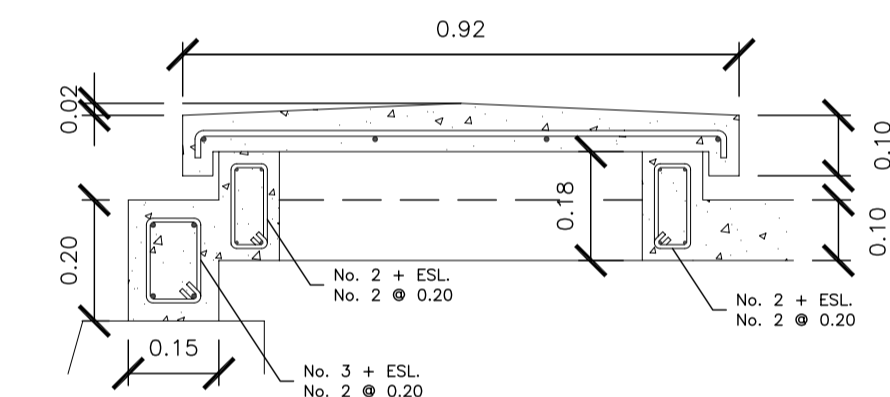
PLANTA DE LOSAS



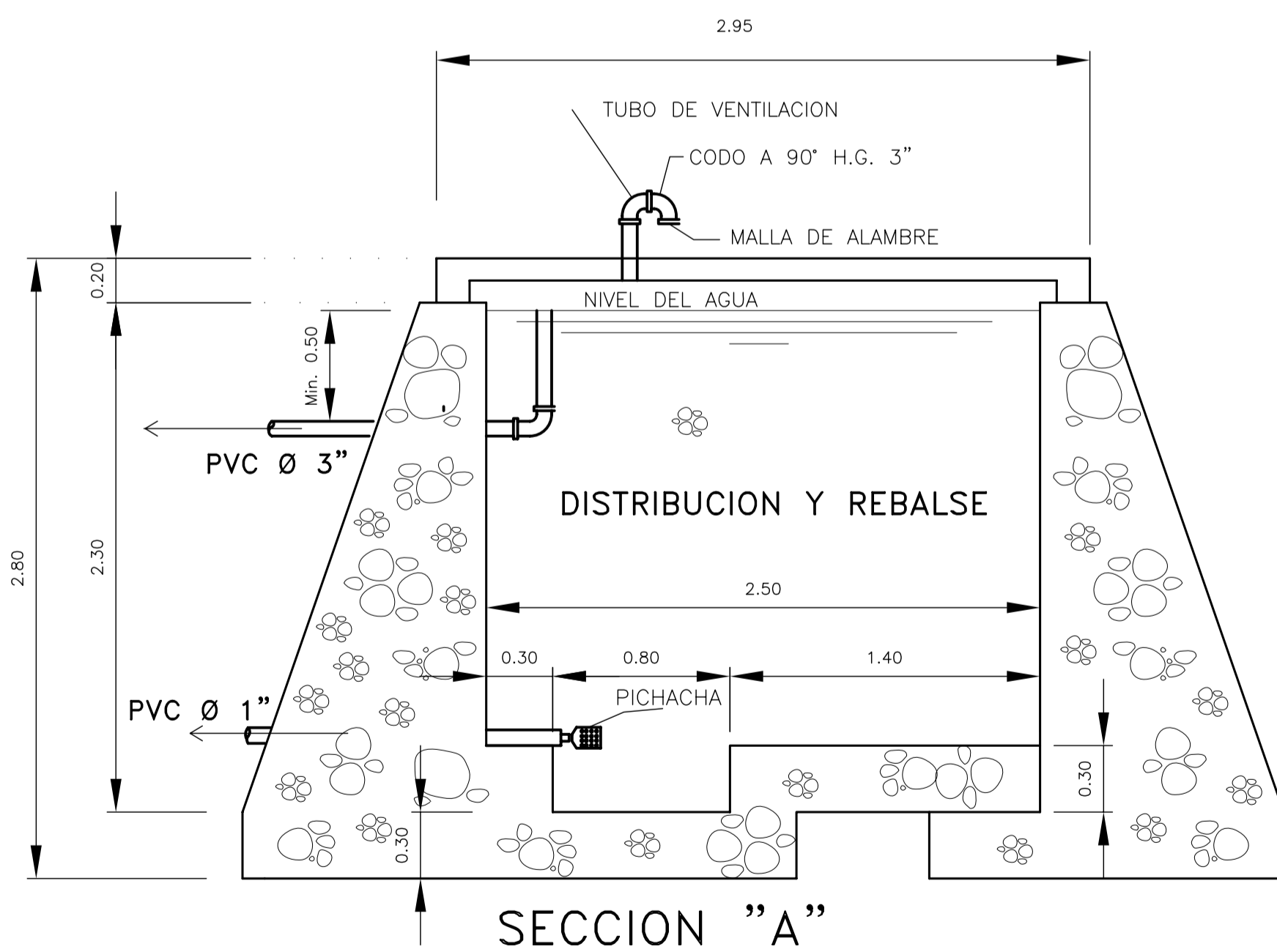
PLANTA TIPICA



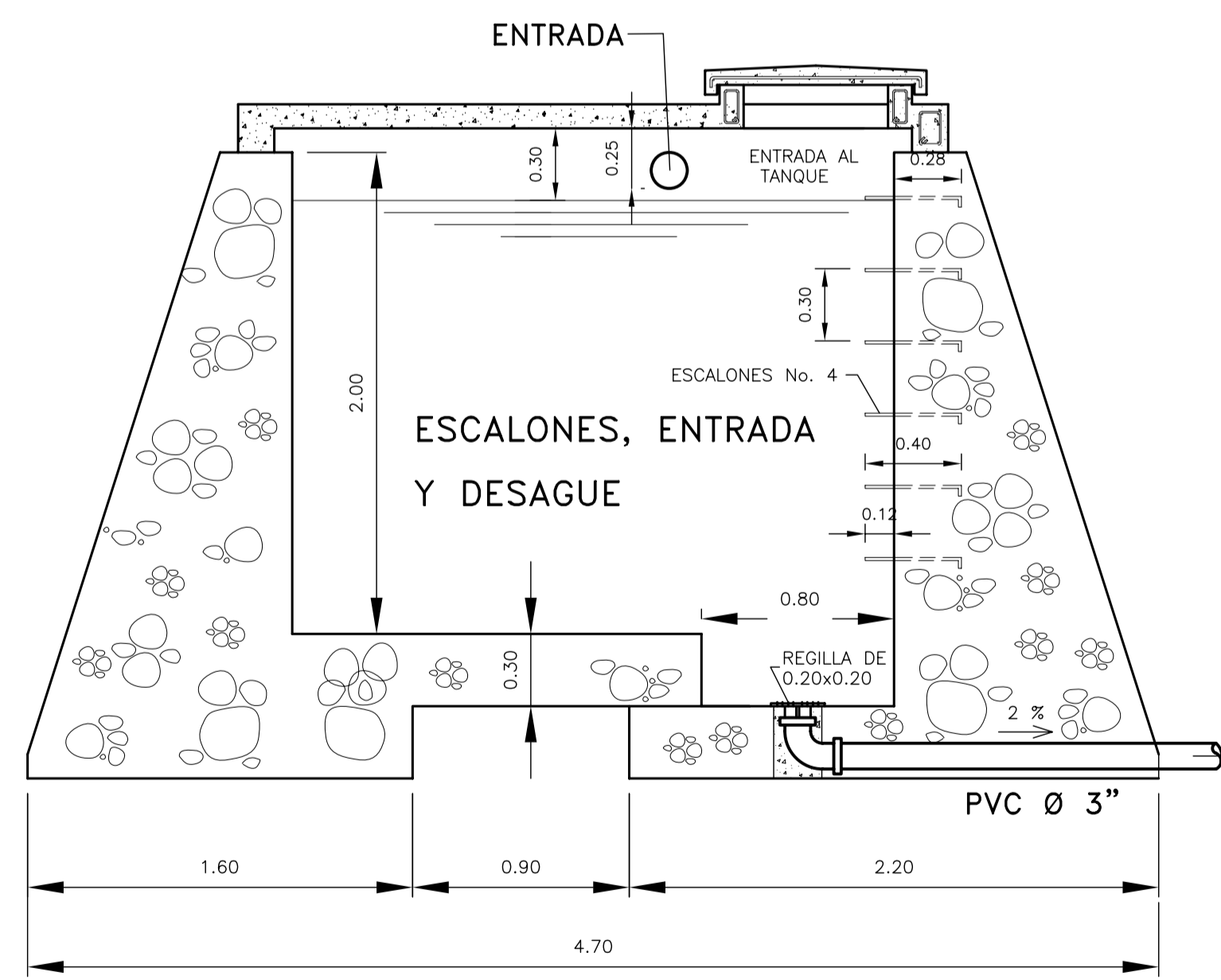
ENTRADA AL TANQUE



DETALLE TAPADERA



SECCION "A"



SECCION "B"

NOTAS GENERALES	
<b>MATERIALES</b>	
1	SE USARA CONCRETO CLASE "C", CON REFUERZO DE ROPTURA A COMPRESION DE 140 Kg./cm. <sup>2</sup> A LOS 28 DIAS
2	SE USARA ACERO DE REFUERZO, DE GRADO ESTRUCTURAL EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES A - 15 - 62 T DE LA ASTM.
3	LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
4	TODOS LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3 cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO.
5	EL TERRENO BAJO LA LOSA AL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
6	LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DEL 1%, HACIA LOS LADOS.
7	EN EL MOMENTO DE FUNDIR LA LOSA DEL TECHO, DEBERA COLOCARSE EN LA PARTE SUPERIOR DE LOS MUROS, ACEITE O CUALQUIER SUSTANCIA QUE GARANTICE LA NO ADHERENCIA ENTRE LOSA Y MUROS.
8	LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES, POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO, ARENA EN PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
9	LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERA QUEDAR CERRIDA CON CEMENTO-ARENA.

## DETALLES TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ. ESCALA 1:25



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO

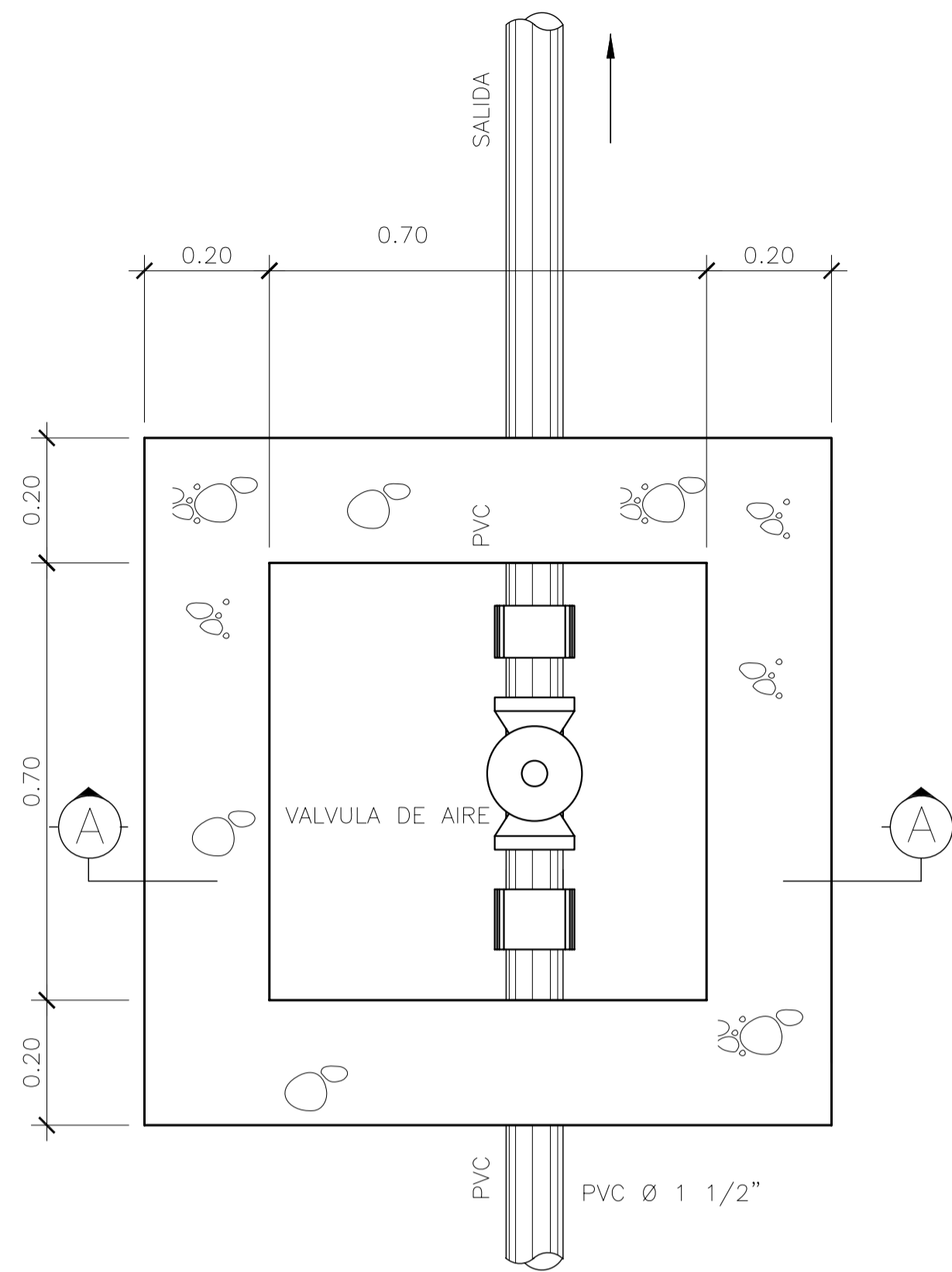
PLANO DE: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 11M<sup>3</sup>

PROYECTO: INDICADA DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

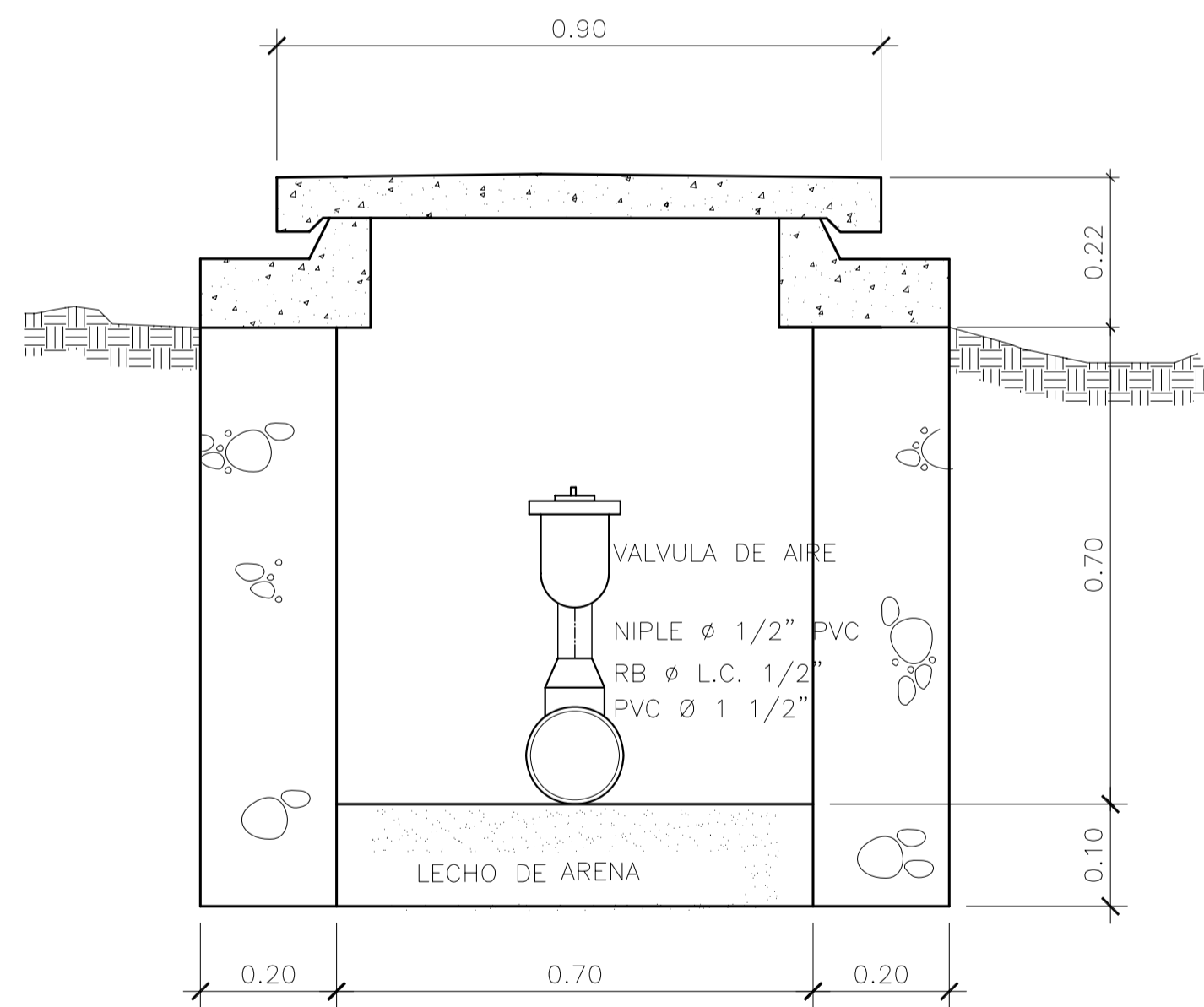
FECHA: FEBRERO 2011 DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

MELL CANTORAL EPSISTA Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS

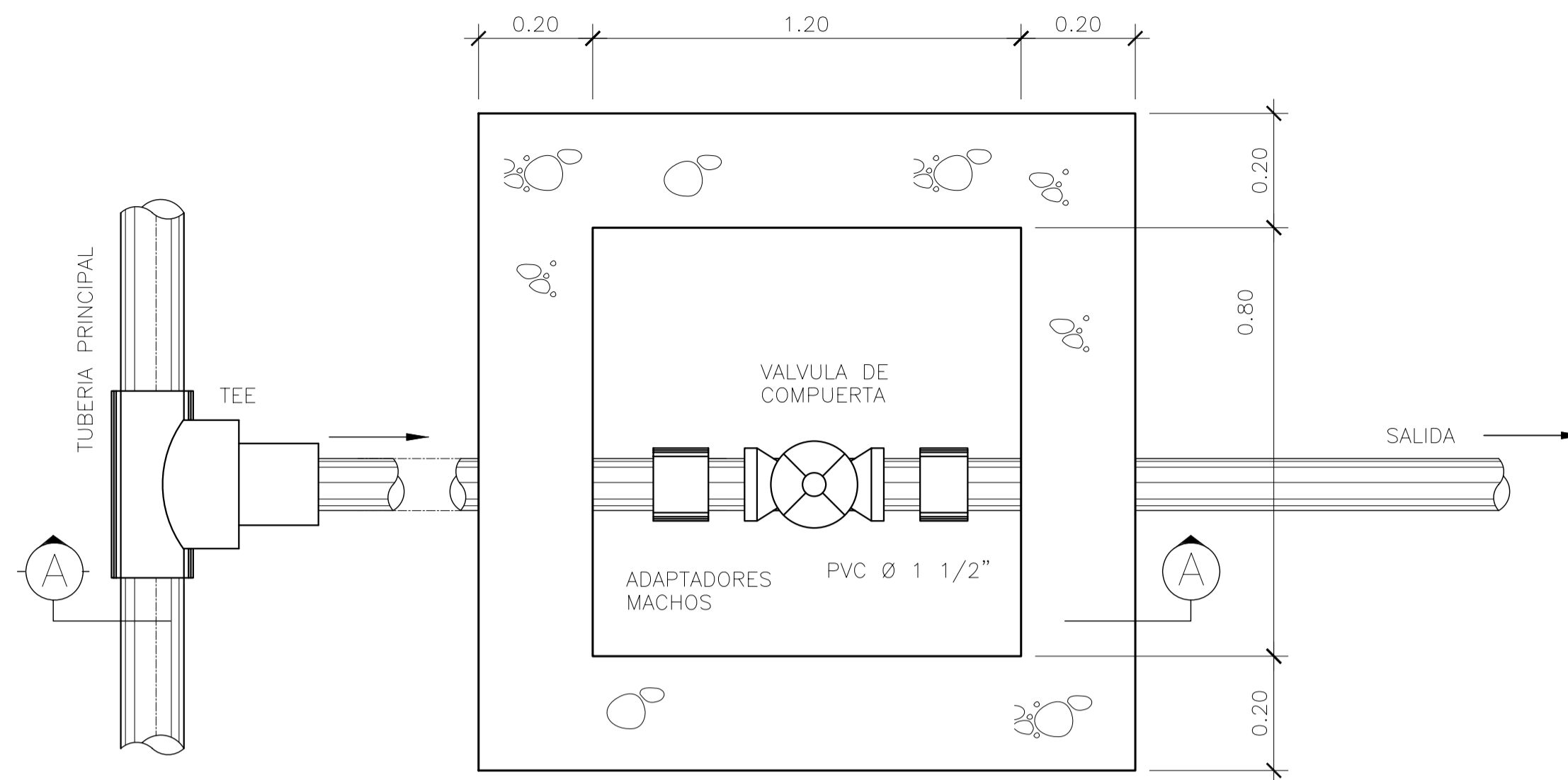
HOJA No. 9/10



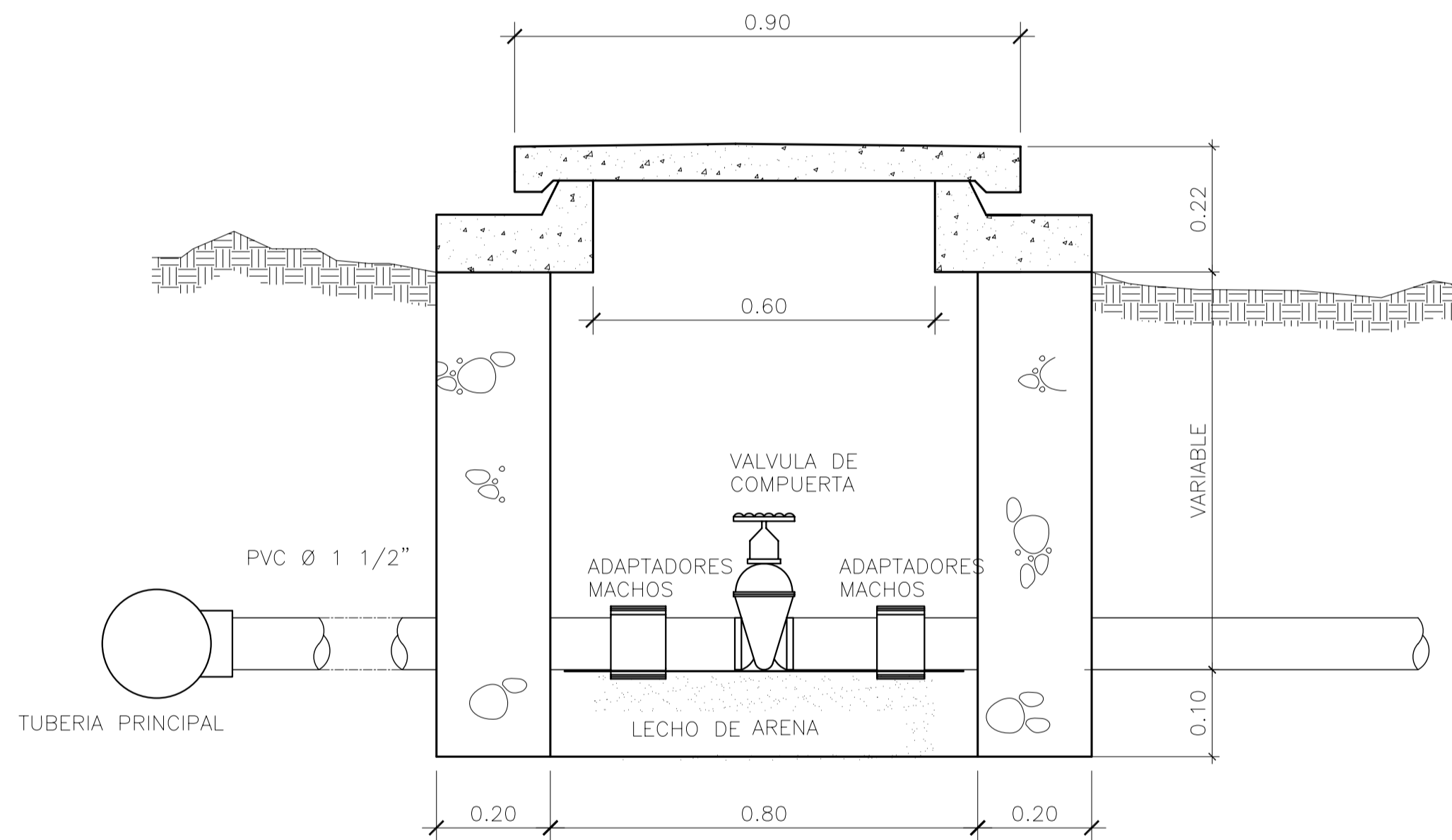
VALVULA DE AIRE



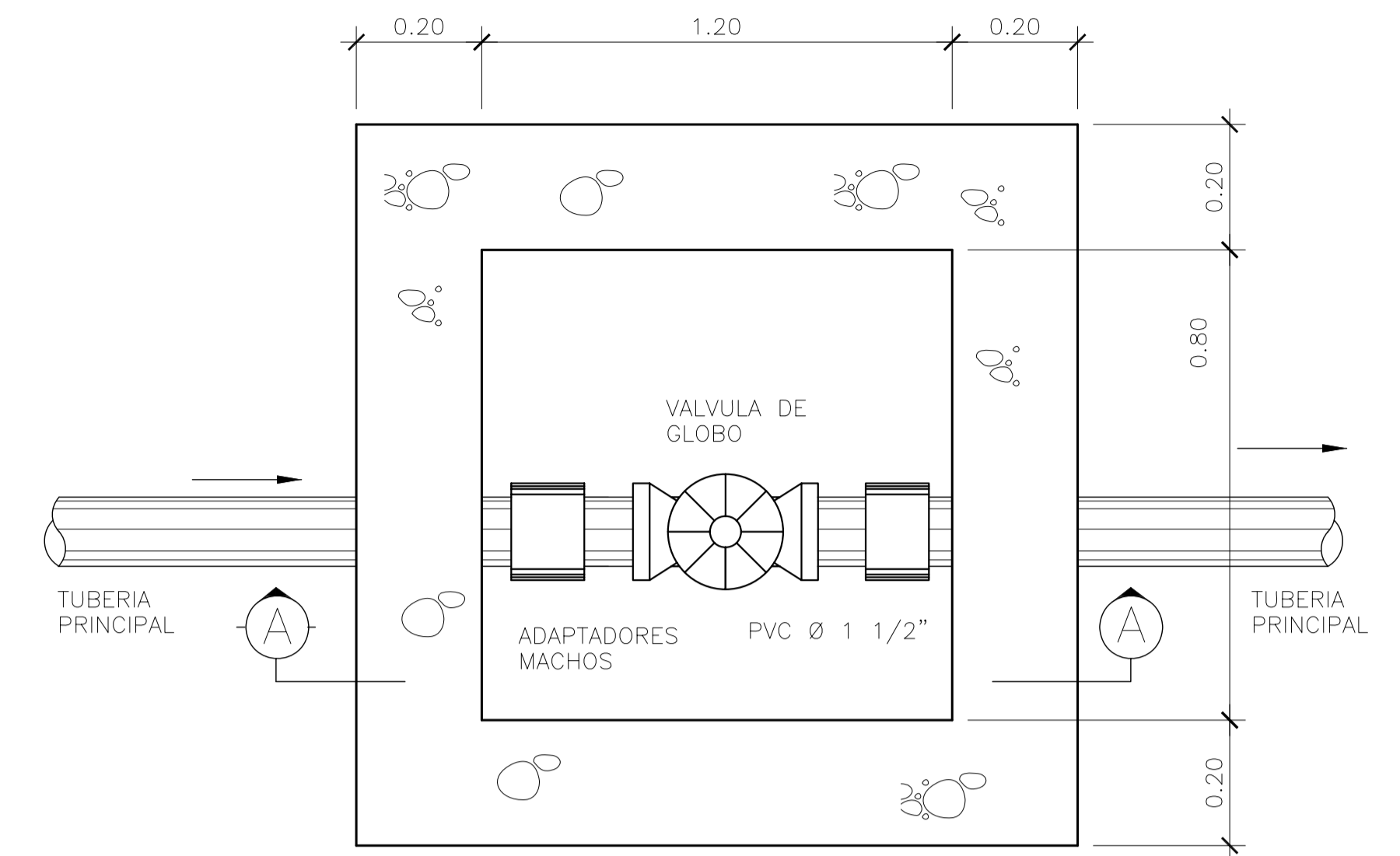
VALVULA DE AIRE ECCION A-A



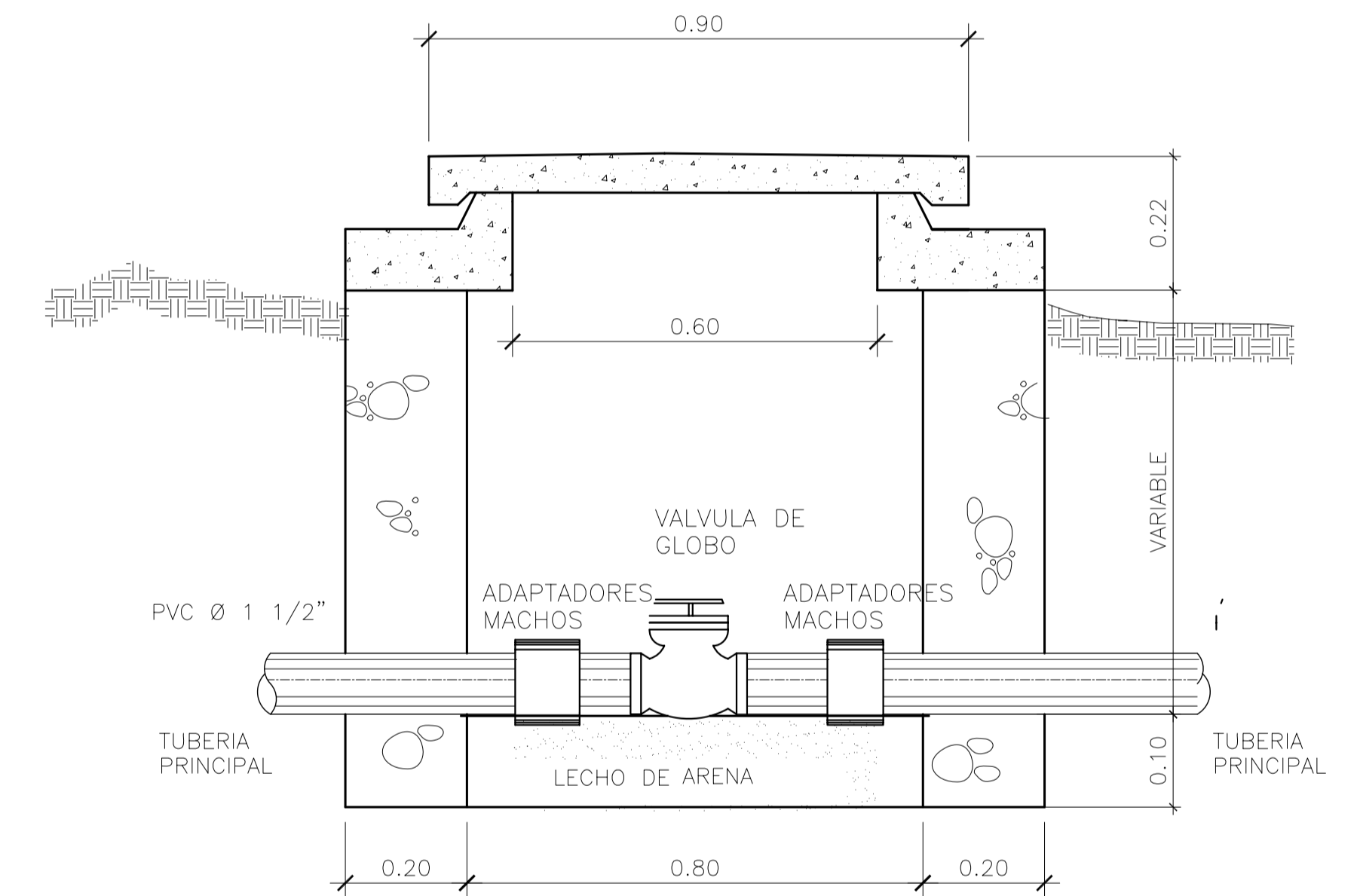
VALVULA DE LIMPIEZA



VALVULA DE LIMPIEZA SECCION A-A



VALVULA DE CONTROL

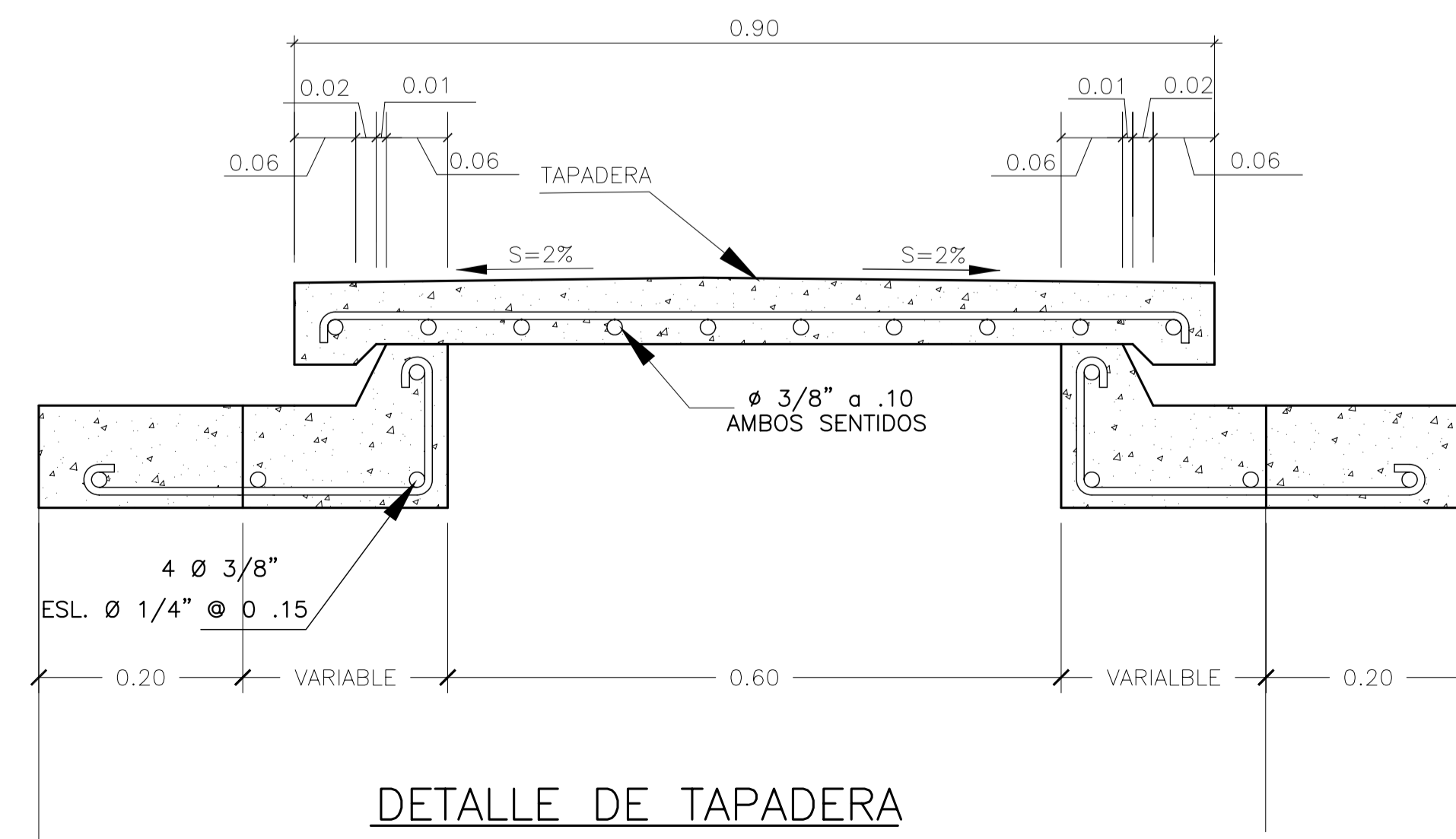


VALVULA DE CONTROL SECCION A-A

DETALLE DE VALVULAS

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO DE SAN LUCAS TOLIMÁN, DEPARTAMENTO DE SOLOLA. ESCALA 1:75

- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:  
33 % DE MORTERO  
67 % DE PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION, EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRIN DE 1/2" RESPECTIVAMENTE
- SE REPELLARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCION VOLUMEN 1:2, CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.



DETALLE DE TAPADERA



FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2011  
MUNICIPALIDAD DE SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA  
D.M.P.  
Dirección Municipal de planificación

PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COLONIA SAN GREGORIO

PLANO DE: DETALLES DE VALVULAS

ESCALA: INDICADA DISEÑO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL  
FECHA: FEBRERO 2011 DIBUJO: MELL JACKSON CANTORAL SANDOVAL

MELL CANTORAL EPESISTA Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR DE EPS



HOJA DE CALCULO

ALCANTARILLADO PLUVIAL "SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA"

Tramo	TOPOGRAFIA						Periodo de diseño:													Chequeo
	De	A	Cota Terreno		Dist. H.	Terreno	Area a drenar	Coeficiente C promedio	Tiempo de concentración (Seg)	Intensidad Mm/hora	Pendiente tubería %	Diametro plg	Seccion llena (Maning)		q/Q	d/D	v/V	Caudal q. diseño	Velocidad	
	PV	PV	Inicio	Final	(m)	S(%)							Vel.(m/seg)	Q.(Ltd/seg)						
Tramo 1																				
INICIO	1	2	1617.00	1615.42	87.20	1.81	0.4429	0.55	12.00	156.10	0.65	12	1.45	105.73	0.99902	0.8190	1.14000	105.63	1.65	si cumple
INICIO	12	2	1616.58	1615.42	89.65	1.29	0.3954	0.55	12.00	156.10	1.50	12	2.20	160.53	0.58743	0.5510	1.04000	94.30	2.29	si cumple
	2	3	1615.42	1613.87	88.83	1.74	0.4029	0.55	13.00	149.82	1.50	18	2.88	472.82	0.60082	0.5590	1.04575	284.08	3.01	si cumple
INICIO	13	3	1615.71	1613.87	89.86	2.05	0.3965	0.55	12.00	156.10	1.50	10	1.95	98.81	0.95678	0.7830	1.13840	94.54	2.22	si cumple
	3	4	1613.87	1612.74	89.69	1.26	0.4074	0.55	13.51	146.86	0.50	24	2.02	588.69	0.77937	0.6640	1.10575	458.81	2.23	si cumple
INICIO	10	12	1621.21	1616.58	89.67	5.16	0.4614	0.55	12.00	156.10	6.00	8	3.36	108.96	1.00990	0.8290	1.13955	110.04	3.83	si cumple
INICIO	18	12	1617.51	1616.58	93.39	1.00	0.4185	0.55	12.00	156.10	1.00	12	1.80	131.34	0.75994	0.6520	1.10027	99.81	1.98	si cumple
	12	13	1616.58	1615.71	89.05	0.98	0.4157	0.55	12.86	150.67	1.50	18	2.88	472.82	0.63075	0.5760	1.05728	298.23	3.05	si cumple
	13	14	1615.71	1615.70	89.79	0.01	0.4246	0.55	13.37	147.66	0.60	21	2.02	451.39	0.85970	0.7150	1.12464	388.06	2.27	si cumple
INICIO	11	18	1623.15	1617.51	90.88	6.21	1.9477	0.55	12.00	156.10	2.00	18	3.33	546.70	0.84968	0.7080	1.12238	464.52	3.74	si cumple
	18	19	1617.51	1615.16	90.71	2.59	2.9857	0.55	12.45	153.58	1.00	27	3.09	1139.94	1.01290	0.8290	1.13955	1154.69	3.52	si cumple
INICIO	13	19	1615.71	1615.16	94.52	0.58	0.4259	0.55	12.00	156.10	0.60	12	1.39	101.42	1.00148	0.8210	1.13999	101.57	1.58	si cumple
	19	20	1615.16	1613.42	92.15	1.89	3.7157	0.55	13.13	149.05	0.80	36	3.34	2193.35	0.94217	0.7720	1.13720	2066.52	3.80	si cumple
	20	14	1613.42	1615.70	96.31	-2.37	0.4410	0.55	13.62	146.24	0.80	36	3.34	2193.35	0.96933	0.7940	1.13932	2126.09	3.81	si cumple
	14	4	1615.70	1612.74	90.66	3.27	0.4033	0.55	14.13	143.44	0.80	39	3.53	2718.27	0.93836	0.7690	1.13677	2550.73	3.53	si cumple
	4	38	1612.74	1609.87	118.35	2.42	0.9470	0.55	14.58	141.28	0.70	42	3.47	3101.60	1.01677	0.8360	1.13904	3153.64	3.95	si cumple
	38	39	1609.87	1607.81	117.07	1.76	0.9786	0.55	15.14	138.27	0.70	42	3.47	3101.60	1.01632	0.8950	1.12627	3297.55	3.91	si cumple
	39	37	1607.81	1599.41	72.35	11.61	0.3956	0.55	15.70	135.60	0.60	48	3.51	4097.76	0.80918	0.682	1.11314	3315.83	3.91	si cumple
	37	36	1599.41	1598.37	3.69	28.18	0.0028	0.55	16.04	134.03	0.60	48	3.51	4097.76	0.79995	0.676	1.11078	3278.01	3.90	si cumple
INICIO	29	30	1602.16	1603.22	72.72	-1.46	1.5273	0.55	12.00	156.10	1.00	18	2.36	387.45	0.94009	0.7710	1.13705	364.24	2.68	si cumple
	30	31	1603.22	1603.44	86.01	-0.26	3.2596	0.55	12.51	152.82	1.00	27	3.09	1141.41	0.97916	0.8020	1.13980	1117.62	3.52	si cumple
	31	32	1603.44	1603.42	41.72	0.05	2.3423	0.55	12.97	150.00	1.10	30	3.47	1582.45	1.03240	0.85600	1.13649	1633.78	3.94	si cumple
	32	34	1603.42	1604.23	66.41	-1.22	0.6965	0.55	13.17	148.820	1.00	33	3.53	1947.87	0.91347	0.75100	1.13367	1779.28	4.00	si cumple
	34	35	1604.23	1599.26	50.48	9.85	0.3142	0.55	13.48	147.030	0.90	33	3.35	1848.54	0.98910	0.8100	1.14014	1828.46	3.82	si cumple
	35	36	1599.26	1598.37	37.35	2.38	0.2551	0.55	13.73	145.620	0.90	33	3.35	1848.54	0.98954	0.8100	1.14014	1848.54	3.82	si cumple
	36	40	1598.37	1595.55	79.82	3.53	0.4462	0.55	16.06	133.94	0.40	60	3.32	6056.17	0.83964	0.7020	1.12044	5084.99	3.72	si cumple
	40	41	1595.55	1595.42	59.72	0.22	0.3339	0.55	16.46	132.16	0.40	60	3.32	6056.17	0.83961	0.7020	1.12044	5084.83	3.72	si cumple
	41	42	1595.42	1594.94	39.98	1.20	0.2235	0.55	16.76	130.87	0.40	60	3.32	6056.17	0.83879	0.7010	1.12012	5079.88	3.72	si cumple
	42	43	1594.94	1594.39	40.06	1.37	0.2239	0.55	16.96	130.02	0.40	60	3.32	6056.17	0.84069	0.7020	1.12044	5091.36	3.72	si cumple
	43	44	1594.39	1593.92	59.99	0.78	0.3353	0.55	17.16	129.19	0.40	60	3.32	6056.17	0.84625	0.7060	1.12173	5125.04	3.72	si cumple
	44	45	1593.92	1593.17	59.98	1.25	0.3353	0.55	17.46	127.96	0.40	60	3.32	6056.17	0.84902	0.7080	1.12238	5141.80	3.73	si cumple
	45	46	1593.17	1591.38	79.86	2.24	0.0000	0.55	17.76	126.77	0.40	60	3.32	6056.17	0.84112	0.7030	1.12076	5093.98	3.72	si cumple
	46	47	1591.38	1590.48	19.82	4.54	0.0000	0.55	18.16	125.21	0.40	60	3.32	6056.17	0.83077	0.6960	1.11835	5031.29	3.71	si cumple
	47	DESFOGUE	1590.48	1589.20	52.33	2.45	0.0000	0.55	18.26	124.53	0.40	60	3.32	6056.17	0.82825	0.6940	1.11760	5016.02	3.71	si cumple

Tramo	TOPOGRAFIA						tasa de crecimiento: Período de diseño:													
	De	A	Cota Terreno		Dist. H.	Terreno	Area a drenar	Coefficiente	Tiempo de concentración (Seg)	Intensidad Mm/hora	Pendiente tubería %	Diametro plg	Seccion llena (Manning)		q/Q	d/D	v/V	Caudal	Velocidad	
	PV	PV	Inicio	Final	(m)	S(%)		C promedio					Vel.(m/seg)	Q.(Ltd/seg)				q. diseño		
INICIO	4	5	1612.74	1608.42	89.83	4.81	0.4098	0.55	12.00	156.10	2.43	10	2.48	125.66	0.77765	0.6630	1.10529	97.72	2.74	si cumple
INICIO	21	15	1610.53	1608.99	101.31	1.52	0.4251	0.55	12.00	156.10	1.50	10	1.95	98.77	1.02591	0.8450	1.13811	101.37	2.22	si cumple
	15	5	1608.99	1608.42	90.52	0.63	0.8338	0.55	12.87	150.61	1.00	18	2.36	387.45	0.74761	0.6450	1.09688	289.66	2.59	si cumple
	5	6	1608.42	1606.64	90.00	1.98	0.4100	0.55	13.51	146.86	2.30	18	3.57	586.10	0.79575	0.6740	1.10994	466.39	3.96	si cumple
INICIO	15	16	1608.99	1606.39	88.66	2.93	0.4429	0.55	12.00	156.10	2.50	10	2.52	127.69	0.82724	0.6940	1.11760	105.63	2.82	si cumple
INICIO	22	16	1607.53	1606.39	107.52	1.06	0.4774	0.55	12.00	156.10	1.00	12	1.80	131.34	0.86676	0.7190	1.12593	113.84	2.02	si cumple
	16	6	1606.39	1606.64	89.86	-0.28	0.3942	0.55	13.00	149.83	1.00	18	2.36	387.45	0.77662	0.6620	1.10483	300.90	2.61	si cumple
	6	7	1606.64	1602.62	88.71	4.53	0.3997	0.55	13.93	144.52	1.85	21	3.55	793.28	1.05568	0.8820	1.13050	837.45	4.00	si cumple
INICIO	20	21	1613.42	1610.53	83.57	3.46	1.9310	0.55	12.00	156.10	1.50	21	3.20	715.06	0.64404	0.5840	1.06248	460.53	3.40	si cumple
	21	22	1610.53	1607.53	87.39	3.43	2.8574	0.55	12.44	153.26	1.30	27	3.52	1300.25	0.86230	0.7160	1.12496	1121.20	3.96	si cumple
	22	23	1607.53	1605.89	90.20	1.82	6.9785	0.55	12.85	150.73	0.50	42	2.93	2618.93	1.03466	0.85500	1.13670	2709.71	3.33	si cumple
	23	24	1605.89	1604.81	20.97	5.15	0.0851	0.55	13.36	147.72	0.50	42	2.93	2618.93	1.02133	0.84000	1.13868	2674.80	3.34	si cumple
	24	17	1604.81	1603.98	89.75	0.92	0.4193	0.55	13.48	147.03	0.50	42	2.93	2618.93	1.05252	0.87800	1.13167	2756.49	3.32	si cumple
INICIO	16	17	1606.39	1603.98	89.93	2.68	0.4747	0.55	12.00	156.10	2.70	10	2.62	132.76	0.85267	0.7100	1.12302	113.20	2.94	si cumple
	17	7	1603.98	1602.62	90.28	1.51	0.4052	0.55	13.99	144.19	0.50	48	3.20	3735.85	0.77548	0.66200	1.10483	2897.07	3.20	si cumple
	7	25	1602.62	1600.56	126.23	1.63	3.2695	0.55	14.46	141.70	0.50	54	3.46	5112.35	0.85596	0.71200	1.12367	4375.95	3.89	si cumple
INICIO	7	8	1602.62	1602.00	89.57	0.69	1.5988	0.55	12.00	156.10	1.00	18	2.36	387.45	0.98469	0.80600	1.13997	381.52	2.69	si cumple
	8	9	1602.00	1600.91	128.72	0.85	0.5812	0.55	12.63	152.07	1.00	21	2.61	583.23	0.86880	0.72000	1.12625	506.71	2.94	si cumple
	9	48	1600.91	1600.80	27.53	0.40	0.1660	0.55	13.45	147.20	0.80	21	2.33	520.66	1.01373	0.83200	1.13936	527.81	2.65	si cumple
INICIO	51,1	51	1600.29	1600.69	100	-0.40	4.6495	0.55	12.00	156.10	1.00	27	3.09	1141.41	0.97146	0.79500	1.13937	1108.83	3.52	si cumple
	51	50	1600.69	1600.40	22.4	1.29	0.8126	0.55	12.54	152.63	0.70	30	2.77	1263.22	1.00827	0.82800	1.13965	1273.67	3.16	si cumple
	50	49	1600.40	1600.29	35.56	0.31	0.0178	0.55	12.67	151.83	0.70	30	2.77	1263.22	1.00625	0.8260	1.13972	1271.12	3.16	si cumple
	49	48	1600.29	1600.80	31.25	-1.63	1.4928	0.55	12.88	150.55	1.00	30	3.31	1509.48	1.06245	0.89300	1.12695	1603.75	3.73	si cumple
	48	25	1600.80	1600.56	64.02	0.37	0.4096	0.55	13.65	146.07	0.50	39	2.79	2150.26	1.00973	0.82900	1.13955	2171.19	3.18	si cumple
	25	26	1600.56	1600.56	15.50	0.00	0.0091	0.55	15.07	138.61	0.40	60	3.32	6056.17	1.04732	0.87000	1.13371	6342.75	3.76	si cumple
INICIO	26	27	1600.56	1601.15	18.41	-3.20	0.0000	0.55	15.15	138.22	0.40	60	3.32	6056.17	1.04437	0.86700	1.13435	6324.91	3.77	si cumple
	27	28	1601.15	1601.49	41.89	-0.81	0.0000	0.55	15.24	137.78	0.40	60	3.32	6056.17	1.04105	0.8620	1.13541	6304.77	3.77	si cumple
	28	29	1601.49	1602.16	63.74	-1.05	0.0000	0.55	15.45	136.77	0.40	60	3.32	6056.17	1.03342	0.8530	1.13699	6258.56	3.78	si cumple
	29	30	1602.16	1603.22	72.72	-1.46	0.0000	0.55	15.77	135.27	0.40	60	3.32	6056.17	1.02208	0.8410	1.13859	6189.92	3.78	si cumple
	30	31	1603.22	1603.44	86.01	-0.26	0.0000	0.55	16.14	133.58	0.40	60	3.32	6056.17	1.00931	0.8280	1.13965	6112.58	3.78	si cumple
	31	32	1603.44	1603.42	41.71	0.05	0.0000	0.55	16.57	131.69	0.40	60	3.32	6056.17	0.99391	0.8140	1.14003	6019.31	3.78	si cumple
	32	33	1603.42	1603.95	21.09	-2.51	0.0000	0.55	16.78	130.78	0.40	60	3.32	6056.17	0.98816	0.8090	1.14010	5984.45	3.79	si cumple
	33	37	1603.95	1599.41	51.87	8.75	0.0000	0.55	16.89	130.32	0.40	60	3.32	6056.17	0.98468	0.8060	1.13997	5963.41	3.78	si cumple
	37	36	1599.41	1598.37	3.69	28.18	0.0000	0.55	17.15	129.23	0.40	60	3.32	6056.17	0.97645	0.7990	1.13968	5913.53	3.78	si cumple
	36	40	1598.37	1595.55	79.82	3.53	0.0000	0.55	17.17	129.15	0.40	60	3.32	6056.17	0.97584	0.7990	1.13968	5909.87	3.78	si cumple
	40	41	1595.55	1595.42	59.72	1.89	0.0000	0.55	17.57	127.52	0.40	60	3.32	6056.17	0.96353	0.7890	1.13904	5835.28	3.78	si cumple
	41	42	1595.42	1594.94	39.98	1.20	0.0000	0.55	17.87	126.33	0.40	60	3.32	6056.17	0.95453	0.7820	1.13840	5780.82	3.78	si cumple
	42	43	1594.94	1594.39	40.06	1.37	0.0000	0.55	18.07	125.56	0.40	60	3.32	6056.17	0.94872	0.7770	1.13785	5745.59	3.78	si cumple
	43	44	1594.39	1593.92	59.99	0.78	0.0000	0.55	18.27	124.79	0.40	60	3.32	6056.17	0.94290	0.7730	1.13733	5710.35	3.78	si cumple
	44	45	1593.92	1593.17	59.98	1.25	0.0000	0.55	18.57	123.67	0.40	60	3.32	6056.17	0.93443	0.7660	1.13632	5669.10	3.77	si cumple
	45	46	1593.17	1591.38	79.86	2.24	0.0000	0.55	18.87	122.57	0.40	60	3.32	6056.17	0.92612	0.7600	1.13540	5608.77	3.77	si cumple
	46	47	1591.38	1590.48	19.82	4.54	0.0000	0.55	19.27	121.14	0.40	60	3.32	6056.17	0.91532	0.7520	1.13387	5543.33	3.76	si cumple
47	DESFOGUE		1590.48	1589.20	52.33	2.45	0.0000	0.55	19.37	120.79	0.40	60	3.32	6056.17	0.91268	0.7510	1.13367	5527.32	3.76	si cumple

## HOJA DE CALCULO

## ABASTECIMIENTO AGUA POTABLE COLONIA SAN GREGORIO "SAN LUCAS TOLIMÁN, SOLOLA"

tramo	cota terreno	dif	long	habitantes	hab*dotacion	caudal	diametro	diametro	Hf	velocidad	C.P.	P.E.	P.D.			
de	inicial	final	altura	m	actuales	futuros	plg formula	plg	m	m/s	m	m	m			
a																
captacion	Tanke	1748,00	1705,52	42,48	312,61	0,00	0,00	54800	0,634259	0,87465	1,00	22,13	1,25	1725,87	42,48	20,35
tanke	caja	1705,52	1654,60	50,92	94,69	0,00	0,00	27400	0,317130	0,50677	1,00	1,86	0,63	1703,66	50,92	49,06
caj R.	1	1654,60	1602,40	52,20	265,57	0,00	0,00	27400	0,317130	0,62311	1,00	5,21	0,63	1649,39	52,20	46,99
1	2	1649,39	1599,26	50,13	117,73	28,00	59,00	13400	0,155093	0,40516	1,00	0,62	0,31	1648,77	50,74	49,51
2	5	1648,77	1604,23	4,97	50,59	0,00	0,00	6220	0,071991	0,40906	0,75	0,26	0,25	1648,51	45,77	44,28
1	4	1649,39	1602,70	- 0,30	33,92	0,00	0,00	13420	0,155324	0,89817	1,00	0,18	0,31	1649,21	47,30	46,51
4	4,5	1649,21	1604,23	- 1,53	86,60	40,00	85,00	11580	0,134028	0,73676	1,00	0,35	0,26	1648,86	45,77	44,63
4,5	5	1648,86	1604,23	- 1,53	21,82	40,00	85,00	11580	0,134028	0,55513	0,75	0,35	0,47	1648,51	45,77	44,28
2	3	1648,77	1607,81	- 8,55	111,33	20,00	42,00	6200	0,071759	0,42975	1,00	0,14	0,14	1648,63	42,19	40,82
3	3,5	1648,63	1607,42	41,21	30,00	16,00	34,00	4280	0,049537	0,20648	0,75	0,08	0,17	1648,55	42,58	41,13
3,5	7	1648,55	1607,42	41,13	14,65	16,00	34,00	4280	0,049537	0,17829	1,00	0,01	0,10	1648,54	42,58	41,12
7	6	1648,54	1604,00	3,42	37,01	16,00	34,00	2420	0,028009	0,28940	0,50	0,24	0,22	1648,31	46,00	44,31
2	5	1648,77	1604,23	44,54	50,59	0,00	0,00	6220	0,071991	0,26075	0,75	0,26	0,25	1648,51	45,77	44,28
5	6	1648,51	1604,00	44,51	91,66	32,00	68,00	4000	0,046296	0,24914	0,75	0,21	0,16	1648,30	46,00	44,30
3	8	1648,63	1612,49	- 4,68	92,67	20,00	42,00	840	0,009722	0,21919	0,50	0,08	0,08	1648,55	37,51	36,06
7	9	1648,54	1611,60	- 4,18	102,07	44,00	93,00	1860	0,021528	0,30950	0,50	0,40	0,17	1648,14	38,40	36,54
6	10	1648,31	1610,10	- 6,10	111,35	56,00	118,00	2360	0,027315	0,31915	0,50	0,69	0,22	1647,62	39,90	37,52
5	11	1648,51	1604,00	44,51	66,54	32,00	68,00	4000	0,046296	0,23329	0,75	0,15	0,16	1648,36	46,00	44,36
11	15	1648,36	1603,44	44,92	37,11	0,00	0,00	2620	0,030324	0,17587	0,50	0,28	0,24	1648,08	46,56	44,64
5	5,5	1648,51	1608,58	- 4,35	38,75	0,00	0,00	12220	0,141435	0,51440	1,00	0,17	0,28	1648,34	41,42	39,76
5,5	12	1648,34	1608,58	- 4,35	4,53	0,00	0,00	12220	0,141435	0,33105	0,75	0,08	0,50	1648,26	41,42	39,68
12	14	1648,26	1608,45	39,81	19,69	8,00	17,00	5900	0,068287	0,21546	0,75	0,09	0,24	1648,17	41,55	39,72
14	15	1648,17	1603,44	44,73	40,95	8,00	17,00	1300	0,015046	0,13764	0,50	0,08	0,12	1648,08	46,56	44,64
12	16	1648,26	1611,63	- 3,05	22,76	8,00	17,00	6000	0,069444	0,37858	0,75	0,11	0,24	1648,15	38,37	36,52
16	17	1648,15	1611,15	37,00	104,41	36,00	76,00	1900	0,021991	0,20032	0,75	0,06	0,08	1648,09	38,85	36,94
17	18	1648,09	1602,52	45,57	49,82	0,00	0,00	1800	0,020833	0,16153	0,50	0,19	0,16	1647,90	47,48	45,38
12	14	1648,26	1608,45	39,81	19,69	8,00	17,00	5900	0,068287	0,21546	1,00	0,02	0,13	1648,24	41,55	39,79
14	14,5	1648,24	1602,52	45,72	83,04	44,00	93,00	3200	0,037037	0,22307	0,75	0,12	0,13	1648,11	47,48	45,59
14,5	18	1648,11	1602,52	45,59	19,35	44,00	93,00	3200	0,037037	0,16550	0,50	0,21	0,29	1647,90	47,48	45,38
16	17	1648,15	1611,15	37,00	104,41	36,00	76,00	1900	0,021991	0,20032	0,75	0,06	0,08	1648,09	38,85	36,94
16	16,5	1648,15	1619,25	28,90	133,85	64,00	135,00	2000	0,023148	0,22614	1,00	0,02	0,05	1648,13	30,75	28,88
16,5	17	1648,13	1611,15	36,98	66,00	64,00	135,00	2000	0,023148	0,18593	0,75	0,04	0,08	1648,09	38,85	36,94
14	14,5	1648,24	1602,52	45,72	83,04	44,00	93,00	3200	0,037037	0,22307	0,75	0,12	0,13	1648,11	47,48	45,59
14,5	18	1647,90	1603,20	- 0,68	44,25	0,00	0,00	3060	0,035417	0,45730	0,75	0,06	0,12	1647,84	46,80	44,64
18	20	1647,90	1603,20	- 0,68	44,25	0,00	0,00	3060	0,035417	0,45730	0,75	0,06	0,12	1647,84	46,80	44,64
14	15	1648,24	1603,44	44,80	40,95	8,00	17,00	1300	0,015046	0,13759	0,50	0,08	0,12	1648,15	46,56	44,71
15	15,5	1648,15	1603,22	44,93	72,69	28,00	59,00	3160	0,036574	0,21679	0,75	0,11	0,13	1648,05	46,78	44,83
15,5	22	1648,05	1603,22	44,83	18,79	28,00	59,00	3160	0,036574	0,16429	0,50	0,20	0,29	1647,85	46,78	44,63
22	20	1647,85	1603,22	- 0,02	17,94	8,00	17,00	1600	0,018519	0,61261	0,75	0,01	0,06	1647,84	46,78	44,62
18	19	1647,90	1605,50	- 2,98	41,46	24,00	51,00	1020	0,011806	0,21947	0,50	0,05	0,09	1647,85	44,50	42,35
20	21	1647,84	1603,30	- 0,10	41,06	12,00	26,00	520	0,006019	0,34047	0,50	0,02	0,05	1647,82	46,70	44,52
22	23	1647,85	1603,21	44,64	37,24	0,00	0,00	4760	0,055093	0,22109	0,50	0,84	0,44	1647,01	46,79	43,80
23	25	1647,01	1602,47	44,54	7,26	0,00	0,00	3740	0,043287	0,14427	0,50	0,10	0,34	1646,90	47,53	44,43
25	27	1646,90	1602,16	44,74	28,23	12,00	25,00	2900	0,033565	0,17294	0,50	0,25	0,27	1646,65	47,84	44,49
27	29	1646,65	1602,00	44,65	40,59	16,00	34,00	1540	0,017824	0,14657	0,50	0,11	0,14	1646,54	48,00	44,54
29	30	1646,54	1601,95	44,59	45,05	8,00	17,00	340	0,003935	0,08438	0,50	0,01	0,03	1646,53	48,05	44,58