



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

Firmado electrónicamente por: José Francisco
Gómez Rivera
Motivo: Autorización electrónica de trabajo de
graduación
Fecha: 16/07/2024 19:04:57
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE
SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.**

Rolando David Ramos López

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, mayo de 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE
SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2024

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Ing. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a. i.)
EXAMINADOR	Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE
SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 10 de noviembre de 2021.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rolando David Ramos López', with a long horizontal stroke extending to the right.

Rolando David Ramos López



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de marzo de 2023
REF.EPS.DOC.149.03.2024

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Rolando David Ramos López**, CUI 2774 96683 0101 y Registro Académico 201504257 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ..**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
SJRS/ra



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 08 de marzo de 2023
REF.EPS.DOC.149.03.2024

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Argueta Hernández:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Rolando David Ramos López**, CUI 2774 96683 0101 y Registro Académico 201504257 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ..**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
SJRS/ra



Facultad de Ingeniería
Unidad de EPS

Guatemala, 15 de abril de 2024
REF.EPS.D.115.04.2024

Ing. Armando Fuentes Roca
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Fuentes Roca:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Rolando David Ramos López, CUI 2774 96683 0101 y Registro Académico 201504257**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS



OAH/ra



ESCUELA DE
INGENIERÍA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Guatemala,

01 de abril de 2024

Ingeniero
Armando Fuentes Roca
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

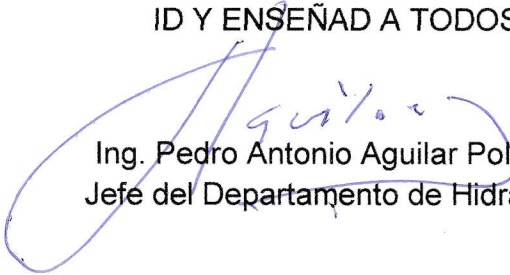
Estimado Ingeniero Fuentes.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rolando David Ramos López con CUI 2774966830101 Registro Académico No. 201504257, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Jefe del Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.





ESCUELA DE
INGENIERÍA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

SIST.LNG.DIRECTOR.16.EIC.2024

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador de Área, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, presentado por: **Rolando David Ramos López**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ingeniero Armando Fuentes Roca
Director
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala, mayo de 2024





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Decanato
Facultad de Ingeniería

24189101- 24189102

LNG.DECANATO.OIE.242.2024

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.**, presentado por: **Rolando David Ramos López** después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Firmado electrónicamente por: José Francisco Gómez Rivera
Motivo: Informe final EPS
Fecha: 11/07/2024 23:11:11
Lugar: Facultad de Ingeniería, USAC.

Ing. José Francisco Gómez Rivera
Decano a.i.



Guatemala, mayo de 2024

Para verificar validez de documento ingrese a <https://www.ingenieria.usac.edu.gt/firma-electronica/consultar-documento>

Tipo de documento: Correlativo para orden de impresión Año: 2024 Correlativo: 242 CUI: 2774966830101

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, - Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Postgrado Maestría en Sistemas Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas. Licenciatura en Matemática. Licenciatura en Física. Centro de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

El cimiento de todo lo que soy, el centro de mi vida. Que los conocimientos y sabiduría que me has dado los pueda poner a tu servicio.

Mis padres

Rolando Waldemar Ramos y Emerita López Sánchez. Quiero expresar mi gratitud por su amor y respaldo a lo largo de mi vida, por acompañarme en cada meta que me he propuesto alcanzar, y en especial, agradezco su persistencia, esfuerzo y dedicación.

Mi hermano

Jorge Mario Diéguez López. Por tu apoyo y amor en cada etapa de mi vida.

Mi compañera

Keren Ester Ejcalón Chonay por las experiencias que compartimos durante mis años finales en la universidad.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi segunda casa durante mis años de estudio de la carrera.
Municipalidad de San Bartolomé Milpas Altas	Por darme el apoyo y la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado. En particular, al director de la DMP, Misael Martínez, por su valiosa amistad y por compartir sus conocimientos.
Mi asesor	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, por el apoyo técnico brindado de manera constante, por su paciencia y por la valiosa orientación proporcionada en el desarrollo de este trabajo de graduación.
Ing. Mauricio Porres	Por su apoyo, conocimiento y amistad durante el periodo de mi Ejercicio Profesional Supervisado.
Inga. Belén Contreras	Por el apoyo brindado para construir las bases de este proyecto de graduación.
Inga. Cindy Pérez	Por su amistad durante mis años de estudio y por su valioso apoyo en este trabajo de graduación.

Mis amigos

A todos los compañeros con los que compartí los mejores años de universidad. Oso Morales por tu valiosa amistad a lo largo de los años. Lucia Castillo, Frank Alonzo, Estuardo Marroquín, Andrés Bran, Julio García por su amistad no solo durante de mis años de estudio sino a lo largo de toda mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XV
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.....	1
1.1.1. Aspectos generales	1
1.1.2. Localización del municipio de San Bartolomé Milpas Altas	2
1.1.3. Ubicación geográfica	3
1.1.4. Límites territoriales	3
1.1.5. Vías de acceso	4
1.1.6. Clima	4
1.1.7. Demografía.....	5
1.1.8. Economía.....	5
1.1.8.1. Niveles de pobreza	6
1.1.9. Servicios públicos	6
1.1.9.1. Educación	6
1.1.9.2. Salud	7
1.1.9.3. Alcantarillado	8
1.1.9.4. Agua potable.....	9

1.1.9.5.	Manejo de desechos sólidos	10
1.2.	Diagnóstico de la necesidad de la zona 3 San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez	10
1.2.1.	Descripción de necesidades.....	10
1.2.2.	Análisis y priorización de necesidades	11
2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona 3, San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez	13
2.1.1.	Descripción del proyecto	13
2.1.2.	Tasa de crecimiento poblacional	13
2.1.3.	Período de diseño	14
2.1.4.	Población futura	14
2.1.5.	Dotación	18
2.1.6.	Factores de caudales de consumo.....	19
2.1.6.1.	Caudal medio diario	19
2.1.6.2.	Caudal máximo diario.....	20
2.1.6.3.	Caudal máximo horario	21
2.1.6.4.	Caudal de bombeo	23
2.1.7.	Calidad del agua	24
2.1.7.1.	Normas de calidad del agua.....	24
2.1.7.2.	Fuente de abastecimiento	24
2.1.7.3.	Análisis fisicoquímico	25
2.1.7.4.	Análisis bacteriológico	25
2.1.8.	Topografía.....	25
2.1.8.1.	Altimetría	26
2.1.8.2.	Planimetría	26
2.1.9.	Diseño del sistema	27
2.1.9.1.	Captación	27

2.1.9.2.	Líneas de conducción.....	27
2.1.9.2.1.	Diseño de la línea de conducción La Zarcita ..	28
2.1.9.2.2.	Diseño de la línea de impulsión de la Zona 3 .	32
2.1.9.2.3.	Carga dinámica total.....	40
2.1.9.2.4.	Potencia de la bomba...	40
2.1.9.2.5.	Golpe de ariete.....	41
2.1.9.3.	Tanque de distribución (SECTOR Z3) .	43
2.1.9.4.	Tratamiento del agua.....	70
2.1.9.5.	Red de distribución	72
2.1.9.6.	Obras hidráulicas.....	84
2.1.10.	Programa de operación y mantenimiento	86
2.1.11.	Planos.....	87
2.1.12.	Presupuesto.....	88
2.1.13.	Cronograma de ejecución.....	90
2.1.14.	Estudio de impacto ambiental.....	91
2.2.	Diseño del sistema de drenaje sanitario de la zona 3, San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.	109
2.2.1.	Descripción del proyecto	110
2.2.2.	Topografía	110
2.2.2.1.	Altimetría.....	111
2.2.2.2.	Planimetría.....	111
2.2.3.	Diseño del sistema de drenaje sanitario	111
2.2.3.1.	Período de diseño.....	111
2.2.3.2.	Velocidad de diseño	112
2.2.3.3.	Estimación de población de diseño ...	112
2.2.3.4.	Dotación	116
2.2.3.5.	Factor de retorno	117

2.2.3.6.	Factor de Harmond	117
2.2.3.7.	Caudal sanitario	118
2.2.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	119
2.2.3.7.2.	Caudal comercial	120
2.2.3.7.3.	Caudal industrial	120
2.2.3.7.4.	Caudal de infiltración...	121
2.2.3.7.5.	Caudal por conexiones ilícitas	121
2.2.3.7.6.	Factor caudal medio....	122
2.2.3.7.7.	Caudal de diseño	123
2.2.3.8.	Tipo de tubería a utilizar	123
2.2.3.9.	Diseño de secciones y pendientes	124
2.2.3.9.1.	Velocidades máximas y mínimas.....	125
2.2.3.9.2.	Cotas Invert.....	126
2.2.3.9.3.	Profundidad de instalación de tubería	128
2.2.3.9.4.	Diámetro de tubería	128
2.2.3.10.	Colectores	129
2.2.3.11.	Pozos de visita	129
2.2.3.12.	Conexiones domiciliarias.....	130
2.2.3.13.	Principios hidráulicos.....	131
2.2.3.13.1.	Ecuación de Manning..	131
2.2.3.13.2.	Relación de diámetros y caudales.....	132
2.2.3.13.3.	Relaciones hidráulicas	132
2.2.3.14.	Ejemplo del diseño de un tramo	133
2.2.4.	Planos	145
2.2.5.	Presupuesto	145

2.2.6.	Cronograma de ejecución.....	146
2.2.7.	Estudio de impacto ambiental.....	147
2.2.8.	Evaluación socioeconómica.....	161
2.2.8.1.	Valor presente neto	162
2.2.8.2.	Tasa interna de retorno	164
CONCLUSIONES		167
RECOMENDACIONES.....		169
REFERENCIAS		171
APÉNDICES		173
ANEXOS.....		216

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

Figura 1.	Ubicación geográfica del municipio San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.....	2
Figura 2.	Límites territoriales del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.....	4
Figura 3.	Esquema de losa de tanque	45
Figura 4.	Diagrama de momentos de la losa del tanque de distribución.....	48
Figura 5.	Diagrama de momentos balanceados de la losa del tanque de distribución.....	50
Figura 6.	Diagrama de áreas tributarias.....	55
Figura 7.	Diagrama de corte y momento.....	57
Figura 8.	Sección del muro del tanque de almacenamiento	64
Figura 9.	Diagrama de presiones.....	67
Figura 10.	Flujo de caja del proyecto	163
Figura 11.	Flujo de caja simplificado.....	164

TABLAS

Tabla 1.	Ubicación geográfica del área de estudio	3
Tabla 2.	Listado de establecimientos educativos	7
Tabla 3.	Tipo de servicio sanitario	8
Tabla 4.	Forma de eliminación de aguas grises	9
Tabla 5.	Fuente de agua para consumo	9
Tabla 6.	Estimación de poblaciones del año 2015 al 2035.....	15

Tabla 7.	Población a servir futura de los habitantes de la zona 3	17
Tabla 8.	Dotación para poblaciones que no cuentan con demanda de población	18
Tabla 9.	Costo por longitud de tubería	34
Tabla 10.	Costo por bombeo	39
Tabla 11.	Costo Total	39
Tabla 12.	Determinación de momentos positivos y negativos.....	48
Tabla 13.	Áreas de acero y espaciamientos para momento actuantes	52
Tabla 14.	Predimensionamiento para viga según ACI 318-19	54
Tabla 15.	Determinación de momentos en el muro del tanque	67
Tabla 16.	Resumen de datos para tramo 26-27	82
Tabla 17.	Cálculo hidráulico de la red de distribución	83
Tabla 18.	Presupuesto del sistema de agua potable.....	89
Tabla 19.	Cronograma de ejecución del sistema de agua potable.....	90
Tabla 20.	Evaluación ambiental inicial	92
Tabla 21.	Estimación de poblaciones del año 2015 al 2035	113
Tabla 22.	Población a servir futura de los habitantes de la zona 3	115
Tabla 23.	Dotación para poblaciones que no cuentan con estudios de demanda	116
Tabla 24.	Bases de diseño para el tramo PVS 57-57.5.....	133
Tabla 25.	Diseño de sector Cipreson	141
Tabla 26.	Diseño de sector zona 4 (1/3)	142
Tabla 27.	Diseño de sector zona 4 (2/3)	143
Tabla 28.	Diseño de sector zona 4 (3/3)	144
Tabla 29.	Presupuesto del sistema de drenaje sanitario.....	146
Tabla 30.	Cronograma de ejecución del sistema de drenaje sanitario	147
Tabla 31.	Evaluación ambiental inicial	149
Tabla 32.	Cálculo del valor presente neto	162

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
h	Altura
Hmin	Altura mínima del pozo
Hs	Altura nivel dinámico a boca de pozo
A	Área
As	Área de acero
As máx	Área de acero máxima
As min	Área de acero mínimo
As req	Área de acero requerida
At	Área tributaria
Ct	Cantidad de tabletas de cloro a usar en un mes
CDT	Carga dinámica total
CM	Carga muerta
Cmu	Carga muerta última
Pc	Carga puntual
CT	Carga total
CU	Carga última
W	Carga uniformemente distribuida
CV	Carga viva
Q	Caudal / caudal a sección llena
Qb	Caudal de bombeo
Qcom	Caudal comercial
Qili	Caudal de conexiones ilícitas
Qd	Caudal de diseño

Qdom	Caudal domiciliar
Qind	Caudal industrial
Qmd	Caudal máximo diario
Qmh	Caudal máximo horario
Qm	Caudal medio diario / caudal medio
q	Caudal a sección parcialmente llena
Qus	Caudal de uso simultáneo
Qv	Caudal de vivienda por tramo
α	Celeridad
C	Coeficiente que depende del material de la tubería
n	Coeficiente de rugosidad
CAn, CBn	Coeficientes para momentos negativos
CAcm, CBcm	Coeficientes para momentos positivos debido a carga muerta
Va	Corte actuante
V máx	Corte máximo actuante
V res	Corte máximo resistente
Vr	Corte resistente
Vu	Corte último
Pz	Cota piezométrica
CI	Cota invert
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
CT	Cota de terreno
CTF	Cota de terreno final
CTI	Cota de terreno inicial
D	Diámetro
Ø	Diámetro económico
Øi	Diámetro interno del tubo

ΔH	Diferencia de cotas
DH	Distancia horizontal
DHe	Distancia horizontal efectiva
Dc	Demanda de cloro
Dot	Dotación
E	Eficiencia
Ea	Empuje activo del agua
Ep	Empuje pasivo del suelo
S	Espaciamiento
S máx	Espaciamiento máximo
S min	Espaciamiento mínimo
e	Espesor de la pared del tubo
t	Espesor de losa
Exc	Excavación
Fqm	Factor de caudal medio
Fd	Factor de deslizamiento
F.H.	Factor de Harmond
Fmd	Factor máximo diario
Fmh	Factor máximo horario
Fc	Flujo de cloro
g	Gravedad
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
L	Longitud
Lh	Longitud horizontal
B	Longitud mayor de losa
A	Longitud menor de losa
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo

m	Metros
m/s	Metros por segundo
k	Módulo de elasticidad del material
E	Módulo de elasticidad volumétrica del agua
Sx	Módulo de sección
M	Momento
Mb	Momento balanceado
Mc	Momento carga puntual
M (-)	Momento negativo
M (+)	Momento positivo
Mres	Momento resistente
Mv	Momento de volteo
S	Pendiente
%Stubo	Pendiente de la tubería con respecto al terreno
d	Peralte efectivo
Hf	Pérdida de carga
Haccesorios	Pérdida de carga por accesorios
Hfs	Pérdida de carga en columna
Hfi	Pérdida de carga en línea de impulsión
Hfv	Pérdida por velocidad
t	Perímetro
n	Periodo de diseño
γ_a	Peso específico del agua
γ_c	Peso específico del concreto
γ_{cc}	Peso específico del concreto ciclópeo
γ_s	Peso específico del suelo
P	Población
Pf	Población futura
Pi	Población inicial

P	Potencia de la bomba
PVS	Pozo de visita sanitario
PDf	Presión dinámica
Pmax	Presión máxima
Pmin	Presión mínima
Phab	Promedio de habitantes por vivienda
rec	Recubrimiento
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
F'c	Resistencia a la compresión del concreto
F'y	Resistencia a la fluencia del acero
R	Tasa de crecimiento geométrico
r	Tasa de interés
V	Velocidad/ velocidad de flujo a sección llena
v	Velocidad de flujo a sección parcialmente llena
Vf	Viviendas futuras
V	Volumen

GLOSARIO

Acero mínimo	Cantidad de acero que es determinada por el límite de fluencia del acero y la sección del elemento, necesaria para evitar grietas por expansión o contracción por temperatura en el concreto.
ACI 318S-19	Instituto Americano del Concreto (siglas en inglés). Comité 318: reglamento estructural para edificaciones, edición en español, año 2019.
Aforo	Medición de la cantidad de agua que fluye a través de una tubería, conducto o corriente en un determinado período de tiempo.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Agua potable	Agua que se encuentra libre de contaminantes y es segura para el consumo humano, generalmente proviene de fuentes tratadas y cumple con los estándares de calidad establecidos.
Aguas servidas	Aguas residuales contaminadas que provienen de actividades humanas y domésticas, como el uso de inodoros, lavabos y desagües, y que requieren

tratamiento antes de ser vertidas nuevamente en el medio ambiente.

Ángulo de fricción interna

Ángulo de resistencia al deslizamiento causado por la fricción entre superficies de contacto de las partículas del suelo.

Cohesión

Fuerza de atracción entre partículas, producida por el agua de constitución del suelo.

Caudal

Es el volumen de agua que fluye por una corriente, río, canal o tubería en un período de tiempo específico, y se expresa típicamente en litros por segundo o metros cúbicos por segundo.

Conexión domiciliar

Tubería que transporta las aguas residuales desde la fuente hasta el conducto principal de recolección.

Cotas invert

Altura o nivel de referencia de la parte interna y la parte inferior del tubo una vez que ha sido colocado.

Demanda

Cantidad de agua utilizada por el usuario por día.

Dotación

Cantidad de agua asignada a un usuario por día.

Línea piezométrica

Corresponde al perfil de las presiones donde se toman en cuenta tres cargas: velocidad, presión y posición.

Losa	Parte plana superior de un piso de concreto reforzado soportada por viguetas, vigas o columnas. Posee un espesor uniforme y se diseña como un elemento sometido a flexión.
Momento negativo	Es el momento al que están siendo sometidos los extremos de las vigas. Si el acero corrido no cubre dicho momento, se pone acuerdo extra llamado bastón.
Pérdida de energía	Cuando un líquido se desplaza para una tubería, la rugosidad del material combinada con la viscosidad del fluido produce una fuerza de fricción que se opone al desplazamiento, causando una disminución de la energía de presión y reduciendo la energía total disponible de una sección a otra.
Predimensionamiento	Consiste en determinar mediante un proceso iterativo las dimensiones de elementos estructurales; que satisfagan de mejor manera las condiciones de carga de determinado proyecto.
Solera	Elemento estructural horizontal de un muro, que resiste esfuerzos y los confina.
Tirante	Nivel del agua en el interior de una tubería.
Viga	Elemento estructural horizontal que trabaja a esfuerzos de flexocompresión y corte. Estos reciben

las cargas de las losas y las transmiten a las columnas.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se deriva del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) efectuado en el municipio de San Bartolomé Milpas Altas. En específico, aborda el diseño de un sistema de agua potable y otro de drenaje sanitario para la zona 3, ubicada en San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.

El informe consta de dos fases: la primera fase de investigación presenta una monografía que detalla aspectos como la ubicación geográfica, clima, características del suelo y demografía del área de estudio. También se analizan los servicios disponibles en el municipio y se establece una priorización de las necesidades locales, destacando las razones que llevaron a la elección de los dos proyectos. La segunda etapa técnico profesional, involucra el desarrollo de los proyectos que han sido previamente establecidos en base a las necesidades planteadas en la primera fase.

El primer proyecto implica el diseño de un sistema de suministro de agua potable. Mientras tanto, el segundo proyecto consiste en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario ambos proyectos se desarrollan en la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. En ambos casos, se incluyen aspectos técnicos, requisitos de diseño, el proceso de planificación, la elaboración de planos, estimaciones de costos y un cronograma de ejecución.

OBJETIVOS

General

Contribuir al aumento de la calidad de vida de los habitantes de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez, mediante la elaboración de proyectos que sean considerados prioritarios para la población de dicha zona del municipio.

Específicos

1. Elaborar un sistema de suministro de agua potable destinado a los habitantes de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez, con el propósito de proveer este recurso esencial tanto a los residentes actuales como a los venideros.
2. Proceder con el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario dirigido a los habitantes de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez, con capacidad para atender las necesidades de toda la zona y, de esta manera, elevar los estándares de higiene en el área.
3. Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera a través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) para beneficio del municipio y contribuir al desarrollo del país.

INTRODUCCIÓN

Los habitantes de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez sufren de una deficiencia en los servicios básicos que suministran al sector, esto debido a que los sistemas de abastecimiento de agua potable y drenaje sanitario han llegado al final de su vida útil por lo que ya no es capaz de suministrar un servicio ideal a cada uno de los hogares ubicados dentro de la zona. Debido a esto, la calidad de vida de los pobladores ha disminuido sustancialmente producto de un mal servicio de agua potable y una saturación de las redes de drenaje sanitario, por lo cual no permite que los habitantes lleven a cabo con total normalidad sus actividades cotidianas.

Se realizará un estudio acerca de las fuentes de captación como de todo el sistema de distribución de agua potable, con el objetivo de proponer alternativas que logren satisfacer las necesidades de los habitantes como también un estudio acerca de las variables fundamentales para diseñar un sistema correcto de drenajes sanitarios. En conjunto con la unidad de agua potable de la municipalidad y las normativas establecidas por el INFOM se pretenden sentar las bases para la elaboración de una planificación que pueda ser utilizada para la ejecución del mismo proyecto.

El presente trabajo pretende identificar las problemáticas que afectan a los habitantes de la zona 3, así como presentar las posibles propuestas que permitan mejorar la calidad de vida de dichos habitantes. Expone las acciones que conforme los años se han tomado para mitigar la problemática y cómo estas han ayudado o no en solucionar la escases de agua que sufren actualmente los habitantes.

1. INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez

A continuación, en los siguientes subíndices se describe la topografía y orografía del sitio en estudio.

1.1.1. Aspectos generales

El municipio de San Bartolomé Milpas Altas es uno de los más antiguos que tiene el histórico departamento de Sacatepéquez. Se dice que el municipio ya existía mucho antes del siglo XVII, por lo tanto, no se sabe la fecha de fundación del municipio.

El municipio fue denominado Milpas Altas ya que en la antigüedad formó parte de la Capilla de la Santa Cruz, que poseía todos los municipios del mismo nombre. Fue también llamado San Bartolomé en honor a San Bartolomé Apóstol.

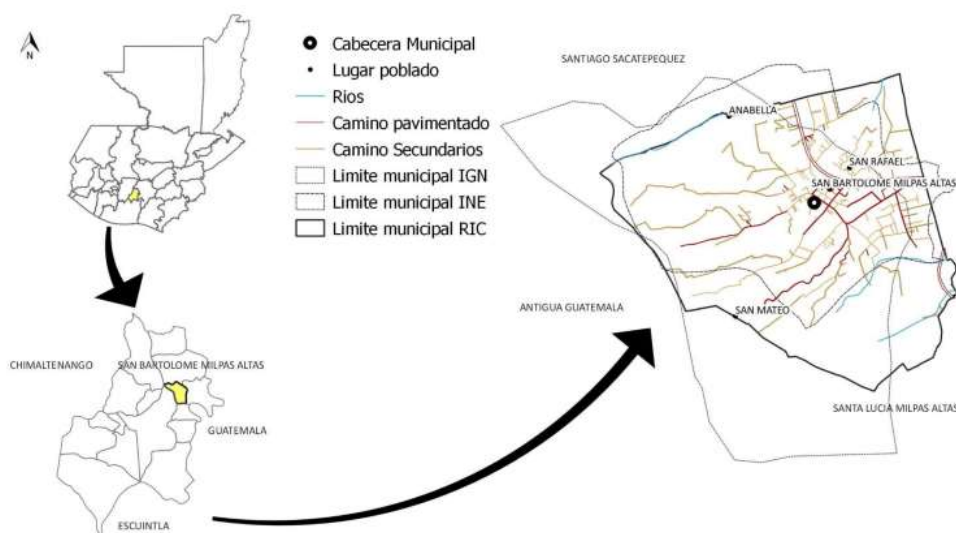
El municipio es el más pequeño que tiene no solamente el departamento de Sacatepéquez, sino que también la República de Guatemala. Está dividido por un pueblo, que es la cabecera municipal.

1.1.2. Localización del municipio de San Bartolomé Milpas Altas

San Bartolomé Milpas Altas es uno de los 16 municipios de Sacatepéquez, ubicado a una distancia de la ciudad capital de 29 kilómetros y se encuentra a una distancia de 13 km de la cabecera departamental Antigua Guatemala. Se encuentra en el Km 30 a Km 31 ½ de la CA-1 hacia la Ciudad Capital. Su altura es de 2,090 metros sobre el nivel del mar con coordenadas geográficas en latitud norte 14°36'23" y longitud oeste 90°40'45". Localizado dentro de la cuenca hidrográfica del río Achiguate, y a la subcuenca del Guacalate.

Figura 1.

Ubicación geográfica del municipio San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez



Nota. Ubicación del área de estudio. Obtenido de Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. (2018). *Plan de Desarrollo Municipal y de Ordenamiento Territorial PDMOT de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez: SEGEPLAN/DTP, 2018.* (p. 16). Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.

1.1.3. Ubicación geográfica

El municipio de San Bartolomé Milpas Altas es parte de los 16 municipios que conforman al departamento de Sacatepéquez, además es considerado como el municipio más pequeño de todo el país con una extensión territorial de 7 km² km². El municipio se ubica una distancia de 13 km de su cabecera municipal Antigua Guatemala, con las siguientes coordenadas:

Tabla 1.

Ubicación geográfica del área de estudio

Latitud	Longitud
14°36'23"N	90°40'45"W

Nota. Coordenadas UTM. Elaboración propia, realizado con Excel.

1.1.4. Límites territoriales

Colinda al Norte con Santiago Sacatepéquez; al Este con San Lucas Sacatepéquez; al Sur con Santa Lucía Milpas Altas y al Oeste con Sumpango Sacatepéquez y La Antigua Guatemala. El municipio se encuentra conectado a sus colindancias por medio de caminos, roderas y veredas.

Figura 2.

Límites territoriales del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez



Nota. Colindancias y delimitaciones. Obtenido de Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. (2018). *Plan de Desarrollo Municipal y de Ordenamiento Territorial PDMOT de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez: SEGEPLAN/DTP, 2018.* (p. 17). Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.

1.1.5. Vías de acceso

La principal vía de acceso se encuentra en el km 30 carretera Interamericana CA-1 de un acceso principal ingresando por la cuchilla que comunica al mercado. El segundo ingreso es por el rumbo suroeste de igual manera sobre la carretera Interamericana CA-1 ubicado en el km 30 ½, donde la cero avenida funciona como eje transversal. El tercer acceso se encuentra por la RD SAC-10.

1.1.6. Clima

El municipio se cataloga como frío con una temperatura de 10.5 a 13 grados centígrados la mayor parte del año. El municipio se encuentra ubicado en

una zona ecológica con dos tipos de clima: bosque húmedo y subtropical cálido, por lo que solo se marcan dos estaciones al año, seca y lluviosa.

1.1.7. Demografía

Se cuenta con una población de 7 816 habitantes en relación a la población del PDM- actual, de 5,291 habitantes, denota un incremento del 32 % equivalente a un incremento de 2,525 personas, siendo el 52.51 % del sexo femenino y el 47.49 % masculino. La población indígena es del 30 % y la ladina de 70 %. La densidad poblacional en el PDM base, es de 756 habitantes por kilómetro cuadrado; para el 2018 es de 1,042 habitantes, muy próxima a la densidad departamental que es de 1,418 hab. Km² y superior a nacional que se encuentra en 140 hab. Km² lo que lo hace ser un territorio muy poblado y con alta demanda de bienes y servicios de salud, educación, empleo y distracción que mejoren la calidad de vida de sus habitantes.

Para el año 2021, se prevé un descenso en la población de 84 personas en relación al año anterior, esta situación, está relacionada a una baja en la fecundidad, debido a factores que se han desencadenado en el municipio durante los años anteriores como elevar la paridad de la educación en todos los niveles de educación, esto hacer tomar conciencia a las mujeres y los hombres de no tener más de 4 hijos, como se venía dando desde el año 2016, en la actualidad las parejas han optado por tener un máximo de 2 hijos.

1.1.8. Economía

La agricultura juega un papel muy importante dentro de la economía local, ya que es la principal actividad desarrollada por sus habitantes, ya sea en el área urbana o en el área periurbana, no se ha logrado en la agricultura las

potencializaciones necesarias para consolidarse como el motor económico, que genere suficientes ingresos, que incidan en el desarrollo local, porque no hay organización de productores que vinculen la producción a nuevos mercados, La segunda actividad más significativa, es el comercio, seguido de la industria manufacturera en donde se destaca la artesanía, y servicios comunales, la construcción con respecto a esta última hay que señalar que la mano de obra es empleada en los municipios vecinos, la cabecera departamental y la ciudad capital.

1.1.8.1. Niveles de pobreza

El índice de pobreza general que tiene el municipio es de 14.42 % el cual es menor al índice departamental que es de 36.10 %, y al nacional de 56.00 %.

El índice de pobreza extrema es de 0.78, la cual es baja en comparación con la departamental que es de 5.30 % y la nacional que es de 16.00 %.

1.1.9. Servicios públicos

Los servicios públicos son el conjunto de actividades y subsidios permitidos, reservados o exigidos a las administraciones públicas del Estado.

1.1.9.1. Educación

Cuenta con establecimientos educativos que imparten desde preprimaria hasta diversificado y cubre una demanda de 89.41 % en preprimaria, 93.98 % primaria, 99.18 % básico y 20.32 % diversificado. La educación de preprimaria a básicos cuenta con establecimientos públicos y privados y el diversificado es por cooperativa y municipal.

Tabla 2.

Listado de establecimientos educativos

Centros educativos	Dirección
Colegio Cristiano Mixto Aleluya	Km. 32 carretera Interamericana
CEIN PAIN anexo a EOUM Lázaro Apxuac	2a. Calle final zona 1
INEB	3a. Calle 1-11 zona 1
EORM	Comunidad La Cumbre
Colegio Bilingüe Shefar	5ª. Calle prolongación 4-72 zona 2
IEBC de enseñanza	2ª. Avenida final zona 1
Escuela Oficial Urbana Mixta Lazaro Apxuac	3ª. Calle 1-11 zona 1
Escuela Primaria Urbana Oficial Mixta Bilingüe Zona 4	Zona 4
Centro Educativo Municipal	Finca El Cerro 2ª. Av. Final zona 1

Nota. Servicios educativos que ofrece. Elaboración propia, realizado con Excel.

Además, el edificio del Instituto de Educación por Cooperativa funciona como Centro Estudiantil Nocturno y Sede de la Facultad de Humanidades de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1.1.9.2. Salud

Cuenta con un puesto de salud y una farmacia municipal. La cobertura a nivel local según datos del ministerio de salud pública y asistencia social MSPAS es del 100 %, sin embargo, la población expresa que este servicio cubrirá un 45 % de la población, debido a que prefieren acudir a los servicios que ofrece la cabecera departamental o bien a San Lucas Sacatepéquez o Ciudad Capital.

1.1.9.3. Alcantarillado

De acuerdo con los datos proporcionados por la DMP un total de 1,839 viviendas cuentan con servicio sanitario.

Es importante indicar que existen 2 plantas de tratamiento de aguas servidas ubicadas en la zona 4 del municipio las cuales procesan la mayor cantidad de desechos provenientes de todo el pueblo y dos plantas de tratamiento anaeróbicas ubicadas en la zona 3 en sectores retirados del casco urbano. Lo que implica que por esta vía se está dando vitalidad al ecosistema y evitando la contaminación del río Guacalate.

Tabla 3.

Tipo de servicio sanitario

Tipo de servicio sanitario	Hogares	%
Inodoro conectado a red de drenajes	1,705	92.7
Inodoro conectado a fosa séptica	78	4.2
Letrina o pozo ciego	52	2.8
No tiene	4	0.2
Total	1,839	100

Nota. Censo 2018. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 4.

Forma de eliminación de aguas grises

Forma de eliminación de aguas grises	Hogares	%
Conectado a red de drenajes	1,709	92.9
Sin red de drenajes	130	7.1
Total	1,839	100

Nota. Censo 2018. Elaboración propia, realizado con Excel.

1.1.9.4. Agua potable

La unidad de agua potable reporta un total de 1,839 viviendas que cuentan con servicio de agua potable.

El municipio es abastecido por 6 pozos mecánicos de agua a la población, así como 2 nacimientos de agua denominados Nimache y Los Chichicastes.

En la actualidad presentan ciertos inconvenientes especialmente en la época de verano ya que los aforos disminuyen considerablemente.

Tabla 5.

Fuente de agua para consumo

Fuente de agua para consumo	Hogares	%
Tubería red dentro de la vivienda	1,653	89.9
Tubería red fuera de la vivienda, pero en el terreno	116	6.3
Chorro público	2	0.1
Pozo perforado público o privado	35	1.9
Agua de lluvia	1	0.1

Continuación de la Tabla 5.

Fuente de agua para consumo	Hogares	%
Manantial o nacimiento	3	0.2
Camión o tonel	5	0.3
Otro	24	1.3
Total	1,839	100

Nota. Censo 2018. Elaboración propia, realizado con Excel.

1.1.9.5. Manejo de desechos sólidos

El municipio no cuenta con un servicio propio por parte de la municipalidad, sino que el servicio es brindado por camiones recolectores los cuales suplen de este servicio a varios municipios de la región y estos trasladan todos los desechos sólidos al botadero del municipio de Villa Nueva.

1.2. Diagnóstico de la necesidad de la zona 3 San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez

A continuación, se presentan las necesidades identificadas en esa área específica, y se enfoca en priorizarlas según su importancia.

1.2.1. Descripción de necesidades

El municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez es un municipio en vías de desarrollo, el cual ha experimentado en los últimos quince años un desarrollo exponencial grande, por lo que su economía, su infraestructura y su población han dado un salto grande en su progreso, sin embargo, este desarrollo ha conllevado a la existencia de ciertos problemas en

cuanto a la red de distribución de agua potable y la red de drenajes sanitarios del municipio.

Producto de la falta de un plan de ordenamiento territorial sumado a esto el crecimiento exponencial de la población que ha llevado a poblar áreas más alejadas del casco urbano han dado como resultado un sistema de distribución de agua potable y una red de drenaje sanitario ineficiente, otro factor importante que ha contribuido al desarrollo de esta problemática es la falta de planificación y asesoría por parte de un profesional o profesionales capacitados en el diseño de las diferentes redes potables y sanitarias del sector, debido a que en el departamento de aguas de la municipalidad no existe un profesional encargado del área que pueda supervisar dicha infraestructura.

Desde una perspectiva general varios sectores del municipio sufren de un déficit en sus redes de agua potable y drenaje sanitario, pero para efectos del presente trabajo nos centraremos en las redes encargadas de abastecer los servicios de la zona 3 del municipio, las cuales al no prestar un servicio óptimo provoca un deterioro en la calidad de vida de sus habitantes. Las acciones que ha tomado la municipalidad para contrarrestar los efectos productos del deterioro del sistema de agua potable y la red de drenaje sanitario de la zona han sido mínimos, pues la municipalidad únicamente acciona ante tramos o sectores que han dejado de prestar servicio y no realiza un mantenimiento preventivo constante o un análisis para determinar qué áreas han llegado al final de su vida útil.

1.2.2. Análisis y priorización de necesidades

La falta de una calidad en los servicios de agua potable y drenaje sanitario produce en los habitantes de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas

Altas, Sacatepéquez, un deterioro en su calidad de vida originado por los focos de infección por la falta de sistema de drenaje sanitario y el aparecimiento de enfermedades gastrointestinales debido a que no hay el consumo de agua potable garantizada.

Esto producto de malas prácticas en cuanto a gobiernos municipales previos los cuales no han administrado de manera óptima los recursos del municipio. Además, los últimos años el municipio ha experimentado un salto grande en su desarrollo como también una alta tasa de emigración, lo cual ningún gobierno anterior pudo prever.

Lo que nos da como resultado hoy en día servicios de agua potable intermitente y saturación de la capacidad de las distintas redes de drenaje sanitario de la zona, pues muchos de estos sistemas han llegado al final de su vida útil. Debido a lo expuesto anteriormente se consideró la elección de los proyectos siguientes:

- Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.
- Diseño de la red de drenaje sanitario de la zona 3 San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona 3, San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez

A continuación, en los siguientes incisos se describe el desarrollo del diseño propuesto para el área de estudio.

2.1.1. Descripción del proyecto

El área de influencia estará ubicada en la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas está a su vez se divide en dos sectores suministrados por dos fuentes distintas el primer sector conocido como La Zarcita es suministrado por la fuente ubicada en el sector El Astillero y la demás parte de la zona 3 es suministrada por un pozo ubicado en la 4 calle C 8-64 de la zona 3. El proyecto consiste en evaluar el sistema con que actualmente se abastece a los habitantes de la zona 3 y proponer un diseño que logre suplir la demanda de estos mismos, teniendo como objetivo principal poder dotar a los habitantes del área con la cantidad ideal diaria de agua potable.

2.1.2. Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento utilizada fue variando conforme el rango de años establecidos para el diseño del proyecto, en base a la tabla de estimaciones y proyecciones 2015-2035 provistas por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

2.1.3. Período de diseño

El periodo de diseño consiste en el periodo de años, durante los cuales el sistema a diseñar proporcionará un funcionamiento capaz de satisfacer las necesidades de la población a servir. En lo que respecta a sistemas de agua potable se recomienda que para efectos de diseño no se utilice un periodo menor a 20 años, además es importante tomar en cuenta de 1 a 3 años adicionales por los procesos de planificación, financiamiento, diseño y construcción. Por lo que para efectos del presente proyecto se estimó un periodo de diseño de 23 años.

2.1.4. Población futura

Debido a la transición demográfica del país, la tasa de crecimiento se encuentra en constante variación durante el transcurso de los años, por lo que no es un dato constante debido a componentes demográficos (fecundidad, mortalidad y migración), en base a lo establecido anteriormente la población futura se estimó conforme a una iteración de datos utilizando las estimaciones y proyecciones municipales para los años 2015-2035 provistas por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Según los datos obtenidos en el XII Censo Población y VII de Vivienda, Guatemala, 2018 se estima una cantidad de 4.25 habitantes por vivienda, para el departamento de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.

$$P_i = P_{hab} * No Viviendas \quad (Ec. 1)$$

Donde:

P_i = población inicial

P_{hab} = promedio de habitantes por vivienda

$$P_i = 4.25 * 425 = 1,807 \text{ habitantes para el año 2022}$$

Para determinar la tasa de crecimiento de cada año se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 6.

Estimación de poblaciones del año 2015 al 2035

Año	Población Estimada
2015	7,751
2016	7,941
2017	8,108
2018	8,256
2019	8,391
2020	8,519
2021	8,642
2022	8,762
2023	8,879
2024	8,993
2025	9,105
2026	9,214
2027	9,321
2028	9,425
2029	9,527
2030	9,627
2031	9,725
2032	9,821
2033	9,914
2034	10,005
2035	10,094

Nota. Para el municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para determinar las tasas de crecimiento se despejó la fórmula del método geométrico y se hizo una iteración con cada año proporcionado en la tabla anterior.

$$R = \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{1/n} - 1 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

R = tasa de crecimiento geométrico

P_f = población futura

P_i = población inicial

n = período de diseño

$$R = \left(\frac{8,993}{8,762} \right)^{1/2024-2022} - 1 = 1.31 \%$$

Al haber determinado las tasas de crecimiento anterior y bajo el supuesto de que los componentes demográficos del municipio se comportan de la misma forma que en los años 2033 al 2044, se utilizó el método geométrico para estimar la población final por medio de una serie de iteraciones, con lo cual se obtuvieron datos más precisos en cuanto a la población futura a servir debido a que se consideraron más factores demográficos.

$$P_f = P_i (R + 1)^n \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

P_f = población futura

P_i = población inicial

R = tasa de crecimiento geométrico

n = período de diseño

$$P_f = 1,807 (1.26 \% + 1)^2 = 1,854 \text{ habitantes}$$

Tabla 7.

Población a servir futura de los habitantes de la zona 3

Año de diseño	Años	Tasa de crecimiento	Población
1	2022	1.31 %	1,807
2	2023	1.26 %	1,854
3	2024	1.22 %	1,875
4	2025	1.18 %	1,894
5	2026	1.14 %	1,914
6	2027	1.10 %	1,930
7	2028	1.07 %	1,947
8	2029	1.03 %	1,963
9	2030	1.00 %	1,978
10	2031	0.97 %	1,991
11	2032	0.93 %	2,003
12	2033	0.90 %	2,014
13	2034	0.90 %	2,032
14	2035	0.90 %	2,050
15	2036	0.90 %	2,069
16	2037	0.90 %	2,087
17	2038	0.90 %	2,107
18	2039	0.90 %	2,125
19	2040	0.90 %	2,145
20	2041	0.90 %	2,164
21	2042	0.90 %	2,184
22	2043	0.90 %	2,203

Continuación de la Tabla 7.

Año de diseño	Años	Tasa de crecimiento	Población
23	2044	0.90 %	2,223

Nota. San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.5. Dotación

Es una cantidad que comúnmente se expresa en litros por habitante por día (l/ha/d) la cual estima la demanda o cantidad de volumen de agua que un habitante consume por día. Para determinar una dotación es importante tomar en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si existieran. Debido a que existe la carencia de un estudio el cual indique la demanda de la población, existen normas de diseño proporcionadas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) las cuales brindan parámetros de diseño indicados a continuación:

Tabla 8.

Dotación para poblaciones que no cuentan con demanda de población

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/ha/d)
Llena cántaros	30 – 60
Mixto de llena cántaros y conexiones prediales	60 – 90
Conexiones prediales fuera de la vivienda	60 – 120
Conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda	90 – 170

Nota. Caudales recomendados. Obtenido de Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2011). *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.* (p. 26).

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez se optó por una dotación de 110 l/ha/d; ya que son conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda.

2.1.6. Factores de caudales de consumo

Los principales factores que afectan el consumo del agua de una población son: temperatura, calidad del agua, características socioeconómicas, servicio de alcantarillado, presión en la red de distribución de agua, administración, medición y tarifa. Debido a que la zona 3 se divide en dos sectores, suministrados por dos diferentes fuentes, se calcularon los siguientes factores para cada sector.

2.1.6.1. Caudal medio diario

Se define como el consumo de agua promedio de un día. Es el producto de multiplicar la dotación elegida para la población al final del periodo de diseño dividido por el número de segundos que contiene un día.

$$Q_m = \frac{Dot * P_f}{86,400} \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

Q_m = caudal medio diario (l/s)

Dot = dotación (l/ha/d)

P_f = número de habitantes proyectados a futuro

Para la elaboración del diseño de agua potable de los distintos sectores se consideraron los siguientes datos

- Sector zona 3:

$$Dot = 110 \text{ l/ha/d}$$

$$P_f = 2,134 \text{ habitantes}$$

$$Q_m = \frac{110 * 2,134}{86,400} = 2.72 \text{ l/s}$$

- Sector La Zarcita:

$$Dot = 110 \text{ l/ha/d}$$

$$P_f = 166 \text{ habitantes}$$

$$Q_m = \frac{110 * 166}{86,400} = 0.21 \text{ l/s}$$

2.1.6.2. Caudal máximo diario

Se define como el máximo caudal generado en veinticuatro horas durante un periodo de observación de un año. Este parámetro deberá de ser definido en base a un registro previo de la población específica a servir. En el caso de que no exista dicho estudio se podrá considerar este parámetro según la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, como el producto del caudal medio diario por un factor que va de 1.2 a 1.5 dependiendo de la magnitud de la población.

$$Q_{md} = Q_m * F_{md} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

Q_{md} = caudal máximo diario (l/s)

Q_m = caudal medio diario en (l/s)

F_{md} = factor máximo diario

Para la elaboración del diseño de agua potable de los distintos sectores se consideraron los siguientes datos:

- Sector zona 3

$$Q_m = 2.72 \text{ (l/s)}$$

$$F_{md} = 1.2$$

$$Q_{md} = 2.72 * 1.2 = 3.26 \text{ l/s}$$

- Sector La Zarcita

$$Q_m = 0.21 \text{ (l/s)}$$

$$F_{md} = 1.2$$

$$Q_{md} = 0.21 * 1.2 = 0.25 \text{ l/s}$$

2.1.6.3. Caudal máximo horario

También conocido como caudal hora máxima. Corresponde a la hora de máximo consumo durante un periodo de veinticuatro horas, el cual también se asocia con el día de máximo consumo en un periodo de un año. Este al igual que el caudal máximo horario se obtiene a través de registros previos de demanda de la población objetivo. Asimismo, al no contar con dichos registros se podrá

determinar según la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano, como el producto del caudal medio diario por un factor que va de 2.0 a 3.0 dependiendo de la magnitud de la población.

$$Q_{mh} = Q_m * F_{mh} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde:

Q_{mh} = caudal máximo horario (l/s)

Q_m = caudal medio diario en (l/s)

F_{mh} = factor máximo horario

- Sector zona 3

$$Q_m = 2.72 \text{ l/s}$$

$$F_{mh} = 2$$

$$Q_{mh} = 2.72 * 2 = 5.43 \text{ l/s}$$

- Sector La Zarcita

$$Q_m = 0.21 \text{ l/s}$$

$$F_{mh} = 2$$

$$Q_{mh} = 0.21 * 2 = 0.42 \text{ l/s}$$

2.1.6.4. Caudal de bombeo

Previamente se mencionó que existen dos líneas de conducción y distribución, una suministrada por una serie de nacimientos de agua en donde el sistema es por gravedad debido a que la topografía lo permite y el otro es suministrado por un pozo mecánico ubicado una cota abajo del tanque de distribución, por lo que para el diseño de esta parte del sistema se utilizó la siguiente ecuación.

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{No.horas\ de\ bombeo} \quad (Ec. 6)$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo (l/s)

Q_{md} = caudal máximo diario (l/s)

Considerando 12 horas de bombeo se utilizó el siguiente caudal de bombeo.

Donde:

$$Q_{md} = 3.26 \text{ (l/s)}$$

$$Q_b = \frac{3.26 * 24}{12} = 6.52 \text{ l/s}$$

Se realizó un aforo volumétrico al pozo que suministra el área en el cual se obtuvo un caudal de 8.24 l/s, por lo que este será el caudal a utilizar para el diseño del sistema.

2.1.7. Calidad del agua

Es esencial dotar a las poblaciones a servir con agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos, debido a que el agua es gran portadora de virus y enfermedades la cual tiene como resultado una serie de enfermedades gastrointestinales en la población que la consume. Por ende, el diseño de estos sistemas de captación y distribución se rigen por cierta normativa, la cual establece parámetros mínimos a cumplir los cuales garantizarán que el agua será apta para consumo humano.

2.1.7.1. Normas de calidad del agua

Los parámetros de calidad del agua a utilizar en el análisis de las fuentes de abastecimiento serán los contenidos dentro de la norma COGUANOR 29001, los cuales mediante un previo análisis determinarán el tratamiento necesario, el cual garantizará la obtención de agua apta para consumo humano dentro de las poblaciones a servir.

2.1.7.2. Fuente de abastecimiento

Se considerarán dos fuentes de abastecimiento para suministrar los dos sectores contenidos dentro del área de influencia. La primera fuente consiste en un conjunto de nacimientos de agua ubicados dentro de una reserva natural y la segunda consiste en un pozo mecánico el cual suministra la mayor parte del área de influencia.

2.1.7.3. Análisis fisicoquímico

Mediante los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico, realizado a ambas fuentes que suministrarán el sistema, se determinó que ambas fuentes se encuentran dentro de los límites máximos permisibles proporcionados por la norma COGUANOR NTG 29001, agua potable.

2.1.7.4. Análisis bacteriológico

Para este análisis se tomaron muestras de los dos puntos de suministro, sin embargo, uno de ellos al ser un sistema alimentado por medio de un pozo mecánico, la toma muestras únicamente fueron posibles a través del tanque de distribución en donde ya el agua lleva un previo proceso de cloración por lo que los resultados obtenidos indicaron que el agua es potable según la norma COGUANOR NTG 29001. Sin embargo, para la otra parte del sistema en donde no existe un tratamiento como tal del sistema se pudo determinar en base a los ensayos realizados que el agua no es potable según norma COGUANOR NTG 29001, por lo que para esta parte del sistema se procedió a incorporar un tratamiento a base de cloración, como el que se describe en el inciso 2.1.9.4.

2.1.8. Topografía

Como parte del proceso de recolección de información necesaria para el diseño de sistemas de captación, conducción y distribución de agua es necesario realizar la topografía del área de influencia del proyecto, la cual incluya la localización de todos los puntos y elementos de interés, desde las fuentes y obras de captación, pasando por la línea de conducción, los puntos de almacenamiento y tratamiento hasta llegar a la red de distribución.

Dicha topografía se conforma de elementos de altimetría y planimetría, los cuales proporcionan la información necesaria para elaborar los planos de topografía y densidad poblacional, quienes sientan las bases para el diseño del sistema de agua potable. Para efectos del presente proyecto se utilizaron los siguientes elementos para llevar a cabo la topografía del proyecto: teodolito, estadal, navegador GPS, cinta métrica, plomada.

2.1.8.1. Altimetría

En el proceso de la altimetría se realizó la medición de los distintos niveles o elevaciones entre los diferentes puntos del terreno contenidos dentro del área de influencia, estas a su vez representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. Para efectos del presente trabajo dichas mediciones se realizaron por medio de teodolito, para posteriormente mediante cálculos realizados en gabinete se pudiera determinar la información necesaria.

2.1.8.2. Planimetría

La planimetría busca como objetivo principal obtener en campo los datos geométricos necesarios que permitan ejecutar la creación de una figura semejante a la del terreno la cual es proyectada sobre un plano horizontal. Para alcanzar dicho objetivo se hizo una recolección de puntos de interés como ancho de calles, ubicación de viviendas, entre otros. Esta información puede encontrarse en la sección de Anexos, en formato de plano topográfico, junto con sus respectivas libretas de campo.

2.1.9. Diseño del sistema

Para el diseño del sistema a continuación se presentan los cálculos necesarios.

2.1.9.1. Captación

El proyecto consiste en dos fuentes de abastecimiento una que suministra al sector denominado La Zarcita que consta de una serie de nacimientos de agua ubicados dentro de una reserva natural los cuales transportan por gravedad el recurso obtenido hacia a un tanque de distribución cota abajo del sistema.

Asimismo, existe otra fuente encargada de suministrar a la mayor extensión de territorio contenida dentro de la zona 3 de dicho municipio, esta consta de un pozo mecánico, el cual según información obtenida mediante el Departamento de Planificación Municipal -DMP-, posee un nivel dinámico del pozo a 340 metros de profundidad, por lo que se necesitará una bomba sumergible de 60hp capaz de impulsar el líquido hasta la elevación necesaria en donde se ubica el tanque de distribución.

Este sistema estará equipado con una caseta en donde estarán ubicados el sistema eléctrico y el sistema de cloración.

2.1.9.2. Líneas de conducción

Las líneas de conducción se componen de dispositivos que transportan el agua desde su captación hasta la distribución, estas líneas de conducción se componen de dos diferentes tipos de sistemas: por conducción libre y por

conducción forzada. Para efectos del presente proyecto el sistema se conformará por conducción forzada en ambos sectores a suministrar.

Para el diseño de líneas de conducción forzadas se deberá de seleccionar el diámetro y la clase de tubería que provea el menor costo de ejecución, para lograr este objetivo se utilizará la fórmula de Hazen Williams, la cual se expresa de la siguiente forma:

$$H_f = \left(\frac{1,743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \right) \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde:

H_f = pérdida de carga (m)

L = longitud de la tubería (se multiplica por un factor de 1.05 debido a las irregularidades que pueda presentar el terreno)

Q = caudal de diseño (l/s)

C = coeficiente que depende del material de la tubería

D = diámetro de la tubería (pulgadas)

2.1.9.2.1. Diseño de la línea de conducción La Zarcita

Para el diseño de la línea de conducción forzada por gravedad del sector la Zarcita, se obtuvieron los siguientes datos:

- $L = 962 \text{ m}$
- Dotación = 110 l/ha/d
- Cota captación = 2,122.30 m
- Cota tanque = 2,094.66 m

- ΔH (diferencia de cotas) = $2,122.30 - 2,094.66 = 27.64$ m
- $Q_d = 0.42$ l/s (se utilizó como Q_d el Q_{mh})

Para determinar el diámetro a utilizar de la tubería se utilizará la fórmula de Hazen-Williams, para lo cual se despejó en la fórmula la variable del diámetro.

$$D = \left(\frac{1,743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * \Delta H} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$D = \left(\frac{1,743.811 * (962 * 1.05) * 0.42^{1.85}}{150^{1.85} * 27.64} \right)^{\frac{1}{4.87}} = 1.04"$$

El resultado obtenido se conoce como diámetro teórico lo que nos provee un parámetro de diámetros comerciales a elegir para el diseño del sistema. Para este sistema se utilizan dos tipos de diámetros, lo que nos permitirá que las pérdidas sean similares a las alturas disponibles. En base al valor calculado se considerarán los siguientes diámetros:

$$D_1 = 1"$$

$$D_2 = 3/4"$$

A continuación, se calculan las pérdidas para cada uno de los diámetros seleccionados, tomando en cuenta que el diámetro a utilizar será el diámetro interno de la tubería:

$$Hf_{1"} = \left(\frac{1,743.811 * 1,010.10 * 0.42^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} \right) = 14.17 \text{ m}$$

$$Hf_{3/4"} = \left(\frac{1,743.811 * 1,010.10 * 0.42^{1.85}}{150^{1.85} * 0.926^{4.87}} \right) = 49.07 \text{ m}$$

Luego se procede a calcular la longitud para cada diámetro de la tubería a utilizar, mediante la siguiente fórmula:

$$L_2 = \frac{L(H - Hf_1)}{(Hf_2 - Hf_1)}$$

Donde:

L_2 = longitud de la tubería de diámetro menor.

L = longitud de diseño.

H = diferencia de cotas de terreno

Hf_1 = pérdida de carga en tubería de diámetro menor.

Hf_2 = pérdida de carga en tubería de diámetro mayor.

$$L_2 = \frac{1,010.10(27.64 - 14.17)}{(49.07 - 14.17)} = 389.80 \text{ m}$$

Para obtener la longitud de la tubería de mayor diámetro, se opera restando la longitud de la tubería de diámetro menor a la longitud de diseño.

$$L_1 = 1,010.10 - 389.80 = 620.30 \text{ m}$$

Debido a que se calcularon nuevos diámetros y nuevas longitudes, se deberá de calcular las pérdidas reales del sistema, dando como resultado que las pérdidas reales deberán de ser iguales a la diferencia de cotas entre la captación y el tanque de distribución.

$$Hf_{1''} = \left(\frac{1,743.811 * 620.30 * 0.42^{1.85}}{150^{1.85} * 1.195^{4.87}} \right) = 8.70 \text{ m}$$

$$Hf_{3/4''} = \left(\frac{1,743.811 * 389.80 * 0.42^{1.85}}{150^{1.85} * 0.926^{4.87}} \right) = 18.94 \text{ m}$$

$$Hf_{3/4''} + Hf_{1''} = 18.94 \text{ m} + 8.70 \text{ m} = 27.64 \text{ m} \rightarrow \text{igual a } \Delta H$$

Asimismo, se deberán de revisar que las velocidades del sistema cumplan con los límites establecidos. Se considerará como velocidad mínima 0.40 m/seg y como máxima 3.0 m/seg .

$$V = \frac{1.974 * Q_d}{D^2} \quad (\text{Ec. 9})$$

Donde:

V = velocidad del fluido (m/s)

D = diámetro de la tubería (in)

Q_d = caudal de diseño (l/s)

$$V_{1''} = \frac{1.974 * 0.42}{1.195^2} = 0.58 \text{ m/s}$$

$$V_{3/4''} = \frac{1.974 * 0.42}{0.926^2} = 0.97 \text{ m/s}$$

En conclusión, se puede observar que ambos diámetros se encuentran dentro de los límites establecidos.

2.1.9.2.2. Diseño de la línea de impulsión de la Zona 3

Para el diseño de la línea de impulsión de la Zona 3, se obtuvieron los siguientes datos:

- $L = 540 \text{ m}$
- Dotación = 110 l/ha/d
- Cota captación = 1,993.70 m
- Cota tanque = 2,044.52 m
- ΔH (diferencia de cotas) = $2,044.52 - 1,993.70 = 50.82 \text{ m}$
- $Q_b = 8.24 \text{ l/s}$

$$\phi = \sqrt{\frac{1.974 * Q_b}{v}}$$

Donde:

ϕ = diámetro económico

Q_b = caudal de bombeo

v = rango de velocidad máxima y mínima

El diámetro de la tubería se selecciona de acuerdo con los límites recomendables de la velocidad del flujo dentro de la sección. Se recomienda que la velocidad esté entre 0.60 y 2 m/s para evitar el golpe de ariete. La siguiente ecuación brinda resultados del diámetro en pulgadas.

$$\emptyset = \sqrt{\frac{1.974 * 8.24}{0.6}} = 5.21''$$

$$\emptyset = \sqrt{\frac{1.974 * 8.24}{2}} = 2.85''$$

- Costo mensual de amortización

$$A = \frac{R (R+1)^n}{(R+1)^n - 1} \quad (\text{Ec. 10})$$

Donde:

A = amortización

r = tasa de interés

n = el tiempo (número de meses) en que se desea pagar la tubería.

$$R = \frac{\text{Tasa interés anual}}{\text{meses}} = \frac{0.15}{12} = 0.0125$$

$$A = \frac{0.0125 (0.0125 + 1)^{120}}{(0.0125 + 1)^{120} - 1}$$

$$A = 0.016133496$$

Una vez determinado el diámetro a utilizar dentro del sistema y la amortización, se procede a calcular el costo por la longitud de la tubería, dando esto como resultado el costo final que poseerá la tubería por mes.

$$\# \text{ tubos} = \frac{l}{6 \text{ m}} = \frac{890}{6} = 120 \text{ tubos}$$

Tabla 9.

Costo por longitud de tubería

Ø	N	A	P.U.	Costo tubo
3"	120	0.0161335	Q. 292.35	Q. 566.00
6"	120	0.0161335	Q. 1,045.43	Q. 2,023.97

Nota. Precios actuales a la fecha de la elaboración del informe. Elaboración propia, realizado con Excel.

El costo de bombeo del sistema estará en función de las pérdidas de carga por longitud de la tubería.

- Pérdida de carga en columna

$$H_{fs} = \left(\frac{1,743.811 * H_s * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \right) \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:

H_{fs} = pérdida de carga en columna (m)

H_s = Altura nivel dinámico a boca del pozo (m)

Q = caudal del bombeo (l/s)

C = coeficiente que depende del material de la tubería

D = diámetro de la tubería (pulgadas)

Para D = 3.0"

$$Hf = \left(\frac{1,743.811 * 350 * 8.24^{1.85}}{150^{1.85} * 3.230^{4.87}} \right) = 9.43 \text{ m}$$

Para D = 6.0"

$$Hf = \left(\frac{1,743.811 * 350 * 8.24^{1.85}}{150^{1.85} * 6.115^{4.87}} \right) = 0.42 \text{ m}$$

- Altura de la boca del pozo a la descarga

$$Cot_{pozo} = 1,993.70 \text{ m}$$

$$Cot_{tanque} = 2,044.52 \text{ m}$$

$$\Delta H = Cot_{tanque} - Cot_{pozo} = 50.82 \text{ m}$$

- Pérdida de carga en línea de impulsión

$$Hf = \left(\frac{1,743.811 * Lh * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \right)$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

Lh = Longitud horizontal boca de pozo a tanque (m)

Q = caudal del bombeo (l/s)

C = coeficiente que depende del material de la tubería

D = diámetro de la tubería (pulgadas)

Para D = 3.0"

$$Hf = \left(\frac{1,743.811 * 540 * 8.24^{1.85}}{150^{1.85} * 3.230^{4.87}} \right) = 14.55 \text{ m}$$

Para D = 6.0"

$$Hf = \left(\frac{1,743.811 * 540 * 8.24^{1.85}}{150^{1.85} * 6.115^{4.87}} \right) = 0.65 \text{ m}$$

- Pérdidas por velocidad

$$v = \frac{1.974 * Q}{D^2} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde:

v = velocidad en la tubería (m/s)

Q = caudal del bombeo (l/s)

D = diámetro de la tubería (pulgadas)

Para D = 3.0"

$$v = \frac{1.974 * 8.24}{3.230^2} = 1.56 \text{ m/s}$$

Para D = 6.0"

$$v = \frac{1.974 * 8.24}{6.115^2} = 0.43 \text{ m/s}$$

Luego de calcular la velocidad en el flujo de cada tubería se procede a determinar sus pérdidas por medio de la siguiente ecuación.

$$H_{fv} = \frac{v^2}{2 \cdot 9.81} \quad (\text{Ec. 13})$$

Donde:

H_{fv} = pérdida por velocidad (m)

v = velocidad en la tubería (m/s)

Para $D = 3.0''$

$$H_{fv} = \frac{1.56}{2(9.81)} = 0.12$$

Para $D = 6.0''$

$$H_{fv} = \frac{0.43}{2(9.81)} = 0.01$$

- Carga dinámica total

$$CDT = H_s + H_{fs} + \Delta H + H_{fi} + H_{fv} + H_{accesorios} \quad (\text{Ec. 14})$$

Donde:

CDT = carga dinámica total

H_s = altura nivel dinámico a boca del pozo más 10 metros

H_{fs} = pérdida de carga en columna

ΔH = altura boca del pozo a la descarga

H_{fi} = pérdida de carga en línea de impulsión

H_{fv} = pérdida de carga por velocidad

$H_{\text{accesorios}}$ = pérdida de carga por accesorios (se toma el 10 % de la pérdida de carga por fricción)

Para $D = 3.0''$

$$CDT_{3.0''} = 350.00_m + 9.43_m + 49.07_m + 14.55_m + 0.12_m + 10 \% * 14.55_m$$

$$CDT_{3.0''} = 424.62 \text{ m}$$

Para $D = 6.0''$

$$CDT_{6.0''} = 350.00_m + 0.42_m + 49.07_m + 0.65_m + 0.01_m + 10 \% * 0.65_m$$

$$CDT_{4.0''} = 400.22 \text{ m}$$

- Potencia

$$P = \frac{Q_d * CDT * 0.746}{76 * e} \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde:

Q_d = caudal de diseño (l/s)

CDT = carga dinámica total (m)

e = eficiencia

0.746 = conversor de Hp a Kilovatios (KW).

Para $D = 3.0''$

$$P_{3.0"} = \frac{8.24 * 424.62 * 0.746}{76 * 0.6} = 57.24 \text{ KW}$$

Para D = 4.0"

$$P_{4.0"} = \frac{8.24 * 400.22 * 0.746}{76 * 0.6} = 53.95 \text{ KW}$$

Número horas de bombeo = 20 horas * 30 días = 600 h/mes

Tabla 10.

Costo por bombeo

Ø	Potencia (KW)	Horas de bombeo	P.U. (Q.)	Costo bombeo
3"	57.24	600	1.80	Q 61,819.20
6"	53.95	600	1.80	Q 58,276.80

Nota. Precios actuales a la fecha de la elaboración del informe. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 11.

Costo Total

Ø	Costo tubo	Costo bombeo	Costo total
3"	Q 566.00	Q 61,819.20	Q 62,385.20
6"	Q 2,023.97	Q 58,276.80	Q 60,300.77

Nota. Precios actuales a la fecha de la elaboración del informe. Elaboración propia, realizado con Excel.

En base a la información presentada anteriormente se determinó que el diámetro económico es de 6 pulgadas de diámetro.

2.1.9.2.3. Carga dinámica total

La carga dinámica en un sistema de bombeo representa la resistencia del fluido al desplazarse dentro del mismo, por lo que esto es representado en metros columna agua e indica la presión a la cual debe de operar una bomba para que el fluido pueda alcanzar el caudal necesario que permita obtener el nivel requerido para una bomba de eje horizontal.

$$CDT = H_s + H_{fs} + \Delta H + H_{fi} + H_{fv} + H_{accesorios} \quad (\text{Ec. 16})$$

$$CDT = 350.00_m + 0.42_m + 49.07_m + 0.65_m + 0.01_m + 10 \% * 0.65_m = 400.22 \text{ m}$$

2.1.9.2.4. Potencia de la bomba

Para determinar la bomba ideal a utilizar en el sistema, se utiliza la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Q_d * CDT}{76 * e} \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

P = potencia de la bomba (HP)

Q_d = caudal de diseño (l/s)

CDT = carga dinámica total (m)

e = eficiencia

$$P = \frac{8.24 * 400.22}{76 * 60 \%} = 72.32 \text{ HP}$$

En base al dato obtenido anteriormente se opta por utilizar una bomba de tipo comercial de 80 hp la cual al despejar la ecuación anterior nos proveerá una carga dinámica de:

$$CDB = \frac{P * 76 * e}{Q_d} \quad (\text{Ec. 18})$$

$$CDB = \frac{80 * 76 * 60 \%}{8.24} = 442.71 \text{ m}$$

Eso nos da como resultado que en el ingreso del tanque de distribución se tenga una columna de agua de:

$$CDB - CDT = 92.71 - 55.70 = 37.01 \text{ m. c. a.}$$

Por lo que la bomba propuesta cumple con los estándares para proveer de un servicio continuo dentro de la línea de conducción.

2.1.9.2.5. Golpe de ariete

El golpe de ariete es un término empleado que hace referencia al choque que se produce a lo largo de una línea de conducción producto de una súbita disminución en la velocidad del fluido que transporta, este fenómeno es producido debido a la operación de válvulas y bombas. Por lo que se deberá de verificar que la tubería a utilizar sea capaz de resistir dicho impacto.

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

$$\alpha = \frac{1,420}{\sqrt{1 + \frac{k \cdot \varnothing_i}{E \cdot e}}} \quad (\text{Ec. 19})$$

Donde:

k = módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2.07 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

E = módulo de elasticidad del material ($3 \cdot 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

$\varnothing_i$ = diámetro interno del tubo

e = espesor de la pared del tubo (0.173)

$$\alpha = \frac{1,420}{\sqrt{1 + \frac{2.07 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^4} \cdot \frac{6.115}{0.173}}} = 281.81$$

- Cálculo de velocidad con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{1.974 \cdot Q_b}{\varnothing_i^2} \quad (\text{Ec. 20})$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo

$\varnothing_i$ = diámetro interno

$$V = \frac{1.974 \cdot 8.24}{6.115^2} = 0.43 \text{ m/s}^2$$

- Cálculo de sobre presión

$$\Delta H = \frac{\alpha \cdot v}{g} \quad (\text{Ec. 21})$$

Donde:

α = celeridad

v = velocidad

g = gravedad

$$\Delta H = \frac{281.81 * 0.43}{9.81} = 12.50 \text{ m}$$

- Verificando si resiste golpe de ariete:

Se deberá de evaluar si la tubería seleccionada para el sistema cuenta con la capacidad adecuada que permita soportar el efecto de golpe de ariete. Para esto se verifica el sistema utilizando una tubería cuya presión es de 160 PSI.

$$\Delta H + H < 112 \text{ mca (para tubería de PVC 160 psi)} \quad (\text{Ec. 22})$$

$$12.50 + 49.07 + 0.65 + 0.65 * (0.10) = 62.28 < 112 \text{ (CUMPLE)}$$

Una vez verificada que la tubería a emplear en el sistema cumple con los requisitos para soportar el golpe de ariete, es importante proveer de mayor seguridad al sistema empleando válvulas de retención o de chequeo. Se tomó la decisión de incluir dos válvulas de retención, cuya ubicación se encuentra detallada en los planos adjuntos en la sección de anexos.

2.1.9.3. Tanque de distribución (SECTOR Z3)

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan

estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se adoptará de 25 a 40 % del consumo medio diario estimado y en sistemas por bombeo de 40 a 65 %.

Para obtener el volumen a utilizar se procede de la siguiente manera:

$$V = \frac{45 \% * Qd * 86,400}{1,000} \quad (\text{Ec. 23})$$

Donde:

Qb = caudal de bombeo

V = volumen

$$V = \frac{45 \% * 8.24 * 86,400}{1,000} = 320.37 \text{ m}^3$$

- Geometría del tanque
 - Asumiendo relación largo: ancho (2:1)
 - Altura = 3.5 m
 - Vol = área x altura Área = L x a
 - Vol = 2a² * 3.5 Área = 2a x a
 - Vol = 7 a² Área = 2a²

$$250 = 7 a^2$$

$$\sqrt{\frac{250}{7}} = a$$

$$a = 6.00 \text{ m}$$

- Dimensiones

Base = 16.00 m

Ancho = 6.00 m

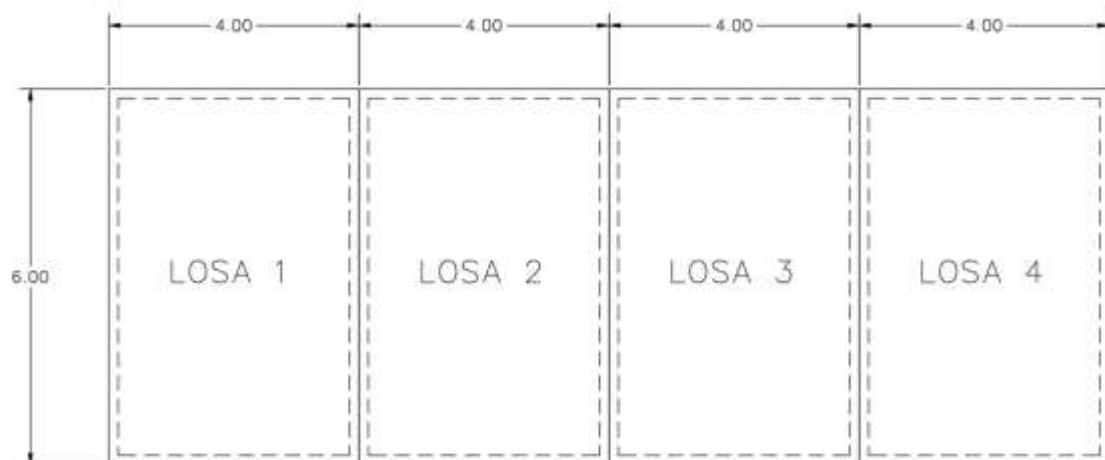
Altura = 3.5 m

- Diseño de losa

En base al método 3 del American Concrete Institute (ACI), se diseñarán cuatro losas de las siguientes proporciones 4.00 m x 6.00 m, las cuales estarán unidas por tres vigas intermedias, tal y como se muestra en el siguiente esquema.

Figura 3.

Esquema de losa de tanque



Nota. Figura sin escala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.

Por lo tanto, si la relación entre A/B es mayor a 0.5 la losa deberá ser diseñada en dos sentidos, sin embargo, si la relación fuera menor a 0.5 la losa será diseñada en un sentido.

$$A/B > 0.5 \text{ (2 sentidos)}$$

$$4.00 / 6.00 = 0.67 > 0.5$$

La losa deberá ser diseñada en dos sentidos.

Para determinar el espesor de la losa (t) se utilizará la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180} \quad (\text{Ec. 23})$$

$$t = \frac{(4.00 * 2.00) + (6.00 * 2.00)}{180} = 0.11$$

Se utilizará un espesor de 12 cms para el diseño de la losa.

- Integración de cargas:

- Carga muerta (CM)

- Peso propio de losa = $2,400 \text{ kg/m}^3 * 0.12 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}^2$
 - Sobrecarga $= 100 \text{ kg/m}^2$
 - Total carga muerta $= 388 \text{ kg/m}^2$
 - Carga muerta última (Cmu) $1.2 * 388 \text{ kg/m}^2 = 465.60 \text{ kg/m}^2$

- Carga viva (CV)

Las cargas vivas se definen como aquellas a las cuales será sometida la losa en ocasiones eventuales, para lo cual se asumirá una carga viva de 150 kg/m².

$$\text{Carga viva última (Cvu)} \quad 1.4 \cdot 150 \text{ kg/m}^2 = 210 \text{ kg/m}^2 \quad (\text{Ec. 24})$$

- Carga última (CU)

$$CU = 1.2 \cdot (CM) + 1.4 \cdot (CV) = 465.60 + 210.00$$

$$CU = 675.60 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de momentos

Para definir los momentos negativos y positivos que influirán en los puntos críticos de la losa, se emplearán las siguientes fórmulas especificadas por el ACI:

$$MA (-) = C_{An} \cdot CU \cdot A^2$$

$$MB (-) = C_{Bn} \cdot CU \cdot B^2$$

$$MA (+) = C_{Acm} \cdot Cmu \cdot A^2 + C_{Acv} \cdot CVu \cdot A^2$$

$$MB (+) = C_{Bcm} \cdot Cmu \cdot B^2 + C_{Bcv} \cdot CVu \cdot B^2$$

Tabla 12.

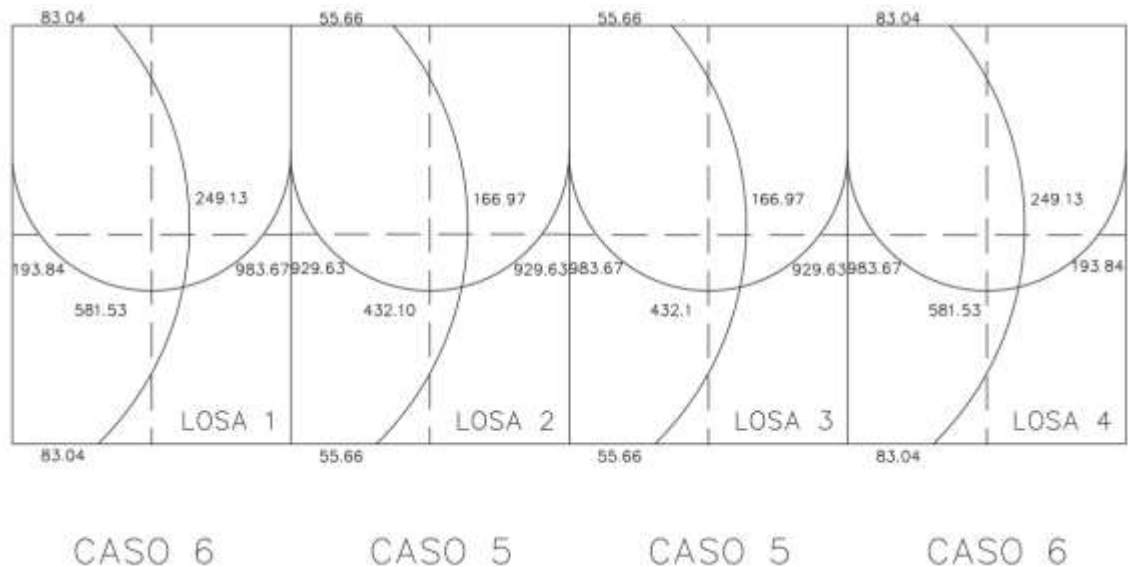
Determinación de momentos positivos y negativos

Descripción	Losa 1	Losa 2	Losa 3	Losa 4
Relación $m = a/b$	0.67	0.67	0.67	0.67
Caso de empotramiento según ACI 318S-11	Caso 6	Caso 5	Caso 5	Caso 6
MA (-) (kg-m)	983.674	929.63	929.63	983.674
MB (-) (kg-m)	No existe	No existe	No existe	No existe
MA (+) (kg-m)	581.53	432.10	432.10	581.53
MB (+) (kg-m)	249.13	166.97	166.97	249.13

Nota. Momentos calculados de las losas. Elaboración propia, realizado con Excel.

Figura 4.

Diagrama de momentos de la losa del tanque de distribución



Nota. Figura sin escala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.

- Balanceo de momentos

Cuando existen dos losas las cuales comparten un lado en común, pero contienen momentos diferentes se deberá de balancear estos momentos antes de poder diseñar los refuerzos que requerirán. Por consiguiente, se deberá de realizar los cálculos siguientes para garantizar el balanceo de estas:

$$Si M_{menor} < 0.80 M_{mayor} \rightarrow Se\ balancea\ por\ método\ de\ rigidez \quad (Ec. 25)$$

$$Si M_{menor} \geq 0.80 * M_{mayor} \rightarrow M_b = \frac{M_{menor} + M_{mayor}}{2}$$

$$0.80 * M_{mayor} = 0.80 * 983.67 = 786.94 \text{ kg}$$

$$929.63 \geq 786.94$$

De modo que el momento balanceado se determina por el método de promedio:

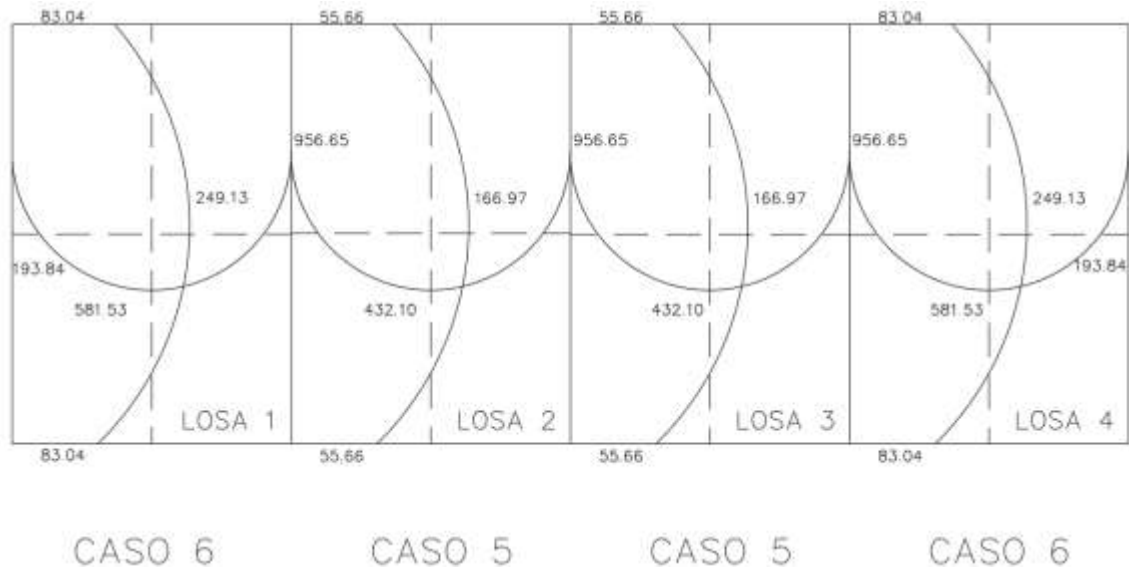
$$M_b = \left(\frac{M_{mayor} + M_{menor}}{2} \right) \quad (Ec. 26)$$

$$M_b = \left(\frac{983.67 + 929.63}{2} \right) = 956.65 \text{ kg} * m$$

Por lo que el diagrama de momentos balanceados se define de la siguiente manera:

Figura 5.

Diagrama de momentos balanceados de la losa del tanque de distribución



Nota. Figura sin escala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.

- Determinando acero mínimo

$$A_{s_{min}} = 0.4 * \left(\frac{14.1}{F_y} * b * d \right) \quad (\text{Ec. 27})$$

$$A_{s_{min}} = 0.4 * \left(\frac{14.1}{2,810} * 100 * 0.10 \right)$$

$$A_{s_{min}} = 1.91 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento (S) para acero mínimo

$$S_{min} = \frac{b_w * 0.71 \text{ cm}^2}{A_{s_{min}}} \quad (\text{Ec. 28})$$

$$S_{min} = \frac{100 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm}^2}{1.91 \text{ cm}^2} = 37.24 \text{ cm} \quad \text{NO CUMPLE}$$

- Espaciamiento (S) para acero máximo

$$S_{max} = 3.00 * t_{min} \quad (\text{Ec. 29})$$

$$S_{max} = 3.00 * 12.00 \text{ cm} = 36.00 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el espaciamiento será de 35.00 cm, dando como resultado una nueva área de acero.

$$As_{nuevo} = \frac{b_w * 0.71 \text{ cm}^2}{s} \quad (\text{Ec. 30})$$

$$As_{nuevo} = \frac{100 \text{ cm} * 0.71 \text{ cm}^2}{35 \text{ cm}} = 2.03 \text{ cm}^2$$

- Momento resistente

$$M_{Res} = \frac{0.9 * \left(As_{nuevo} * F_y * \left(9.5 - \frac{As_{nuevo} * F_y}{1.7 * f'c * 100} \right) \right)}{100} \quad (\text{Ec. 31})$$

$$M_{Res} = \frac{0.9 * \left(2.03 * 2,810 * \left(9.5 - \frac{2.03 * 2,810}{1.7 * 210 * 100} \right) \right)}{100}$$

$$M_{Res} = 479.28 \text{ kg} * \text{m}$$

Por lo cual se propone un armado de varillas No.3 @ 0.35 m en ambos sentidos.

- Para momentos mayores al momento resistente

$$A_{sreq} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * f'c}} \right] * 0.85 * \left(\frac{f'c}{f_y} \right) \quad (\text{Ec. 32})$$

$$A_{sreq} = \left[100 * 9.5 - \sqrt{(100 * 9.5)^2 - \frac{956.65 * 100}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2,810} \right)$$

$$A_{sreq} = 7.546 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento requerido para momentos mayores al momento resistente

$$S_{min} = \frac{b_w * 0.71 \text{ cm}^2}{A_{sreq}} \quad (\text{Ec. 33})$$

$$S_{min} = \frac{100 * 0.71 \text{ cm}^2}{7.546} = 9.41 \text{ cm}$$

Tabla 13.

Áreas de acero y espaciamientos para momento actuantes

Tipo de momento	Momento Kg - mt	Espesor de losa (t) cms	Peralte efectivo (d) cms	As req cm ²	Smax cms
(-)	83.04	12	9.5	2.029	35
(-)	55.66	12	9.5	2.029	35
(+)	166.97	12	9.5	2.029	35
(+)	249.13	12	9.5	2.029	35
(-)	193.84	12	9.5	2.029	35
(+)	432.10	12	9.5	2.029	35
(+)	584.53	12	9.5	7.546	10

Continuación de la Tabla 13.

Tipo de momento	Momento Kg - mt	Espesor de losa (t) cms	Peralte efectivo (d) cms	As req cm ²	Smax cms
(-)	956.65	12	9.5	7.546	10

Nota. Acero por momento. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Verificación por corte

Los esfuerzos producidos por efectos de corte deberán ser soportados únicamente por el concreto que conforma la losa, debido a esto se procede a comprobar si el espesor propuesto para la losa es el adecuado que permita soportar dichos esfuerzos

- Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{max} = \frac{CU * L}{2} \quad (\text{Ec. 34})$$

$$V_{max} = \frac{675.60 * 6.00}{2} = 2,026.80 \text{ kg}$$

- Cálculo del corte máximo resistente:

$$V_{res} = 45 * \sqrt{F'c} * t \quad (\text{Ec. 35})$$

$$V_{res} = 45 * \sqrt{210} * 12 = 7,825.34 \text{ kg}$$

$$V_{max} < V_{res}$$

$$2,026.80 < 7,825.34 \text{ (Cumple)}$$

Debido a que el esfuerzo de corte máximo es menor al resistente, el espesor de la losa es el adecuado, por lo tanto, la losa resistirá los esfuerzos producidos por efectos de corte.

- Diseño de viga

Ya que la viga tendrá una longitud de 6.00 mts, se predimensionará utilizando los siguientes valores proporcionados por el ACI 318-19 lo que nos da como resultado lo siguiente:

Tabla 14.

Predimensionamiento para viga según ACI 318-19

Pre-dimensionamiento según ACI 318-19			
Altura	$l/16$	0.40	m
Base	$h/2$	0.20	m

Nota. Propuesta secciones de la viga. Elaboración propia, realizado con Excel.

Datos:

$$CV = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$CM = 465.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$CU = 675.60 \text{ kg/cm}^2$$

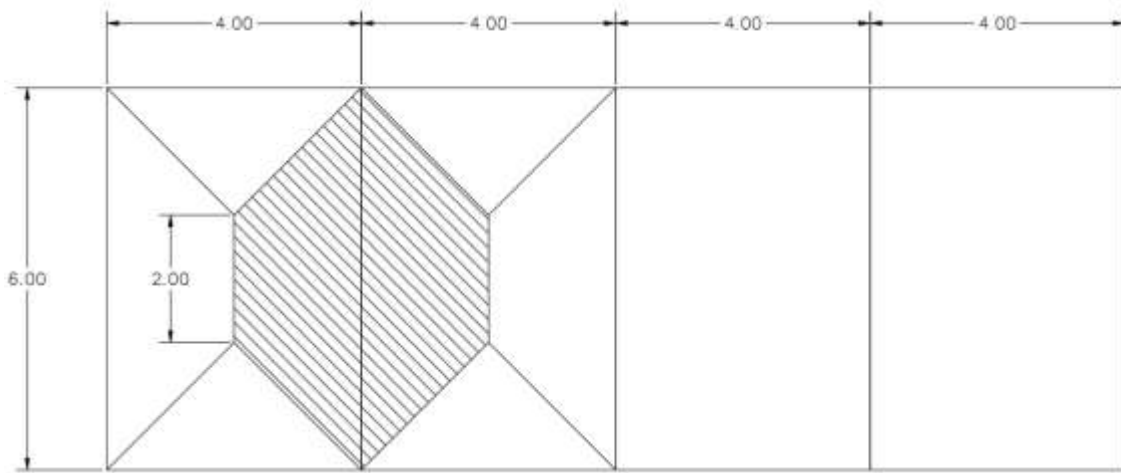
$$t = 12 \text{ cm}$$

$$Rec = 2.5 \text{ cm}$$

En base a la sección propuesta se determinará el peso propio que posee la viga y el peso de la losa, por medio de áreas tributarias.

Figura 6.

Diagrama de áreas tributarias



Nota. Figura sin escala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.

$$\text{Área} = \frac{(2.00 + 6.00)}{2} * 2.00 = 8.00 \text{ m}^2$$

$$A_t = A * 2 = 8.00 * 2 = 16 \text{ m}^2$$

- Peso de la losa sobre la viga

$$W_L = \frac{CU * A}{L} \quad (\text{Ec. 36})$$

$$W_L = \frac{675.60 * 16.00}{6.00} = 1,801.60 \text{ kg/m}$$

- Peso propio de la viga

$$W_{pp} = 1.4 (b * h * \gamma_{concreto}) \quad (\text{Ec. 37})$$

$$W_{pp} = 1.4 (0.20 * 0.40 * 2,400) = 268.80 \text{ kg/m}$$

- Carga total

$$CT = W_L + W_{pp} \quad (\text{Ec. 39})$$

$$CT = 1,801.60 + 268.80 = 2,070.40 \text{ kg/m}$$

- Determinando momentos y cortante

- Momento negativo

$$M (-) = \frac{ct * L^2}{8} \quad (\text{Ec. 40})$$

$$M (-) = \frac{2,070.40 * 6.00^2}{8} = 9,316.80 \text{ kg} - m$$

- Momento positivo

$$M (+) = \frac{ct * L^2}{12} \quad (\text{Ec. 41})$$

$$M (+) = \frac{2,070.40 * 6.00^2}{12} = 6,211.20 \text{ kg} - m$$

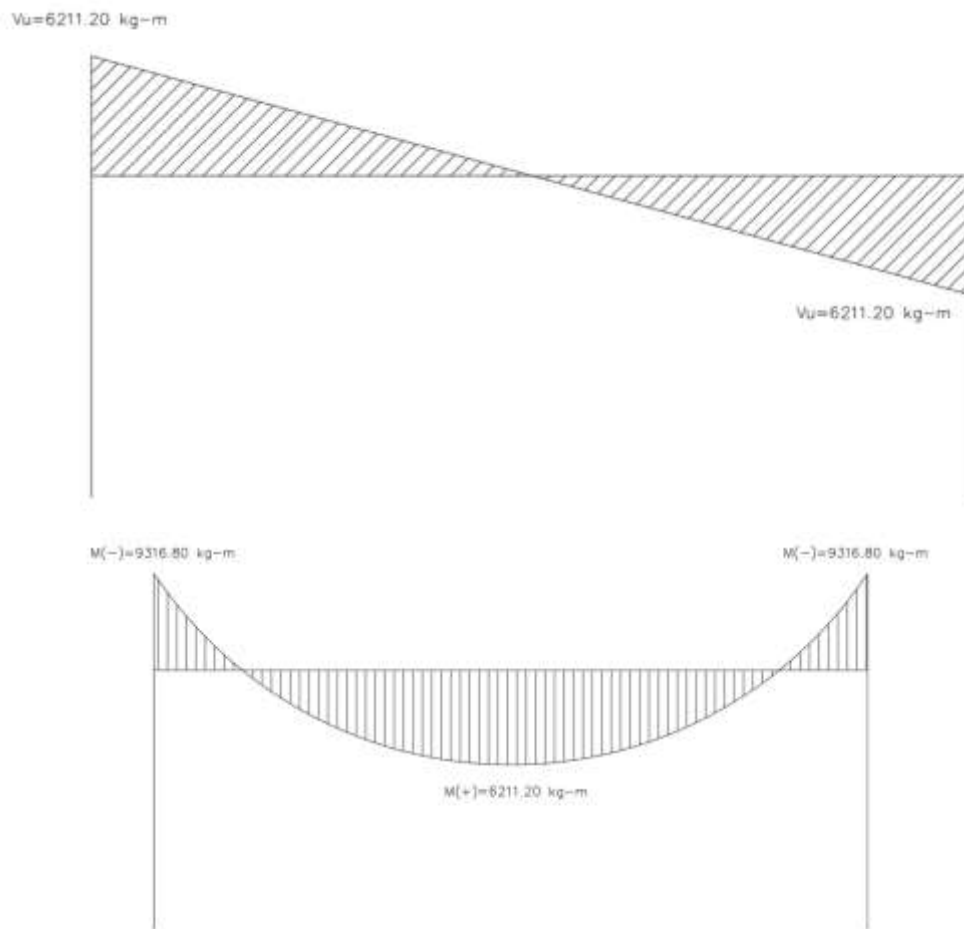
- Corte último

$$Vu = \frac{Ct * L}{2} \quad (\text{Ec. 42})$$

$$Vu = \frac{2,070.40 * 6.00}{2} = 6,211.20 \text{ kg} - \text{m}$$

Figura 7.

Diagrama de corte y momento



Nota. Figura sin escala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.

- Cálculo de área de acero requerido ($A_{s_{req}}$)

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0.003825 * F'c}} \right] * \frac{0.85 * F'c}{F_y}$$

$$A_{s_{req}} = \left[20 * 37.5 - \sqrt{(20 * 37.5)^2 - \frac{9,316.80 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2,810} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 11.12 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de área de acero máximo

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{210}{2,810} * \left(\frac{6,090}{6,090 + 2,810} \right) = 0.037$$

$$\rho_b = 0.037$$

$$\rho_{max} = 0.5 * \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.5 * 0.037$$

$$\rho_{max} = 0.0185$$

$$A_{s_{max}} = \rho_{max} * b * d$$

$$A_{s_{max}} = 0.0185 * 20 * 37.5$$

$$A_{s_{max}} = 13.86 \text{ cm}^2$$

- Cálculo de área de acero mínimo

$$A_{s_{min}} = \rho_{min} * b * d \quad (\text{Ec. 43})$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14.1}{2,810} * 20 * 37.5$$

$$A_{s_{min}} = 3,76 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, al ser el $A_{s_{min}} < A_{s_{req}} < A_{s_{max}}$ la viga se diseñará como simplemente reforzada

- Refuerzo longitudinal

En base a los momentos obtenidos se procede a calcular las áreas necesarias para cada momento, tomando en cuenta que estas deben de permanecer dentro de un rango permisible.

Para $M (-) = 9,316.80$ kgs/mts se obtendrá un área de:

$$A_{s_{req}} = \left[20 * 37.5 - \sqrt{(20 * 37.5)^2 - \frac{9,316.80 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2,810} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 11.12 \text{ cm}^2$$

Para $M (+) = 6211.20$ kgs/mts se obtendrá un área de:

$$As_{req} = \left[20 * 37.5 - \sqrt{(20 * 37.5)^2 - \frac{6,248.74 * 20}{0.003825 * 210}} \right] * 0.85 * \left(\frac{210}{2,810} \right)$$

$$As_{req} = 7.07 \text{ cm}^2$$

Una vez determinadas las áreas requeridas por cada momento, se realiza la distribución del acero en las camas superior e inferior, tomando en cuenta ciertos requisitos sísmicos:

- Acero cama superior

Para el refuerzo longitudinal se deberá de colocar como mínimo, dos o más varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores: el 33 % del As calculado por el $M (-)$ o As_{min} .

$$As = 33 \% As_{req \text{ negativo}} = 3.67 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 3.76 \text{ cm}^2$$

Por lo que se colocarán 2 varillas No.5 más 3 bastones No.6 en la cama superior para cumplir con los requerimientos del momento negativo.

- Acero cama inferior

Para el acero en la cama inferior se deberá de colocar como mínimo, dos o más varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores: 50 % del As calculado para el $M(+)$ o del $M(-)$ ambos extremos de la viga o As_{min} .

$$50 \% A_{s_{req\ negativo}} = 5.56 \text{ cm}^2$$

$$50 \% A_{s_{req\ positivo}} = 3.54 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 3.76 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, se colocarán 2 varillas No.5 más 2 bastones No.5 en la cama inferior para cumplir con los requerimientos del momento positivo.

- Determinando acero transversal

Este es el refuerzo por corte, se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según sea necesario. Por lo cual se procede a diseñar de la siguiente manera:

$$V_r = 0.53 * 0.85 * \sqrt{F'_c} * b * d$$

$$V_r = 0.53 * 0.85 * \sqrt{210} * 20 * 37.5$$

$$V_r = 4,896.27 \text{ kg}$$

Corte actuante en base al dato del diagrama de corte $V_a = 6,211.20 \text{ kg}$

Cálculo del corte de acero y espaciamiento de corte resistente, donde se debe de colocar el refuerzo:

$$V_s = V_a - V_r$$

$$V_s = 6,211.20 - 4,896.33$$

$$V_s = 1,314.93 \text{ kg}$$

- Comparando corte resistente con corte último

Si $V_r \geq V_u$ la viga necesita estribos solo por armado

Si $V_r < V_u$ se diseñan estribos por corte

Como $V_{cu} \geq V_r$ la viga solo necesita estribos por armado

- Cálculo de espaciamiento

$$S = \frac{0.85 * A_{var} * f_y * d}{V_s} \quad (\text{Ec. 44})$$

$$S = \frac{0.85 * 2 * 0.71 * 2,810 * 37.5}{1,314.93}$$

$$S = 96.73 \text{ cm}$$

- Corte de acero y espaciamiento máximos

$$V_s = \frac{A_{var} * f_y * d}{d/2} \quad (\text{Ec. 45})$$

$$V_s = \frac{2 * 0.71 * 2,810 * 37.5}{37.5/2}$$

$$V_s = 7,980.40 \text{ kg}$$

$$V_{s_{max}} = V_s + V_{cu}$$

- Cálculo de espaciamiento máximo en zona central:

$$S_{max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{max} = \frac{37.5}{2}$$

$$S_{max} = 18.75 \text{ cm}$$

- Cálculo de espaciamiento máximo en zona confinada:

$$S = \frac{d}{4}$$

$$S = \frac{37.5}{4}$$

$$S = 9.38 \text{ cm}$$

De modo que el espaciamiento para los estribos en el área confinada será de 7.5 cm y en el área central de 15 cm. (Ver armado en planos apéndice 1)

- Diseño de muro

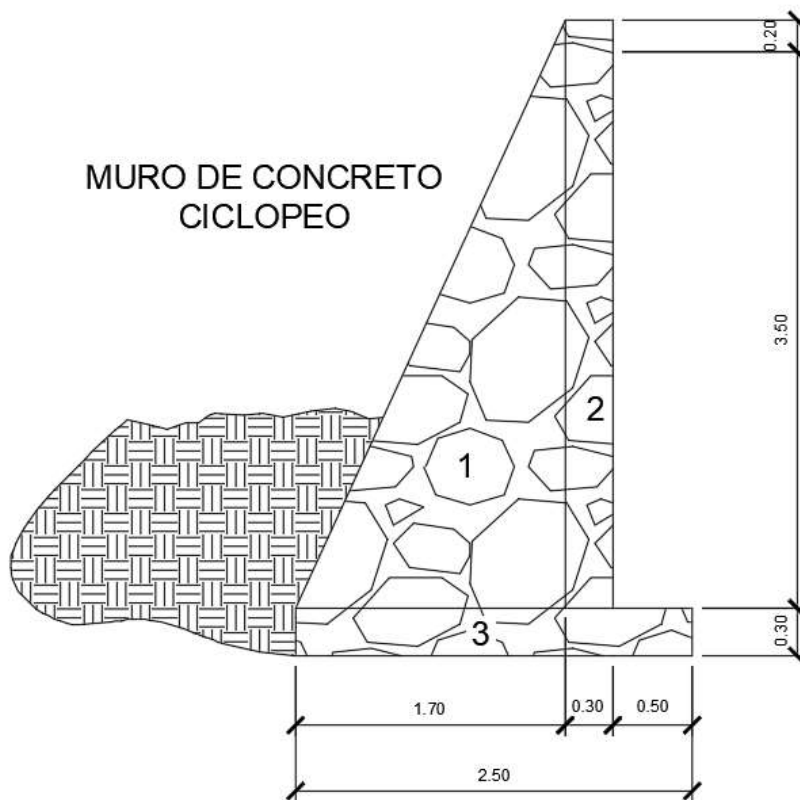
Para la elaboración del diseño del muro se optó por utilizar concreto ciclópeo, ya que la piedra es un material fácil de adquirir y predomina dentro de la comunidad. Para el diseño del tanque se determinó que este fuera semi enterrado, donde su condición más crítica se encuentra cuando el tanque está completamente lleno.

El procedimiento del diseño del tanque consiste en verificar que las presiones máximas que se ejercen sobre las paredes del tanque y sobre el suelo no sobre pasen la estabilidad del tanque.

El muro poseerá una altura total de 3.50 mts, tomando en cuenta que la altura del nivel de agua es de 3.00 mts.

Figura 8.

Sección del muro del tanque de almacenamiento



Nota. Figura sin escala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.

Datos:

Peso específico del suelo (γ_s) = 1,600 kg/m³

Valor soporte del suelo = 20,000 kg/m²

Peso específico concreto ciclópeo (γ_{cc}) = 2,500 kg/m³

Peso específico del concreto (γ_c) = 2,400 kg/m³

Peso específico del agua (γ_a) = 1,000 kg/m³

Ángulo de fricción = 30.00°

- Carga uniformemente distribuida (W)

$$W = W_{losa+viga} + W_{viga\ apoyo}$$

$$W_{viga\ apoyo} = \gamma_c \times 0.2 \times 0.2$$

$$W_{viga\ apoyo} = 2,400 \times 0.2 \times 0.2 = 96\ kg/m$$

$$W_{losa+viga} = 2,070.40\ kg/m$$

$$W = 2,070.40 + 96.00$$

$$W = 2,166.40\ kg/m$$

- Carga puntual (P)

$$P_c = 2,166.40\ kg/m \times 1m$$

$$P_c = 2,166.40\ kg$$

- Momento que ejerce la carga puntual

$$Mc = 2,166.40 * (0.15 + 1.70)$$

$$Mc = 4,007.84 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

- Empuje activo

$$E_a = \frac{1}{2} * \gamma_a * h^2$$

$$E_a = \frac{1}{2} * 1,000 * (3.5)^2$$

$$E_a = 6,125.00 \text{ kg/m}$$

- Empuje pasivo

$$E_p = \frac{1}{2} * \gamma_s * \frac{h^2}{2} * Kp$$

$$E_p = \frac{1}{2} (1,600) * (1.75)^2 \left(\frac{1 + \text{sen}30}{1 - \text{sen}30} \right)$$

$$E_p = 7,350.00 \text{ kg/m}$$

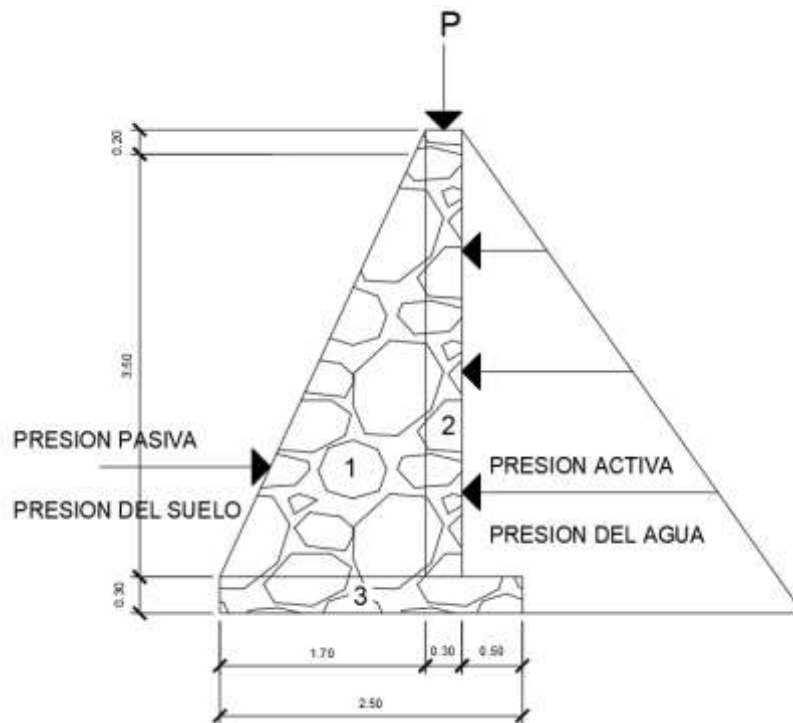
- Momento de volteo

$$M_v = E_a \left(\frac{1}{3} * h \right)$$

$$M_v = 6,125.00 \left(\frac{1}{3} * 3.5 \right) = 7,145.83 \text{ kg}$$

Figura 9.

Diagrama de presiones



Nota. Figura sin escala. Elaboración propia, realizado con AutoCAD Civil 3D.

Tabla 15.

Determinación de momentos en el muro del tanque

Sección	Área	γ	$\gamma * \text{Área}$	Brazo	Momento
1	$0.5 * 1.7 * 3.7 = 3.15 \text{ m}^2$	2,500	7,862.50	$2/3 * 1.70 = 1.13$	8,910.83
2	$0.30 * 3.7 = 1.11 \text{ cm}^2$	2,500	2,775.00	$1.70 + 0.15 = 1.85$	5,133.75
3	$0.30 * 2 = 0.60 \text{ cm}^2$	2,500	1,500.00	$2 * 0.5 = 1.00$	1,500.00
Total			12,137.50		15,544.58

Nota. Sumatoria de momentos actuantes. Elaboración propia, realizado con Excel.

$$W_t = 12,137.50 + 2,166.40 = 14,303.90 \text{ kg/m}$$

- Verificando momento de volteo

$$FSV = \frac{MR + MC}{M_{act}}$$

$$FSV = \frac{15,544.58 + 4,007.84}{7,145.83} = 2.74$$

$$2.74 > 1.5 \text{ cumple; no hay volteo}$$

- Factor de deslizamiento

$$Fd = \frac{W_T * 0.9 * \tan(\phi)}{Ea}$$

$$Fd = \frac{14,303.90 * 0.9 * \tan(30.00)}{6,125.00} = 1.55$$

$$1.55 > 1.5 \text{ cumple; no hay deslizamiento}$$

- Verificando presión máxima

$$a = \frac{M_R + M_c - M_{act}}{W_t}$$

$$a = \frac{15,544.58 + 4,007.84 - 7,145.83}{14,303.90} = 0.845$$

- Excentricidad

$$e_x = \frac{B}{2} - a$$

$$e_x = \frac{2}{2} - 0.87 = 0.13 \text{ m} < \frac{B}{6}$$

$0.13 \text{ m} < 0.33 \text{ m}$ cumple la excentricidad

- Módulo de sección (Sx)

$$Sx = \frac{1}{6} * B^2 * L$$

$$Sx = \frac{1}{6} * 2.00^2 * 1$$

$$Sx = 0.67 \text{ m}^3$$

- Presión máxima

$$P_{max} = \frac{Wt}{A} + \frac{Wt * e_x}{Sx}$$

$$P_{max} = \frac{14,303.90}{2.00 * 1} + \frac{14,303.90 * 0.13}{0.67}$$

$$P_{max} = 9,927.33 \text{ kg/m}^2$$

- Presión mínima

$$P_{min} = \frac{Wt}{A} - \frac{Wt * e_x}{Sx}$$

$$P_{min} = \frac{14,303.90}{2.00 * 1} - \frac{14,303.90 * 0.13}{0.67}$$

$$P_{min} = 4,376.57 \text{ kg/m}^2$$

- Verificando presión

$$P_{max} < P_{suelo}$$

$$9,927.33 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 20,000.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ CUMPLE}$$

Los detalles del muro se encuentran en los planos de armado del tanque de almacenamiento en la sección de anexos.

2.1.9.4. Tratamiento del agua

La desinfección del agua es un proceso fundamental para garantizar su potabilización, ya que permite eliminar los patógenos presentes en ella y así evitar la transmisión de enfermedades. En cualquier sistema de abastecimiento de agua, la desinfección es una medida obligatoria para asegurar la calidad del agua suministrada.

Hay procesos sanitarios de tratamiento que se aplican al agua para hacerla segura para el consumo humano, pero estos procesos alteran sus

características. La cloración es el método más utilizado y su objetivo es impedir o reducir la presencia de microorganismos que puedan ser perjudiciales para la salud.

Para desinfectar el agua se empleará un método químico utilizando un producto a base de cloro, que se administrará mediante un alimentador automático de tricloro. Las tabletas de tricloro, que son una forma de presentación del cloro, tendrán un peso de 300 gramos y una solución de cloro al 90 % y estabilizador al 10 %.

De acuerdo con la normativa COGUANOR 29,001, se establece que la cantidad mínima de cloro a aplicar es de 2 mg/l para garantizar la desinfección del agua. Se requiere que el nivel de cloro residual en el punto más alejado de la red esté entre 0.2 y 0.5 mg/l para asegurar una adecuada desinfección. La tasa de disolución en agua en reposo de las tabletas es de 15 gramos en un período de 24 horas. Para calcular la cantidad de tabletas necesarias para clorar el caudal de conducción en un mes, se utiliza la fórmula para hipocloritos.

$$F_c = Q * D_c$$

Donde:

F_c = flujo de cloro (mg/h)

Q = caudal de agua conducida (l/h)

D_c = demanda de cloro (2 mg/l)

$$Q = 8.24 \frac{l}{s} * \frac{60 s}{1 min} * \frac{60 min}{1 h} = 29,664.00 l/h$$

$$D_c = 2.00 \frac{mg}{l} * \frac{1g}{1000 mg} = 0.002 g/l$$

$$F_C = 29,664.00 \text{ l/h} * 0.002 \text{ g/l} = 59.33 \text{ g/h}$$

Una vez determinado este dato se procede a calcular el número de tabletas de cloro (C_t) que se utilizarán en el periodo de un mes:

$$C_t = 59.33 \frac{\text{g}}{\text{h}} * \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} * \frac{30 \text{ días}}{1 \text{ mes}} * \frac{1 \text{ tableta}}{300 \text{ g}}$$

$$C_t = 143 \text{ tabletas al mes}$$

2.1.9.5. Red de distribución

Una red de distribución de agua potable es un sistema de tuberías, válvulas y accesorios diseñado para transportar agua potable desde una planta de tratamiento de agua o una fuente de agua hasta los hogares, empresas y otras instalaciones que requieren agua potable.

Estas redes están diseñadas para proporcionar agua potable de manera confiable y segura a los consumidores. Normalmente, las redes de distribución de agua potable están compuestas por tuberías de diferentes diámetros que se extienden por toda una ciudad o comunidad, y se conectan a las tuberías principales de suministro de agua.

Las redes de distribución de agua potable suelen estar gestionadas por las autoridades municipales o compañías de agua potable, y se encargan de garantizar que el agua suministrada cumpla con los estándares de calidad establecidos por las normativas sanitarias y ambientales correspondientes.

El diseño de una red de distribución de agua potable se basa en varios criterios técnicos y operativos que garantizan la eficiencia y la fiabilidad del sistema de suministro de agua potable. Algunos de los criterios más importantes son los siguientes:

- Demanda de agua: el diseño de la red debe considerar la cantidad de agua requerida por la población atendida, que incluye no solo la demanda actual, sino también la proyección futura.
- Topografía y geografía: la topografía y geografía del área a abastecer influyen en el diseño de la red. Por ejemplo, los terrenos con pendientes pronunciadas pueden requerir la instalación de bombas para aumentar la presión del agua.
- Calidad del agua: la calidad del agua suministrada puede variar según la fuente y la tecnología utilizada para el tratamiento del agua. Por tanto, el diseño debe considerar la calidad del agua y la necesidad de instalar sistemas de tratamiento adicionales si es necesario.
- Tipo de tuberías: el tipo de material de las tuberías y su diámetro son elementos importantes del diseño de la red, ya que afectan la durabilidad, la eficiencia y los costos de mantenimiento.
- Presión del agua: la presión del agua es esencial para garantizar que el suministro de agua llegue a todos los puntos de la red, por lo que el diseño debe tener en cuenta la presión necesaria para la demanda esperada.

- Costo: el diseño de la red debe considerar los costos de instalación, mantenimiento y reparación de la red, así como los costos operativos, para garantizar su viabilidad financiera.

En general, el diseño de una red de distribución de agua potable debe ser holístico y considerar múltiples factores para garantizar la eficiencia, la confiabilidad y la calidad del suministro de agua potable.

Debido a la topografía del lugar y tomando en cuenta que el área en donde se desarrolla el proyecto es una zona rural, el diseño de la red será de tipo abierto.

- Red ramificada o ramales abiertos

Una red de agua potable de ramales abiertos es un tipo de sistema de distribución de agua potable en el que los ramales de la red que suministran agua a los usuarios están conectados directamente a la tubería principal de suministro de agua, sin una válvula de cierre intermedia. Es decir, el agua fluye continuamente por la tubería principal y por los ramales que se van conectando a ella.

Este tipo de red se utiliza principalmente en áreas donde la demanda de agua es relativamente baja y la distribución es más sencilla. Las redes de ramales abiertos son comunes en zonas rurales o en pequeñas comunidades donde la demanda de agua es menor y la población es dispersa.

Para efectos de diseño es ideal comparar criterios de uso simultáneo versus factor hora máximo, seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos. Para determinar el caudal se realizó un censo de las casas

existentes las cuales sirvieron como punto de partida para determinar la proyección de viviendas futuras mediante la tasa de crecimiento del municipio.

- Determinación de caudal por vivienda

Datos:

Caudal máximo horario (Q_{mh}) = 8.24 l/s

Total de viviendas = 392

Viviendas futuras = 502

$$Q_v = \frac{Q_{mh}}{V_f}$$

Donde:

Q_v = caudal por vivienda

V_f = viviendas futuras

Q_{mh} = caudal máximo horario

$$Q_v = \frac{8.24}{502} = 0.016 \text{ l/s}$$

Es importante calcular el caudal de agua que fluye a través de la tubería para garantizar un suministro adecuado. Por lo tanto, se calcula el caudal de vivienda para ese tramo como el caudal de uso simultáneo, utilizando el caudal de vivienda preferiblemente en ramales terminales donde no hay continuidad, mientras que el caudal de uso simultáneo se utilizará en tramos que tienen continuidad. Este enfoque ayuda a asegurar una distribución de agua potable efectiva y eficiente en toda la red.

Ejemplo:

Ramal 26 – 27

Vf = 18 casas

- Caudal de vivienda por tramo

$$Q_{viv} = Q_v * V_f$$

Donde:

Qviv = caudal de vivienda por tramo

Qv = caudal por vivienda

Vf = viviendas futuras

$$Q_{viv} = 0.016 \frac{l}{s} * 18 \text{ casas} = 0.29 \text{ l/s}$$

- Caudal instantáneo

$$Q_{us} = 0.20 * (N - 1)^{1/2}$$

Donde:

Qus = caudal de uso simultáneo

N = número de viviendas futuras

$$Q_{us} = 0.20 * \sqrt{18 - 1} = 0.82 \text{ l/s}$$

Debido a que no es un ramal terminal se utilizará el caudal de uso simultáneo.

Una vez determinado el tipo de caudal a utilizar en cada tramo se procede a determinar el diámetro que contendrá dicho tramo, para efectos de ejemplo determinaremos el diámetro para el mismo tramo anterior, por lo que para el tramo 26-27 tenemos los siguientes datos:

- Longitud: 189.78 m
 - Dotación: 110 l/ha/d
 - Cota inicial: 1,985.20 m
 - Cota final: 1,977.30 m
 - Caudal: 3.73 l/s
- Determinación de diámetro

$$\phi = \left(\frac{1,743.81141 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

Donde:

Ø = diámetro teórico (pulgadas)

L = longitud (m)

Q = caudal (l/s)

C = coeficiente que depende del material de la tubería (PVC = 150)

Hf = pérdida de carga (m)

$$\phi = \left(\frac{1,743.81141 * 189.62 * 1.05 * 3.73^{1.85}}{150^{1.85} * (1,985.20 - 1,977.30)} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$\emptyset = 2.20''$$

Una vez determinado el diámetro a utilizar en el tramo se procede a comparar el valor obtenido con los diámetros comerciales, por lo que para este tramo utilizaremos un diámetro comercial de 2 ½ pulgadas.

$$Hf = \left(\frac{1,743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \right)$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

L = longitud de la tubería (m)

Q = caudal (l/s)

C = coeficiente que depende del material de la tubería

D = diámetro comercial de la tubería (pulgadas)

$$Hf = \left(\frac{1,743.811 * 189.62 * 3.73^{1.85}}{150^{1.85} * 2.655^{4.87}} \right) = 3.06 \text{ m}$$

Posteriormente se deberá de verificar que la velocidad del flujo dentro de la tubería se encuentre dentro del rango de 0.6 a 3 m/s

$$v = \frac{1.974 * Q}{\emptyset_i^2}$$

Donde:

v = velocidad (m/s)

Q = caudal (l/s)

$\emptyset_i$ = diámetro interno

$$v = \frac{1.974 * 3.73}{2.655^2} = 1.04 \text{ m/s}$$

Podemos observar que la velocidad se encuentra dentro del rango por lo que cumple con los parámetros de velocidad para este tramo, por consiguiente, se deberá de evaluar que las cotas piezométricas se encuentren por encima de los valores de las cotas del terreno natural.

- Cota piezométrica

La cota piezométrica es una representación gráfica de los cambios de presión en una tubería. Esta presión se puede utilizar para mover el agua a lo largo de la tubería, y la pendiente de la línea piezométrica muestra la cantidad de presión que se consume por cada metro de longitud del recorrido del agua. Por lo tanto, la línea piezométrica se puede calcular restando las pérdidas de presión en cada tramo de la tubería de la cota inicial del terreno. Esta información es importante para comprender cómo fluye el agua a través de la tubería y para asegurarse de que la presión disponible sea suficiente para el uso previsto.

$$P_{Z_f} = P_{Z_o} - H_f$$

Donde:

P_{Z_f} = cota piezométrica final del tramo.

P_{Z_o} = cota piezométrica inicial del tramo.

H_f = es la pérdida por fricción o pérdidas de carga.

$$P_{zf} = 2,022.21 - 3.06$$

$$P_{zf} = 2,019.15 \text{ m}$$

- Presión estática

La presión estática es aquella que se produce cuando, tanto el líquido que fluye en la tubería como el que está en el recipiente que suministra dicha tubería se encuentran en reposo. Se calcula multiplicando el peso específico del agua por la altura de la superficie libre del agua en el recipiente. La presión estática también se puede calcular como la diferencia de altura entre el nivel del agua en reposo y la altura del punto final del diseño de la tubería. Es importante conocer la presión estática en una tubería para garantizar un suministro adecuado de agua y para evitar problemas como fugas o roturas de tuberías.

$$H = Co - Cf$$

Donde:

H = presión estática

Co = cota nivel del agua (cota inicial)

Cf = altura en la cual termina el diseño (Cota final del tramo)

$$H = 2,042.70 - 1,977.30 = 65.38 \text{ mca}$$

Debido a que es menor de 80 mca, significa que el diámetro elegido cumple con la presión estática.

- Presión dinámica

Cuando el agua se mueve a través de una tubería, la presión estática disminuye debido a la resistencia o fricción de las paredes de la tubería. Esta disminución de la presión estática se conoce como pérdida de carga, y representa la diferencia entre la altura de la carga estática y la altura de la presión disponible. La presión disponible es la cantidad de presión que se puede utilizar para mover el agua a través de la tubería y se recomienda que esté en el rango de 10 a 60 metros de columna de agua (mca). Para calcular la presión disponible en un tramo de tubería, se debe restar la cota del terreno al final del tramo de la cota piezométrica al final de este.

$$PD_f = P_{Z_f} - C_f$$

Donde:

PD_f = presión dinámica

P_{Z_f} = cota piezométrica final del tramo.

C_f = cota del terreno al final del tramo

$$PD_f = 2,018.88 - 1,960.76$$

$$PD_f = 58.12 \text{ mca}$$

En base a los resultados obtenidos podemos determinar que la presión dinámica se encuentra dentro de los límites permisibles por lo que cumple con los parámetros de diseño. A continuación, se presenta una tabla con los resultados obtenidos de los cálculos previamente realizados para dicho tramo:

Tabla 16.*Resumen de datos para tramo 26-27*

De nodo	A nodo	DH	Cota del terreno		No.V Fut.	L diseño	Qviv	Qus	Qd	Diametro teorico	Diametro comercial PVC(in)	Velocidad (m/s)	Pérdida de carga(m) Hf	Cota piezométrica (m)		Presión dinámica (m)	Presión estática (m)	Excavación (m3)
			Inicial	Final										Inicial	Final			
26	27	189.62	1985.21	1977.30	18	189.78	0.195	0.825	3.73	2.208	SDR 26-2.5	1.04	3.067	2022.21	2018.88	58.120	65.380	94.810

Nota. Resumen de resultados. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 17.

Cálculo hidráulico de la red de distribución

De nodo	A nodo	DH	Cota del terreno		No.V Fut.	L diseño	Qviv	Qus	Qd	Diámetro teorico	Diámetro comercial PVC(in)	Velocida d (m/s)	Pérdida de carga(m) Hf	Cota piezométrica (m)		Presión dinámica		Presión estática		Excavación (m3)
			Inicial	Final										Inicial	Final	MCA	PSI	MCA	PSI	
LINEA PRINCIPAL																				
0	1	131.31	2042.68	2020.73	10	133.13	0.108	0.600	8.240	2.249	SDR 26-4	0.94	1.053	2042.68	2041.63	20.90	29.72	21.95	31.21	65.66
1	2	4.42	2020.73	2020.69	0	4.42	0.000	0.000	6.839	2.249	SDR 26-4	0.78	0.025	2041.63	2041.60	20.91	29.74	21.99	31.27	2.21
2	3	83.43	2020.69	2011.50	5	83.93	0.054	0.400	0.400	0.775	SDR 17-3/4	0.92	3.682	2041.60	2037.92	26.42	37.57	31.18	44.34	41.72
2	4	63.58	2020.69	2021.50	8	63.59	0.087	0.529	6.439	3.465	SDR 26-4	0.74	0.319	2041.60	2041.28	19.78	28.13	21.18	30.12	31.79
4	6	65.28	2021.50	2021.05	5	65.28	0.054	0.400	5.910	3.804	SDR 26-4	0.68	0.279	2041.28	2041.00	19.95	28.37	21.63	30.76	32.64
6	7	271.76	2021.49	1993.60	20	273.19	0.216	0.872	0.216	0.623	SDR 17-3/4	0.50	3.849	2041.00	2037.15	43.55	61.94	49.08	69.79	135.88
6	8	145.72	2021.49	2003.94	13	146.77	0.141	0.693	5.693	2.088	SDR 17-4	0.71	0.731	2041.00	2040.27	36.33	51.67	38.74	55.09	72.86
8	9	75.99	2003.94	2001.17	9	76.04	0.097	0.566	0.270	0.837	SDR 17-3/4	0.62	1.612	2040.27	2038.66	37.49	53.31	41.51	59.03	38.00
8	10	87.70	2003.94	1998.61	9	87.86	0.097	0.566	5.596	2.384	SDR 26-4	0.64	0.340	2040.27	2039.93	41.32	58.76	44.07	62.67	43.85
10	11	51.34	1998.61	1997.15	8	51.36	0.087	0.529	0.190	0.771	SDR 17-3/4	0.44	0.568	2039.93	2039.37	42.22	60.03	45.53	64.74	25.67
10	12	61.05	1998.61	1994.65	7	61.18	0.076	0.490	5.509	2.339	SDR 26-4	0.63	0.230	2039.93	2039.70	45.05	64.07	48.03	68.30	30.53
12	13	67.99	1994.65	1991.63	12	68.05	0.130	0.663	0.663	1.131	SDR 26-1	0.92	2.198	2039.70	2037.51	45.88	65.24	51.05	72.59	33.99
12	14	97.68	1994.65	1990.22	8	97.78	0.087	0.529	5.379	2.494	SDR 26-4	0.62	0.351	2039.70	2039.35	49.13	69.87	52.46	74.60	48.84
14	15	281.51	1990.22	1979.00	13	281.73	0.141	0.693	0.200	0.733	SDR 17-3/4	0.46	3.428	2039.35	2035.92	56.92	80.95	63.68	90.55	140.76
14	16	33.92	1990.22	1988.60	4	33.95	0.043	0.346	5.239	2.443	SDR 26-4	0.60	0.116	2039.35	2039.24	50.64	72.00	54.08	76.90	16.96
16	17	262.53	1988.60	1980.50	18	262.65	0.195	0.825	0.195	0.765	SDR 17-3/4	0.45	3.045	2039.24	2036.19	55.69	79.19	62.18	88.42	131.27
16	18	46.52	1988.60	1987.20	5	46.54	0.054	0.400	5.044	2.647	SDR 26-4	0.58	0.149	2039.24	2039.09	51.89	73.78	55.48	78.89	23.26
18	19	175.72	1987.20	1980.17	15	175.86	0.162	0.748	0.230	0.773	SDR 17-3/4	0.53	2.771	2039.09	2036.32	56.15	79.84	62.51	88.89	87.86
18	20	78.55	1987.20	1986.19	8	78.55	0.087	0.529	4.882	3.113	SDR 26-4	0.56	0.236	2039.09	2038.85	52.66	74.88	56.49	80.33	39.27
20	21	150.17	1986.19	1980.46	14	150.28	0.152	0.721	0.190	0.726	SDR 17-3/4	0.44	1.663	2038.85	2037.19	56.73	80.67	62.22	88.48	75.09
20	22	38.98	1986.19	1985.75	7	38.98	0.076	0.490	4.730	3.159	SDR 26-4	0.54	0.110	2038.85	2038.74	52.99	75.35	56.93	80.95	19.49
22	23	306.06	1985.75	1973.35	23	306.31	0.249	0.938	0.249	0.794	SDR 17-3/4	0.57	5.589	2038.74	2033.15	59.80	85.04	69.33	98.59	153.03
22	24	22.74	1985.75	1985.53	3	22.74	0.032	0.283	4.481	3.194	SDR 26-4	0.51	0.058	2038.74	2038.68	53.15	75.58	57.15	81.27	11.37
24	25	182.79	1985.53	1977.87	8	182.95	0.087	0.529	0.260	0.802	SDR 17-3/4	0.60	3.617	2038.68	2035.07	57.20	81.33	64.81	92.16	91.40
24	26	79.08	1985.53	1985.21	12	79.08	0.130	0.663	4.394	3.792	SDR 26-4	0.50	0.196	2038.68	2038.49	53.28	75.76	57.47	81.72	39.54
26	27	189.62	1985.21	1977.30	18	189.78	0.195	0.825	3.731	2.208	SDR 26-2.5	1.04	3.067	2038.49	2035.42	58.12	82.65	65.38	92.97	94.81
27	28	34.10	1977.30	1977.90	4	34.11	0.043	0.346	0.200	0.867	SDR 17-3/4	0.46	0.415	2035.42	2035.01	57.11	81.20	64.78	92.12	17.05
27	29	42.40	1977.30	1976.60	7	42.41	0.076	0.490	0.180	0.844	SDR 17-3/4	0.41	0.425	2035.42	2035.00	58.40	83.04	66.08	93.97	21.20
26	30	109.58	1985.21	1983.61	13	109.59	0.141	0.693	3.275	2.606	SDR 26-3	0.62	0.536	2038.49	2037.95	54.34	77.27	59.07	84.00	54.79
30	31	139.67	1983.61	1977.86	10	139.79	0.108	0.600	2.583	1.925	SDR 26-3	0.49	0.440	2037.95	2037.51	59.65	84.82	64.82	92.17	69.84
31	32	92.63	1977.86	1976.32	10	92.64	0.108	0.600	0.600	1.332	SDR 26-1	0.83	2.485	2037.51	2035.03	58.71	83.48	66.36	94.36	46.32
31	33	102.14	1977.86	1975.65	8	102.16	0.087	0.529	2.474	2.161	SDR 26-2	1.02	1.959	2037.51	2035.55	59.90	85.18	67.03	95.32	51.07
23	34	207.98	1973.35	1973.63	10	207.98	0.108	0.600	0.190	1.442	SDR 17-3/4	0.44	2.302	2035.55	2033.25	59.62	84.78	69.05	98.19	103.99
23	35	61.49	1973.35	1974.26	3	61.50	0.032	0.283	0.290	1.035	SDR 17-3/4	0.67	1.488	2035.55	2034.06	59.80	85.04	68.42	97.29	30.75
LINEA SECUNDARIA																				
4	5	187.98	2021.50	2005.99	15	188.62	0.162	0.748	1.994	1.513	SDR 26-2	0.82	2.427	2041.28	2038.86	32.87	46.74	36.69	52.17	93.99
5	36	82.24	2005.99	2000.17	9	82.45	0.097	0.566	1.429	1.376	SDR 26-2	0.59	0.572	2038.86	2038.28	38.11	54.20	42.51	60.45	41.12
36	37	72.39	2000.17	2001.25	10	72.40	0.108	0.600	0.600	1.362	SDR 26-1	0.83	1.942	2038.28	2036.34	35.09	49.90	41.43	58.91	36.20
36	38	147.99	2000.17	1996.00	13	148.05	0.141	0.693	1.320	1.612	SDR 26-2	0.54	0.888	2038.28	2037.40	41.40	58.86	46.68	66.38	74.00
5	38	248.64	2005.99	1996.00	21	248.84	0.227	0.894	0.227	0.768	SDR 17-3/4	0.52	3.837	2038.86	2035.02	39.02	55.49	46.68	66.38	124.32
38	39	92.74	1996.00	1990.04	8	92.93	0.087	0.529	1.320	1.362	SDR 26-2	0.54	0.558	2037.40	2036.84	46.80	66.55	52.64	74.85	46.37
39	40	157.37	1988.23	1996.66	20	157.60	0.216	0.872	0.872	1.207	SDR 26-1.25	0.73	2.517	2036.84	2034.32	37.66	53.55	46.02	65.44	78.69
39	26	64.86	1988.23	1985.21	5	64.93	0.054	0.400	0.400	0.924	SDR 26-1	0.55	0.823	2036.84	2036.02	50.81	72.25	57.47	81.72	32.43
1	30	808.88	2020.73	1983.61	74	809.73	0.801	1.709	0.801	1.207	SDR 26-1.25	0.67	11.056	2041.63	2030.57	46.96	66.78	59.07	84.00	404.44

Nota. Memoria de cálculo de la red. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.9.6. Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas, también llamadas obras de arte, son instalaciones que se colocan en el trayecto de una tubería para solucionar problemas o mejorar el funcionamiento del sistema hidráulico en general. Se emplean para situaciones que afectan el flujo de agua y aseguran un mejor servicio del sistema, como válvulas, compuertas y filtros, ubicados estratégicamente en la tubería según las necesidades.

- Caja de válvulas

Las cajas de válvulas son cruciales en las redes de agua potable, ya que protegen las válvulas del sistema, como las de compuerta o de cheque. Están hechas de materiales robustos con paredes impermeables en el interior y una tapa de concreto para asegurar la máxima protección de las válvulas. Estas cajas previenen daños causados por factores externos como el clima, animales o plantas, garantizando un rendimiento óptimo del sistema de distribución de agua potable.

- Válvulas de compuerta

Una válvula de compuerta regula el flujo de líquidos en una tubería mediante una compuerta que se mueve perpendicularmente al flujo. Cuando está abierta, permite el flujo libre; cuando está cerrada, lo bloquea. Estas válvulas son efectivas para controlar líquidos a alta presión y bajo caudal, y se usan en muchas aplicaciones industriales y comerciales, como suministro de agua, industria petrolera y química.

- Válvulas de cheque

Una válvula de cheque permite que el fluido fluya en una dirección y evita que fluya en la dirección opuesta para prevenir retrocesos no deseados en las tuberías. Se usa para evitar pérdidas de fluido, contaminación y daño a las bombas. Funciona permitiendo el flujo en una dirección y bloqueándolo en la opuesta. Estas válvulas se emplean en sistemas de agua, alcantarillado, aire acondicionado, y calefacción, y vienen en varios tipos como las de bola, columpio y pistón, cada una con sus propias aplicaciones y características.

- Conexiones prediales

Una conexión predial es la unión física entre una propiedad y la red de agua potable pública. Incluye una tubería, una válvula, un medidor y otros elementos para asegurar un suministro seguro y eficiente de agua. Normalmente, la instalación la hace el propietario, pero a veces la entidad reguladora de agua lo hace.

- Caja rompe presión

Una caja rompe presión es un dispositivo hidráulico en sistemas de agua que controla y disminuye la presión en un punto específico. Tiene una entrada y una salida con una cámara de expansión en medio. Cuando la entrada tiene demasiada presión, la cámara acumula algo de agua temporalmente, reduciendo la presión en la salida. Esto protege la red de agua y sus equipos de daños por presión excesiva.

2.1.10. Programa de operación y mantenimiento

El objetivo es optimizar el sistema de abastecimiento de agua potable mediante una serie de actividades que incluyen la programación, operación y mantenimiento. Entre las tareas a realizar se encuentran la gestión de cobros a los usuarios del sistema, la instalación, limpieza, reparación y reemplazo de tuberías y artefactos hidráulicos, la limpieza de las obras de arte, la cloración, el pago del personal y la energía eléctrica para el bombeo. En este proyecto, se sugiere que el departamento de agua potable de la municipalidad de San Bartolomé Milpas Altas sea el responsable de administrar adecuadamente las actividades de operación y mantenimiento del sistema, de acuerdo con las directrices planteadas en el Acta Número 90-2020 punto cuarto de la sesión del concejo municipal celebrada el diecisiete de noviembre del año 2020.

Sin embargo, se hacen algunas observaciones para complementar el reglamento ya establecido por la municipalidad, las cuales se detallan a continuación:

- Velar por el cuidado de las fuentes de abastecimiento que no sufran de ninguna contaminación por algún agente externo.
- Es importante considerar un plan de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza periódica del tanque y la realización de inspecciones regulares para verificar el buen funcionamiento de las válvulas y la tubería.
- Se deben considerar las acciones de reparación para el mantenimiento correctivo de los daños causados por el deterioro natural del equipo e instalaciones del sistema en uso.

- Se recomienda realizar revisiones periódicas en la línea de conducción para detectar cualquier deslave o hundimiento de tierra, así como para observar la existencia de zonas anormalmente húmedas a lo largo de la línea con el fin de detectar y controlar posibles fugas en el sistema.
- Es importante comprobar periódicamente que las válvulas estén funcionando correctamente. Al abrir y cerrar las válvulas, es recomendable hacerlo de forma lenta para evitar dañar la tubería debido a las altas presiones. Además, se debe verificar que no haya fugas o roturas en las tuberías. Si se detectan, es necesario repararlas de inmediato.
- Se recomienda realizar inspecciones y limpiezas periódicas en el tanque de distribución, al menos una vez al mes, con el objetivo de identificar posibles grietas o filtraciones. Asimismo, es importante verificar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución, y el sistema de desinfección se encuentren en buenas condiciones. Se recomienda reemplazar las pastillas desinfectantes mensualmente.

2.1.11. Planos

Los planos del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas se encuentran en la sección de anexos. Estos planos contienen detalles sobre la línea de conducción, el tanque de almacenamiento y la red de distribución.

- Planta topográfica
- Planta de densidad de vivienda
- Planta perfil línea de conducción La Zarcita
- Planta perfil línea de conducción

- Planta conjunto
- Planta perfil línea de distribución La Zarcita
- Planta perfil línea de distribución ramal principal
- Planta perfil línea de distribución
- Planta perfil línea de distribución ramal secundario
- Tanque de almacenamiento La Zarcita
- Tanque de almacenamiento zona 3
- Tanque de almacenamiento zona 3 y caseta de cloración

2.1.12. Presupuesto

A continuación, se presenta la información sobre el costo estimado para la construcción del sistema de suministro de agua potable para la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Este costo se calculó utilizando precios unitarios y contemplando los costos directos, que incluyen los materiales de construcción y la mano de obra, así como los costos indirectos, como impuestos, imprevistos, financiamiento, utilidad y administración, que representan el 25 % del total. Se utilizaron como referencia los precios de los materiales cotizados en el municipio y las tarifas salariales sugeridas por la municipalidad para proyectos similares.

Tabla 18.

Presupuesto del sistema de agua potable

INFORMACION DEL PROYECTO					
Proy.	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3				
Dir.	SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACTEPÉQUEZ				
PRESUPUESTO					
Nº.	RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	TRAZO Y ESTAKEADO	KM	7.00	Q 2,928.28	Q 20,497.95
2	LINEA DE IMPULSIÓN ZONA 3				
2.1	CASETA DE CONTROL DE BOMBEO PARA BOMBA SUMERGIBLE	UNIDAD	1.00	Q 16,270.94	Q 16,270.94
2.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO ELÉCTRICO	UNIDAD	1.00	Q 2,447.58	Q 2,447.58
2.3	EQUIPAMIENTO DE ESTACION DE BOMBEO	UNIDAD	1.00	Q 238,981.26	Q 238,981.26
2.4	INSTALACION DE TUBERIA PVC LINEA DE IMPULSIÓN DE Ø 6" DE 160 PSI	ML	890.00	Q 253.16	Q 225,314.52
2.5	ACCESORIOS DE LA LINEA DE IMPULSIÓN	GLOBAL	1.00	Q 2,507.34	Q 2,507.34
3	LINEA DE CONDUCCIÓN LA ZARCITA				
3.1	INSTALACION DE TUBERIA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN DE Ø 1" DE 160 PSI	ML	620.00	Q 138.52	Q 85,882.76
3.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN DE Ø 3/4" DE 250 PSI	ML	390.00	Q 107.59	Q 41,960.37
3.3	ACCESORIOS DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN	GLOBAL	1.00	Q 26.39	Q 26.39
4	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				
4.1	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 336 M3				
4.1.1	OBRA GRIS TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 336 M3	UNIDAD	1.00	Q 605,550.82	Q 605,550.82
4.1.2	VALVULERIA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 336 M3	UNIDAD	1.00	Q 12,504.20	Q 12,504.20
4.2	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 16 M3				
4.2.1	OBRA GRIS TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 16 M3	UNIDAD	1.00	Q 99,672.20	Q 99,672.20
4.2.2	VALVULERIA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 16 M3	UNIDAD	1.00	Q 2,271.47	Q 2,271.47
5	CAJA ROMPE PRESIÓN				
5.1	OBRA GRIS DE CAJA ROMPE PRESIÓN	UNIDAD	1.00	Q 5,443.36	Q 5,443.36
5.2	VALVULERIA DE CAJA ROMPE PRESION	UNIDAD	1.00	Q 856.99	Q 856.99
6	CAJAS PARA VALVULAS DE CONTROL, AIRE Y LIMPIEZA				
6.1	OBRA GRIS DE CAJAS PARA VALVULAS DE CONTROL, AIRE Y LIMPIEZA	UNIDAD	14.00	Q 1,670.58	Q 23,388.13
6.2	VALVULERIA DE CAJAS PARA CONTROL, AIRE Y LIMPIEZA	UNIDAD	14.00	Q 12,587.11	Q 176,219.52
7	DOSIFICADOR DE PASTILLAS DE CLORO				
7.1	OBRA GRIS DOSIFICADOR DE PASTILLAS DE CLORO	UNIDAD	2.00	Q 3,026.32	Q 6,052.65
7.2	VALVULERIA DE DOSIFICADOR DE PASTILLAS DE CLORO	UNIDAD	2.00	Q 3,701.25	Q 7,402.49
8	LINEA DE DISTRIBUCIÓN				
8.1	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø4" DE 160 PSI	ML	813.00	Q 180.15	Q 146,462.06
8.2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø3" DE 160 PSI	ML	249.00	Q 152.80	Q 38,046.81
8.3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø2 1/2" DE 160 PSI	ML	190.00	Q 144.12	Q 27,383.60
8.4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø2" DE 160 PSI	ML	614.00	Q 122.60	Q 75,274.25
8.5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø1 1/4" DE 160 PSI	ML	967.00	Q 111.91	Q 108,220.02
8.6	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø1" DE 160 PSI	ML	298.00	Q 106.38	Q 31,700.13
8.7	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø 3/4" DE 250 PSI	ML	2,439.00	Q 106.89	Q 260,705.54
8.8	ACCESORIOS DE LA LINEA DE DISTRIBUCIÓN	GLOBAL	1.00	Q 2,344.56	Q 2,344.56
8.9	CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	541.00	Q 2,143.89	Q 1,159,845.66
MONTO TOTAL				Q	3,423,233.55

Nota. Desglose de precios. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.13. Cronograma de ejecución

En la siguiente tabla se presenta el programa de ejecución de la obra, no se han considerado imprevistos por clima.

Tabla 19.

Cronograma de ejecución del sistema de agua potable

No.	FASES O ETAPAS	PERIODO DE EJECUCIÓN EN MESES Y SEMANAS																							
		1ER MES				2DO MES				3ER MES				4TO MES				5TO MES				6TO MES			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	TRABAJO PRELIMINARES																								
1.1	TRAZO Y ESTACQUEADO																								
2	LINEA DE IMPULSIÓN ZONA 3																								
2.1	CASETA DE CONTROL DE BOMBEO PARA BOMBA SUMERGIBLE																								
2.2	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CIRCUITO ELECTRICO																								
2.3	EQUIPAMIENTO DE ESTACION DE BOMBEO																								
2.4	INSTALACION DE TUBERIA PVC LINEA DE IMPULSIÓN DE Ø 4" DE 160 PSI																								
2.5	ACCESORIOS DE LA LINEA DE IMPULSIÓN																								
3	LINEA DE CONDUCCIÓN LA ZARCITA																								
3.1	INSTALACION DE TUBERIA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN DE Ø 1" DE 160 PSI																								
3.2	INSTALACION DE TUBERIA PVC LINEA DE CONDUCCIÓN DE Ø 3/4" DE 250 PSI																								
3.3	ACCESORIOS DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN																								
4	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN																								
4.1	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 250 M3																								
4.1.1	OBRA GRIS TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 250 M3																								
4.1.2	VALVULERIA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 250 M3																								
4.2	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 16 M3																								
4.2.1	OBRA GRIS TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 16 M3																								
4.2.2	VALVULERIA TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 16 M3																								
5	CAJA ROMPE PRESIÓN																								
5.1	OBRA GRIS DE CAJA ROMPE PRESIÓN																								
5.2	VALVULERIA DE CAJA ROMPE PRESIÓN																								
6	CAJAS PARA VALVULAS DE CONTROL, AIRE Y LIMPIEZA																								
6.1	OBRA GRIS DE CAJAS PARA VALVULAS DE CONTROL, AIRE Y LIMPIEZA																								
6.2	VALVULERIA DE CAJAS PARA CONTROL, AIRE Y LIMPIEZA																								
7	DOSIFICADOR DE PASTILLAS DE CLORO																								
7.1	OBRA GRIS DOSIFICADOR DE PASTILLAS DE CLORO																								
7.2	VALVULERIA DE DOSIFICADOR DE PASTILLAS DE CLORO																								
8	LINEA DE DISTRIBUCIÓN																								
8.1	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø3" DE 160 PSI																								
8.2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø2 1/2" DE 160 PSI																								
8.3	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø2" DE 160 PSI																								
8.4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø1 1/2" DE 160 PSI																								
8.5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø1 1/4" DE 160 PSI																								
8.6	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC DE Ø 3/4" DE 160 PSI																								
8.7	ACCESORIOS DE LA LINEA DE DISTRIBUCIÓN																								
8.8	CONEXIONES DOMICILIARES																								

Nota. Cronograma de actividades físicas. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.1.14. Estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es esencial para conocer tanto los impactos negativos como positivos que puede tener una actividad humana en el medio ambiente. El objetivo principal es establecer un equilibrio sostenible entre el desarrollo humano y la conservación del medio ambiente, de tal manera que no se comprometa el bienestar de las generaciones futuras. Este estudio sirve como guía para evitar la explotación excesiva e irresponsable de los recursos naturales, ya que las consecuencias a largo plazo pueden ser devastadoras para la mayoría de la población.

A continuación, se detalla una serie de pasos en la implementación de un estudio de impacto ambiental:

- Identificación de los posibles impactos: se debe identificar los posibles impactos ambientales que el proyecto puede tener en la zona, incluyendo los impactos sobre la fauna y flora, los suelos, el agua, el aire, la calidad de vida de las comunidades, entre otros.
- Evaluación de los posibles impactos: una vez identificados los posibles impactos, se deben evaluar su magnitud y alcance, es decir, determinar la intensidad, la duración, la frecuencia y la probabilidad de que ocurran.
- Identificación de medidas preventivas y correctivas: se deben identificar medidas preventivas y correctivas que puedan reducir o mitigar los impactos negativos y maximizar los impactos positivos. Estas medidas pueden incluir la implementación de tecnologías más limpias, la selección de sitios adecuados para la construcción de las instalaciones, la

minimización del consumo de agua y energía, la promoción de buenas prácticas ambientales entre los usuarios, entre otras.

- Elaboración de un plan de monitoreo: se debe elaborar un plan de monitoreo que permita evaluar la efectividad de las medidas preventivas y correctivas adoptadas y detectar cualquier impacto ambiental no previsto.
- Evaluación del plan de acción: una vez elaborado el plan de acción, se debe evaluar su efectividad y hacer los ajustes necesarios para mejorar su desempeño.

Es importante tener en cuenta que la elaboración de un estudio de impacto ambiental puede requerir la participación de expertos en diferentes áreas, como biólogos, geólogos, hidrólogos, ingenieros ambientales, entre otros, para garantizar una evaluación completa y rigurosa de los impactos ambientales.

Tabla 20.

Evaluación ambiental inicial

INSTRUMENTOS AMBIENTALES	
CATEGORÍA C	
Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar	
Evaluación Ambiental Inicial ¹	X
	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²
¹ EAI / ² DABI	
(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)	

Continuación de la Tabla 20.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario el Departamento de Ventanillas de Gestión Ambiental o las Delegaciones Departamentales no lo aceptarán.		
- Este formato se puede descargar en el portal: www.marn.gob.gt (link: http://marn.gob.gt/paginas/Categoria_C1_Actividades_de_Bajo_Impacto_Ambiental) - Completar el siguiente instrumento ambiental colocando una X en las casillas donde corresponda, y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. - Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso al que corresponde la información. - La información debe ser completa, utilizando letra de molde legible, máquina de escribir y/o digital (impreso). <u>Todos los espacios deben ser completados</u>, incluso aquellos en que no sean aplicables a su Proyecto (explicar la razón o las razones por las que usted lo considera de esa manera). - Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. - En caso el Sector de su proyecto, obra, industria o actividad, cuente con Guía Ambiental, deberá utilizarla como herramienta en este formato para mitigar impactos ambientales. - Si la información consignada en el presente formato no llena los aspectos técnicos para el proyecto, obra, industria o actividad, se requerirán Ampliaciones de acuerdo a la normativa ambiental vigente.	No. Expediente	
		Firma y Sello de Recibido
1. INFORMACIÓN GENERAL		
1.1. Información del Proyecto (según datos en la declaración jurada)		
Nombre del Proyecto, obra, industria o actividad	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3	
Dirección donde se ubica el Proyecto	SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ	

Continuación de la Tabla 20.

(Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y el departamento)				
1.2. Información legal (persona individual o jurídica)				
Nombre del propietario y/o Representante Legal				
Código Único de Identificación (CUI) del Documento Personal de Identificación (DPI)				
Razón social				
Nombre Comercial				
No. De Escritura Constitutiva				
Fecha de constitución				
Patente de Sociedad	Registro No.	Folio No.	Libro No.	
Patente de Comercio	Registro No.	Folio No.	Libro No.	
Patente de Comercio (Sucursal)	Registro No.	Folio No.	Libro No.	
Finca donde se ubica el Proyecto	Finca No.	Folio No.	Libro No.	de
Número de RTU				
1.3. Información de contacto del proponente				
Teléfono		Correo electrónico		
Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)	Municipalidad de San Bartolomé Milpas Altas			
(Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)				

Continuación de la Tabla 20.

1.4. Información de contacto de Profesional de apoyo			
Si para consignar la información en este formato fue apoyado por un profesional, anote la siguiente información:			
Nombre	Rolando Ramos	Profesión	Ing. Civil
Teléfono	39797848	Correo electrónico	rvid.ramos@gmail.com
No. De Licencia de Consultor (Si aplica)			
1.5. Fases de desarrollo del Proyecto			
Fase de construcción	Fase de operación	Fase de abandono	
¿Aplica? Si/No	¿Aplica? Si/No	¿Aplica? Si/No	
En caso no aplique alguna de las fases, justificarse:			
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO			
Realizar una breve descripción del Proyecto, mencionando las fases que abarcará (construcción, operación y/o abandono), así como las actividades más relevantes de cada fase. Tomar como referencia los planos de distribución del Proyecto.			
Establecer las coordenadas donde se ubicará su proyecto.			
Coordenadas geográficas (en grados, minutos, segundos; o grados decimales)			
Latitud		14°36'23"N	
Longitud		90°40'45"W	
2.1. Área de Influencia Indirecta del Proyecto			
Describir detalladamente las características más importantes cercanas al Proyecto (viviendas, barrancos, cuerpos de agua, hospitales, iglesias, centros educativos, centros culturales, áreas protegidas, entre otros.)			
Dirección	Descripción del entorno		Distancia (metros)
Norte	Viviendas		70 m
Sur	Bosque		100 m
Este	RN10		1,036 m
Oeste	RD SAC-10		1000 m

Continuación de la Tabla 20.

2.2. Área de Influencia Directa del Proyecto				
Actividades colindantes al Proyecto (vecindad inmediata).				
Norte	Viviendas			
Sur	Bosque			
Este	Bosque			
Oeste	Bosque			
Indicar si se encuentra en área urbana, rural o mixta: Rural				
2.3. Exposición a riesgos				
Indicar con una "X" los riesgos a los que se está expuesto por la ubicación del Proyecto.				
Inundación	Explosión		Deslizamientos	Erupciones
Derrumbes	Sismos	X	Incendios	Biológicos
Otros (explicar)				
2.4. Área del Proyecto				
En Sistema Internacional (metros cuadrados, hectáreas, o como corresponda).				
- Área del terreno: área que tiene toda la propiedad, finca o terreno. - Área de ocupación: área de intervención que tiene el proyecto en el primer nivel o planta baja. - Área de construcción: área total que tiene la intervención del proyecto, desde su planta baja hacia niveles superiores.				
Área del terreno: 7 KM² Área de ocupación: 7 KM² Área de construcción: 7 KM				
2.5. Descripción de las fases de desarrollo del Proyecto				
Proporcionar una descripción de las actividades que apliquen y serán efectuadas en el Proyecto.				
Puede utilizar hojas adicionales de ser necesario, especificando los temas a tratar.				
Fase de construcción		Actividades a realizar	Zanjeo, colocación de tubería pvc, instalación de línea de conducción y distribución, construcción de tanque de mampostería, instalaciones domiciliarias	
		Insumos necesarios	Tubería pvc, block, cemento, piedra bola, madera, accesorios de pvc, acometida domiciliar, agua.	

Continuación de la Tabla 20.

Fase de operación	Maquinaria y equipo	Palas, piochas, azadones, carretas, vibrocompactadora, equipo de topografía
	Horario de trabajo	7:00 h a 16:00 h
	Contratación de personal	Personal del área
	Otros de relevancia	
	Actividades o procesos	Funcionamiento de bomba de impulsión
	Materia prima e insumos	Pastillas clorificadoras
	Maquinaria y equipo	Bomba de impulsión, equipo de clorificación
	Productos y subproductos (bienes y servicios)	Funcionamiento y operación de bomba de impulsión
Fase de abandono	Horario de trabajo	24 h
	Contratación de personal	Personal encargado de la municipalidad
	Otros de relevancia	
	Acciones a tomar en caso de cierre o abandono del Proyecto	No aplica

Continuación de la Tabla 20.

2.6. Información específica de insumos						
- En el caso de equipo eléctrico, considerar los lineamientos del Acuerdo Gubernativo No. 194-2018 “Reglamento para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados (PCB) y Equipos que lo Contienen”. - En el caso de refrigerantes, agroquímicos o aceites dieléctricos a utilizar, especificar tipo y considerar el Convenio de Estocolmo, Protocolo de Montreal y Enmienda de Kigali, Convenio de Basilea, ratificados y vigentes, entre otros que aplique. Remitirse al Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. - Por uso o almacenamiento de hidrocarburos, ver requisito 10.						
	Forma de suministro	de Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
Agua	Servicio municipal	SI	110 l/hab/d	Conexiones intradomiciliares	n/a	Municipalidad
	Servicio privado	-				
	Pozo manual	-				
	Pozo mecánico	-				
	Superficial	-				
	Otro	-				
	Tipo	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
Combustibles	Gasolina	SI	2 gal	Canecas	Almacenadas en la sombra	Gasolineras del área
	Diésel	-				
	Bunker	-				
	GLP	-				
	Otro	-				
Lubricantes	Solubles	-				
	No solubles					
	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Uso y medidas de seguridad		Proveedor
Energía eléctrica	Público	SI	43.27 KW/M			EMPRESA ELECTRICA
	Privado	-				
	Propio	-				

Continuación de la Tabla 20.

	Tipo	Si/No	Uso y medidas de seguridad	Forma de mantenimiento y proveedor
	Transformadores	-		
	Condensadores	-		
	Capacitores	-		
	Inductores eléctricos	-		
	Otro equipo que contenga aceite dieléctrico	-		
Equipo eléctrico	En caso afirmativo indicar lo siguiente:			
	Usuario (correo electrónico) registrado en el Sistema de Información de PCB:			
	Número de equipos con aceite dieléctrico en la institución:			
	Número de equipos clasificados como:	Sospechoso de PCB:		
Bajo Nivel de PCB:				
Contaminado con PCB (mayor a 50 ppm de PCB):				

Otros	Tipo Especificar:	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor
Refrigerantes (para A/C u otro sistema de enfriamiento)					
Agroquímicos y fertilizantes (COP's, organofosforados, fertilizantes nitrogenados, entre otros.)					
Baterías de Ácido Plomo y Litio					

Continuación de la Tabla 20.

Otros gases (hospitalarios, O ₂ , N ₂ , C ₂ H ₂ , entre otros.)
3. IMPACTOS AL AIRE Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN
3.1. Gases y material particulado
¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán gases o partículas (Ejemplo: polvo, humo, niebla, material particulado, ceniza, entre otros.) que se dispersarán en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generarán. Se generará polvo proveniente del zanjeo para la línea de conducción y distribución ¿Qué se hace o se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario trabajadores? Se esparcirá agua sobre el área de trabajo para evitar que se genere partículas de polvo.
3.2. Fuentes de radiaciones (ionizantes / no ionizantes)
¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Pr producirán radiaciones de tipo ionizante o no ionizante? Justificar su respuesta. Por la naturaleza del proyecto no se generará ningún tipo de radiación. ¿Qué se hace o se hará para controlar las radiaciones ionizantes o no ionizantes para que no im el vecindario o a los trabajadores? n/a

Continuación de la Tabla 20.

3.3. Ruidos y vibraciones
Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto ¿producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? ¿En dónde se genera el sonido y/o las vibraciones? (ejemplo: maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros.) Se generará ruidos y vibraciones por parte de la mano de obra y la vibro compactadora a utilizar. ¿Qué acciones se toman o tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecin a los trabajadores? Se respetará el horario laboral, siendo este de 7:00 a 16:00 horas
3.4. Olores
Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, ¿generan olores? Explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores. Por la naturaleza del proyecto no se generarán olores. Explicar qué se hace o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente. n/a

Continuación de la Tabla 20.

4. IMPACTOS AL AGUA Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
4.1. Aguas residuales	
Deberá consultar el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 "Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos" y sus Reformas.	
Fase de construcción	
¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.	x Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas) Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial) Otro
Describir el manejo y las medidas de mitigación a aplicarse para las aguas residuales a generarse:	
Se generarán aguas residuales provenientes de los desechos sanitarios por parte del personal; se mitigará utilizando baños portátiles durante la duración del proyecto.	
Fase de operación	
¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.	Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas) Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial) Otro
Indicar caudal de agua residual a generarse (de tipo ordinario y/o especial).	
n/a	
Indicar el o los lugar(es) de descarga(s) de las aguas residuales a generarse (alcantarillado sanitario o cuerpo receptor). Adjuntar en un mapa o croquis, el o los lugares de descarga como Anexo.	
n/a	

Continuación de la Tabla 20.

Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y por las características del Proyecto, ¿es necesario implementar sistema de tratamiento de aguas residuales? Justificar su respuesta.

n/a

Sistema de tratamiento de aguas residuales

Describir el sistema de tratamiento que se propone para dar tratamiento a las aguas residuales previo a su disposición, así como el tratamiento y la disposición de lodos (usar hojas adicionales, adjuntando manual de operación y mantenimiento).

4.2. Agua de lluvia (aguas pluviales)

¿Existen impermeabilizaciones que generen escorrentías, que impidan la infiltración natural del agua de lluvia durante todas las fases del proyecto?

n/a

Explicar la forma de captación, conducción y el punto de descarga del agua de lluvia (zanjones, cunetas, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros.)

n/a

5. IMPACTOS AL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN

5.1. Cambio de Uso del suelo

Por la ubicación y las características del proyecto, ¿se producirá algún cambio en el uso del suelo?

Por la naturaleza del proyecto no se producirá ningún cambio en el uso del suelo.

¿Qué acciones o medidas de mitigación se plantean para adecuarse a las áreas colindantes del Proyecto?

n/a

Continuación de la Tabla 20.

5.2. Geomorfología

¿Existirá movimientos de tierra? Justificar. Si su respuesta es afirmativa, indique la cantidad.

Por la naturaleza del proyecto no existirá un movimiento de tierras como tal, más que el zanjeo para la tubería.

5.3. Calidad del suelo

Residuos y desechos comunes: Aquellos cuya naturaleza no representa, en sí misma, un riesgo especial a la salud humana o al ambiente; por lo que no poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, explosivas, patológicas, infecciosas, punzocortantes, u otras de similar riesgo.

Residuos y desechos peligrosos. Entiéndase los peligrosos aquellos que poseen al menos una de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico-infecciosos. Incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos –RAEE. Pueden ser luminarias (lámparas), solventes, baterías (cadmio, ácido plomo, litio, entre otros.), desechos hospitalarios, entre otros.

Residuos y desechos de manejo especial: Aquellos que, aunque no posean las características de los residuos y desechos peligrosos, requieren de un manejo específico, en virtud de su tamaño, volumen, complejidad o potencial de riesgo de algunos de sus componentes.

Generación de residuos y desechos sólidos comunes.

Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

☒	Hasta 5 kg/día
☐	De 5 a 20 kg/día
☐	De 20 a 100 kg/día
☐	Mayor a 100 kg/día

Determinar la cantidad de residuos y desechos a generar (en kg/día), según tipo de clasificación (ejemplo: orgánico e inorgánico). Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 7-2019 Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes.

Fase de construcción	Fase de operación
Se producirá basura proveniente de los materiales a utilizar en la construcción, como también basura de alimentos por parte del personal.	No se producirá ningún tipo de basura.

Continuación de la Tabla 20.

Describir acciones de reducción, reúso y clasificación para valorización. Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 6-2019 Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes.

Fase de construcción	Fase de operación
Se colocarán toneles de basura durante la duración del proyecto, para que el personal pueda depositar en un solo lugar los desechos provenientes de la obra.	N/a

Describir el manejo de los residuos y desechos sólidos a generar, tales como el almacenamiento, extracción, tratamiento y/o disposición final.

Fase de construcción	Fase de operación
Se llegará a un convenio con el servicio municipal de recolección de basura para que pueda retirar los desechos producidos por parte de la obra, durante la duración del proyecto.	N/A

Generación de residuos y desechos peligrosos.

Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

☐	Hasta 0.5 kg/mes
☐	De 0.5 a 5 kg/mes
☐	De 5 a 50 kg/mes
☐	Mayor a 50 kg/mes

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos peligrosos dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación
N/A	N/A

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos peligrosos.

Fase de construcción	Fase de operación
N/A	N/A

Continuación de la Tabla 20.

Indicar las medidas a adoptar para la correcta gestión de equipos con aceite dieléctrico a fin de prevenir la contaminación con PCB, indicando la actividad a realizar y plazos de estas:
• Compra de equipos con aceite dieléctrico:
• Inventario de equipos:
• Análisis químico y etiquetado:
• Operación y mantenimiento:
• Almacenamiento Temporal:
• Disposición final:

Generación de residuos y desechos de manejo especial.

Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos de manejo especial dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos de manejo especial

Fase de construcción	Fase de operación

Continuación de la Tabla 20.

6. IMPACTOS AL ELEMENTO BIÓTICO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN
¿En el sitio donde se ubica el proyecto, existen bosques, animales u otros? Especificar la información.
En el área donde se ubica uno de los puntos de captación está dentro de una reserva natural.
¿El proyecto requiere efectuar corte de árboles? Indique el volumen de madera y su manejo. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.
Por la naturaleza del proyecto no requeriría la tala de ningún árbol.
Por la construcción u operación del proyecto, ¿puede afectar la biodiversidad del área? Explicar.
La operación del proyecto puede tener un efecto en el nivel del manto freático.
En caso existan impactos al elemento biótico, proponer las medidas de mitigación para reducir, minimizar, remediar o compensar los impactos.
La medida de mitigación para este tipo de proyecto sería la implementación de pozos de absorción de agua de lluvia para que produzcan una recarga hídrica en los mantos subterráneos.

Continuación de la Tabla 20.

7. IMPACTOS A LOS ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS, CULTURALES Y ESTÉTICOS
7.1. Elementos Socioeconómicos y Culturales
En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿existe alguna(s) etnia(s) predominantes? Indicar cuál.
Ladinos
¿El proyecto provoca o provocaría alguna molestia al vecindario? Explicar su respuesta.
Por la naturaleza del proyecto no provocará ninguna molestia al vecindario, si no que producirá una mejora en los servicios básicos de la misma.
¿El proyecto cuenta o contará con vehículos en sus distintas fases? Mencione qué tipo, cantidad de unidades y lugar de estacionamiento.
Únicamente contará con vehículos que provean el suministro de materiales para la realización del proyecto. El lugar de estacionamiento se encontrará en lugares aledaños al perímetro de la municipalidad y en predios propiedad de la municipalidad.
¿Qué medidas se hacen o se proponen realizar para no afectar al vecindario?
Estacionar los vehículos y maquinaria en los predios municipales y en las zonas aledañas al palacio municipal.
En el área del proyecto o sus alrededores, ¿existe algún vestigio paleontológico o arqueológico? Explique de qué trata, dónde está ubicado, y a qué distancia de donde se propone el proyecto. Si no aplica, justificarse.
Ver requisito 10.
N/A

Continuación de la Tabla 20.

7.2. Elementos Estéticos
En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿se considera patrimonio histórico o cultural? Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.
Debido a la ubicación del proyecto y que gran parte de este estará sobre la vía pública no aplica el siguiente inciso.
Donde se encuentra o encontrará el proyecto, ¿es área protegida? Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.
Uno de los puntos de captación se encuentra dentro de una reserva protegida.
¿Qué medidas se proponen para conservar en lo posible la belleza arquitectónica o paisajística por la implementación del proyecto?
N/A

8. SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL
De ser necesario, mencione qué medidas de seguridad ocupacional requieren los empleados para realizar los distintos trabajos en todas las fases del proyecto (guantes, máscara, entre otros).
Casco, botas punta de acero, chalecos reflectores, guantes.

Nota. El formulario lo proporciona el MARN. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2. Diseño del sistema de drenaje sanitario de la zona 3, San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.

Para realizar el diseño del drenaje se tuvieron que considerar los siguientes parámetros.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar el sistema de drenaje sanitario de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Dicho proyecto abarca el diseño de la red principal de colectores, pozos de visita y conexiones domiciliarias. El diseño de la red se conformará de 2 sectores, uno de ellos conectado una planta anaeróbica, al cual nombraremos como sector Cipreson y el otro sector que conectará con la planta de Tratamiento No.2 ubicada en la zona 4 del municipio.

El proyecto tendrá un periodo de diseño de 30 años, siendo la cantidad actual de viviendas a servir de 425, con una densidad poblacional de 4.25 habitantes por vivienda.

2.2.2. Topografía

Como parte del proceso de recolección de información necesaria para el diseño de sistemas de drenaje sanitario es necesario realizar la topografía del área de influencia del proyecto, la cual incluya la localización de todos los puntos y elementos de interés.

Dicha topografía se conforma de elementos de altimetría y planimetría, los cuales proporcionan la información necesaria para elaborar los planos de topografía y densidad poblacional, quienes sientan las bases para el diseño del sistema de drenaje sanitario. Para efectos del presente proyecto se utilizaron los siguientes elementos para llevar a cabo la topografía del proyecto: teodolito, estadal, navegador GPS, cinta métrica, plomada.

2.2.2.1. Altimetría

En el proceso de la altimetría se realizó la medición de los distintos niveles o elevaciones entre los diferentes puntos del terreno contenidos dentro del área de influencia, estas a su vez representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia. Para efectos del presente trabajo dichas mediciones se realizaron por medio de teodolito, para posteriormente mediante cálculos realizados en gabinete se pudiera determinar la información necesaria.

2.2.2.2. Planimetría

La planimetría busca como objetivo principal obtener en campo los datos geométricos necesarios que permitan ejecutar la creación de una figura semejante a la del terreno la cual es proyectada sobre un plano horizontal. Para alcanzar dicho objetivo se hizo una recolección de puntos de interés como ancho de calles, ubicación de viviendas, entre otros. Esta información puede encontrarse en la sección de Anexos, en formato de plano topográfico, junto con sus respectivas libretas de campo.

2.2.3. Diseño del sistema de drenaje sanitario

A continuación, se presenta los parámetros obtenidos para el diseño del sistema sanitario.

2.2.3.1. Período de diseño

La normativa resalta la importancia del período de diseño eficiente para sistemas de drenaje sanitario, por lo que recomienda un período de diseño en un

rango de 30 a 40 años, estos valores se ven influenciados en base a las limitaciones económicas y vida útil de los materiales.

Para el presente proyecto se optó por utilizar un período de diseño de 30 años, considerando la gestión financiera y ejecución del proyecto.

2.2.3.2. Velocidad de diseño

La rapidez del flujo de agua se encuentra influenciada por la inclinación del terreno, el tamaño de la tubería y su composición. La velocidad prevista (v) se calcula mediante la fórmula de Manning y la relación hidráulica v/V . Es esencial confirmar que esta velocidad cumple con los valores mínimos y máximos establecidos por las normativas correspondientes.

2.2.3.3. Estimación de población de diseño

Debido a la transición demográfica del país, la tasa de crecimiento se encuentra en constante variación durante el transcurso de los años, por lo que no es un dato constante debido a componentes demográficos (fecundidad, mortalidad y migración), en base a lo establecido anteriormente la población futura se estimó conforme a una iteración de datos utilizando las estimaciones y proyecciones municipales para los años 2015-2035 provistas por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Según los datos obtenidos en el XII Censo Población y VII de Vivienda, Guatemala, 2018 se estima una cantidad de 4.25 habitantes por vivienda, para el departamento de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez.

$$P_i = P_{hab} * No Viviendas \quad (Ec. 46)$$

Donde:

P_i = población inicial

P_{hab} = promedio de habitantes por vivienda

$$P_i = 4.25 * 425 = 1,807 \text{ habitantes para el año 2022}$$

Para determinar la tasa de crecimiento de cada año se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 21.

Estimación de poblaciones del año 2015 al 2035

Año	Población estimada
2015	7,751
2016	7,941
2017	8,108
2018	8,256
2019	8,391
2020	8,519
2021	8,642
2022	8,762
2023	8,879
2024	8,993
2025	9,105
2026	9,214
2027	9,321
2028	9,425
2029	9,527
2030	9,627
2031	9,725
2032	9,821

Continuación de la Tabla 21.

Año	Población estimada
2033	9,914
2034	10,005
2035	10,094

Nota. Municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Elaboración propia, realizado con Excel.

Para determinar las tasas de crecimiento se despejo la fórmula del método geométrico y se hizo una iteración con cada año proporcionado en la tabla anterior.

$$R = \left(\frac{P_f}{P_i} \right)^{1/n} - 1 \quad (\text{Ec. 47})$$

Donde:

R = tasa de crecimiento geométrico

P_f = población futura

P_i = población inicial

n = período de diseño

$$R = \left(\frac{8,993}{8,762} \right)^{1/2024-2022} - 1 = 1.31 \%$$

Al haber determinado las tasas de crecimiento anterior y bajo el supuesto de que los componentes demográficos del municipio se comportan de la misma forma que en los años 2033 al 2051, se utilizó el método geométrico para estimar

la población final por medio de una serie de iteraciones, con lo cual se obtuvieron datos más precisos en cuanto a la población futura a servir debido a que se consideraron más factores demográficos.

$$P_f = P_i (R + 1)^n \quad (\text{Ec. 48})$$

Donde:

P_f = población futura

P_i = población inicial

R = tasa de crecimiento geométrico

n = período de diseño

$$P_f = 1,807 (1.26 \% + 1)^2 = 1,854 \text{ habitantes}$$

Tabla 22.

Población a servir futura de los habitantes de la zona 3

Año de diseño	Años	Tasa de crecimiento	Población	Año de diseño	Años	Tasa de crecimiento	Población
1	2022	1.31 %	1,807	16	2037	0.90 %	2,087
2	2023	1.26 %	1,854	17	2038	0.90 %	2,107
3	2024	1.22 %	1,875	18	2039	0.90 %	2,125
4	2025	1.18 %	1,894	19	2040	0.90 %	2,145
5	2026	1.14 %	1,914	20	2041	0.90 %	2,164
6	2027	1.10 %	1,930	21	2042	0.90 %	2,184
7	2028	1.07 %	1,947	22	2043	0.90 %	2,203
8	2029	1.03 %	1,963	23	2044	0.90 %	2,223
9	2030	1.00 %	1,978	24	2045	0.90 %	2,243
10	2031	0.97 %	1,991	25	2046	0.90 %	2,264
11	2032	0.93 %	2,003	26	2047	0.90 %	2,285

Continuación de la Tabla 22.

Año de diseño	Años	Tasa de crecimiento	Población	Año de diseño	Años	Tasa de crecimiento	Población
12	2033	0.90 %	2,014	27	2048	0.90 %	2,305
13	2034	0.90 %	2,032	28	2049	0.90 %	2,326
14	2035	0.90 %	2,050	29	2050	0.90 %	2,347
15	2036	0.90 %	2,069	30	2051	0.90 %	2,368

Nota. Municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.3.4. Dotación

Es una cantidad que comúnmente se expresa en litros por habitante por día (l/ha/d) la cual estima la demanda o cantidad de volumen de agua que un habitante consume por día. Para determinar una dotación es importante tomar en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si existieran. Debido a que existe la carencia de un estudio el cual indique la demanda de la población, existen normas de diseño proporcionadas por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) las cuales brindan parámetros de diseño indicados a continuación:

Tabla 23.

Dotación para poblaciones que no cuentan con estudios de demanda

Descripción	Dotación (l/ha/d)
Llena cántaros	30 – 60
Mixto de llena cántaros y conexiones prediales	60 – 90
Conexiones prediales fuera de la vivienda	60 – 120

Continuación de la Tabla 23.

Descripción	Dotación (l/ha/d)
Conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda	90 – 170

Nota. Caudales recomendados para estudios de demanda de población. Obtenido de Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (2011). *Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.* (p. 26). INFOM.

2.2.3.5. Factor de retorno

El factor de retorno se establece al considerar que, de la totalidad (100 %) del suministro de agua potable que entra en una vivienda, aproximadamente del 20 % al 30 % se emplea en actividades donde se consume, evapora o desvía hacia otros destinos, en contraste con el 70 % u 80 % restante. Este último porcentaje, después de su utilización, se libera al sistema de alcantarillado. De ahí que a esta proporción reciclada se le designe como Factor de Retorno.

2.2.3.6. Factor de Harmond

El factor de Harmond o factor de flujo instantáneo se refiere a un parámetro de seguridad vinculado al número de residentes a atender en una sección específica del sistema de drenaje. Este factor desempeña un papel primordial durante las horas punta, cuando el sistema de drenaje experimenta su mayor demanda. Es necesario calcular este factor para cada tramo de la red.

Este valor se obtiene mediante análisis estadísticos que evalúan la probabilidad de la cantidad de usuarios que utilizarán el servicio de manera

simultánea en una sección determinada. El valor resultante puede variar en un rango de 1.50 a 4.50. Se determina por medio de la siguiente fórmula:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P/1000}}{4 + \sqrt{P/1000}} \quad (\text{Ec. 49})$$

Donde:

$F.H.$ = factor de Harmond

P = población

2.2.3.7. Caudal sanitario

El caudal sanitario se conforma de la integración de los diferentes caudales del sistema, caudal doméstico, caudal de infiltraciones, caudal de conexiones ilícitas y caudal comercial e industrial.

$$Q_{\text{sanitario}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{inf}} + Q_{\text{ili}} \quad (\text{Ec. 50})$$

Donde:

$Q_{\text{sanitario}}$ = caudal sanitario

$Q_{\text{domiciliar}}$ = caudal domiciliar

$Q_{\text{comercial}}$ = caudal comercial

$Q_{\text{industrial}}$ = caudal industrial

Q_{inf} = caudal de infiltración

Q_{ili} = caudal de conexiones ilícitas

2.2.3.7.1. Caudal domiciliar

Se trata del agua potable que ha sido empleada en una residencia para diversos fines domésticos, como descargas de inodoros, baños, actividades de cocina, tareas de limpieza, entre otros, y que posteriormente debe ser retirada y dirigida hacia la red del sistema de alcantarillado.

El flujo residencial guarda una estrecha relación con el suministro de agua potable asignado a cada vivienda, conocido como dotación, que, a su vez, se ve influido por un factor de retorno. Este factor representa la proporción del agua potable suministrada a una residencia que finalmente se dirige al sistema de drenaje, y generalmente se expresa como un porcentaje que oscila entre el 70 % y el 90 %.

El caudal domiciliar se obtiene de la siguiente fórmula:

$$Q_{dom} = \frac{Dot * F.R. * No.hab.}{86,400} \quad (Ec. 51)$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

Dot = dotación (l/hab/día)

$F.R.$ = factor de retorno (porcentaje/100)

$No.hab.$ = dotación (l/hab/día)

2.2.3.7.2. Caudal comercial

Se refiere al volumen de aguas residuales generado por los negocios dentro de la comunidad, y su cantidad al igual que el flujo residencial está en función de la dotación de agua suministrada y la actividad de cada comercio.

$$Q_{com} = \frac{Dot * No.comercios}{86,400} \quad (Ec. 52)$$

Donde:

Q_{com} = caudal comercial (l/s)

Dot = dotación comercial (l/hab/día)

$No.Comercios$ = número de comercios existentes

La zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas es un sector propiamente residencial, pues el comercio del municipio se concentra en las zonas 2 y 1. Por lo cual no se tomará en cuenta este tipo de caudal para el diseño del sistema.

2.2.3.7.3. Caudal industrial

Se trata del agua residual producida por las empresas que operan en la comunidad, la cantidad de esta agua varía según la dotación asignada y la naturaleza de cada industria. Normalmente, este tipo de actividad industrial suele utilizar cantidades considerables de agua. Para efectos del proyecto, no se registra ningún caudal de origen industrial, ya que no hay contribución alguna por parte de la industria en esta área.

$$Q_{ind} = \frac{Dot * No.industria}{86,400} \quad (Ec. 53)$$

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)

Dot = dotación industrial (l/hab/día)

$No.Comercios$ = número de industrias existentes

2.2.3.7.4. Caudal de infiltración

El flujo de infiltración se origina a partir del agua presente en el nivel freático que se introduce en la red de tuberías. Su magnitud depende de varios factores, como la profundidad del nivel freático, la profundidad de las tuberías, el tipo de tubería utilizado, la calidad de las juntas y la calidad de la mano de obra y la supervisión

Dado que su magnitud está influenciada por una serie de factores externos, su cálculo se basa en la longitud de la tubería y el período de tiempo, y suele expresarse en términos de litros por kilómetro por día. Su valor puede oscilar en un rango que va desde 12,000 hasta 18,000 litros por kilómetro por día.

Dado que para el diseño de este proyecto se utilizará tubería P.V.C., no existirá un caudal de infiltración dada las propiedades del material.

2.2.3.7.5. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal se origina cuando las residencias de manera ilegal conectan sus sistemas de agua pluvial a la red de alcantarillado. Según las directrices del

INFOM, se recomienda tomar al menos el 10 % del flujo residencial como referencia, pero en zonas donde no existe un sistema de drenaje pluvial, se debe considerar un porcentaje aún mayor.

Para el diseño del sistema de drenaje sanitario de la zona 3 de San Bartolomé Milpas Altas, se tomará un valor del 10 % como factor del caudal domiciliar.

$$Q_{ili} = Q_{dom} * 0.10 \quad (\text{Ec. 54})$$

Donde:

Q_{ili} = caudal de conexiones ilícitas (l/s)

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/hab/día)

2.2.3.7.6. Factor caudal medio

Este factor tiene la finalidad de controlar la contribución de caudal en la tubería. Se calcula tomando en cuenta la suma de los caudales provenientes de las actividades de los habitantes, que incluyen los flujos residenciales, comerciales, aquellos generados por conexiones ilegales e infiltración. De acuerdo con las directrices del INFOM, el valor de este factor debe caer en el intervalo de 0.002 a 0.005 y se expresa de la siguiente manera:

$$fqm = \frac{Q_{med}}{No.hab} \quad (\text{Ec. 55})$$

Donde:

fqm = factor de caudal medio

Q_{med} = caudal medio

$No. hab.$ = número de habitantes en el tramo a analizar

2.2.3.7.7. Caudal de diseño

El caudal de diseño es fundamental para determinar las condiciones hidráulicas que servirán de base en la planificación del sistema de alcantarillado. Este caudal debe ser calculado de forma individual para cada segmento de la red. Para estimar la cantidad de aguas residuales que el alcantarillado transportará en los distintos puntos donde fluye, se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q_d = No. hab. * F.H. * FQM \quad (Ec. 56)$$

Donde:

Q_d = caudal de diseño (l/s)

FH = factor de Hardmon

FHQ = factor de caudal medio

2.2.3.8. Tipo de tubería a utilizar

La elección de la tubería para este proyecto se realiza teniendo en cuenta las condiciones específicas en las que se planea construir el sistema de alcantarillado. Varios factores influyen en esta selección, que incluyen la eficiencia, la economía, la durabilidad, la facilidad de manejo y la instalación.

Para los sistemas de alcantarillado sanitario se deben utilizar materiales que sean capaces de resistir diferentes niveles de presión externa. Sin embargo,

no necesitan una resistencia elevada a la presión interna, ya que operan con sección parcialmente llena, funcionando en esencia como canales.

En el contexto de este proyecto se utilizaría tubería PVC de la norma F-949. Esta opción se basa en su facilidad de instalación y su capacidad para optimizar el tiempo requerido para llevar a cabo el proyecto.

2.2.3.9. Diseño de secciones y pendientes

Se sugiere que la pendiente empleada en el diseño del sistema sea la misma que presenta el terreno natural. Este parámetro ayuda a evitar costos adicionales asociados a excavaciones excesivas, siempre y cuando cumpla con los criterios hidráulicos requeridos y las velocidades permitidas. La forma de calcular la pendiente natural del terreno es la siguiente:

$$\%S = \frac{CTI-CTF}{D_H} * 100 \quad (\text{Ec. 57})$$

Donde:

$\%S$ = porcentaje de pendiente de terreno

CTI = cota de terreno inicial

CTF = cota de terreno final

D_H = distancia horizontal entre cota inicial y cota final

En lo que respecta a la sección, podemos dividirla en dos tipos: sección llena y sección parcialmente llena. La sección llena representa la totalidad del espacio dentro del tubo de conducción, mientras que la sección parcialmente llena es aquella que realmente contendrá el caudal máximo diseñado. En otras

palabras, la sección parcialmente llena se define en función del nivel de agua correspondiente al caudal de diseño.

Para determinar este caudal se utilizará la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{\pi}{4} * \phi^2 * v \quad (\text{Ec. 58})$$

Donde:

Q = caudal a sección llena (m^3/s)

ϕ = diámetro de la tubería (in)

v = velocidad a sección llena (m/s)

2.2.3.9.1. Velocidades máximas y mínimas

El límite de velocidad es el factor de diseño principal. Si la velocidad cae por debajo de este límite, puede resultar en la acumulación de sedimentos en la tubería, mientras que, si excede el límite, existe la posibilidad de que se produzca corrosión en la tubería.

Las regulaciones generales del INFOM para el diseño de sistemas de alcantarillado establecen el siguiente rango de velocidades para tubería de concreto:

$$0.60 \text{ m/s} < v < 3.00 \text{ m/s}$$

Y para tubería PVC el manual técnico de DURMAN establece el siguiente rango de velocidades:

$$0.30 \text{ m/s} < v < 5.00 \text{ m/s}$$

2.2.3.9.2. Cotas Invert

La cota invertida es el punto que define el nivel más bajo de la tubería que conecta dos pozos de visita. Se distingue en cota invertida de entrada, que se refiere a la elevación en la entrada del pozo de visita, y cota invertida de salida, que corresponde a la elevación en la salida del mismo. Para el diseño de drenajes sanitarios se utilizan los siguientes parámetros:

- Si las tuberías de entrada y salida de un pozo de visita tienen el mismo diámetro, la cota invertida de salida se ubicará a tres centímetros por debajo de la cota invertida de entrada en el mismo pozo.
- En el caso de que haya un cambio en el diámetro de las tuberías de entrada y salida, la cota invertida de salida se situará al menos a una altura igual a la diferencia de diámetros, pero siempre a una elevación más baja que la cota invertida de entrada del mismo pozo.

Las cotas invert de los puntos de entrada y salida de la tubería de alcantarillado se deben determinar de la siguiente manera:

- Cota invert de salida

Para determinar la cota invert de salida de un pozo, se utiliza el siguiente procedimiento:

$$CI = CTI - H_{min} \quad (\text{Ec. 59})$$

Donde:

CI = cota invert (m)

CTI = cota de terreno inicial(m)

H_{min} = altura mínima del pozo (m)

Una vez que haya establecido la cota inicial utilizando el método indicado anteriormente, las cotas para los tramos restantes se calcularán restando tres centímetros a la cota invertida de entrada del pozo correspondiente al tramo anterior.

$$CIS = CIE - 0.03 \text{ m}$$

Donde:

CIS = cota invert de salida (m)

CIE = cota invert de entrada (m)

- Cota invert de entrada

Para determinar la cota invert de entrada de un pozo, se utiliza el siguiente procedimiento:

$$CIE = CIS - (D.H.* \%S_{tubo}) \quad (\text{Ec. 70})$$

Donde:

CIS = cota invert de salida del pozo anterior (m)

CIE = cota invert de entrada (m)

$D.H.$ = distancia horizontal entre pozos de visita (m)

$\%S_{tubo}$ = pendiente de la tubería con respecto al terreno (m)

2.2.3.9.3. Profundidad de instalación de tubería

La tubería debe ser instalada a una profundidad que la proteja de las condiciones climáticas y, especialmente, de las cargas generadas por el tráfico, evitando así daños o roturas en los tubos.

La profundidad mínima de la tubería, medida desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería en cualquier punto de su recorrido, se determinará de la siguiente manera:

- Tubería de concreto
 - Bajo tránsito liviano (menor a 2 toneladas) = 1.00 m.
 - Bajo tránsito pesado = 1.20 m.
- Tubería de PVC
 - Bajo tránsito liviano = 0.60 m.
 - Bajo tránsito pesado = 1.20 m.

2.2.3.9.4. Diámetro de tubería

El diámetro mínimo a considerar en los sistemas de drenaje sanitario será de 8 pulgadas para tuberías de concreto o 6 pulgadas para tuberías de PVC.

En las conexiones residenciales, se establecerá un diámetro mínimo de 6 pulgadas para las tuberías de concreto y 4 pulgadas para las tuberías de PVC. En el caso de las tuberías de PVC, se utilizará un reductor de 4" x 3" como medida de precaución para evitar obstrucciones en la entrada de la conexión. Además, la abertura de registro domiciliar deberá tener un tamaño mínimo de 12 pulgadas.

2.2.3.10. Colectores

Este conducto principal tiene la función de llevar todas las aguas residuales generadas en las edificaciones hacia la planta de tratamiento. Estará posicionado al centro de la vía pública y se caracteriza por tener secciones circulares con diámetros establecidos en el diseño hidráulico. Para efectos del presente proyecto se utilizará tubería PVC de la norma ASTM F-949.

2.2.3.11. Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que varían en forma, aunque usualmente suelen ser cilíndricas. Tienen dos funciones principales: permiten la inspección y el mantenimiento de la red, al mismo tiempo que actúan como dispositivos para disipar la energía en las tuberías.

Según la normativa establecida por el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) para la construcción de alcantarillados en el país, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- Inicio de cualquier ramal.
- Intersección de dos o más tuberías colectoras.
- Cambio de diámetro de tubería.
- Cambio de pendiente.

- Cambio de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- En tramos no mayores de 100 metros de línea recta diámetros hasta de 24”.
- En distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24”.
- Para profundizar la tubería cuando no cumple la profundidad mínima.

2.2.3.12. Conexiones domiciliarias

Estas subestructuras tienen como objetivo evacuar todas las aguas generadas por las edificaciones y llevarlas hacia el colector o el sistema de alcantarillado principal.

Estas subestructuras se componen de las siguientes partes:

- Caja de registro o candela domiciliar

La conexión se efectúa mediante una estructura de inspección, conocida como caja o candela, que puede construirse utilizando mampostería o tubos de concreto dispuestos en posición vertical. El lado más corto de la caja debe medir 45 centímetros, o en caso de ser circular, su diámetro no debe ser inferior a 12 pulgadas. Estas estructuras deben ser impermeables en su interior y contar con una tapadera que permita realizar inspecciones.

El fondo de la caja debe estar hecho de concreto y debe tener una pendiente adecuada para permitir el flujo de las aguas hacia la tubería secundaria, facilitando así su conducción hacia el colector central. La altura mínima de esta estructura, la candela, debe ser de un metro.

- Tubería secundaria

Las tuberías utilizadas en estas conexiones son de PVC y tienen un diámetro de 4 pulgadas. Estas tuberías presentan una pendiente que varía entre el 2 % y el 6 %. Se extienden desde la caja domiciliar hacia la línea principal, conectándose a esta última con un ángulo de 45° en dirección al flujo interno del colector.

2.2.3.13. Principios hidráulicos

Los drenajes sanitarios operan al transportar el agua residual a través de conductos expuestos al aire, conocidos como canales. La velocidad del flujo está determinada por la inclinación del canal y la naturaleza del material utilizado en su construcción. Estos canales pueden ser de sección abierta o cerrada.

En sistemas de drenaje sanitario, se emplean canales cerrados de forma circular, donde la superficie del agua está expuesta a la presión atmosférica y, en algunos casos, a la presión generada por los gases que se forman en el canal.

Para asegurar el funcionamiento eficaz de estos sistemas, el diseñador deberá de seguir una serie de principios hidráulicos que tendrán como resultado que la red cumpla con el periodo de vida útil previsto.

2.2.3.13.1. Ecuación de Manning

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se realizará utilizando la fórmula de Manning en el sistema métrico, específicamente para secciones circulares, de la siguiente manera:

$$V = \frac{0.03429 * \phi^{2/3} * S^{1/2}}{n} * 100 \quad (\text{Ec. 71})$$

Donde:

V = velocidad de flujo a sección llena (m/s)

ϕ = diámetro de la sección circular (plg)

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

n = coeficiente de rugosidad (0.10 para tubería de PVC)

2.2.3.13.2. Relación de diámetros y caudales

La relación q/Q debe ser igual o menor a 0.75, mientras que la relación d/D debe estar en el rango de 0.10 a 0.75 en el caso del alcantarillado sanitario. En general, cuando la velocidad de diseño cumple con las especificaciones, no es necesario que la relación d/D se ajuste al cien por ciento, ya que la misma velocidad de diseño asegura un flujo adecuado de los desechos a través de la tubería sin problemas.

2.2.3.13.3. Relaciones hidráulicas

Se emplean las tablas proporcionadas por la Norma del INFOM. En este proceso, se comienza por calcular la relación (q/Q) y luego se busca este valor en las tablas. En caso de que no se encuentre una coincidencia exacta, se busca el valor más cercano.

Para leer la tabla, se sigue una dirección de izquierda a derecha. Primero, se localiza la relación q/Q y, a continuación, en la misma fila, se identifican los valores correspondientes de las relaciones v/V y d/D .

Estas relaciones desempeñan un papel crucial en la evaluación del funcionamiento adecuado del sistema. En caso de que los valores obtenidos no cumplan con las especificaciones requeridas, es necesario revisar la pendiente del colector en relación con el terreno o considerar si el tramo en análisis necesita un aumento en su diámetro.

2.2.3.14. Ejemplo del diseño de un tramo

En la tabla 24 se prestan los datos para el diseño del tramo PVS 57 – 57.5.

Tabla 24.

Bases de diseño para el tramo PVS 57-57.5

Período de diseño	30 años
Viviendas actuales	425 viviendas
Densidad de vivienda	4.25 habitantes/vivienda
Población actual	1,807 habitantes
Tasa de crecimiento	1.31 %
Población Futura	2,439 habitantes
Dotación	110 l/hab/día
Factor de retorno	0.75
Velocidades máximas y mínimas	$0.40 < V \leq 4$ m/s (PVC)
Tipo y diámetro de tubería mínimo	PVC de 6" / $n = 0.010$
Cota inicial del terreno	1,983.77 m
Cota final del terreno	1,980.63 m
Distancia horizontal	71.2 m

Nota. Datos para la elaboración de un tramo. Elaboración propia, realizado con Excel.

- PVS 57 A PVS 57.5
 - Cálculo de la pendiente del terreno
 - Cota inicial (CTI) = 1,983.77
 - Cota final (CTF) = 1,980.63
 - Distancia horizontal (D_H) = 71.2

$$\%S = \frac{CTI - CTF}{D_H} * 100 = \frac{1,983.77 - 1,980.63}{71.2} * 100 = 4.41 \%$$

- Población de diseño

Bajo el supuesto de que los componentes demográficos del municipio se comportan de la misma forma que en los años 2033 al 2051 (como se explicó previamente en la sección 2.2.3.3. y en base a la Tabla XXI) se utilizó una tasa de crecimiento de 0.90 %.

No. Casas = 5 (para este tramo)

$$\#habitantes = 5 \times 4.25 = 21.25$$

$$P_f = P_o * (R+1)^n$$

$$P_f = 21.25 * (0.90 \% + 1)^{30}$$

$$P_f = 28 \text{ habitantes}$$

Cantidad de habitantes acumulados hasta este tramo 1,271 hab

- Caudal sanitario

- Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{Dot * F.R. * No.hab.}{86,400}$$

$$Q_{dom} = \frac{110 * 0.75 * 1,271}{86,400} = 1.21 \text{ l/s}$$

- Caudal por conexiones ilícitas

$$Q_{ili} = Q_{dom} * 0.10$$

$$Q_{ili} = 1.21 * 0.10 = 0.121 \text{ l/s}$$

$$Q_{sanitario} = Q_{domiciliar} + Q_{comercial} + Q_{industrial} + Q_{inf} + Q_{ilic}$$

$$Q_{sanitario} = 1.21 + 0 + 0 + 0 + 0.121$$

$$Q_{sanitario} = 1.33 \text{ l/s}$$

- Factor de caudal medio

De acuerdo con las directrices del INFOM, el valor de este factor debe estar en un intervalo entre 0.002 a 0.005 si el valor es menor que el límite menor permisible se deberá de utilizar 0.002.

$$fqm = \frac{Q_{med}}{No.hab}$$

$$fqm = \frac{1.33}{1.271} = 0.002$$

- Factor de Harmond

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

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{1,271/1,000}}{4 + \sqrt{1,271/1,000}} = 3.73$$

- Caudal de diseño

- $P_f = 1,271$ habitantes
- $F.H. = 3.73$
- $fqm = 0.002$

$$Q_d = No.hab.* F.H.* FQM$$

$$Q_d = 1,271 * 3.73 * 0.002 = 9.48 \text{ l/s}$$

- Diseño hidráulico

- Tubería = PVC
- $\varnothing$ tubería = 6 pulgadas
- %S tubería = 2.75 %
- $n = 0.010$ (coeficiente de rugosidad de Manning para PVC)

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0.03429 * \phi^{2/3} * S^{1/2}}{n} * 100$$

$$V = \frac{0.03429 * 6^{2/3} * 2.75^{1/2}}{0.01} * 100 = 1.80 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

$$Q = \frac{\pi}{4} * \phi^2 * v$$

$$Q = \frac{\pi}{4} * 6^2 * 1.80 = 32.9 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{9.48}{32.9}$$

$$\frac{q}{Q} = 0.288$$

Al comprobar que $q < Q$, se consultan las tablas y se selecciona el valor más próximo al obtenido. Consulte el anexo I para más detalles.

$$\frac{v}{V} = 0.903 \quad y \quad \frac{d}{D} = 0.401$$

- Velocidad de diseño

$$v = 0.903 m/s * 1.80 m/s = 1.63 m/s$$

$$v = 1.63 m/s$$

La velocidad se encuentra dentro del rango permisible, por lo tanto, cumple.

$$0.40 m/s \leq 1.63 m/s \leq 4 m/s$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0.401$$

El tirante se encuentra dentro del rango permisible, por lo tanto, cumple.

$$0.10 \leq 0.401 \leq 0.75$$

- Cotas invert

- Cota invert de salida – PVS 57

$$CIE = 1,981.14$$

$$CIS = CIE - 0.03 m$$

$$CIS = 1,981.14 - 0.03 m = 1,981.11$$

- Cota invert de entrada – PVS 57.5

$$CIE = CIS - \frac{S \% * DHD}{100}$$

$$CIE = 1,981.11 - \frac{2.75 \% * 70.60}{100} = 1,979.17$$

- Profundidad de pozo de visita

- Pozo de visita sanitario (PVS) 57

$$CIS = 1,981.11 \text{ m}$$

$$CTI = 1,983.77 \text{ m}$$

$$H_{min} = 1,983.77 - 1,981.109 = 2.66 \text{ m}$$

- Pozo de visita sanitario (PVS) 57.5

$$CIE = 1,979.168 \text{ m}$$

$$CTI = 1,980.63 \text{ m}$$

$$H_{min} = 1,980.63 - 1,979.17 = 1.46 \text{ m}$$

- Excavación

$$Exc = \left(\frac{Prof. pozo inicial + Prof. pozo final}{2} \right) \times \text{Ancho de zanja} \times DH$$

$$Exc = \left(\frac{2.66 \text{ m} + 1.46 \text{ m}}{2} \right) \times 0.60 \text{ m} \times 71.20 \text{ m}$$

$$Exc = 88.00 \text{ m}^3$$

- Relleno

$$Relleno = Exc - \left(\frac{\pi}{4} \times (\emptyset \times 0.0254)^2 \times DH \right)$$

$$Relleno = 88.00 - \left(\frac{\pi}{4} \times (6 \times 0.0254)^2 \times 71.20 \right)$$

$$Relleno = 86.70 \text{ m}^3$$

A continuación, se presenta el resumen de cálculos de toda la red de drenaje sanitario.

Tabla 25.
Diseño de sector Cipreson

DE PV		A PV	COTAS DE TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		FACT. HARM		fqm	Qd (L/s)		DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q	v/v	v (m/s)		d/D	COT. INVERT		PROF. POZO		Dhef	ANCHO ZANJA (m)	EXC (m3)
			INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.		ACT.	FUT.			V (m/s)	Q(l/s)			FUT.	FUT.		FUT.	FUT.	INICIO	FINAL			
SECTOR CIPRESON																															
60	61	2042.75	2038.32	26.72	16.59	2	2	8.5	12	4.42	4.41	0.002	0.08	0.11	6	17.00	4.48	81.8	0.001294	0.163129	0.73	0.025	2041.350	2036.909	1.40	1.41	26.12	0.60	22.51		
61	62	2038.32	2030.13	51.56	15.88	4	6	25.5	35	4.37	4.34	0.002	0.22	0.30	6	16.00	4.35	79.3	0.003833	0.239853	1.04	0.045	2036.879	2028.726	1.44	1.40	50.96	0.60	43.95		
62	63	2030.13	2024.83	25.65	20.67	3	9	38.25	52	4.34	4.31	0.002	0.33	0.45	6	21.50	5.04	91.9	0.004876	0.256893	1.29	0.050	2028.696	2023.310	1.43	1.52	25.05	0.60	22.69		
63	64	2024.83	2022.58	16.41	13.67	0	9	38.25	53	4.34	4.31	0.002	0.33	0.46	6	14.50	4.14	75.5	0.006050	0.273304	1.13	0.055	2023.280	2020.987	1.55	1.59	15.81	0.60	15.46		
64	65	2022.58	2020.64	12.14	16.01	0	9	38.25	55	4.34	4.31	0.002	0.33	0.47	6	18.00	4.61	84.1	0.005630	0.266810	1.23	0.053	2020.957	2018.880	1.62	1.76	11.54	0.60	12.32		
65	66	2020.64	2020.72	5.51	-1.54	0	9	38.25	57	4.34	4.30	0.002	0.33	0.49	6	1.20	1.19	21.7	0.022582	0.401157	0.48	0.100	2018.850	2018.791	1.79	1.93	4.91	0.60	6.15		
66	67	2020.72	2021.59	63.5	-1.37	6	15	63.75	91	4.29	4.25	0.002	0.55	0.77	6	0.75	0.94	17.2	0.045091	0.533517	0.50	0.158	2018.761	2018.290	1.96	3.30	62.90	0.60	100.24		
67	68	2021.59	2021.42	64.31	0.27	4	19	80.75	114	4.27	4.23	0.002	0.69	0.96	6	0.75	0.94	17.2	0.056129	0.561815	0.53	0.172	2018.260	2017.782	3.33	3.64	63.71	0.60	134.43		
68	69	2021.42	2022.12	36.31	-1.92	4	23	97.75	137	4.25	4.20	0.002	0.83	1.15	6	0.75	0.94	17.2	0.067070	0.588966	0.55	0.186	2017.752	2017.484	3.67	4.63	35.71	0.60	90.41		
69	70	2022.12	2016.54	45.45	12.28	5	28	119	165	4.22	4.18	0.002	1.00	1.38	6	8.00	3.07	56.1	0.024579	0.435721	1.34	0.114	2017.454	2013.866	4.66	2.67	44.85	0.60	99.97		
70	71	2016.54	2012.26	24.84	17.21	1	29	123.3	171	4.22	4.17	0.002	1.04	1.43	6	17.00	4.48	81.8	0.017452	0.390908	1.75	0.096	2013.836	2009.715	2.70	2.55	24.24	0.60	39.09		
71	72	2012.26	2009.85	13.59	17.74	1	30	127.5	177	4.21	4.17	0.002	1.07	1.48	6	17.00	4.48	81.8	0.018042	0.396055	1.78	0.098	2009.685	2007.477	2.58	2.37	12.99	0.60	20.18		
72	73	2009.85	2001.40	44.26	19.09	2	32	136	189	4.20	4.16	0.002	1.14	1.57	6	19.00	4.74	86.4	0.018179	0.396055	1.88	0.098	2007.447	1999.151	2.40	2.25	43.66	0.60	61.81		
73	74	2001.40	1994.42	52.07	13.42	1	33	140.3	195	4.20	4.15	0.002	1.18	1.62	6	13.00	3.92	71.5	0.022649	0.421146	1.65	0.108	1999.121	1992.430	2.28	1.99	51.47	0.60	66.68		
74	PT	1994.42	1994.05	8.36	4.39	3	36	153	212	4.19	4.14	0.002	1.28	1.75	6	5.00	2.43	44.3	0.039577	0.486457	1.18	0.136	1992.400	1992.012	2.02	2.04	7.76	0.60	10.17		

Nota. Memoria de cálculo. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 26.
Diseño de sector zona 4 (1/3)

DE PV	A PV	COTAS DE TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		FACT. HARM		fqm	Qd (L/s)		DIAM. (pulg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q	v/v	v (m/s)	d/D	COT. INVERT		PROF. POZO		D _{Hef}	ANCHO ZANJA (m)	EXC (m³)				
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.		ACT.	FUT.			V (m/s)	Q(l/s)					FUT.	FUT.	FUT.	FUT.				INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
SECTOR ZONA 4																																	
1	2	2094.66	2093.23	45.89	3.12	4	4	17	23	4.39	4.37	0.002	0.15	0.20	6	3.20	1.94	35.5	0.005670	0.270068	0.53	0.054	2093.260	2091.811	1.40	1.42	45.29	0.60	38.76				
2	3	2093.23	2092.94	23.43	1.23	1	5	21.25	29	4.38	4.36	0.002	0.19	0.25	6	1.30	1.24	22.6	0.011177	0.331034	0.41	0.074	2091.781	2091.484	1.45	1.45	22.83	0.60	20.38				
3	4	2092.94	2092.18	10.06	7.55	1	6	25.5	35	4.37	4.34	0.002	0.22	0.30	6	7.60	3.00	54.7	0.005562	0.270068	0.81	0.054	2091.454	2090.735	1.48	1.44	9.46	0.60	8.83				
4	5	2092.18	2085.90	41.54	15.10	2	8	34	47	4.35	4.32	0.002	0.30	0.41	6	15.20	4.24	77.3	0.005253	0.263528	1.12	0.052	2090.705	2084.482	1.47	1.42	40.94	0.60	36.08				
5	6	2085.90	2078.92	41.54	16.80	2	10	42.5	59	4.33	4.30	0.002	0.37	0.51	6	17.00	4.48	81.8	0.006206	0.279709	1.25	0.057	2084.452	2077.492	1.45	1.43	40.94	0.60	35.93				
6	7	2078.92	2071.25	44.02	17.44	2	12	51	71	4.31	4.28	0.002	0.44	0.61	6	17.60	4.56	83.2	0.007308	0.292267	1.33	0.062	2077.462	2069.820	1.46	1.43	43.42	0.60	38.15				
7	8	2071.25	2066.97	32.69	13.10	3	15	63.75	88	4.29	4.26	0.002	0.55	0.75	6	13.20	3.95	72.0	0.010403	0.319412	1.26	0.070	2069.790	2065.554	1.46	1.41	32.09	0.60	28.15				
8	9	2066.97	2058.93	65.07	12.35	2	17	72.25	100	4.28	4.24	0.002	0.62	0.85	6	12.50	3.84	70.1	0.012106	0.333900	1.28	0.075	2065.524	2057.466	1.44	1.46	64.47	0.60	56.76				
9	10	2058.93	2055.03	26.73	14.59	1	18	76.5	106	4.27	4.24	0.002	0.65	0.90	6	14.60	4.15	75.8	0.011854	0.333900	1.39	0.075	2057.436	2053.621	1.49	1.41	26.13	0.60	23.28				
10	11	2055.03	2045.20	71.41	13.77	3	21	89.25	123	4.26	4.22	0.002	0.76	1.04	6	13.90	4.05	73.9	0.014035	0.350786	1.42	0.081	2053.591	2043.748	1.44	1.45	70.81	0.60	61.85				
11	12	2045.20	2038.64	42.15	15.57	2	23	97.75	135	4.25	4.21	0.002	0.83	1.14	6	15.90	4.33	79.1	0.014361	0.353551	1.53	0.082	2043.718	2037.112	1.48	1.52	41.55	0.60	37.96				
12	13	2038.64	2034.09	30.89	14.72	2	25	106.3	147	4.24	4.19	0.002	0.90	1.23	6	14.70	4.17	76.0	0.016218	0.367173	1.53	0.087	2037.082	2032.629	1.55	1.46	30.29	0.60	27.91				
13	14	2034.09	2025.23	63.63	13.93	3	28	119	164	4.22	4.18	0.002	1.00	1.37	6	14.00	4.07	74.2	0.018471	0.383103	1.56	0.093	2032.599	2023.775	1.49	1.45	63.03	0.60	56.09				
14	15	2025.23	2019.19	61.76	9.77	4	32	136	187	4.20	4.16	0.002	1.14	1.56	6	9.80	3.40	62.1	0.025055	0.421146	1.43	0.108	2023.745	2017.751	1.48	1.44	61.16	0.60	54.06				
15	16	2019.19	2013.85	43.51	12.28	1	33	140.3	193	4.20	4.15	0.002	1.18	1.60	6	12.35	3.82	69.7	0.023008	0.411234	1.57	0.104	2017.721	2012.422	1.47	1.43	42.91	0.60	37.77				
17.4	17.3	2020.56	2019.73	74.27	1.12	7	7	29.75	39	4.36	4.34	0.002	0.26	0.34	6	1.10	1.14	20.8	0.016260	0.372532	0.42	0.089	2019.162	2018.352	1.40	1.38	73.67	0.60	61.85				
17.3	17.2	2019.73	2020.23	44.06	-1.14	3	10	42.5	56	4.33	4.30	0.002	0.37	0.48	6	1.10	1.14	20.8	0.023181	0.413727	0.47	0.105	2018.322	2017.843	1.41	2.39	43.46	0.60	50.15				
17.2	17.1	2020.23	2018.50	35.32	4.90	2	12	51	68	4.31	4.29	0.002	0.44	0.58	6	3.00	1.88	34.3	0.016971	0.377842	0.71	0.091	2017.813	2016.772	2.42	1.73	34.72	0.60	43.95				
17.1	17	2018.50	2014.27	77.15	5.49	7	19	80.75	107	4.27	4.24	0.002	0.69	0.91	6	5.10	2.45	44.8	0.020240	0.398611	0.98	0.099	2016.742	2012.838	1.76	1.43	76.55	0.60	73.87				
16	17	2013.85	2014.27	17.82	-2.37	1	53	225.3	306	4.13	4.07	0.002	1.86	2.49	6	2.40	1.68	30.7	0.081179	0.598402	1.01	0.191	2012.392	2011.979	1.46	2.29	17.22	0.60	20.03				
17	18	2014.27	2017.48	41.15	-7.80	1	54	229.5	312	4.13	4.07	0.002	1.89	2.54	6	0.75	0.94	17.2	0.147932	0.713378	0.67	0.258	2011.949	2011.644	2.32	5.83	40.55	0.60	100.68				
18	19	2017.48	2017.00	29.55	1.62	2	56	238	324	4.12	4.06	0.002	1.96	2.63	6	0.75	0.94	17.2	0.153352	0.721193	0.68	0.263	2011.614	2011.397	5.86	5.60	28.95	0.60	101.66				
19	20	2017.00	2015.78	19.56	6.25	3	59	250.8	341	4.11	4.05	0.002	2.06	2.76	6	0.75	0.94	17.2	0.161007	0.730444	0.69	0.269	2011.367	2011.225	5.63	4.55	18.96	0.60	59.76				
20	21	2015.78	2010.34	71.93	7.56	6	65	276.3	375	4.09	4.04	0.002	2.26	3.03	6	4.00	2.17	39.7	0.076313	0.588966	1.28	0.186	2011.195	2008.342	4.58	2.00	71.33	0.60	141.99				
21	22	2010.34	2006.88	43.64	7.92	3	68	289	392	4.09	4.03	0.002	2.36	3.16	6	7.90	3.06	55.7	0.056637	0.539682	1.65	0.161	2008.312	2004.912	2.03	1.97	43.04	0.60	52.38				
22	23	2006.88	2002.59	59.07	7.28	5	73	310.3	420	4.07	4.01	0.002	2.53	3.37	6	7.30	2.94	53.6	0.062903	0.555851	1.63	0.169	2004.882	2000.613	2.00	1.97	58.47	0.60	70.44				
23	23.5	2002.59	1998.43	56.26	7.39	4	77	327.3	443	4.06	4.00	0.002	2.66	3.54	6	7.40	2.96	53.9	0.065712	0.563791	1.67	0.173	2000.583	1996.465	2.00	1.97	55.66	0.60	66.97				
23.5	24	1998.43	1994.56	56.26	6.88	6	83	352.8	477	4.05	3.98	0.002	2.86	3.80	6	6.90	2.86	52.1	0.072981	0.581320	1.66	0.182	1996.435	1992.594	2.00	1.96	55.66	0.60	66.83				
24	24.5	1994.56	1991.20	56.61	5.93	4	87	369.8	500	4.04	3.97	0.002	2.99	3.97	6	6.00	2.66	48.6	0.081822	0.602140	1.60	0.193	1992.564	1989.203	1.99	2.00	56.01	0.60	67.78				
24.5	25	1991.20	1988.30	56.61	5.13	2	89	378.3	512	4.03	3.97	0.002	3.05	4.06	6	5.10	2.45	44.8	0.090756	0.618706	1.52	0.202	1989.173	1986.317	2.03	1.98	56.01	0.60	68.07				
25	57	1988.30	1983.77	99.93	4.53	7	96	408	551	4.02	3.95	0.002	3.28	4.36	6	4.60	2.33	42.5	0.102407	0.641931	1.50	0.215	1986.287	1981.718	2.01	2.05	99.33	0.60	121.89				

Nota. Memoria de cálculo. Elaboración propia, realizado con Excel.

Tabla 27.

Diseño de sector zona 4 (2/3)

DE PV	A PV	COTAS DE TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		FACT. HARM		f _{qm}	Qd (L/s)		DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q	v/V	v (m/s)		d/D	COT. INVERT		PROF. POZO		D _{HeF}	ANCHO ZANJA (m)	EXC (m³)
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.		ACT.	FUT.			V (m/s)	Q (l/s)			FUT.	FUT.		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL			
26	27	2019.82	2013.25	34.79	18.88	3	3	12.75	17	4.40	4.39	0.002	0.11	0.15	6	20.00	4.86	88.7	0.001683	0.183921	0.89	0.030	2018.421	2011.583	1.40	1.67	34.19	0.60	32.03	
27	28	2013.25	2009.20	33.13	12.22	2	5	21.25	29	4.38	4.36	0.002	0.19	0.25	6	13.00	3.92	71.5	0.003535	0.236362	0.93	0.044	2011.553	2007.324	1.70	1.88	32.53	0.60	35.57	
28	29	2009.20	2006.12	33.35	9.25	3	8	34	46	4.35	4.32	0.002	0.30	0.40	6	11.00	3.61	65.8	0.006046	0.276517	1.00	0.056	2007.294	2003.692	1.91	2.43	32.75	0.60	43.40	
29	30	2006.12	2003.92	34.68	6.35	2	10	42.5	58	4.33	4.30	0.002	0.37	0.50	6	8.00	3.07	56.1	0.008896	0.310524	0.95	0.067	2003.662	2000.935	2.46	2.98	34.08	0.60	56.62	
30.1	30	2001.68	2003.92	77.45	-2.89	7	7	29.75	39	4.36	4.34	0.002	0.26	0.34	6	1.00	1.09	19.8	0.017053	0.377842	0.41	0.091	2000.284	1999.515	1.40	4.40	76.85	0.60	134.84	
30	31	2003.92	1998.54	85.4	6.29	7	24	102	136	4.24	4.20	0.002	0.87	1.14	6	6.00	2.66	48.6	0.023545	0.416210	1.11	0.106	1999.485	1994.397	4.43	4.15	84.80	0.60	219.82	
31.1	31	1997.22	1998.54	51.05	-2.59	6	6	25.5	34	4.37	4.35	0.002	0.22	0.30	6	1.50	1.33	24.3	0.012168	0.342408	0.44	0.078	1995.823	1995.066	1.40	3.48	50.45	0.60	74.70	
31	32	1998.54	1994.62	63.8	6.15	5	35	148.8	198	4.19	4.15	0.002	1.25	1.64	6	7.00	2.88	52.5	0.031322	0.452307	1.30	0.121	1994.367	1989.943	4.18	4.68	63.20	0.60	169.49	
32.1	32	1991.65	1994.62	66.79	-4.44	9	9	38.25	51	4.34	4.31	0.002	0.33	0.44	6	0.80	0.97	17.7	0.024804	0.423599	0.46	0.109	1990.254	1989.725	1.40	4.90	66.19	0.60	126.18	
32	33	1994.62	1990.26	95.18	4.58	6	50	212.5	283	4.14	4.09	0.002	1.76	2.31	6	2.00	1.54	28.0	0.082533	0.604001	0.93	0.194	1989.695	1987.803	4.93	2.46	94.58	0.60	210.95	
33.2	33.1	1991.64	1991.41	54.05	0.41	4	4	17	23	4.39	4.37	0.002	0.15	0.20	6	1.50	1.33	24.3	0.008281	0.301478	0.46	0.064	1990.235	1989.433	1.40	1.98	53.45	0.60	54.83	
33.1	33	1991.41	1990.26	36.41	3.16	4	8	34	46	4.35	4.32	0.002	0.30	0.40	6	3.20	1.94	35.5	0.011209	0.333900	0.65	0.075	1989.403	1988.257	2.01	2.01	35.81	0.60	43.88	
33	34	1990.26	1988.65	32.67	4.92	3	61	259.3	346	4.10	4.05	0.002	2.13	2.80	6	2.00	1.54	28.0	0.099972	0.638410	0.98	0.213	1987.773	1987.132	2.49	1.52	32.07	0.60	39.34	
34	35	1988.65	1987.25	46.49	3.02	4	65	276.3	369	4.09	4.04	0.002	2.26	2.98	6	2.00	1.54	28.0	0.106282	0.650652	1.00	0.220	1987.102	1985.725	1.55	1.52	45.89	0.60	42.92	
35	36	1987.25	1986.19	80.9	1.31	6	71	301.8	403	4.08	4.02	0.002	2.46	3.24	6	1.50	1.33	24.3	0.133436	0.695839	0.93	0.247	1985.695	1984.490	1.55	1.70	80.30	0.60	78.97	
36	37	1986.19	1985.53	61.5	1.07	7	78	331.5	442	4.06	4.00	0.002	2.69	3.54	6	1.50	1.33	24.3	0.145642	0.713378	0.95	0.258	1984.460	1983.547	1.73	1.99	60.90	0.60	68.56	
37	38	1985.53	1985.16	77.88	0.48	9	87	369.8	493	4.04	3.98	0.002	2.99	3.92	6	1.00	1.09	19.8	0.197772	0.777553	0.85	0.301	1983.517	1982.744	2.02	2.42	77.28	0.60	103.59	
40	41	2020.54	2015.00	23.59	23.46	1	1	4.25	6	4.44	4.43	0.002	0.04	0.05	6	24.20	5.35	97.5	0.000545	0.131335	0.70	0.018	2019.135	2013.572	1.40	1.43	22.99	0.60	20.02	
41	42	2015.00	2012.14	8.88	32.19	2	3	12.75	18	4.40	4.39	0.002	0.11	0.16	6	34.00	6.34	115.6	0.001366	0.175765	1.11	0.028	2013.542	2010.726	1.46	1.42	8.28	0.60	7.66	
42	43	2012.14	2010.00	42.03	5.10	2	5	21.25	30	4.38	4.35	0.002	0.19	0.26	6	5.10	2.45	44.8	0.005835	0.273304	0.67	0.055	2010.696	2008.583	1.45	1.42	41.43	0.60	36.08	
43	44	2010.00	2008.61	36.7	3.80	2	7	29.75	42	4.36	4.33	0.002	0.26	0.36	6	3.80	2.12	38.7	0.009408	0.316466	0.67	0.069	2008.553	2007.182	1.45	1.42	36.10	0.60	31.61	
44	45	2008.61	2008.83	7.1	-3.12	0	7	29.75	42	4.36	4.33	0.002	0.26	0.36	6	1.40	1.29	23.5	0.015500	0.367173	0.47	0.087	2007.152	2007.061	1.45	1.77	6.50	0.60	6.86	
45	46	2008.83	2007.82	22.09	4.55	3	10	42.5	59	4.33	4.30	0.002	0.37	0.51	6	2.90	1.85	33.8	0.015025	0.364475	0.67	0.086	2007.031	2006.407	1.80	1.42	21.49	0.60	21.29	
46	47	2007.82	2006.10	29.86	5.78	2	12	51	71	4.31	4.28	0.002	0.44	0.61	6	5.80	2.62	47.8	0.012731	0.345215	0.90	0.079	2006.377	2004.680	1.45	1.42	29.26	0.60	25.63	
47	48	2006.10	2003.00	46.07	6.72	3	15	63.75	88	4.29	4.26	0.002	0.55	0.75	6	6.70	2.81	51.3	0.014602	0.359039	1.01	0.084	2004.650	2001.604	1.45	1.40	45.47	0.60	39.27	
48	49	2003.00	2000.16	37.86	7.51	4	19	80.75	111	4.27	4.23	0.002	0.69	0.94	6	7.60	3.00	54.7	0.017182	0.377842	1.13	0.091	2001.574	1998.742	1.43	1.42	37.26	0.60	32.28	
49.1	49	2001.25	2000.16	78.37	1.39	8	8	34	45	4.35	4.32	0.002	0.30	0.39	6	1.20	1.19	21.7	0.017914	0.383103	0.46	0.093	1999.851	1998.917	1.40	1.24	77.77	0.60	62.08	
49	50	2000.16	1998.84	17.79	7.43	0	27	114.8	156	4.23	4.19	0.002	0.97	1.31	6	7.50	2.98	54.3	0.024047	0.418683	1.25	0.107	1998.712	1997.423	1.45	1.41	17.19	0.60	15.26	
50	51	1998.84	1996.97	31.08	6.02	3	30	127.5	173	4.21	4.17	0.002	1.07	1.44	6	6.00	2.66	48.6	0.029707	0.447612	1.19	0.119	1997.393	1995.564	1.44	1.40	30.48	0.60	26.54	
51	52	1996.97	1996.47	36.61	1.35	2	32	136	185	4.20	4.16	0.002	1.14	1.54	6	1.30	1.24	22.6	0.068082	0.571638	0.71	0.177	1995.534	1995.066	1.43	1.41	36.01	0.60	31.18	
52	53	1996.47	1995.90	65.45	0.87	5	37	157.3	213	4.18	4.14	0.002	1.32	1.76	6	0.90	1.03	18.8	0.093705	0.627735	0.65	0.207	1995.036	1994.452	1.44	1.45	64.85	0.60	56.69	
47	47.1	2006.10	2006.60	56.75	-0.88	4	4	17	23	4.39	4.37	0.002	0.15	0.20	6	2.20	1.61	29.4	0.006838	0.286029	0.46	0.059	2004.650	2003.415	1.45	3.18	56.15	0.60	78.77	
47.1	47.2	2006.60	2007.79	56.75	-2.10	4	8	34	46	4.35	4.32	0.002	0.30	0.40	6	1.50	1.33	24.3	0.016372	0.372532	0.50	0.089	2003.385	2002.543	3.21	5.25	56.15	0.60	144.01	
47.2	47.3	2007.79	2004.00	34.63	10.94	2	10	42.5	58	4.33	4.30	0.002	0.37	0.50	6	2.00	1.54	28.0	0.017792	0.383103	0.59	0.093	2002.513	2001.832	5.28	2.17	34.03	0.60	77.35	
47.3	47.4	2004.00	1999.60	51.6	8.53	4	14	59.5	81	4.30	4.27	0.002	0.51	0.69	6	7.50	2.98	54.3	0.012731	0.345215	1.03	0.079	2001.802	1997.977	2.20	1.62	51.00	0.60	59.12	
47.4	47.5	1999.60	1997.00	37.9	6.86	3	17	72.25	98	4.28	4.25	0.002	0.62	0.83	6	6.30	2.73	49.8	0.016721	0.375193	1.02	0.090	1997.947	1995.597	1.65	1.40	37.30	0.60	34.72	
47.5	53	1997.00	1995.90	16.03	6.84	0	17	72.25	98	4.28	4.25	0.002	0.62	0.83	6	7.00	2.88	52.5	0.015863	0.369859	1.06	0.088	1995.567	1994.487	1.43	1.42	15.43	0.60	13.70	
53	54	1995.90	1993.36	42.48	5.99	2	56	238	323	4.12	4.06	0.002	1.96	2.63	6	5.90	2.64	48.2	0.054515	0.535578	1.41	0.159	1994.422	1991.951	1.48	1.41	41.88	0.60	36.80	
54	55	1993.36	1990.45	46.9	6.21	3																								

Tabla 28.
Diseño de sector zona 4 (3/3)

DE PV		A PV		COTAS DE TERR.		DH (M)	S (%) TERR.	No. DE CASAS		HAB. SERVIR		FACT. HARM		fam	Qd (L/s)		DIAM. (pulg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		q/Q	v/V	v (m/s)		d/D	COT. INVERT		PROF. POZO		D _{Hef}	ANCHO ZANJA (m)	EXC (m3)
INICIO	FINAL	LOCAL	ACUM.	ACT.	FUT.			ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.		V (m/s)	Q(l/s)			FUT.	FUT.			INICIO	FINAL		INICIO	FINAL					
75	76	1984.49	1979.09	70.03	7.71	3	3	12.75	17	4.40	4.39	0.002	0.11	0.15	6	5.00	2.43	44.3	0.003366	0.229291	0.56	0.042	1980.990	1977.519	3.50	1.57	69.43	0.60	106.55			
76	77	1979.09	1982.59	100	-3.50	0	3	12.75	17	4.40	4.39	0.002	0.11	0.15	6	0.75	0.94	17.2	0.008691	0.307527	0.47	0.066	1977.489	1976.743	1.60	5.85	99.40	0.60	223.45			
77.3	77.2	1988.41	1987.84	67.39	0.85	4	4	17	23	4.39	4.37	0.002	0.15	0.20	6	1.65	1.40	25.5	0.007896	0.298427	0.42	0.063	1986.660	1985.558	1.75	2.28	66.79	0.60	81.52			
77.2	77.1	1987.84	1986.84	71.91	1.39	4	8	34	46	4.35	4.32	0.002	0.30	0.40	6	3.00	1.88	34.3	0.011577	0.336751	0.63	0.076	1985.528	1983.389	2.31	3.45	71.31	0.60	124.33			
77.1	77	1986.84	1982.59	49.83	8.53	2	10	42.5	58	4.33	4.30	0.002	0.37	0.50	6	10.00	3.44	62.7	0.007957	0.301478	1.04	0.064	1983.359	1978.436	3.48	4.15	49.23	0.60	114.15			
77	78	1982.59	1980.60	57.57	3.46	4	17	72.25	98	4.28	4.25	0.002	0.62	0.83	6	1.65	1.40	25.5	0.032672	0.459284	0.64	0.124	1976.713	1975.773	5.88	4.83	56.97	0.60	184.87			
78	79	1980.60	1977.97	47.53	5.53	0	17	72.25	98	4.28	4.25	0.002	0.62	0.83	6	1.70	1.42	25.9	0.032188	0.456967	0.65	0.123	1975.743	1974.945	4.86	3.02	46.93	0.60	112.39			
79.4	79.3	1987.03	1986.18	47.97	1.77	3	3	12.75	17	4.40	4.39	0.002	0.11	0.15	6	4.00	2.17	39.7	0.003763	0.239853	0.52	0.045	1985.630	1983.735	1.40	2.44	47.37	0.60	55.33			
79.3	79.2	1986.18	1984.27	61.49	3.11	4	7	29.75	40	4.36	4.33	0.002	0.26	0.35	6	4.00	2.17	39.7	0.008741	0.310524	0.68	0.067	1983.705	1981.270	2.47	3.00	60.89	0.60	101.00			
79.2	79.1	1984.27	1980.26	53.16	7.54	4	11	46.75	63	4.32	4.29	0.002	0.40	0.54	6	5.00	2.43	44.3	0.012200	0.342408	0.83	0.078	1981.240	1978.612	3.03	1.65	52.56	0.60	74.62			
79.1	79	1980.26	1977.97	82.32	2.78	1	12	51	69	4.31	4.28	0.002	0.44	0.59	6	4.00	2.17	39.7	0.014908	0.361764	0.79	0.085	1978.582	1975.313	1.68	2.66	81.72	0.60	107.07			
79	80	1977.97	1976.31	88.65	1.87	0	29	123.3	167	4.22	4.18	0.002	1.04	1.39	6	1.65	1.40	25.5	0.054754	0.535578	0.75	0.159	1974.915	1973.462	3.05	2.85	88.05	0.60	156.98			
80.3	80.2	1985.84	1983.00	66.12	4.30	4	4	17	23	4.39	4.37	0.002	0.15	0.20	6	4.50	2.31	42.1	0.004781	0.256893	0.59	0.050	1984.440	1981.492	1.40	1.51	65.52	0.60	57.69			
80.2	80.1	1983.00	1980.50	75.23	3.32	6	10	42.5	57	4.33	4.30	0.002	0.37	0.49	6	3.20	1.94	35.5	0.013829	0.353551	0.69	0.082	1981.462	1979.073	1.54	1.43	74.63	0.60	66.92			
80.1	80	1980.50	1976.31	90.58	4.63	1	11	46.75	63	4.32	4.29	0.002	0.40	0.54	6	4.75	2.37	43.2	0.012517	0.342408	0.81	0.078	1979.043	1974.769	1.46	1.54	89.98	0.60	81.45			
80	81	1976.31	1975.46	44.19	1.92	0	40	170	230	4.17	4.13	0.002	1.42	1.90	6	1.75	1.44	26.2	0.072341	0.581320	0.84	0.182	1973.432	1972.670	2.88	2.79	43.59	0.60	75.14			
81.4	81.3	1984.87	1982.87	49.64	4.03	3	3	12.75	17	4.40	4.39	0.002	0.11	0.15	6	4.25	2.24	40.9	0.003651	0.236362	0.53	0.044	1983.470	1981.386	1.40	1.48	49.04	0.60	42.95			
81.3	81.2	1982.87	1980.73	57.69	3.71	4	7	29.75	40	4.36	4.33	0.002	0.26	0.35	6	3.70	2.09	38.1	0.009089	0.310524	0.65	0.067	1981.356	1979.243	1.51	1.49	57.09	0.60	51.93			
81.2	81.1	1980.73	1978.42	59	3.92	4	11	46.75	63	4.32	4.29	0.002	0.40	0.54	6	4.00	2.17	39.7	0.013640	0.353551	0.77	0.082	1979.213	1976.877	1.52	1.54	58.40	0.60	54.15			
81.1	81	1978.42	1975.46	61.31	4.83	3	14	59.5	80	4.30	4.27	0.002	0.51	0.68	6	4.75	2.37	43.2	0.015804	0.369859	0.88	0.088	1976.847	1973.964	1.57	1.50	60.71	0.60	56.44			
81	82	1975.46	1972.33	58.89	5.31	4	58	246.5	333	4.11	4.06	0.002	2.03	2.70	6	3.25	1.96	35.7	0.075616	0.588966	1.15	0.186	1972.640	1970.745	2.82	1.58	58.29	0.60	77.83			
82.1	82	1973.20	1972.33	65.75	1.32	2	2	8.5	12	4.42	4.41	0.002	0.08	0.11	6	1.75	1.44	26.2	0.004032	0.243315	0.43	0.046	1971.800	1970.660	1.40	1.67	65.15	0.60	60.56			
82	90	1972.33	1972.63	20.2	-1.49	0	60	255	345	4.11	4.05	0.002	2.09	2.80	6	1.65	1.40	25.5	0.109762	0.655830	0.92	0.223	1970.630	1970.306	1.70	2.32	19.60	0.60	24.38			
83	84	1984.62	1982.85	44.26	4.00	2	2	8.5	12	4.42	4.41	0.002	0.08	0.11	6	4.25	2.24	40.9	0.002587	0.211049	0.47	0.037	1983.220	1981.364	1.40	1.49	43.66	0.60	38.31			
84	85	1982.85	1980.69	48.63	4.44	4	6	25.5	35	4.37	4.34	0.002	0.22	0.30	6	4.50	2.31	42.1	0.007228	0.292267	0.67	0.061	1981.334	1979.173	1.52	1.52	48.03	0.60	44.24			
85	86	1980.69	1977.29	85.19	3.99	8	14	59.5	80	4.30	4.27	0.002	0.51	0.68	6	4.50	2.31	42.1	0.016237	0.372532	0.86	0.089	1979.143	1975.337	1.55	1.95	84.59	0.60	89.46			
86.1	86	1977.30	1977.29	34.24	0.03	3	3	12.75	17	4.40	4.39	0.002	0.11	0.15	6	1.00	1.09	19.8	0.007526	0.295356	0.44	0.062	1975.900	1975.564	1.40	1.73	33.64	0.60	32.11			
86	87	1977.29	1977.29	39.81	0.00	4	21	89.25	120	4.26	4.22	0.002	0.76	1.01	6	1.65	1.40	25.5	0.039772	0.486457	0.68	0.136	1975.307	1974.660	1.98	2.63	39.21	0.60	55.10			
87	88	1977.29	1977.87	39.63	-1.46	1	22	93.5	126	4.25	4.21	0.002	0.80	1.06	6	1.65	1.40	25.5	0.041698	0.493076	0.69	0.139	1974.630	1973.986	2.66	3.88	39.03	0.60	77.81			
88.3	88.2	1984.90	1982.16	71.05	3.86	2	2	8.5	12	4.42	4.41	0.002	0.08	0.11	6	4.00	2.17	39.7	0.002667	0.214766	0.47	0.038	1983.400	1980.582	1.50	1.58	70.45	0.60	65.61			
88.2	88.1	1982.16	1979.11	74.35	4.10	3	5	21.25	29	4.38	4.36	0.002	0.19	0.25	6	4.00	2.17	39.7	0.006372	0.279709	0.61	0.057	1980.552	1977.602	1.61	1.51	73.75	0.60	69.50			
88.1	88	1979.11	1977.87	32.68	3.79	1	6	25.5	35	4.37	4.34	0.002	0.22	0.30	6	5.50	2.55	46.5	0.006538	0.282879	0.72	0.058	1977.572	1975.808	1.54	2.06	32.08	0.60	35.30			
88	89	1977.87	1975.82	45.42	4.51	0	28	119	161	4.22	4.18	0.002	1.00	1.35	6	4.00	2.17	39.7	0.033946	0.463893	1.01	0.126	1973.956	1972.163	3.91	3.66	44.82	0.60	103.17			
89	90	1975.82	1972.63	68.05	4.69	0	88	374	506	4.04	3.97	0.002	3.02	4.02	6	1.65	1.40	25.5	0.157794	0.728912	1.02	0.268	1972.133	1971.020	3.69	1.61	67.45	0.60	108.15			
90	91	1973.49	1972.79	54.91	1.27	3	91	382.5	523	4.03	3.96	0.002	3.08	4.15	6	0.50	0.77	14.0	0.295722	0.868725	0.67	0.371	1970.276	1970.005	3.21	2.79	54.31	0.60	98.81			
91	92	1972.79	1972.42	76.53	0.48	3	94	395.3	540	4.02	3.96	0.002	3.18	4.27	6	0.50	0.77	14.0	0.304772	0.875843	0.67	0.378	1969.975	1969.595	2.82	2.82	75.93	0.60	129.48			
92	93	1972.42	1972.63	59.28	-0.35	2	96	408	552	4.02	3.95	0.002	3.28	4.36	6	0.50	0.77	14.0	0.311146	0.882856	0.68	0.383	1969.565	1969.272	2.85	3.36	58.68	0.60	110.49			

Nota. Memoria de cálculo. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.4. Planos

Los planos del sistema de drenaje sanitario de la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas se encuentran en la sección de anexos. Estos planos contienen detalles sobre la distribución de la red de drenaje, perfil, detalles de los pozos de visita y detalles domiciliarios.

- Planta topográfica
- Planta de densidad de vivienda
- Planta de drenaje sanitario
- Planta perfil PVS # - PVS #
- Detalles de pozos de visita
- Detalles de conexión domiciliar.

2.2.5. Presupuesto

A continuación, se presenta la información sobre el costo estimado para la construcción del sistema de drenaje sanitario para la zona 3 del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Este costo se calculó utilizando precios unitarios y contemplando los costos directos, que incluyen los materiales de construcción y la mano de obra, así como los costos indirectos, como impuestos, imprevistos, financiamiento, utilidad y administración, que representan el 25 % del total. Se utilizaron como referencia los precios de los materiales cotizados en el municipio y las tarifas salariales sugeridas por la municipalidad para proyectos similares.

Tabla 29.

Presupuesto del sistema de drenaje sanitario

INFORMACION DEL PROYECTO						
Proy.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3					
Dir.	SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACTEPÉQUEZ					
PRESUPUESTO						
Nº.	RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	KM	6.84	Q 2,928.28	Q	20,029.42
2	LINEA DE CONDUCCIÓN					
2.1	PLANTA DE TRATAMIENTO NO.2 ZONA 4					
2.1.1	TUBERIA PVC Ø6" NORMA ASTM F-949	ML	6,315.00	Q 680.84	Q	4,299,514.08
2.2	PLANTA ANEROBICA CIPRESON					
2.2.1	TUBERIA PVC Ø6" NORMA ASTM F-949	ML	533.00	Q 680.84	Q	362,888.52
3	POZOS DE VISITA					
3.1	POZO DE VISITA, DIÁMETRO DE 1.50M, PROFUNDIDAD MAXIMA DE 4M, SIN REFUERZO	UNIDAD	122.00	Q 6,705.56	Q	818,078.36
3.2	POZO DE VISITA, DIÁMETRO DE 1.50M, PROFUNDIDAD MAXIMA DE 6M, CON REFUERZO	UNIDAD	12.00	Q 10,647.75	Q	127,772.98
4	CONEXIÓN DOMICILIAR					
4.1	CONEXIÓN DOMICILIAR	UNIDAD	425.00	Q 1,388.91	Q	590,286.48
MONTO TOTAL					Q	6,218,569.83

Nota. Los precios son de acuerdo a la fecha que se realizó el cálculo. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.6. Cronograma de ejecución

En la siguiente tabla se presenta el programa de ejecución de la obra, no se han considerado imprevistos por clima.

Tabla 30.

Cronograma de ejecución del sistema de drenaje sanitario

		PERIODO DE EJECUCIÓN EN MESES Y SEMANAS																							
		1ER MES				2DO MES				3ER MES				4TO MES				5TO MES				6TO MES			
No.	FASES O ETAPAS	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	TRABAJOS PRELIMINARES																								
1.1	REPLANTEO TOPOGRAFICO																								
2	LINEA DE CONDUCCIÓN																								
2.1	PLANTA DE TRATAMIENTO NO.2 ZONA 4																								
2.1.1	TUBERÍA PVC Ø6" NORMA ASTM F-949																								
2.2	PLANTA ANEROBICA CIPRESON																								
2.2.1	TUBERÍA PVC Ø6" NORMA ASTM F-949																								
3	POZOS DE VISITA																								
	POZO DE VISITA, DIÁMETRO DE 1.50M, PROFUNDIDAD MAXIMA DE 4M, SIN REFUERZO																								
3.1																									
	POZO DE VISITA, DIÁMETRO DE 1.50M, PROFUNDIDAD MAXIMA DE 6M, CON REFUERZO																								
3.2																									
4	CONEXIÓN DOMICILIAR																								
4.1	CONEXIÓN DOMICILIAR																								

Nota. El tiempo está calculado sin condiciones climáticas. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.7. Estudio de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es esencial para conocer tanto los impactos negativos como positivos que puede tener una actividad humana en el medio ambiente. El objetivo principal es establecer un equilibrio sostenible entre el desarrollo humano y la conservación del medio ambiente, de tal manera que no se comprometa el bienestar de las generaciones futuras. Este estudio sirve como guía para evitar la explotación excesiva e irresponsable de los recursos naturales, ya que las consecuencias a largo plazo pueden ser devastadoras para la mayoría de la población.

A continuación, se detalla una serie de pasos en la implementación de un estudio de impacto ambiental:

- Identificación de los posibles impactos: se debe identificar los posibles impactos ambientales que el proyecto puede tener en la zona, incluyendo los impactos sobre la fauna y flora, los suelos, el agua, el aire, la calidad de vida de las comunidades, entre otros.
- Evaluación de los posibles impactos: una vez identificados los posibles impactos, se deben evaluar su magnitud y alcance, es decir, determinar la intensidad, la duración, la frecuencia y la probabilidad de que ocurran.
- Identificación de medidas preventivas y correctivas: se deben identificar medidas preventivas y correctivas que puedan reducir o mitigar los impactos negativos y maximizar los impactos positivos. Estas medidas pueden incluir la implementación de tecnologías más limpias, la selección de sitios adecuados para la construcción de las instalaciones, la minimización del consumo de agua y energía, la promoción de buenas prácticas ambientales entre los usuarios, entre otras.
- Elaboración de un plan de monitoreo: se debe elaborar un plan de monitoreo que permita evaluar la efectividad de las medidas preventivas y correctivas adoptadas y detectar cualquier impacto ambiental no previsto.
- Evaluación del plan de acción: una vez elaborado el plan de acción, se debe evaluar su efectividad y hacer los ajustes necesarios para mejorar su desempeño.

Es importante tener en cuenta que la elaboración de un estudio de impacto ambiental puede requerir la participación de expertos en diferentes áreas, como biólogos, geólogos, hidrólogos, ingenieros ambientales, entre otros, para garantizar una evaluación completa y rigurosa de los impactos ambientales.

Tabla 31.

Evaluación ambiental inicial

INSTRUMENTOS AMBIENTALES	
CATEGORÍA C	
Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar	
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²
<input style="width: 40px; height: 40px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 40px; height: 40px;" type="checkbox"/>
(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)	
INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario el Departamento de Ventanillas de Gestión Ambiental o las Delegaciones Departamentales no lo aceptarán.	
- Este formato se puede descargar en el portal: www.marn.gob.gt (link: http://marn.gob.gt/paginas/Categoria_C1_Actividades_de_Bajo_Impacto_Ambiental) - Completar el siguiente instrumento ambiental colocando una X en las casillas donde corresponda, y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. - Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso al que corresponde la información. - La información debe ser completa, utilizando letra de molde legible, máquina de escribir y/o digital (impreso). Todos los espacios deben ser completados, incluso aquellos en que no sean aplicables a su Proyecto (explicar la razón o las razones por las que usted lo considera de esa manera). - Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. - En caso el Sector de su proyecto, obra, industria o actividad, cuente con Guía Ambiental, deberá utilizarla como herramienta en este formato para mitigar impactos ambientales. - Si la información consignada en el presente formato no llena los aspectos técnicos para el proyecto, obra, industria o actividad, se requerirán Ampliaciones de acuerdo a la normativa ambiental vigente.	No. Expediente Firma y Sello de Recibido
9. INFORMACIÓN GENERAL	
9.1. Información del Proyecto (según datos en la declaración jurada)	
Nombre del Proyecto, obra, industria o actividad	
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3	

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C			
Indique con una “X” el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar			
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI		Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²	
Dirección donde se ubica el Proyecto SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ (Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y el departamento)			
9.2. Información legal (persona individual o jurídica)			
Nombre del propietario y/o Representante Legal			
Código Único de Identificación (CUI) del Documento			
Personal de Identificación (DPI)			
Razón social			
Nombre Comercial			
No. De Escritura Constitutiva			
Fecha de constitución			
Patente de Sociedad	Registro No.	Folio No.	Libro No.
Patente de Comercio	Registro No.	Folio No.	Libro No.
Patente de Comercio (Sucursal)	Registro No.	Folio No.	Libro No.
Finca donde se ubica el Proyecto	Finca No.	Folio No.	Libro No. de
Número de RTU			
9.3. Información de contacto del proponente			
Teléfono		Correo electrónico	
Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)		Municipalidad de San Bartolomé Milpas Altas	
(Identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)			
9.4. Información de contacto de Profesional de apoyo			
Si para consignar la información en este formato fue apoyado por un profesional, anote la siguiente información:			
Nombre	Rolando Ramos	Profesión	Ing. Civil
Teléfono	39797848	Correo electrónico	rvid.ramos@gmail.com
No. De Licencia de Consultor (Si aplica)			
9.5. Fases de desarrollo del Proyecto			
Fase de construcción	Fase de operación	Fase de abandono	
¿Aplica? Si/No	¿Aplica? Si/No	¿Aplica? Si/No	
En caso no aplique alguna de las fases, justificarse:			

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C			
Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar			
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	<input style="width: 40px; height: 40px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²	<input style="width: 40px; height: 40px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>
10. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO			
Realizar una breve descripción del Proyecto, mencionando las fases que abarcará (construcción, operación y/o abandono), así como las actividades más relevantes de cada fase. Tomar como referencia los planos de distribución del Proyecto.			
Establecer las coordenadas donde se ubicará su proyecto.			
Coordenadas geográficas (en grados, minutos, segundos; o grados decimales)			
Latitud		14°36'23"N	
Longitud		90°40'45"W	
10.1. Área de Influencia Indirecta del Proyecto			
Describir detalladamente las características más importantes cercanas al Proyecto (viviendas, barrancos, cuerpos de agua, hospitales, iglesias, centros educativos, centros culturales, áreas protegidas, entre otros.)			
Dirección	Descripción del entorno		Distancia (metros)
Norte	Viviendas		70 m
Sur	Bosque		100 m
Este	RN10		1,036 m
Oeste	RD SAC-10		1,000 m
10.2. Área de Influencia Directa del Proyecto			
Actividades colindantes al Proyecto (vecindad inmediata).			
Norte	Viviendas		
Sur	Bosque		
Este	Bosque		
Oeste	Bosque		
Indicar si se encuentra en área urbana, rural o mixta: Rural			
10.3. Exposición a riesgos			
Indicar con una "X" los riesgos a los que se está expuesto por la ubicación del Proyecto.			
Inundación	Explosión	Deslizamientos	Erupciones
Derrumbes	Sismos	X Incendios	Biológicos
Otros (explicar)			
10.4. Área del Proyecto			
En Sistema Internacional (metros cuadrados, hectáreas, o como corresponda).			
- Área del terreno: área que tiene toda la propiedad, finca o terreno. - Área de ocupación: área de intervención que tiene el proyecto en el primer nivel o planta baja. - Área de construcción: área total que tiene la intervención del proyecto, desde su planta baja hacia niveles superiores.			
Área del terreno:		7 KM ²	
Área de ocupación:		7 KM ²	
Área de construcción:		6.8 KM	
10.5. Descripción de las fases de desarrollo del Proyecto			
Proporcionar una descripción de las actividades que apliquen y serán efectuadas en el Proyecto.			
Puede utilizar hojas adicionales de ser necesario, especificando los temas a tratar.			

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES		
CATEGORÍA C		
Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar		
Evaluación Ambiental Inicial ¹		Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto ²
¹ EAI / ² DABI		
Fase de construcción	Actividades a realizar	Zanqueo, colocación de tubería pvc, instalación de línea colectora de desechos sanitarios, construcción de pozos de visita sanitarios, instalaciones domiciliarias
	Insumos necesarios	Tubería pvc, cemento, ladrillo tayuyo, madera, accesorios de pvc, acometida domiciliar, tubería de concreto, agua.
	Maquinaria y equipo	Palas, piochas, azadones, carretas, vibrocompactadora, equipo de topografía
	Horario de trabajo	7:00 h a 16:00 h
	Contratación de personal	Personal del área
	Otros de relevancia	
Fase de operación	Actividades o procesos	
	Materia prima e insumos	
	Maquinaria y equipo	
	Productos y subproductos (bienes y servicios)	
	Horario de trabajo	
	Contratación de personal	
Fase de abandono	Otros de relevancia	
	Acciones a tomar en caso de cierre o abandono del Proyecto	No aplica
10.6. Información específica de insumos - En el caso de equipo eléctrico, considerar los lineamientos del Acuerdo Gubernativo No. 194-2018 "Reglamento para la Gestión Integral de Bifenilos Policlorados (PCB) y Equipos que lo Contienen". - En el caso de refrigerantes, agroquímicos o aceites dieléctricos a utilizar, especificar tipo y considerar el Convenio de Estocolmo, Protocolo de Montreal y Enmienda de Kigali, Convenio de Basilea, ratificados y vigentes, entre otros que aplique. Remitirse al Departamento de Coordinación para el Manejo Ambientalmente Racional de Productos Químicos y Desechos Peligrosos en Guatemala, del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. - Por uso o almacenamiento de hidrocarburos, ver requisito 10.		

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar													
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI		Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²											
Agua	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor							
	Servicio municipal	SI	110 l/hab/d	Conexiones intradomiciliares	n/a	Municipalidad							
	Servicio privado	-											
	Pozo manual	-											
	Pozo mecánico	-											
	Superficial	-											
	Otro	-											
Combustibles	Tipo	Si/No	Consumo (mensual)	Forma de almacenamiento	Uso y medidas de seguridad	Proveedor							
	Gasolina	SI	2 gal	Canecas	Almacenadas en la sombra	Gasolineras del área							
	Diésel	-											
	Bunker	-											
	GLP	-											
	Otro	-											
Lubricantes	Solubles	-											
	No solubles												
Energía eléctrica	Forma de suministro	Si/No	Consumo (mensual)	Uso y medidas de seguridad	Proveedor								
	Público	SI											
	Privado	-											
	Propio	-											
Equipo eléctrico	Tipo	Si/No	Uso y medidas de seguridad	Forma de mantenimiento y proveedor									
	Transformadores	-											
	Condensadores	-											
	Capacitores	-											
	Inductores eléctricos	-											
	Otro equipo que contenga aceite dieléctrico	-											
	En caso afirmativo indicar lo siguiente:												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;"> Usuario (correo electrónico) registrado en el Sistema de Información de PCB: </td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Número de equipos con aceite dieléctrico en la institución: </td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="padding: 5px;"> Número de equipos clasificados como: </td> <td style="padding: 5px;"> Sospechoso de PCB: </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Bajo Nivel de PCB: </td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;"> Contaminado con PCB (mayor a 50 ppm de PCB): </td> </tr> </table>						Usuario (correo electrónico) registrado en el Sistema de Información de PCB:		Número de equipos con aceite dieléctrico en la institución:		Número de equipos clasificados como:	Sospechoso de PCB:	Bajo Nivel de PCB:
Usuario (correo electrónico) registrado en el Sistema de Información de PCB:													
Número de equipos con aceite dieléctrico en la institución:													
Número de equipos clasificados como:	Sospechoso de PCB:												
	Bajo Nivel de PCB:												
	Contaminado con PCB (mayor a 50 ppm de PCB):												

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C						
Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar						
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	<input style="width: 100px; height: 40px;" type="checkbox"/>	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²	<input style="width: 100px; height: 40px;" type="checkbox"/>			
Otros	Tipo	Consumo	Forma	de	Uso y medidas de	Proveedor
	Especificar:	(mensual)	almacenamiento		seguridad	
Refrigerantes (para A/C u otro sistema de enfriamiento)						
Agroquímicos y fertilizantes (COP's, organofosforados, fertilizantes nitrogenados, entre otros.)						
Baterías de Ácido Plomo y Litio						
Otros gases (hospitalarios, O₂, N₂, C₂H₂, entre otros.)						
11. IMPACTOS AL AIRE Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN						
11.1. Gases y material particulado						
¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán gases o partículas (Ejemplo: polvo, humo, niebla, material particulado, ceniza, ¿ entre otros.) que se dispersarán en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generarán.						
Se generará polvo proveniente del zanjeo para la línea de conducción de desechos sanitarios						
¿Qué se hace o se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?						
Se esparcirá agua sobre el área de trabajo para evitar que se genere partículas de polvo.						
11.2. Fuentes de radiaciones (ionizantes / no ionizantes)						
¿Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, producirán radiaciones de tipo ionizante o no ionizante? respuesta.						
Por la naturaleza del proyecto no se generará ningún tipo de radiación.						
¿Qué se hace o se hará para controlar las radiaciones ionizantes o no ionizantes para que no impacten el vecindario o a los trabajadores?						
n/a						

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C	
Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar	
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²
11.3. Ruidos y vibraciones	
Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto ¿producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? ¿En dónde se genera el sonido y/o las vibraciones? (ejemplo: maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, entre otros.)	
Se generará ruidos y vibraciones por parte de la mano de obra y la vibro compactadora a utilizar.	
¿Qué acciones se toman o tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?	
Se respetará el horario laboral, siendo este de 7:00 a 16:00 horas	
11.4. Olores	
Las actividades o acciones en las fases de construcción, operación y/o abandono del Proyecto, ¿generan olores? Explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores.	
Al llevar a cabo una correcta fase de construcción y supervisión el proyecto no debería de producir malos olores ni en su fase de construcción ni de operación.	
Explicar qué se hace o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente.	
n/a	
12. IMPACTOS AL AGUA Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
12.1. Aguas residuales	
Deberá consultar el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 "Reglamento de las Descargas y Reúso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos" y sus Reformas.	
Fase de construcción	
¿Qué tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generarán? Marcar con una X la información.	☒ Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas) ☐ Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial) ☐ Otro
Describir el manejo y las medidas de mitigación a aplicarse para las aguas residuales a generarse.	
Se generarán aguas residuales provenientes de los desechos sanitarios por parte del personal, esto se mitigará utilizando baños portátiles durante la duración del proyecto.	

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C	
Indique con una “X” el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar	
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²
☐	☐
Fase de operación	
Tipo de aguas residuales (aguas servidas) se generan? Marcar con una X la información.	☐ Aguas residuales de tipo ordinario (domésticas) ☐ Aguas residuales de tipo especial (incluye la mezcla de tipo ordinario y especial) ☐ Otro
Indicar caudal de agua residual a generarse (de tipo ordinario y/o especial).	
2.43 l/s	
Indicar el o los lugar(es) de descarga(s) de las aguas residuales a generarse (alcantarillado sanitario, cuerpo receptor). Adjuntar en un mapa o croquis, el o los lugares de descarga como Anexo.	
Los sistemas de drenaje sanitario se distribuirán en 4 sectores, de los cuales uno se conectará con la red principal de la zona 2, dos a plantas anaeróbicas y uno a la planta sanitaria ubicada en la zona 4.	
Según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 y por las características del Proyecto, ¿es necesario implementar sistema de tratamiento de aguas residuales? Justificar su respuesta.	
Los desechos de aguas residuales llevarán su proceso adecuado en las distintas plantas de tratamiento del municipio.	
Sistema de tratamiento de aguas residuales	
Describir el sistema de tratamiento que se propone para dar tratamiento a las aguas residuales previo a su disposición, así como el tratamiento y la disposición de lodos (usar hojas adicionales, adjuntando manual de operación y mantenimiento).	
12.2. Agua de lluvia (aguas pluviales)	
¿Existen impermeabilizaciones que generen escorrentías, que impidan la infiltración natural del agua de lluvia durante todas las fases del proyecto?	
n/a	
Explicar la forma de captación, conducción y el punto de descarga del agua de lluvia (zanjones, cunetas, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, entre otros.)	
n/a	

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C	
Indique con una “X” el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar	
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²
<input style="width: 40px; height: 40px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>	<input style="width: 40px; height: 40px; border: 1px solid black;" type="checkbox"/>
13. IMPACTOS AL SUELO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
13.1. Cambio de Uso del suelo	
Por la ubicación y las características del proyecto, ¿se producirá algún cambio en el uso del suelo? Por la naturaleza del proyecto no se producirá ningún cambio en el uso del suelo. ¿Qué acciones o medidas de mitigación se plantean para adecuarse a las áreas colindantes del Proyecto? n/a	
13.2. Geomorfología	
¿Existirá movimientos de tierra? Justificar. Si su respuesta es afirmativa, indique la cantidad. Por la naturaleza del proyecto no existirá un movimiento de tierras como tal, más que el zanjeo para la tubería.	
13.3. Calidad del suelo	
Residuos y desechos comunes: Aquellos cuya naturaleza no representa, en sí misma, un riesgo especial a la salud humana o al ambiente; por lo que no poseen características tóxicas, corrosivas, reactivas, explosivas, patológicas, infecciosas, punzocortantes, u otras de similar riesgo. Residuos y desechos peligrosos. Entiéndase los peligrosos aquellos que poseen al menos una de las siguientes características: corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, biológico-infecciosos. Incluye los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos –RAEE. Pueden ser luminarias (lámparas), solventes, baterías (cadmio, ácido plomo, litio, entre otros.), desechos hospitalarios, entre otros. Residuos y desechos de manejo especial: Aquellos que, aunque no posean las características de los residuos y desechos peligrosos, requieren de un manejo específico, en virtud de su tamaño, volumen, complejidad o potencial de riesgo de algunos de sus componentes.	

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES									
CATEGORÍA C									
Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar									
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²								
Generación de residuos y desechos sólidos comunes. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse. <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;">x</td><td style="padding: 2px;">Hasta 5 kg/día</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 2px;">De 5 a 20 kg/día</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 2px;">De 20 a 100 kg/día</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 2px;">Mayor a 100 kg/día</td></tr> </table> Determinar la cantidad de residuos y desechos a generar (en kg/día), según tipo de clasificación (ejemplo: orgánico e inorgánico). Considerar los lineamientos en el Acuerdo Ministerial 7-2019 Guía para elaborar Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos Comunes.		x	Hasta 5 kg/día		De 5 a 20 kg/día		De 20 a 100 kg/día		Mayor a 100 kg/día
x	Hasta 5 kg/día								
	De 5 a 20 kg/día								
	De 20 a 100 kg/día								
	Mayor a 100 kg/día								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Fase de construcción</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Se producirá basura proveniente de los materiales a utilizar en la construcción, como también basura de alimentos por parte del personal.</td> <td style="padding: 5px;">No se producirá ningún tipo de basura.</td> </tr> </tbody> </table>	Fase de construcción	Fase de operación	Se producirá basura proveniente de los materiales a utilizar en la construcción, como también basura de alimentos por parte del personal.	No se producirá ningún tipo de basura.					
Fase de construcción	Fase de operación								
Se producirá basura proveniente de los materiales a utilizar en la construcción, como también basura de alimentos por parte del personal.	No se producirá ningún tipo de basura.								
Describir acciones de reducción, reúso y clasificación para valorización. Considerar los lineamientos estipulados en el Acuerdo Ministerial 6-2019 Guía para la identificación Gráfica de los Residuos Sólidos Comunes.									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Fase de construcción</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Se colocarán toneles de basura durante la duración del proyecto, para que el personal pueda depositar en un solo lugar los desechos provenientes de la obra.</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">N/a</td> </tr> </tbody> </table>	Fase de construcción	Fase de operación	Se colocarán toneles de basura durante la duración del proyecto, para que el personal pueda depositar en un solo lugar los desechos provenientes de la obra.	N/a					
Fase de construcción	Fase de operación								
Se colocarán toneles de basura durante la duración del proyecto, para que el personal pueda depositar en un solo lugar los desechos provenientes de la obra.	N/a								
Describir el manejo de los residuos y desechos sólidos a generar, tales como el acopio, almacenamiento, extracción, tratamiento y/o disposición final.									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Fase de construcción</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Fase de operación</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Se llegará a un convenio con el servicio municipal de recolección de basura para que pueda retirar los desechos producidos por parte de la obra, durante la duración del proyecto.</td> <td style="padding: 5px; text-align: center;">N/A</td> </tr> </tbody> </table>	Fase de construcción	Fase de operación	Se llegará a un convenio con el servicio municipal de recolección de basura para que pueda retirar los desechos producidos por parte de la obra, durante la duración del proyecto.	N/A					
Fase de construcción	Fase de operación								
Se llegará a un convenio con el servicio municipal de recolección de basura para que pueda retirar los desechos producidos por parte de la obra, durante la duración del proyecto.	N/A								
Generación de residuos y desechos peligrosos. Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse. <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 2px;">Hasta 0.5 kg/mes</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 2px;">De 0.5 a 5 kg/mes</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 2px;">De 5 a 50 kg/mes</td></tr> <tr><td style="width: 20px; height: 20px;"></td><td style="padding: 2px;">Mayor a 50 kg/mes</td></tr> </table>			Hasta 0.5 kg/mes		De 0.5 a 5 kg/mes		De 5 a 50 kg/mes		Mayor a 50 kg/mes
	Hasta 0.5 kg/mes								
	De 0.5 a 5 kg/mes								
	De 5 a 50 kg/mes								
	Mayor a 50 kg/mes								

Continuación de la Tabla 31.

**INSTRUMENTOS AMBIENTALES
CATEGORÍA C**

Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar

**Evaluación Ambiental
Inicial¹**

☐

**Diagnóstico Ambiental de Bajo
Impacto²**

☐

¹ EAI / ² DABI

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos peligrosos dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación
N/A	N/A

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos peligrosos.

Fase de construcción	Fase de operación
N/A	N/A

Indicar las medidas a adoptar para la correcta gestión de equipos con aceite dieléctrico a fin de prevenir la contaminación con PCB, indicando la actividad a realizar y plazos de estas:

• Compra de equipos con aceite dieléctrico:	
• Inventario de equipos:	
• Análisis químico y etiquetado:	
• Operación y mantenimiento:	
• Almacenamiento Temporal:	
• Disposición final:	

Generación de residuos y desechos de manejo especial.
Marcar con una X la cantidad de residuos y desechos a generarse.

Explicar el manejo interno y el acopio de los residuos y desechos de manejo especial dentro del proyecto.

Fase de construcción	Fase de operación

Indique forma de tratamiento y/o disposición final de los residuos y desechos de manejo especial.

Fase de construcción	Fase de operación

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C	
Indique con una “X” el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar	
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²
<input style="width: 40px; height: 40px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 40px; height: 40px;" type="checkbox"/>
14. IMPACTOS AL ELEMENTO BIÓTICO Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN	
¿En el sitio donde se ubica el proyecto, existen bosques, animales u otros? Especificar la información.	
El sitio donde se ubicará el proyecto será sobre la vía pública	
¿El proyecto requiere efectuar corte de árboles? Indique el volumen de madera y su manejo. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.	
Por la naturaleza del proyecto no requeriría la tala de ningún árbol.	
Por la construcción u operación del proyecto, ¿puede afectar la biodiversidad del área? Explicar.	
Por la naturaleza del proyecto no existirá algún factor que afecte la biodiversidad del área.	
En caso existan impactos al elemento biótico, proponer las medidas de mitigación para reducir, minimizar, remediar o compensar los impactos.	
n/a	
15. IMPACTOS A LOS ELEMENTOS SOCIOECONÓMICOS, CULTURALES Y ESTÉTICOS	
15.1. Elementos Socioeconómicos y Culturales	
En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿existe alguna(s) etnia(s) predominantes? Indicar cuál.	
Ladinos	
¿El proyecto provoca o provocaría alguna molestia al vecindario? Explicar su respuesta.	
Por la naturaleza del proyecto no provocará ninguna molestia al vecindario, si no que producirá una mejora en los servicios básicos de la misma.	
¿El proyecto cuenta o contará con vehículos en sus distintas fases? Mencione qué tipo, cantidad de unidades y lugar de estacionamiento.	
Únicamente contará con vehículos que provean el suministro de materiales para la realización del proyecto. El lugar de estacionamiento se encontrará en lugares aledaños al perímetro de la municipalidad y en predios propiedad de la municipalidad.	
¿Qué medidas se hacen o se proponen realizar para no afectar al vecindario?	
Estacionar los vehículos y maquinaria en los predios municipales y en las zonas aledañas al palacio municipal.	
En el área del proyecto o sus alrededores, ¿existe algún vestigio paleontológico o arqueológico? Explique de qué trata, dónde está ubicado, y a qué distancia de donde se propone el proyecto. Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.	
N/A	

Continuación de la Tabla 31.

INSTRUMENTOS AMBIENTALES CATEGORÍA C	
Indique con una "X" el tipo de instrumento ambiental que desea ingresar	
Evaluación Ambiental Inicial¹ ¹ EAI / ² DABI	Diagnóstico Ambiental de Bajo Impacto²
<input style="width: 40px; height: 40px;" type="checkbox"/>	<input style="width: 40px; height: 40px;" type="checkbox"/>
15.2. Elementos Estéticos	
En el área donde funciona o funcionará el proyecto, ¿se considera patrimonio histórico o cultural? Si no aplica, justificarse. Ver requisito 10.	
Debido a la ubicación del proyecto y que gran parte de este estará sobre la vía pública no aplica el siguiente inciso	
Donde se encuentra o encontrará el proyecto, ¿es área protegida? Si no aplica, justificarse. ver requisito 10.	
Uno de los puntos de captación se encuentra dentro de una reserva protegida.	
¿Qué medidas se proponen para conservar en lo posible la belleza arquitectónica o paisajística por la implementación del proyecto?	
N/A	
16. SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL	
De ser necesario, mencione qué medidas de seguridad ocupacional requieren los empleados para realizar los distintos trabajos en todas las fases del proyecto (guantes, máscara, entre otros).	
Casco, botas punta de acero, chalecos reflectores, guantes.	

Nota. El formulario lo proporciona el MARN. Elaboración propia, realizado con Excel.

2.2.8. Evaluación socioeconómica

Se lleva a cabo con el propósito de evaluar la rentabilidad del proyecto. En la mayoría de los proyectos emprendidos por las municipalidades, se centra en la cantidad de beneficiarios a los que se pretende servir, y en este contexto se presupone que el proyecto será financiado sin que se recupere la inversión inicial.

2.2.8.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) es el enfoque más ampliamente utilizado para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. A través del valor presente neto, se puede determinar si una inversión satisface el principal objetivo financiero, que es maximizar el rendimiento de la inversión. Esta evaluación nos ayuda a determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto.

Para calcular el VPN es necesario contar con información sobre los ingresos y gastos que se prevén durante el período de diseño del proyecto. En términos de gastos, se define como el costo total de la ejecución del proyecto y los costos de operación y mantenimiento, que ascienden a Q. 600.00. En cuanto a los ingresos, se considera un pago único inicial de Q. 200.00 por vivienda y una tarifa mensual por vivienda de Q. 15.00. Las tasas por servicio establecidas anteriormente se encuentran en el Acta Número 05-2020 del libro de sesiones municipales ordinarias de la municipalidad de San Bartolomé Milpas Altas.

Tabla 32.

Cálculo del valor presente neto

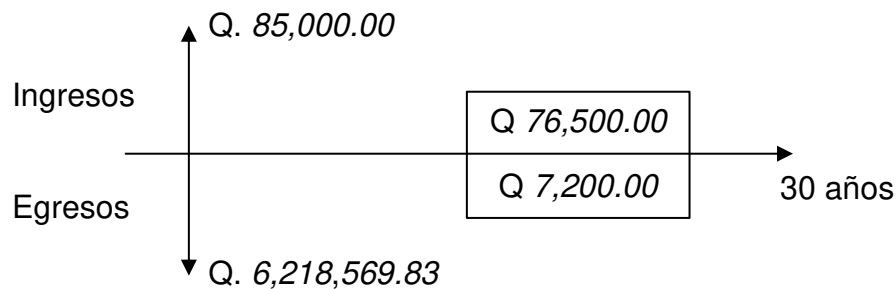
Operación		Resultado
Costo inicial		Q 6,218,569.83
Ingreso inicial	$(Q\ 200/viv)*(425\ viv)$	Q 85,000.00
Costos anuales	$(Q\ 600/mes)*12\ meses$	Q 7,200.00
Ingresos anuales	$(Q\ 15/viv)*(425\ viv)*(12\ meses)$	Q 76,500.00
Vida útil del proyecto		30 años

Nota. Cálculo realizado con fecha en la realización del diseño. Elaboración propia, realizado con Excel.

Debido a su naturaleza social, se busca una tasa de interés mínima, por lo que se considera una tasa anual del 6 %. Una forma de representar los ingresos y gastos del proyecto es mediante un flujo de efectivo, que se ilustra en la siguiente figura.

Figura 10.

Flujo de caja del proyecto



Nota. El cálculo indica un tiempo de 30 años. Elaboración propia, realizado con Word.

A continuación, se muestra el procedimiento para calcular el VPN:

$$VPN = -6,218,569.83 + 85,000.00 - 7,200.00(1 + 0.06)^{30} + 76,500.00 (1 + 0.06)^{30}$$

$$VPN = -5,735,545.89$$

Como se puede apreciar, el VPN muestra un resultado negativo, lo que indica que el proyecto no genera beneficios económicos directos. Esto se debe a que el proyecto tiene un enfoque principalmente social, y su objetivo principal es fomentar el desarrollo dentro de la comunidad, más allá de la generación de ganancias financieras.

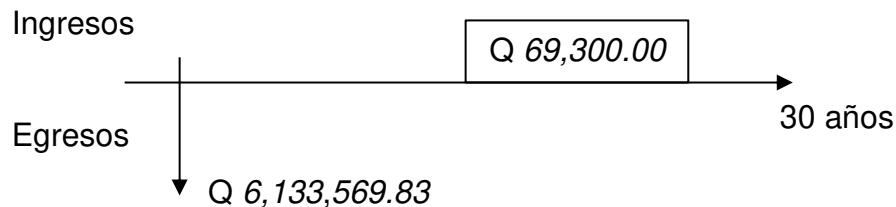
2.2.8.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) se define como la tasa a la cual el valor presente neto (VPN) se iguala a cero. Es el punto en el que un proyecto no genera ni pérdidas ni ganancias. El cálculo de la Tasa Interna de Retorno implica proponer dos tasas de rendimiento diferentes y luego determinar los valores presentes netos correspondientes a esas tasas.

Para calcular la TIR, es necesario simplificar el flujo de efectivo que previamente se evaluó para el Valor Presente Neto, tal como se representa en la Figura 10. La versión simplificada de este flujo de efectivo se presenta en la siguiente figura.

Figura 11.

Flujo de caja simplificado



Nota. El cálculo indica un tiempo de 30 años. Elaboración propia, realizado con Word.

Una vez simplificado los flujos de caja, se procede a desarrollar el cálculo del valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno.

- Se utiliza una tasa de interés del 16 %

$$VPN = -6,121,504.00 + 69,300.00(1 + 0.16)^{30}$$

$$VPN = -184,173.36$$

- Se utiliza una tasa de interés del 16.5 %

$$VPN = -6,121,504.00 + 69,300.00(1 + 0.17)^{30}$$

$$VPN = 635,219.47$$

Se procede a interpolar para hallar la tasa de interés que se busca.

$$16 \% \rightarrow -184,173.36$$

$$i \% \rightarrow 0$$

$$16.5 \% \rightarrow 635,219.47$$

Se emplea la relación entre las diferencias que se relacionen entre sí.

$$\frac{16.5 - i}{16.5 - 16} = \frac{635,219.47}{635,219.47 - (-184,173.36)}$$

Después de realizar una serie de cálculos de interpolación matemática sucesiva, se llega a la conclusión de que la tasa de interés, $i = 16.1124 \%$, correspondería a la tasa mensual efectiva de retorno.

$$i = 16.1124 \%$$

CONCLUSIONES

1. El diseño del sistema de agua potable para los habitantes de la zona 3 de San Bartolomé Milpas Altas, proporcionará un aumento en la calidad de vida de los habitantes por lo menos 20 años a partir de su ejecución. Dicho proyecto estima beneficiar a 425 hogares.
2. El sistema de alcantarillado sanitario está diseñado para funcionar durante un período de 30 años, con la expectativa de mejorar la calidad de vida de los residentes de la zona mediante el adecuado tratamiento de aguas residuales. Se prevé que el proyecto beneficie a la misma cantidad de hogares que el proyecto de agua potable.
3. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) brinda al estudiante la posibilidad de comparar la teoría con la práctica en el terreno, lo que le permite adquirir experiencia y desarrollar un criterio propio en la resolución de problemas relacionados con la ingeniería civil, estableciendo así los cimientos de su futura carrera profesional.

RECOMENDACIONES

1. Asegurar que ambos proyectos alcancen los resultados previstos es fundamental, siguiendo fielmente las especificaciones detalladas en los planos y sin modificar los materiales ni su calidad en ningún momento.
2. Asegurar que un profesional supervise el proceso de construcción de manera continua es esencial en la ejecución del proyecto.
3. Proporcionar el mantenimiento adecuado, que incluye limpieza, supervisión y cuidado, es esencial tras la finalización de estos proyectos para garantizar la durabilidad y el buen estado de las obras, y así asegurar que el sistema pueda cumplir con el período de vida útil diseñado.
4. Concienciar a los residentes sobre el uso adecuado del sistema de alcantarillado sanitario es importante. No debe considerarse como un sistema de drenaje de aguas pluviales y no debe utilizarse para desechar basura.
5. Revisar el presupuesto dependiendo del año en que se ejecute el proyecto es importante, ya que debido a la inflación los precios pueden variar.

REFERENCIAS

- Consejo Municipal de Desarrollo del municipio de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. (2018). *Plan de Desarrollo Municipal y de Ordenamiento Territorial PDMOT de San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez: SEGEPLAN/DTP, 2018*. Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia.
- Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. (2011). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*.
<https://www.studocu.com/gt/document/centro-universitario-de-oriente/matematica-basica-1/guia-de-normas-sanitarias-para-el-diseno-de-sistemas-de-abastecimiento-de-agua-para-el-consumo-humano/29599992>
- López, R. (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Nilson, A. (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. McGraw-Hill.

APÉNDICES

Apéndice 1.

Planos constructivos sistema de abastecimiento de agua potable de la zona 3

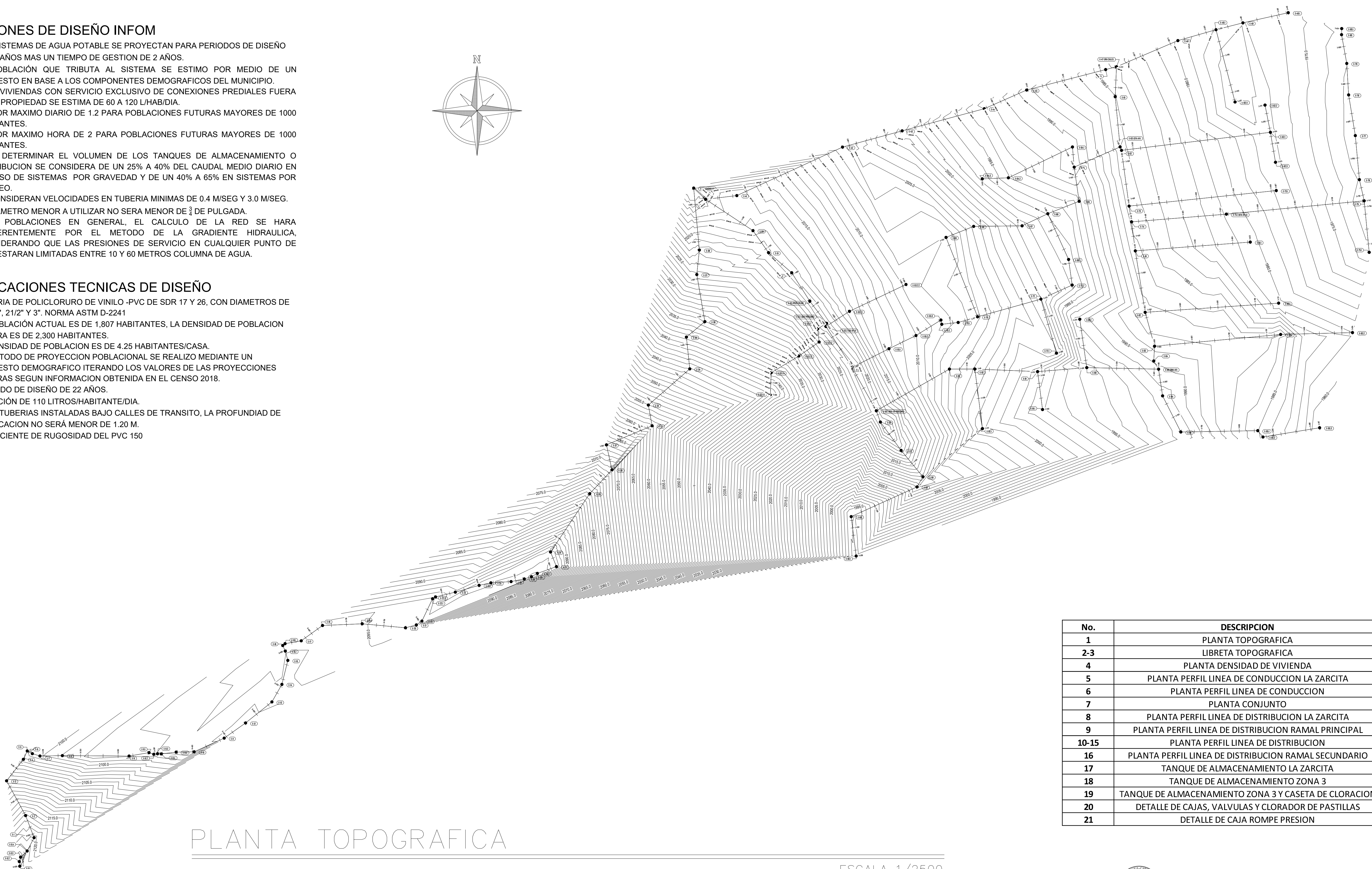
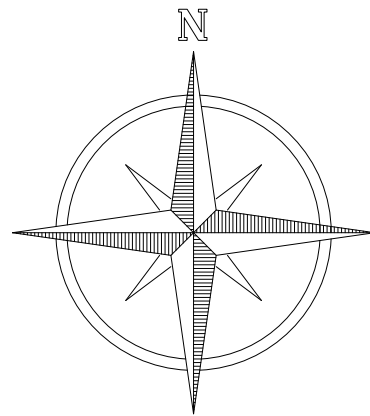
Nota. Planos constructivos sistema de abastecimiento de agua potable de la zona 3, San Bartolomé Milpas Altas, Sacatépequez. Elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

ANOTACIONES DE DISEÑO INFOM

- LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE SE PROYECTAN PARA PERIODOS DE DISEÑO DE 20 AÑOS MAS UN TIEMPO DE GESTION DE 2 AÑOS.
- LA POBLACIÓN QUE TRIBUTA AL SISTEMA SE ESTIMO POR MEDIO DE UN SUPUESTO EN BASE A LOS COMPONENTES DEMOGRAFICOS DEL MUNICIPIO.
- PARA VIVIENDAS CON SERVICIO EXCLUSIVO DE CONEXIONES PREDIALES FUERA DE LA PROPIEDAD SE ESTIMA DE 60 A 120 L/HAB/DIA.
- FACTOR MAXIMO DIARIO DE 1.2 PARA POBLACIONES FUTURAS MAYORES DE 1000 HABITANTES.
- FACTOR MAXIMO HORA DE 2 PARA POBLACIONES FUTURAS MAYORES DE 1000 HABITANTES.
- PARA DETERMINAR EL VOLUMEN DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO O DISTRIBUCION SE CONSIDERA DE UN 25% A 40% DEL CAUDAL MEDIO DIARIO EN EL CASO DE SISTEMAS POR GRAVEDAD Y DE UN 40% A 65% EN SISTEMAS POR BOMBEO.
- SE CONSIDERAN VELOCIDADES EN TUBERIA MINIMAS DE 0.4 M/SEG Y 3.0 M/SEG.
- EL DIAMETRO MENOR A UTILIZAR NO SERA MENOR DE 3/8 DE PULGADA.
- PARA POBLACIONES EN GENERAL, EL CALCULO DE LA RED SE HARA PREFERENTEMENTE POR EL METODO DE LA GRADIENTE HIDRAULICA, CONSIDERANDO QUE LAS PRESIONES DE SERVICIO EN CUALQUIER PUNTO DE RED, ESTARAN LIMITADAS ENTRE 10 Y 60 METROS COLUMNA DE AGUA.

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISEÑO

- TUBERIA DE POLICLORURO DE VINILO -PVC DE SDR 17 Y 26, CON DIAMETROS DE 3/4", 2", 2 1/2" Y 3". NORMA ASTM D-2241
- LA POBLACIÓN ACTUAL ES DE 1,807 HABITANTES, LA DENSIDAD DE POBLACION FUTURA ES DE 2,300 HABITANTES.
- LA DENSIDAD DE POBLACION ES DE 4.25 HABITANTES/CASA.
- EL METODO DE PROYECCION POBLACIONAL SE REALIZO MEDIANTE UN SUPUESTO DEMOGRAFICO ITERANDO LOS VALORES DE LAS PROYECCIONES FUTURAS SEGUN INFORMACION OBTENIDA EN EL CENSO 2018.
- PERIODO DE DISEÑO DE 22 AÑOS.
- DOTACIÓN DE 110 LITROS/HABITANTE/DIA.
- PARA TUBERIAS INSTALADAS BAJO CALLES DE TRANSITO, LA PROFUNDIAD DE COLOCACION NO SERÁ MENOR DE 1.20 M.
- COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DEL PVC 150



PLANTA TOPOGRAFICA

ESCALA 1/2500

No.	DESCRIPCION
1	PLANTA TOPOGRAFICA
2-3	LIBRETA TOPOGRAFICA
4	PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA
5	PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION LA ZARCITA
6	PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION
7	PLANTA CONJUNTO
8	PLANTA PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION LA ZARCITA
9	PLANTA PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL PRINCIPAL
10-15	PLANTA PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION
16	PLANTA PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL SECUNDARIO
17	TANQUE DE ALMACENAMIENTO LA ZARCITA
18	TANQUE DE ALMACENAMIENTO ZONA 3
19	TANQUE DE ALMACENAMIENTO ZONA 3 Y CASETA DE CLORACION
20	DETALLE DE CAJAS, VALVULAS Y CLORADOR DE PASTILLAS
21	DETALLE DE CAJA ROMPE PRESION



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: PLANTA TOPOGRAFICA

DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
1
21

PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
2	1000.0000	1000.0000	2124.5660	E-0
3	996.6771	986.4091	2122.4468	N1
4	994.0377	988.4716	2122.7785	N2
5	995.7744	988.8597	2122.2985	E-0.1
6	994.5329	992.8780	2122.8814	N3
7	995.1102	995.0443	2122.4167	E-0.2
8	996.8523	1000.9519	2121.7845	E-0.3
9	994.3705	1002.0335	2122.6418	N4
10	1005.6162	1009.1578	2121.0485	E-0.4
11	1014.8806	1026.9191	2120.4839	E-1
12	1003.5770	1056.3700	2117.3375	E-2
13	978.2040	1102.7298	2108.4116	E-3
14	1000.6735	1131.4251	2102.3355	E-4
15	1012.5564	1138.9490	2100.2190	E-6
16	1022.6502	1135.8530	2100.2052	E-7
17	1005.7415	1142.5715	2101.2190	E-5
18	1052.5587	1136.3405	2098.9333	E-8
19	1094.4894	1134.5953	2097.5850	PUNTO ZANJA
20	1141.5297	1135.7625	2097.8733	E-9
21	1168.1317	1140.3295	2097.3371	E-9.1
22	1174.4318	1138.1370	2097.2870	E-9.2
23	1179.3967	1138.7759	2097.2611	E-9.3
24	1184.4199	1138.6238	2097.2574	E-9.4
25	1204.2707	1141.0310	2096.1943	E-9.5
26	1228.2865	1141.4530	2096.1034	E-10
27	1268.3398	1159.6642	2097.2761	E-11
28	1296.8764	1179.9108	2097.5820	E-12
29	1331.9542	1207.9492	2096.4241	E-13
30	1345.3022	1231.3140	2096.1731	E-14
31	1353.2009	1263.3177	2096.3628	E-15
32	1349.8490	1275.7191	2095.8834	E-15.1
33	1346.3922	1283.1477	2095.2088	E-16
34	1349.4952	1285.6285	2095.3198	E-16.1
35	1371.0652	1289.4305	2095.6655	E-17
36	1399.4636	1309.8869	2095.9101	E-18
37	1452.3447	1312.1289	2095.0717	E-19
38	1510.0606	1306.7889	2094.5161	E-20
39	1524.5543	1310.6506	2094.5629	E-21
40	1531.9613	1315.7630	2094.4918	E-22
41	1546.1725	1345.5128	2094.5641	E-22.1
42	1550.1651	1347.9673	2093.9440	E-22.2
43	1576.5487	1354.3254	2092.3137	E-23
44	1608.2622	1363.3941	2093.7970	E-23.1
45	1623.9442	1366.7200	2093.9258	E-24
46	1650.8752	1368.4052	2094.2474	E-25
47	1668.5130	1371.9287	2094.6611	E-26
48	1678.0475	1374.9121	2095.2576	E-26.1
49	1685.9592	1379.3452	2094.9997	E-26.2
50	1711.3501	1388.3890	2093.2261	E-27
51	1703.4806	1407.8584	2093.2527	E-28
52	1703.9437	1403.9895	2093.8028	CI
53	1706.6817	1405.4821	2093.6280	CD
54	1704.8090	1409.2653	2093.0728	CD
55	1707.8743	1414.5282	2093.2538	CI
56	1713.5951	1413.8487	2091.5615	CD
57	1711.5629	1420.1288	2091.0189	CI
58	1720.3750	1425.9016	2089.5524	CD
59	1721.0461	1425.1753	2089.3230	CD
60	1720.1380	1431.8005	2089.0375	CI
61	1722.8553	1429.6849	2089.0911	CD
62	1735.8023	1449.6360	2085.7562	CD
63	1733.6712	1452.2825	2085.5250	CI
64	1786.9551	1518.5212	2074.7420	CD
65	1742.1260	1464.5105	2083.5923	CI
66	1755.7404	1485.6832	2078.7242	E-29
67	1758.2037	1483.9746	2078.8375	CD
68	1762.9093	1487.5570	2077.7275	CD
69	1768.1698	1496.6853	2075.7772	CD
70	1774.4638	1510.2344	2073.0984	CI
71	1777.3051	1507.9901	2072.8834	CD
72	1781.7022	1512.7311	2072.0930	CD
73	1786.3203	1515.4245	2071.6965	CD
74	1785.4025	1517.3313	2071.2758	E-30
75	1781.6567	1518.7213	2071.3146	CI
76	1782.8163	1522.7357	2070.8126	CI
77	1786.7198	1523.1767	2070.8211	CD
78	1782.0031	1528.8196	2070.0290	CI
79	1777.3438	1550.8408	2066.9013	CI
80	1778.0529	1550.7669	2066.8744	E-31
81	1781.4318	1547.2798	2067.5074	CD
82	1783.9998	1550.9100	2066.5870	CD
83	1801.4271	1558.7141	2064.2703	CD
84	1825.4193	1569.6775	2060.8743	CD
85	1831.3314	1576.1510	2059.6510	CI
86	1838.9216	1576.1873	2058.9662	E-32
87	1835.8162	1578.2164	2059.1734	CI
88	1835.3886	1582.2132	2058.4753	CI
89	1836.8303	1594.3624	2056.5450	CD
90	1833.8905	1603.7880	2055.0385	E-33
91	1840.3446	1574.9927	2059.0770	CD
92	1837.8880	1607.9115	2054.1789	CI
93	1839.8349	1605.9043	2054.3017	CD
94	1860.7066	1622.9609	2050.3128	ENTRADA CALLE
95	1858.0229	1625.2346	2050.4543	CI
96	1885.5773	1647.1669	2045.9437	CALLE B
97	1889.9720	1651.8556	2045.1812	CD
98	1889.1385	1652.0405	2045.0867	E-34
99	1882.8997	1648.9217	2045.8599	CI
100	1885.3028	1656.3748	2044.3386	CI

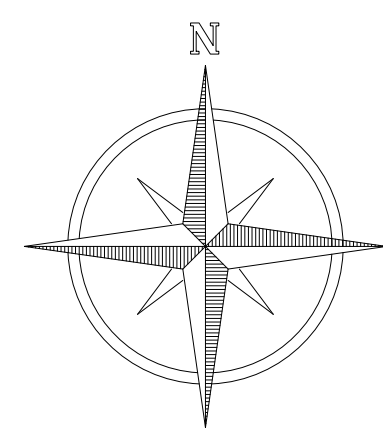
PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
101	1887.7207	1687.0872	2039.6018	CD
102	1883.9327	1694.4554	2038.5989	CI
103	1884.6553	1694.4577	2038.5782	E-35
104	1890.4042	1695.9083	2038.0247	CD
105	1887.6043	1698.4265	2037.9539	CI
106	1901.9979	1711.8407	2034.9716	CI
107	1907.7511	1712.5743	2034.4968	CD
108	1910.2680	1718.4233	2033.5316	CD
109	1909.2804	1715.0881	2034.0360	E-36
110	1905.5537	1716.4431	2034.0058	CI
111	1905.3525	1725.2383	2032.8162	CI
112	1899.9794	1773.1386	2025.8648	CD
113	1895.9570	1772.3435	2025.8453	CI
114	1898.5236	1777.8534	2025.2039	E-37
115	1894.8949	1771.9054	2025.9949	CD
116	1889.8862	1775.4440	2025.6517	CI
117	1904.4770	1836.0148	2019.8820	CD
118	1895.6845	1784.6384	2024.6796	CI
119	1902.0712	1815.1330	2021.8175	CD
120	1896.0107	1829.7468	2020.4987	CI
121	1901.9086	1810.4705	2022.7793	E-38
122	1901.3688	1795.4922	2023.6881	CD
123	1901.1872	1830.8446	2020.4987	CD
124	1894.6778	1853.8502	2016.9846	CI
125	1893.0195	1865.7059	2015.2307	CI
126	1892.0224	1871.4997	2014.5035	CI
127	1896.9011	1877.0679	2013.9927	CD
128	1893.9351	1892.9435	2013.6899	CI
129	1894.3532	1893.1357	2013.8527	E-39 (CUCHILLA)
132	1884.9506	1887.5879	2013.6074	CI
133	1888.9066	1878.1284	2013.8853	CI
134	1895.5183	1876.1786	2014.0535	CD CURVA
135	1901.2665	1879.8270	2014.0435	CD CURVA
136	1908.9680	1879.6061	2012.5180	CI
137	1910.5797	1878.4553	2015.2107	ENTRADA 4TA CALLE B
138	1910.2891	1878.1315	2015.2695	E-40
139	1903.0920	1886.1677	2013.9216	CI
140	1915.2092	1878.3734	2015.8611	ENTRADA 4TA CALLE I
141	1934.0050	1885.6167	2017.4690	CI
142	1934.0337	1880.4981	2017.4824	CD
143	1951.8393	1888.8685	2017.5837	CI
144	1952.8431	1883.6499	2017.6356	CD
145	1951.8726	1883.1371	2017.7868	E-41
146	1963.3675	1886.3201	2017.0768	CD
147	1975.7333	1895.5141	2016.1346	CI
148	2002.9691	1902.7171	2014.1748	CD
149	2013.3014	1913.8090	2013.1938	CI
150	2015.7668	1908.2234	2013.2680	CD
151	1999.4908	1905.7733	2014.2916	CI
152	2047.7601	1921.9268	2010.4106	CD
153	2081.9672	1942.8365	2007.1421	CI
154	2084.2801	1937.5539	2007.2387	CD
155	2092.8410	1947.7933	2006.2987	E-42
156	2097.4885	1944.3546	2006.3144	3RA CALLE A D
157	2099.2713	1943.0683	2006.1253	3RA CALLE A D
158	2103.1214	1944.3102	2005.7568	3RA CALLE A I
159	2112.0634	1943.4280	2004.4853	3RA CALLE A I
160	2103.1568	1941.7094	2006.0742	E4 3RA CALLE
161	2110.8083	1943.9513	2005.3421	CI
162	2134.1360	1954.9747	2003.2936	CD
163	2145.4212	1952.5021	2002.6563	CI
164	2142.5711	1957.9392	2002.6312	CI
165	2169.7030	1967.8817	2000.3528	CI
166	2172.3211	1969.4588	2000.4096	E-43
167	2171.3151	1962.5323	2000.4405	CD
168	2172.5831	1962.4641	2000.5636	3RA CALLE D
169	2174.9913	1962.9895	2000.3235	3RA CALLE I
170	2174.8878	1955.6961	2001.2723	3RA CALLE D
171	2178.0785	1955.9244	2001.5336	3RA CALLE I
172	2177.5148	1955.3869	2001.3421	E6 3RA CALLE
173	2218.1357	1978.2421	1996.8725	CD
174	2217.0395	1983.6896	1996.6826	CI
175	2273.2363	1996.5199	1993.2625	CD
176	2281.8497	1998.9663	1992.9696	E-44
177	2270.3026	2002.1547	1993.1504	CI
178	2290.4988	2008.6436	1992.1239	CALLE CEMENTERIO
179	2297.7154	2015.5672	1991.7756	CALLE CEMENTERIO
180	2301.3394	2014.3461	1991.3131	CALLE CEMENTERIO
181	2304.2379	2013.7115	1991.1039	CI
182	2350.9470	2027.2856	1988.6110	CI
183	2352.8490	2027.9526	1988.5363	CI
184	2338.3603	2023.8806	1989.4411	E-45
185	2353.1666	2022.5389	1988.6200	CD
186	2438.7481	2050.1752	1984.5427	CD
187	2443.6495	2051.1593	1984.5061	E-46
188	2436.7877	2055.2542	1984.5552	CI
189	2451.6785	2054.3562	1983.9624	1RA CALLE D
190	2457.5692	2056.2172	1983.6146	1RA CALLE I
191	2458.1083	2054.9053	1983.8151	E-47 (1RA CALLE)
192	2463.9127	2063.8307	1983.1925	CI
193	2476.5497	2067.7890	1982.7444	CI
194	2492.5253	2073.7086	1981.8422	CI
195	2539.9645	2089.7963	1979.8228	E-48
196	2478.7149	2062.9025	1982.5368	CD
197	2507.8959	2073.5621	1981.2505	CD
198	2539.9715	2084.0237	1979.7921	CD
199	2545.6695	2091.3517	1979.4610	CI
200	2591.9777	2099.4025	1977.8615	CD

PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
201	2590.8051	2104.3160	1977.8543	E-48.1
202	2626.6925	2113.4682	1977.0667	E-49
203	2687.1585	2127.0116	1975.6414	E-49.1
208	1911.5035	1881.2246	2015.1396	INTERSECCIÓN
209	1944.3208	1857.3923	2017.1550	CI
210	1973.4323	1836.4113	2018.4488	E-50
211	1940.3460	1856.8187	2017.2950	CD
212	1984.9170	1817.9323	2020.1393	CD
213	1987.3742	1819.9095	2020.2038	CI
214	1991.6080	1810.2537	2020.1732	CD
215	1993.9350	1812.3368	2020.2209	CI
216	1994.1059	1807.1133	2020.4311	E-51
217	1971.7556	1834.0815	2018.5899	CD
218	2019.9238	1786.6018	2019.6503	CI CALLEJON
219	2029.0598	1778.8144	2019.5214	CI CALLEJON
220	2025.0624	1780.2538	2019.7432	E-52
221	1996.4703	1805.2789	2019.8437	CD
222	1998.6567	1807.5760	2019.8474	CI
223	1999.0767	1807.9736	2019.8682	CI
224	2018.6134	1782.4026	2019.7864	CD
225	2035.6658	1767.1171	2019.9043	CI
226	2032.5575	1764.9690	2019.9037	CD
227	2049.2299	1742.2949	2020.2234	E-53 (POZO VIEJO)
228	2054.8241	1740.6237	2020.3522	CI
229	2073.1957	1711.7317	2020.7233	GMA AV PROLONGACION I A
230	2068.2094	1711.7046	2020.6362	6A AV A D A
231	2069.1979	1709.9647	2020.7252	6A AV A I A
232	2075.1648	1707.9965	2020.7259	6A AV A PROLONGACION D A
233	2071.5760	1712.8051	2020.5989	E-53.1 (6AV PROLONG)
234	2060.3250	1706.5698	2022.4400	CD
235	2061.5935	1704.6674	2022.4616	CD
236	2058.6665	1705.5085	2022.6967	CD
237	2059.8300	1705.5599	2022.6668	E-53.1.1
238	2063.0216	1692.0561	2024.3448	CI
239	2060.7326	1691.7697	2024.4104	CD
240	2063.3011	1688.1148	2024.8580	CI
241	2061.6159	1687.8684	2024.9836	E-53.1.2
242	2054.7400	1683.9495	2026.5269	CD
243	2056.3711	1681.9834	2026.5159	CI
244	2040.9727	1673.5237	2030.2688	CD
245	2042.6561	1671.3737	2030.1877	CI
246	2034.5991	1669.2188	2031.5749	E-53.1.3
247	2060.3827	1685.0877	2025.4530	CI
248	2021.1634	1659.3851	2034.4291	CD
249	2018.9876	1660.9963	2034.6142	CI
250	1998.2416	1646.1501	2038.2468	CD
251	1997.7092	1646.9673	2038.1712	E-53.1.4
252	1998.0799	1635.2466	2040.5616	CI
253	1996.3997	1635.2043	2040.5657	CD
254	1998.7354	1620.8558	2042.7596	CI
255	1996.3867	1620.6285	2042.7657	CD
256	1996.6093	1617.7371	2042.9621	E-53.1.5
257	1998.1210	1619.6751	2042.6768	TANQUE
258	2070.7255	1708.5616	2020.6941	E-53.2 (6A AV A)
260	2075.3249	1710.1153	2020.4210	CI
261	2076.5792	1708.2306	2020.3960	CD
262	2100.1328	1728.0496	2025.7986	CI
263	2100.6681	1725.7424	2025.8362	CD
264	2102.0867	1728.8265	2015.4841	E-53.2.1
265	2113.3015	1732.4831	2014.2073	CALLEJON 16M
266	2116.0473	1733.6761	2013.9367	CALLEJON 16M
267	2177.4427	1764.5912	2008.5988	E-53.2.2
268	2178.4772	1762.2633	2008.5543	CD
269	2075.7866	1707.2132	2020.7251	E-54
270	2052.9910	1736.3372	2020.3116	CD
271	2108.1295	1656.6843	2022.0747	CD
272	2105.6111	1654.0014	2021.8294	E-55
273	2107.5886	1653.7024	2021.8839	7VA AV D B
274	2112.9002	1659.0665	2021.1060	CI B
275	2114.2864	1655.8349	2021.0683	CD B
276	2135.4397	1667.2875	2015.3991	CD B
277	2134.4158	1671.0538	2015.2771	CI B
278	2140.4571	1669.9617	2014.1925	CD B
279	2138.7963	1673.3333	2014.3741	CI B
280	2147.3855	1673.7386	2013.0460	CD B
281	2145.6995	1676.9633	2013.1374	CI B
282	2155.2303	1677.9473	2011.9700	CI B
283	2152.7261	1680.6584	2012.3670	CI B
284	2153.3512	1679.4869	2012.3243	CI B
285	2154.7091	1678.9347	2011.9952	E-55.1
286	2190.7436	1696.4943	2010.0410	E-55.2
287	2224.0325	1717.1861	2008.4500	E-55.3
288	2143.2916	1581.1717	2022.0610	E-56
289	2132.7840	1596.9832	2021.4856	8VA AV PROLONGACION D
290	2134.0006	1594.1622	2021.5623	8VA AV PROLONGACION I
291	2138.5322	1596.4179	2021.3708	8VA AV D
292	2135.3434	1600.5589	2021.3258	8VA AV I
293	2137.8853	1596.1651	2021.3499	E-56.1 (8VA AV PROLONG)
294	2154.7536	1573.1328	2022.5496	CI
295	2149.7476	1569.8953	2022.6414	CD
296	2167.9481	1547.2910	2020.1921	CD
297	2170.9308	1543.3736	2019.5266	E-57
298	2170.6887	1550.3653	2020.2626	CI
299	2198.3275	1512.7268	2012.5586	CI
300	2195.4675	1509.7535	2012.3732	CD

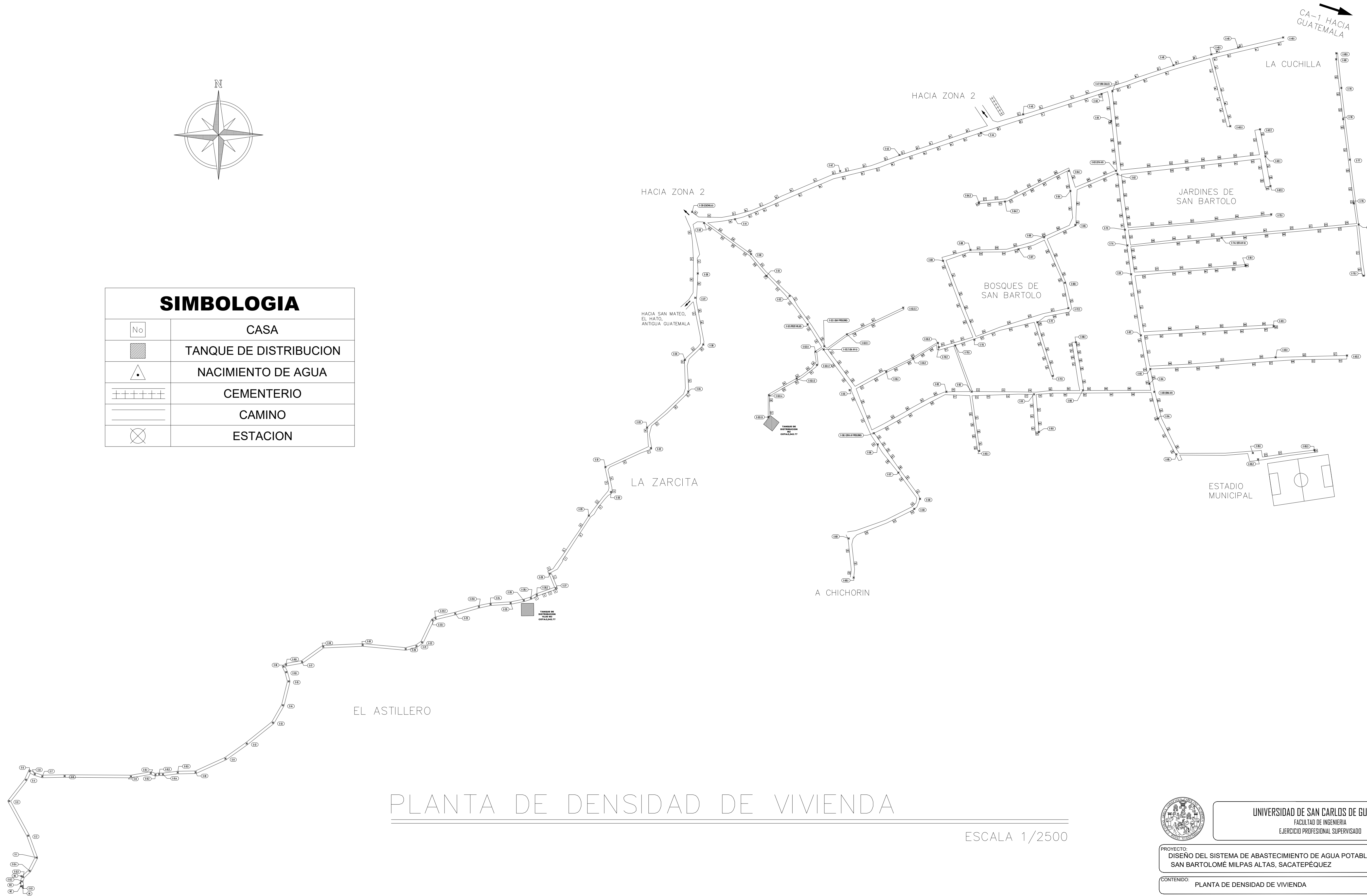
PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
301	2200.0112	1508.1771	2011.8579	E-58
302	2195.4997	1507.4259	2011.8013	CD
303	2194.5251	1502.6376	2010.7228	CD
304	2195.8083	1497.2596	2010.0850	CI
305	2190.9106	1493.2661	2008.9867	CI
306	2192.2808	1494.7046	2009.2490	E-59
307	2189.6711	1497.7306	2009.3059	CD
308	2155.5087	1475.7675	2001.4075	CI
309	2153.7845	1479.7123	2001.5151	CD
310	2115.2790	1459.9450	1994.4388	CI
311	2104.3475	1455.0669	1993.8889	E-60
312	2113.6651	1465.5157	1994.3669	CD
313	2102.5174	1463.8435	1994.7709	ENTRADA CALLEJÓN DERECHA
314	2100.8727	1459.9337	1994.4745	ENTRADA CALLEJÓN IZQUIERDA
315	2110.3235	1454.7468	1993.9251	CI
316	2108.5455	1447.1086	1993.8655	CI
317	2112.2525	1413.8208	1993.8763	CI
318	2107.8053	1413.2120	1993.9190	CD
319	2111.7741	1408.6610	1993.7092	CI
320	2106.5744	1403.2080	1993.6996	CD
321	2111.0150	1402.4969	1993.5053	E-60.1
322	2103.5833	1453.7791	1994.1814	CD
325	2458.8952	2044.9363	1984.6052	CI
326	2453.8232	2043.6969	1984.6560	CD
327	2456.4202	2014.9567	1985.0400	E-61
328	2464.3584	1949.4359	1985.1052	5TA AV 1
329	2464.8799	1945.4699	1985.1553	5TA AV 2
330	2470.2272	1943.2749	1985.1097	5TA AV 3
331	2469.3603	1949.2182	1985.0644	5TA AV 4
332	2464.8166	1943.4482	1985.3491	E-62
333	2466.9757	1946.3861	1985.2120	5TA AV 5
334	2462.9274	1948.0637	1985.3115	E-63 (5TA AV)
335	2410.7249	1922.7801	1990.9800	CI
336	2408.3280	1925.9774	1990.0400	CD
337	2401.7133	1921.0533	1990.1900	E-64
338	2409.1213	1885.8333	1992.9230	CI
339	2404.7889	1885.1942	1992.8200	CD
340	2409.5114	1874.7158	1993.0980	CI
341	2397.1469	1947.6690	1990.4470	CI
342	2399.5879	1951.9852	1990.5080	CD
343	2399.4183	1947.9604	1990.5040	E-64.1
344	2408.2969	1875.5372	1993.1070	E-65
345	2315.5300	1910.6943	1993.9122	CD
346	2316.2967	1909.0141	1993.9122	CC
347	2317.0480	1907.4446	1993.8900	CI
348	2313.9820	1906.8534	1994.0733	E-64.2
349	2280.2562	1904.0347	1996.6405	FINAL 4TA AV
350	2279.1433	1907.2607	1996.5864	FINAL 4TA AV
351	2279.1672	1905.4096	1996.6595	E-64.3
352	2400.3234	1875.1109	1994.2662	CD
353	2401.5054	1871.3181	1994.3117	CI
354	2352.6387	1848.5114	1997.1499	CI
355	2350.7463	1852.8000	1997.0750	CD
356	2366.5116	1858.9653	1995.9042	E-66
357	2395.4752	1798.5504	1996.5088	2DA CALLE A
358	2392.6300	1797.2671	1996.4185	2DA CALLE A
359	2394.2448	1797.9764	1996.4640	E-66.1
360	2332.2428	1842.8155	1998.4838	E-67
361	2366.8758	1855.2101	1996.0610	2DA CALLE A
362	2370.5279	1856.8088	1995.8462	2DA CALLE A
363	2316.2526	1842.9210	1999.5723	CD
364	2316.6347	1839.4291	1999.6617	CI
365	2265.7741	1838.8992	2003.9918	CI
366	2264.6613	1841.7640	2003.9905	CD
367	2267.6315	1842.0734	2003.7233	E-68
368	2234.8742	1828.0638	2007.7666	CI
369	2229.3492	1831.9808	2007.9305	CD
370	2233.2268	1829.4586	2007.7275	CC
371	2230.8183	1827.3907	2007.9157	E-69
372	2259.8402	1763.7481	2006.2192	CI
373	2255.8440	1762.0725	2006.3327	CD
374	2272.9394	1721.4987	2006.2325	E-70
375	2225.1346	1707.5576	2008.4400	E-70.1
376	2222.9584	1707.9428	2008.4500	3RA CALLE A
377	2225.1652	1711.5135	2008.7110	E-70.2
378	2247.0253	1713.9421	2007.7960	E-70.1
379	2245.2401	1713.2738	2007.8180	3RA CALLE A
380	2271.0124	1724.9644	2006.1921	CD
381	2275.0003	1725.9816	2005.9866	CI
382	2321.7730	1741.3470	2002.6285	E-71
383	2307.4568	1734.2448	2003.8496	CD
384	2353.3395	1744.9914	2000.3517	2DA CALLE A
385	2357.3846	1744.7044	2000.1275	2DA CALLE A
386	2357.3433	1745.0819	2000.1051	E-72
387	2307.0066	1738.3732	2003.6786	CI
388	2379.4272	1673.4196	2001.2827	2DA CALLE A
389	2378.0756	1673.0161	2001.2500	E-72.1
390	2376.5228	1672.5887	2001.3009	2DA CALLE A
391	2364.8560	1756.4538	1999.0876	CI
392	2367.7076	1752.6326	1999.1338	CI
393	2399.9656	1758.6591	1997.0207	CD
394	2403.5828	1763.4670	1997.0022	2DA CALLE
395	2399.0442	1763.8203	1996.8815	E-72.2
396	2541.5103	1956.6454	1982.1649	CI
397	2541.2985	1951.0780	1982.2416	CD
398	2655.3931	1969.7888	1977.2954	CI
399	2656.4654	1964.2507	1977.2954	CD
400	2662.6422	1970.3115	1977.2247	CI

PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
401	2663.3426	1964.7999	1977.2822	CD
402	2663.3426	1967.5149	1977.2822	E-62.1
403	2473.7167	1910.6396	1985.2807	CI
404	2468.9521	1908.6941	1985.3563	CD
405	2479.0509	1871.8495	1985.4993	6TA AV I
406	2479.4588	1868.8721	1985.5570	6TA AV D
407	2474.9121	1869.1308	1985.5614	E-73
408	2577.4032	1877.6567	1981.6855	6TA AV D
409	2577.1693	1879.8279	1981.7172	6TA AV I
410	2591.3031	1879.0232	1981.1034	ESTACION 6TA AV
411	2482.5806	1848.5533	1985.6439	6TA AV A I
412	2482.7218	1846.4422	1985.7282	6TA AV A D
413	2478.2103	1848.0949	1985.7957	E-74
414	2539.6560	1855.2917	1983.2592	6TA AV A I
415	2539.9449	1852.1470	1983.2772	6TA AV A D
416	2611.3184	1861.4650	1980.6296	6TA AV A I
417	2611.5804	1858.5257	1980.6231	6TA AV A D
418	2604.5830	1858.3792	1980.8616	E-74.1 (6TA AV A)
419	2706.6888	1869.9520	1976.6108	CI
420	2707.0164	1866.9153	1976.6190	CD
421	2788.3773	1876.1386	1972.2870	E-75
422	2785.7342	1877.4592	1972.3360	CI
423	2785.8713	1874.5590	1972.3680	CD
424	2791.1995	1821.2123	1973.0350	SALIDA TARJETAS D
425	2794.3468	1822.4712	1973.0200	SALIDA TARJETAS I
426	2793.3394	1807.3305	1973.2650	TOPE TARJETAS
427	2795.0590	1807.4757	1973.2480	E-75.1
428	2782.0164	1904.4098	1972.9120	E-76
429	2671.1608	1889.8323	1977.8672	E-73.1
430	2671.4325	1887.8999	1977.8726	FINAL 6TA AV
431	2779.2423	1925.1855	1972.5968	0 CALLE
432	2781.8498	1925.3688	1972.5928	0 CALLE
433	2776.5711	1963.1414	1972.3353	E-77
434	2768.6473	2008.4534	1972.6743	0 CALLE I
435	2771.2754	2008.8352	1972.6876	0 CALLE D
436	2767.6490	2017.4129	1972.7146	E-78
437	2767.1274	2043.4008	1972.8687	0 CALLE D
438	2765.1563	2059.3388	1973.0587	E-79
439	2764.5113	2042.3804	1972.8724	0 CALLE I
440	2758.5300	2092.6863	1973.6256	0 CALLE I
441	2760.3962	2103.0791	1973.7912	0 CALLE D
442	2758.5340	2104.8583	1973.7790	0 CALLE D
443	2758.2207	2097.7154	1973.7278	E-80
444	2758.4172	2105.8510	1973.1966	E-80.1
445	2760.3187	2106.0870	1973.1920	FINAL 0 CALLE
446	2487.4776	1812.2743	1986.1477	7MA AV I
447	2488.3510	1807.3376	1986.1816	7MA AV D
448	2482.6925	1811.3675	1986.2208	CD
449	2483.2087	1809.4167	1986.2105	E-81
450	2479.8550	1848.2509	1985.7764	CC
451	2528.7862	1814.5802	1984.0998	7MA AV I
452	2529.8009	1814.3706	1984.0373	7MA AV I
453	2529.0237	1811.4346	1984.1111	7MA AV D
454	2588.6045	1818.6474	1982.0415	7MA AV I
455	2588.8240	1815.9427	1982.0463	7MA AV D
456	2636.3977	1822.3543	1980.4594	CI
457	2636.5121	1821.1372	1980.4603	E-81.1
458	2499.9285	1732.2096	1987.1910	8VA AV I
459	2500.8621	1727.3022	1987.2482	8VA AV D
460	2498.1461	1727.7817	1987.2628	CC
461	2495.0581	1731.3201	1987.2587	CD
462	2496.3378	1727.4720	1987.2869	E-82
463	2674.1612	1741.6431	1980.1820	8VA AV I
464	2674.4544	1737.8006	1980.1550	8VA AV D
465	2674.3078	1739.7218	1980.1690	E-82.1
466	2505.2358	1700.9253	1987.9022	CI
467	2500.5014	1699.7860	1987.9497	CD
468	2509.5718	1653.7547	1990.2355	9NA AV D
469	2510.1156	1650.8106	1990.3586	9NA AV I
470	2514.9045	1651.8170	1990.2191	CI
471	2514.2657	1651.6628	1990.2153	E-89 (9NA AV)
472	2419.4641	1653.5111	1994.5056	CD CALLEION
473	2414.4709	1653.4827	1994.6838	CI CALLEION
474	2418.4789	1653.7301	1994.5415	E-90
475	2417.1513	1649.9903	1994.6477	CI
476	2412.3886	1662.6508	1993.6218	CALLEION I
477	2418.4350	1662.5264	1993.5583	E-90.1
478	2403.8987	1718.1770	1991.6650	CALLEION I
479	2409.1560	1718.2489	1991.5960	E-90.1
480	2378.7464	1649.9667	1996.8333	CI
481	2377.5490	1653.5438	1996.8261	CD
482	2352.9128	1648.4263	1998.6140	E-91
483	2355.6371	1651.2542	1998.5420	CD
484	2355.7915	1648.1074	1998.5358	CI
485	2331.9510	1648.5718	2000.0027	CI
486	2332.2004	1651.6699	1999.9723	CD
487	2270.2976	1652.1141	2003.8056	CALLEION
488	2267.3047	1652.1021	2003.9673	CALLEION
489	2269.2886	1651.8382	2003.8609	E-92
492	2279.3751	1572.3809	2001.9100	E-92.1
493	2243.3285	1651.9176	2005.3271	CD
494	2233.5810	1647.9260	2006.1427	CI
495	2232.3881	1651.2498	2006.1272	CD
496	2235.3746	1651.7907	2005.9790	E-93
497	2266.7755	1646.6902	2003.9358	ENTRADA NUEVO CEMENTERIO
498	2269.7491	1646.4157	2003.7750	ENTRADA NUEVO CEMENTERIO
499	2268.7805	1646.6583	2003.8552	ENTRADA NUEVO CEMENTERIO
500	2214.0859	1640.8907	2008.0283	CC

PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCION
501	2189.7694	1627.5998	2010.6846	CC
502	2180.5203	1621.8777	2012.0224	CC
503	2151.6144	1605.7928	2017.9872	CC
504	2137.6635	1599.2544	2021.2941	CC
505	2136.9378	1598.4884	2021.3483	CC
506	2507.7612	1662.5559	1989.8750	E-84
507	2523.8640	1616.3286	1991.3984	CI
508	2518.6175	1616.8670	1991.4228	CD
509	2519.6119	1614.0232	1991.4917	CD
510	2521.0425	1610.2596	1991.5684	CD
511	2519.5849	1616.0747	1991.4233	E-94
512	2544.1044	1574.8151	1991.6556	CI
513	2548.3450	1566.8626	1991.5733	CD ESTADIO
514	2547.1031	1559.4025	1991.5781	CD
515	2551.5058	1560.6055	1991.5082	CI
516	2543.9013	1567.8778	1991.6510	E-95
517	2547.6775	1569.0991	1991.6144	CI ESTADIO
518	2608.5175	1566.4394	1987.1856	CD ESTADIO
519	2609.5327	1569.3669	1987.0511	CI ESTADIO
520	2646.4637	1569.6725	1985.0926	E-95.1
521	2638.8004	1571.7259	1985.5417	CI
522	2639.5596	1568.9235	1985.6524	CD ESTADIO
523	2642.3162	1558.4287	1985.5145	CD
524	2657.8961	1573.0830	1984.4354	CI
525	2659.3119	1564.2430	1984.4885	ENTRADA ESTADIO I
526	2660.8002	1560.6433	1984.3390	ENTRADA ESTADIO D
527	2653.4301	1561.2015	1984.7570	E-95.2
528	2694.4657	1569.2439	1982.2906	CI ESTADIO
529	2694.9329	1566.2543	1982.3382	CD ESTADIO
530	2709.7236	1568.1935	1981.1452	CD ESTADIO
531	2709.3018	1571.0641	1981.1336	CI ESTADIO
532	2724.4324	1570.0659	1979.2566	CD ESTADIO
533	2724.9790	1573.1279	1979.3062	CI ESTADIO
534	2729.0005	1573.5499	1979.1668	E-95.3
535	2729.3985	1570.5700	1979.8786	CD ESTADIO
536	1700.6043	1410.7357	2092.9130	CI
537	1709.7877	1389.5310	2093.2260	CI
538	1713.9088	1387.6019	2093.2500	CD
539	1686.6234	1377.8833	2095.0000	CD
540	1685.2950	1380.8071	2095.0000	CI
541	1678.6842	1373.4348	2095.2600	CD
542	1677.4107	1376.3893	2095.2000	CD
543	1668.9098	1370.3764	2094.6600	CI
544	1668.1163	1373.4811	2094.6600	CI
545	1651.0828	1366.8151	2094.2500	CD
546	1650.6676	1369.9954	2094.2500	CI
547	1624.0441	1365.1322	2093.9300	CD
548	1623.8443	1368.3169	2093.9300	CI
549	2688.3311	1521.0982	1975.6490	CD
550	2796.7787	1807.6209	1973.2310	TOPE TARJETAS
551	2649.0634	2002.4803	1977.2950	CI
552	2656.1432	2003.8313	1977.2950	E-62.2
553	2663.0764	1926.2378	1977.2950	CD
554	2670.1562	1927.5887	1977.2950	E-62.3
555	2277.3700	1572.3809	2001.1700	CD
556	2280.3022	1572.3839	2001.1700	CI
557	2215.8251	1638.6940	2008.0300	CI
558	2212.8501	1643.3492	2008.0300	CD
559	2191.1533	1625.2222	2010.6800	CI
560	2188.3855	1629.9774	2010.6800	CD
561	2181.9131	1619.5056	2012.0200	CD
562	2179.1276	1624.2497	2012.0200	CD
563	2152.8680	1603.3433	2017.9900	CI
564	2150.3608	1608.2423	2017.9900	CD
565	2191.2255	1695.5055	2010.0400	CD
566	2190.2617	1697.4831	2010.0400	CD
567	2222.0809	1714.9133	2008.4500	CI
568	2223.8443	1718.1288	2008.4650	CI
569	1996.4112	1648.1320	2038.6140	CD
570	2588.8057	2098.4645	1977.8610	CD
571	2600.4370	2052.8278	1976.6800	CD
572	2604.1030	2053.6730	1976.0000	CI
573	2612.0683	2007.1910	1976.3200	CD
574	2616.2284	2007.9436	1976.2300	E-48.1.1
575	2508.1529	1686.1092	1988.6010	CI
576	2508.8868	1682.3795	1988.6010	E-83
577	2555.9128	1688.5772	1988.0000	CI
578	2586.0415	1685.7676	1987.9000	CD
579	2676.9892	1697.9506	1987.1100	E-83.1
580	2606.6299	1687.5853	1988.0000	CD
581	2662.6920	1692.0200	1987.2000	CD
582	2772.8146	1700.4403	1980.0000	E-83.2
583	2772.4166	1695.6266	1980.9500	CD
584	2705.5153	1694.8423	1983.0000	CD
585	2350.9257	1648.1813	1998.5360	CI
586	2354.7654	1597.8284	1997.2360	CD
587	2359.5262	1597.8315	1997.1536	E-91.1

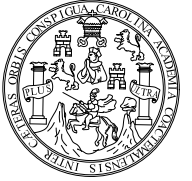


SIMBOLOGIA	
No	CASA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	NACIMIENTO DE AGUA
	CEMENTERIO
	CAMINO
	ESTACION



PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1/2500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

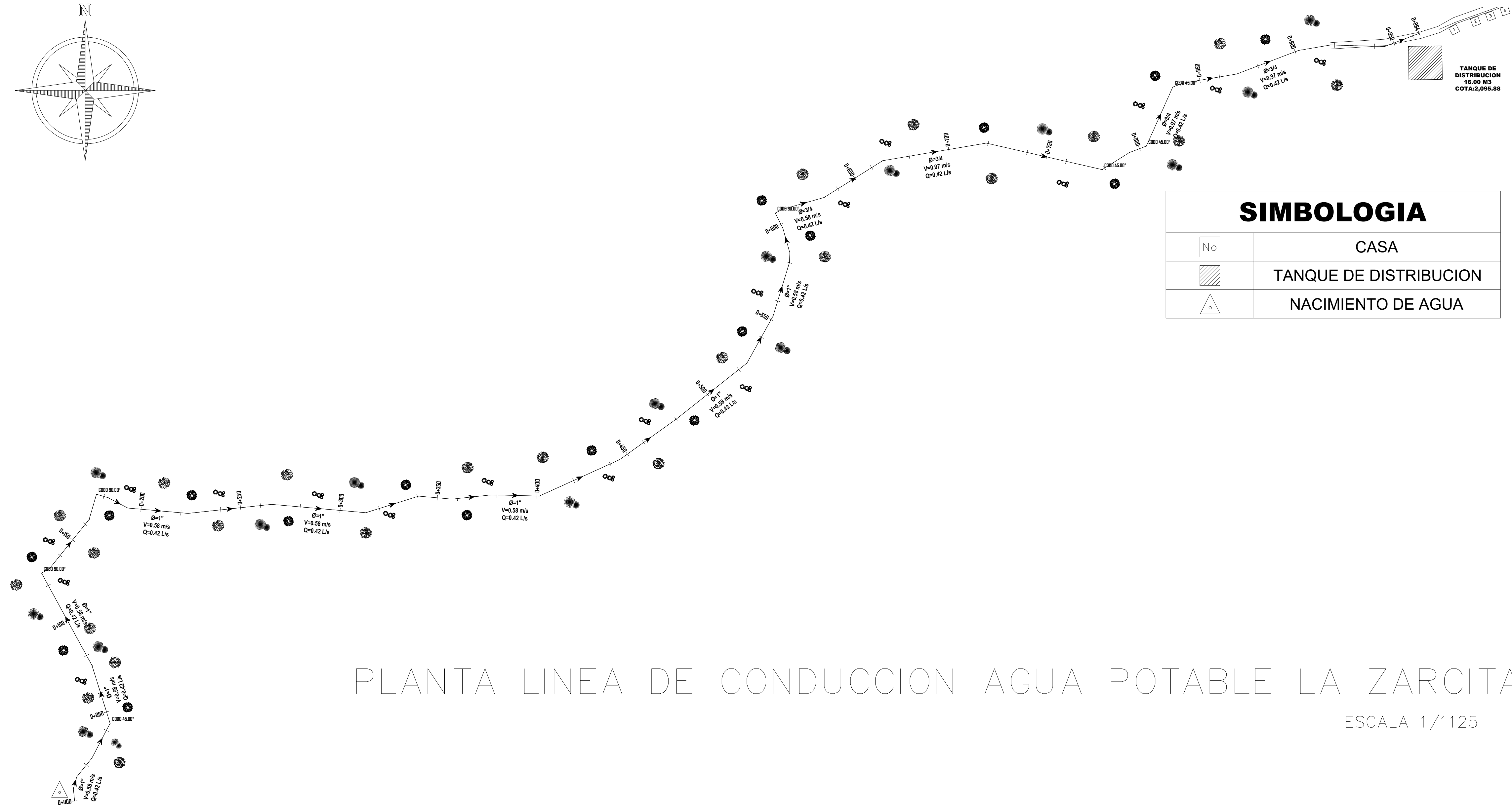
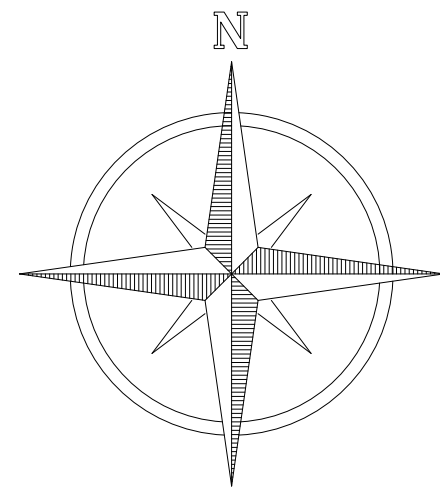
CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20109427

REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA: ABRIL 2024

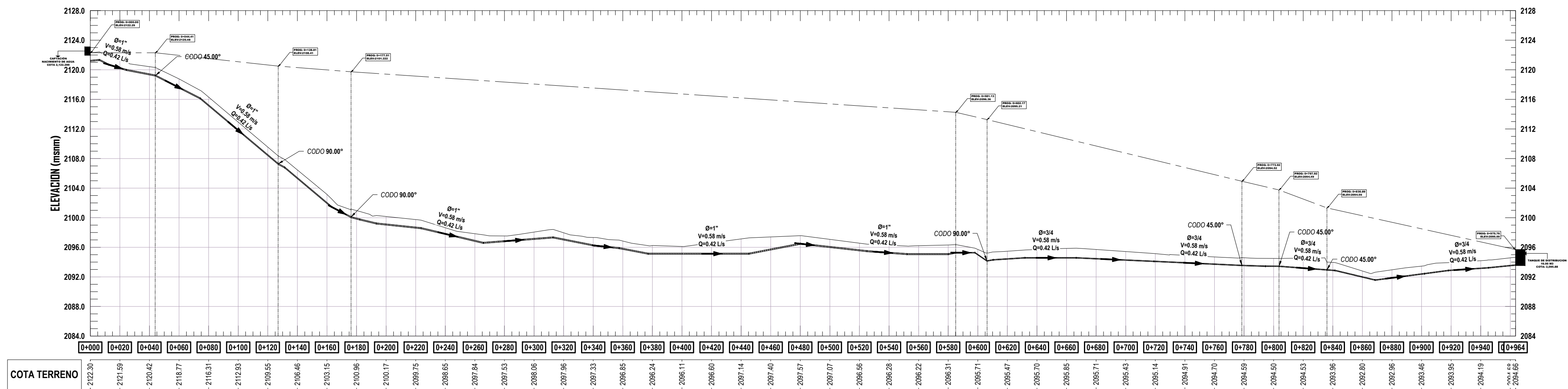
HOJA: 4



SIMBOLOGIA	
No	CASA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	NACIMIENTO DE AGUA

PLANTA LINEA DE CONDUCCION AGUA POTABLE LA ZARCITA

ESCALA 1/1125



PERFIL LINEA DE CONDUCCION AGUA POTABLE LA ZARCITA

ESCALA HORIZONTAL 1/2000
ESCALA VERTICAL 1/200



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

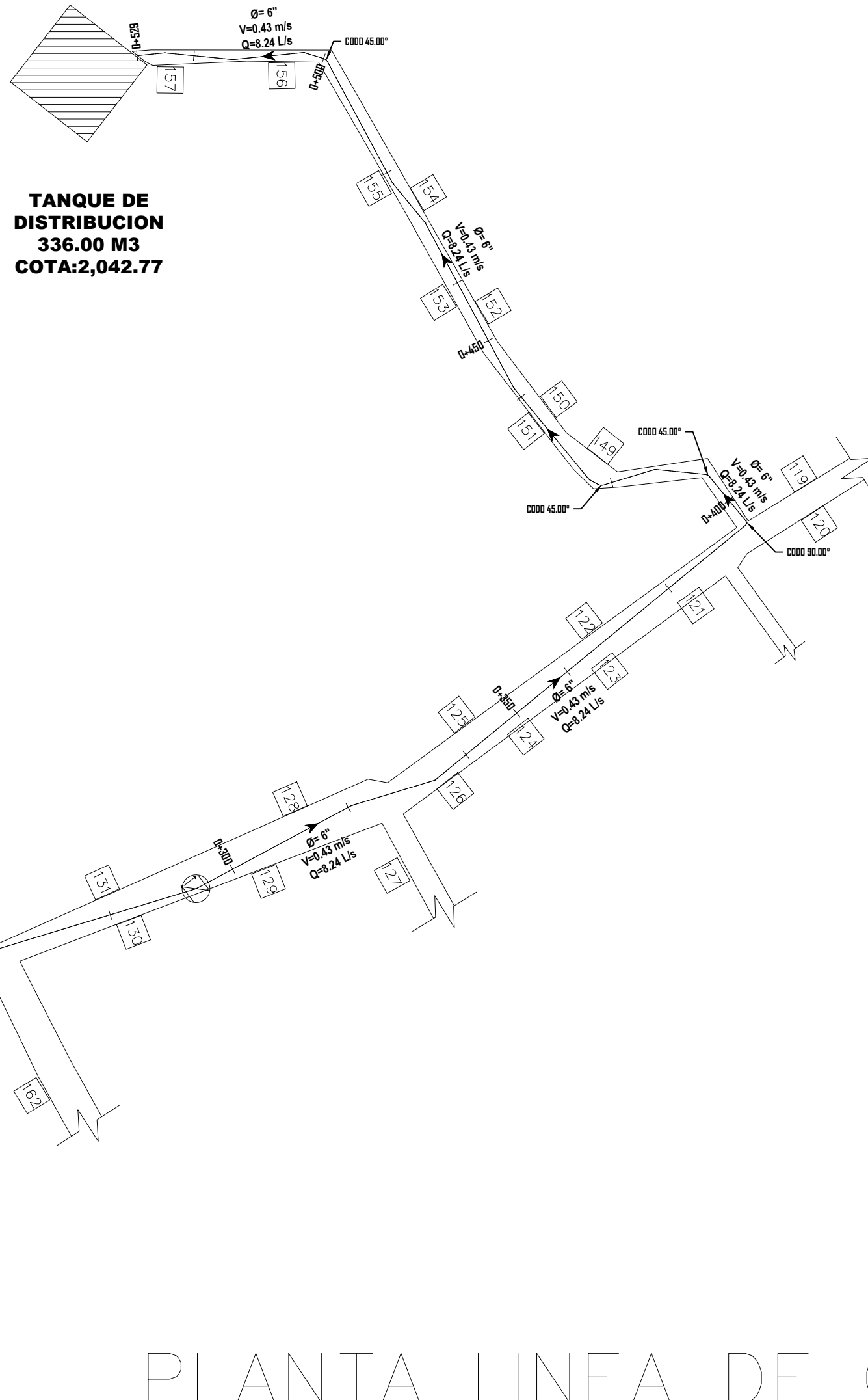
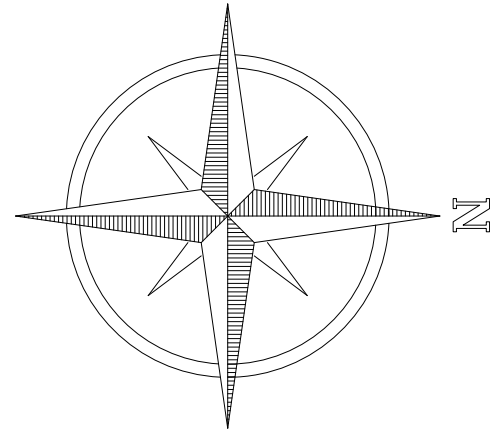
CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE LA ZARCITA

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 201504257

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
5



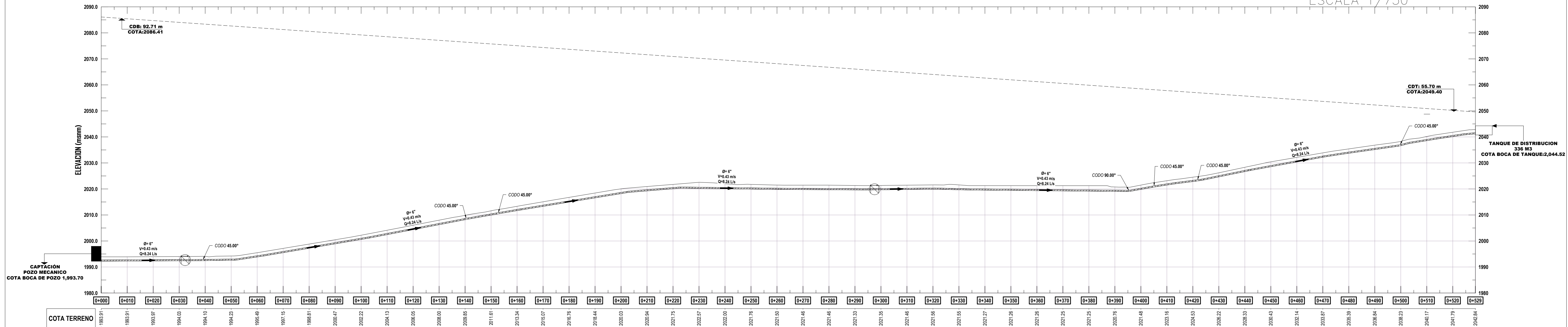
POZO MECANICO
COTA 1,993.70

TANQUE DE
DISTRIBUCION
336.00 M3
COTA:2,042.77

SIMBOLOGIA	
No	CASA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	POZO MECANICO
	VALVULA DE RETENCIÓN

PLANTA LINEA DE CONDUCCION AGUA POTABLE

ESCALA 1/750



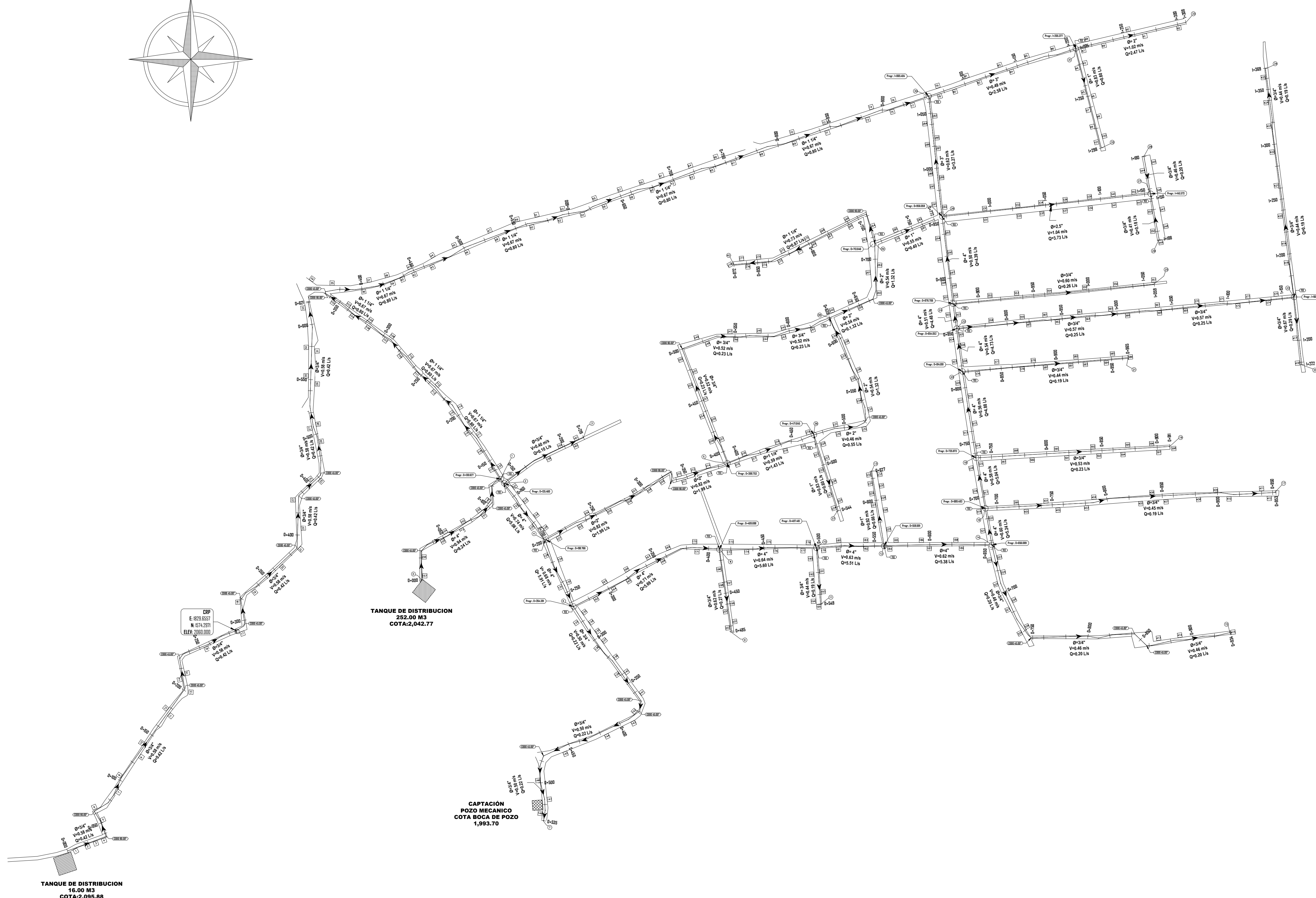
PERFIL LINEA DE CONDUCCION AGUA POTABLE

ESCALA HORIZONTAL 1/750
ESCALA VERTICAL 1/75



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

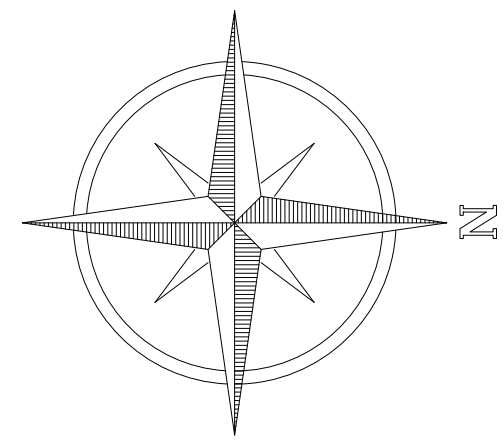
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ		
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE	ESCALA: LA INDICADA	
DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ CARNE: 201594257	REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR	FECHA: ABRIL 2024
VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS	FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	HOJA: 6 21



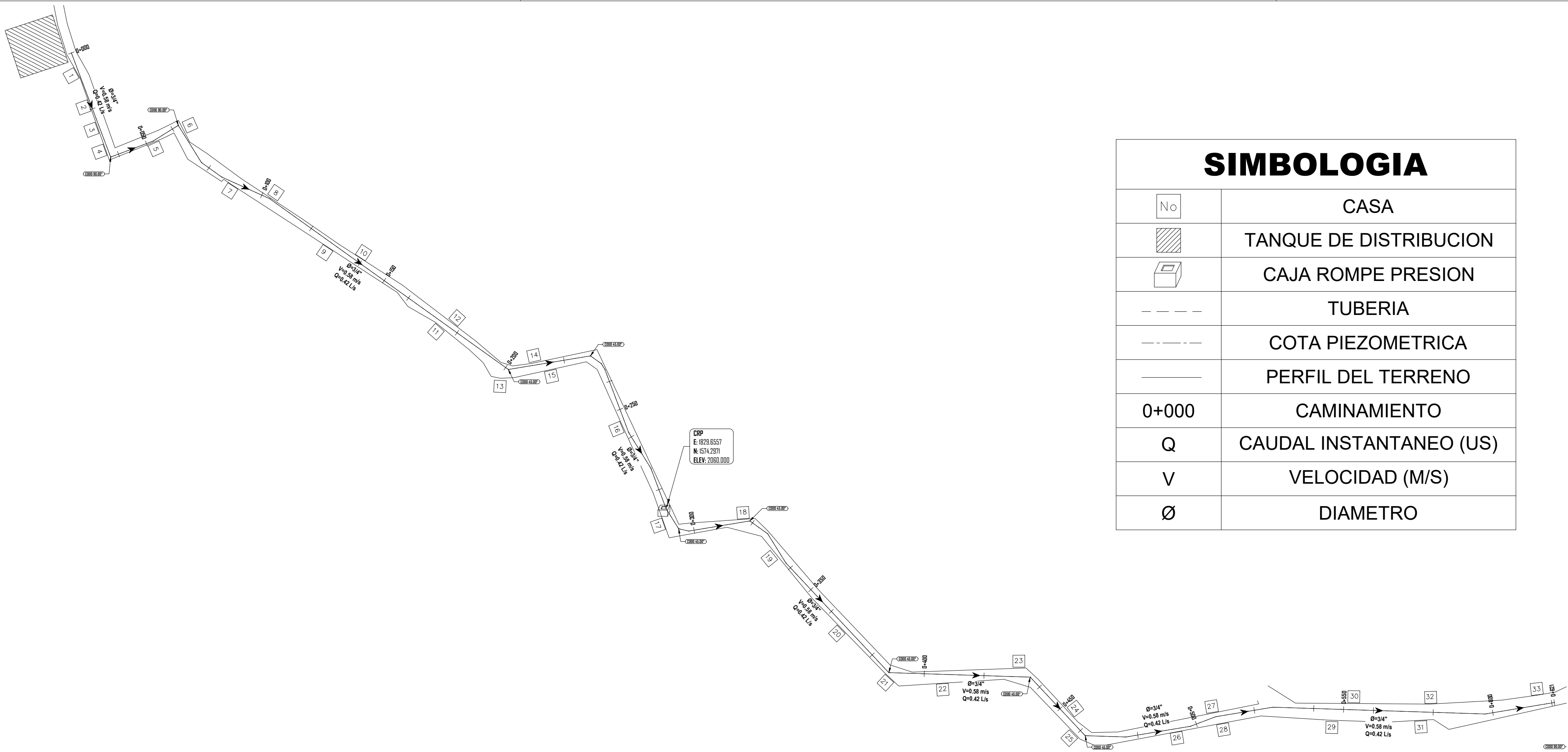
PLANTA DE CONJUNTO

HOJA:

7 / 2



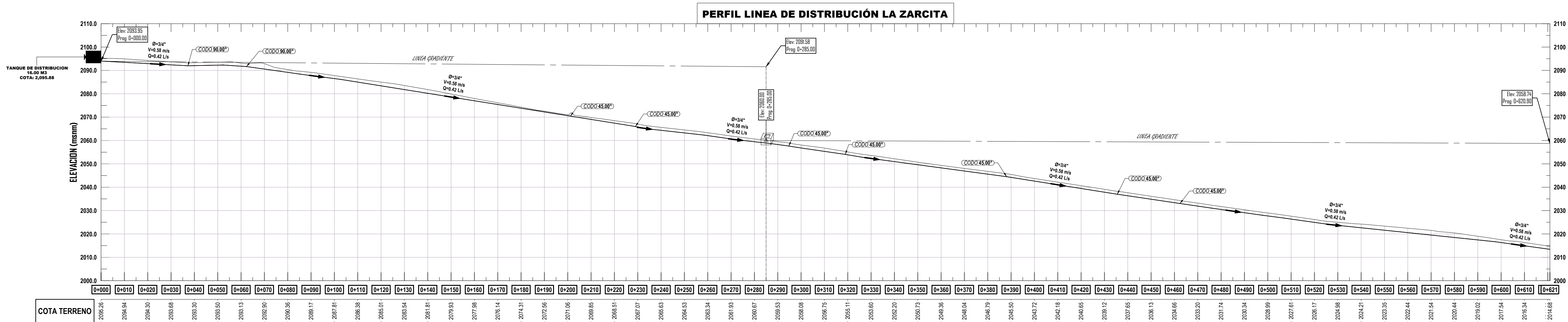
TANQUE DE DISTRIBUCION
16.00 M3
COTA: 2,042.77



SIMBOLOGIA	
No	CASA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAJA ROMPE PRESION
---	TUBERIA
- - - -	COTA PIEZOMETRICA
—	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
Ø	DIAMETRO

PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION AGUA POTABLE LA ZARCITA

ESCALA 1/1000



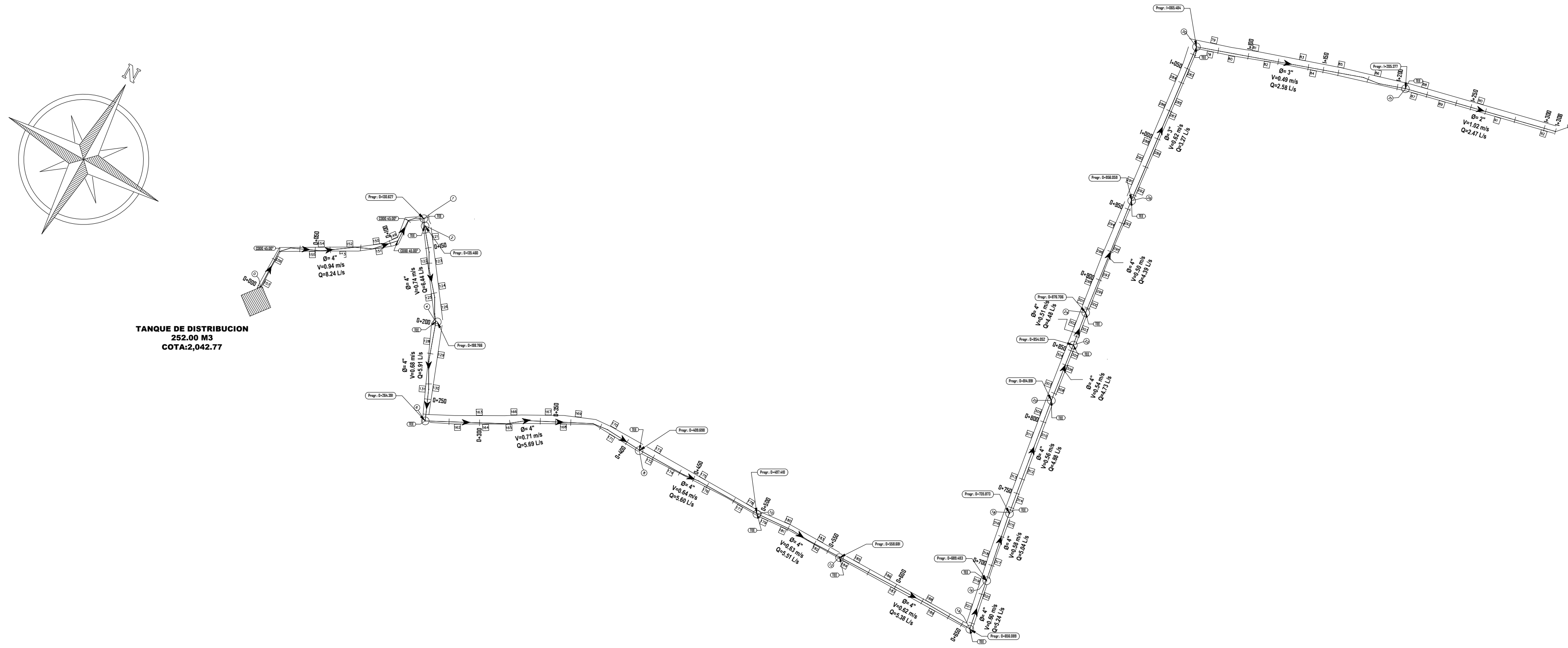
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION AGUA POTABLE

ESCALA HORIZONTAL 1/1000
ESCALA VERTICAL 1/100



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

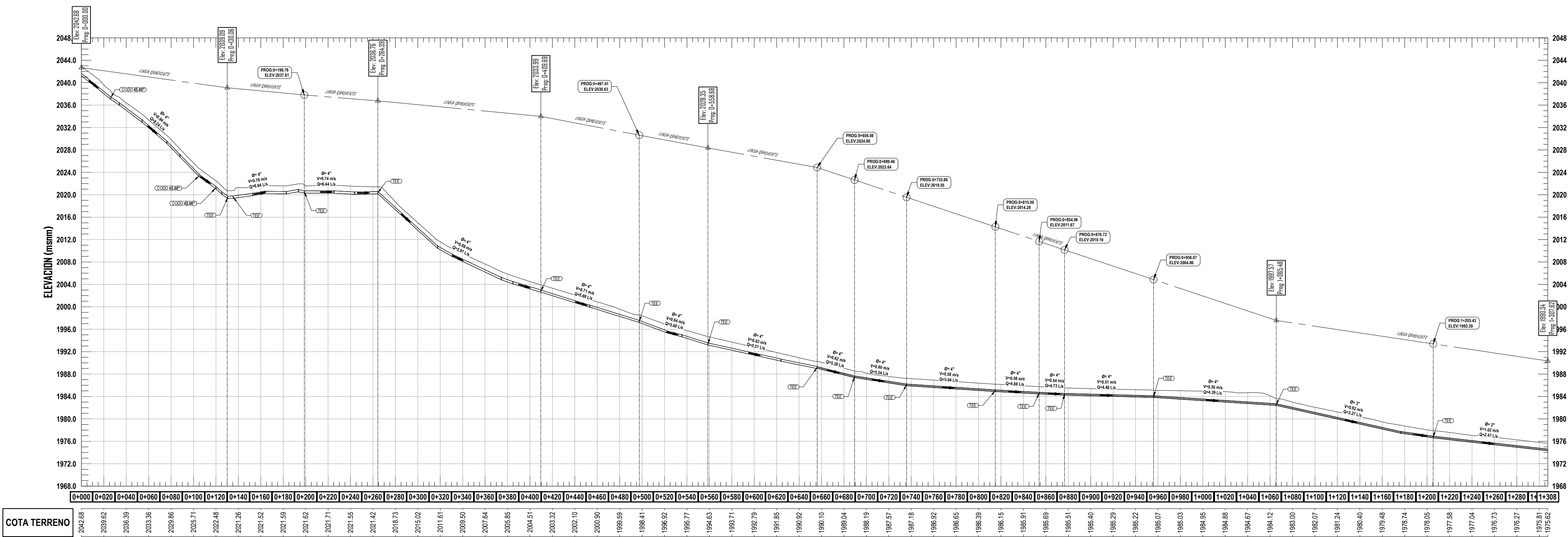
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ		
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE LA ZARCITA	ESCALA: LA INDICADA	
DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ CARNE: 20150427	REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR	FECHA: ABRIL 2024
VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS	FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	HOJA: 8 21



SIMBOLOGIA	
No	CASA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
---	TUBERIA
---	COTA PIEZOMETRICA
---	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
Ø	DIAMETRO
No	NUMERO DE NODO

PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN – RAMAL PRINCIPAL

ESCALA 1/2000



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION – RAMAL PRINCIPAL

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

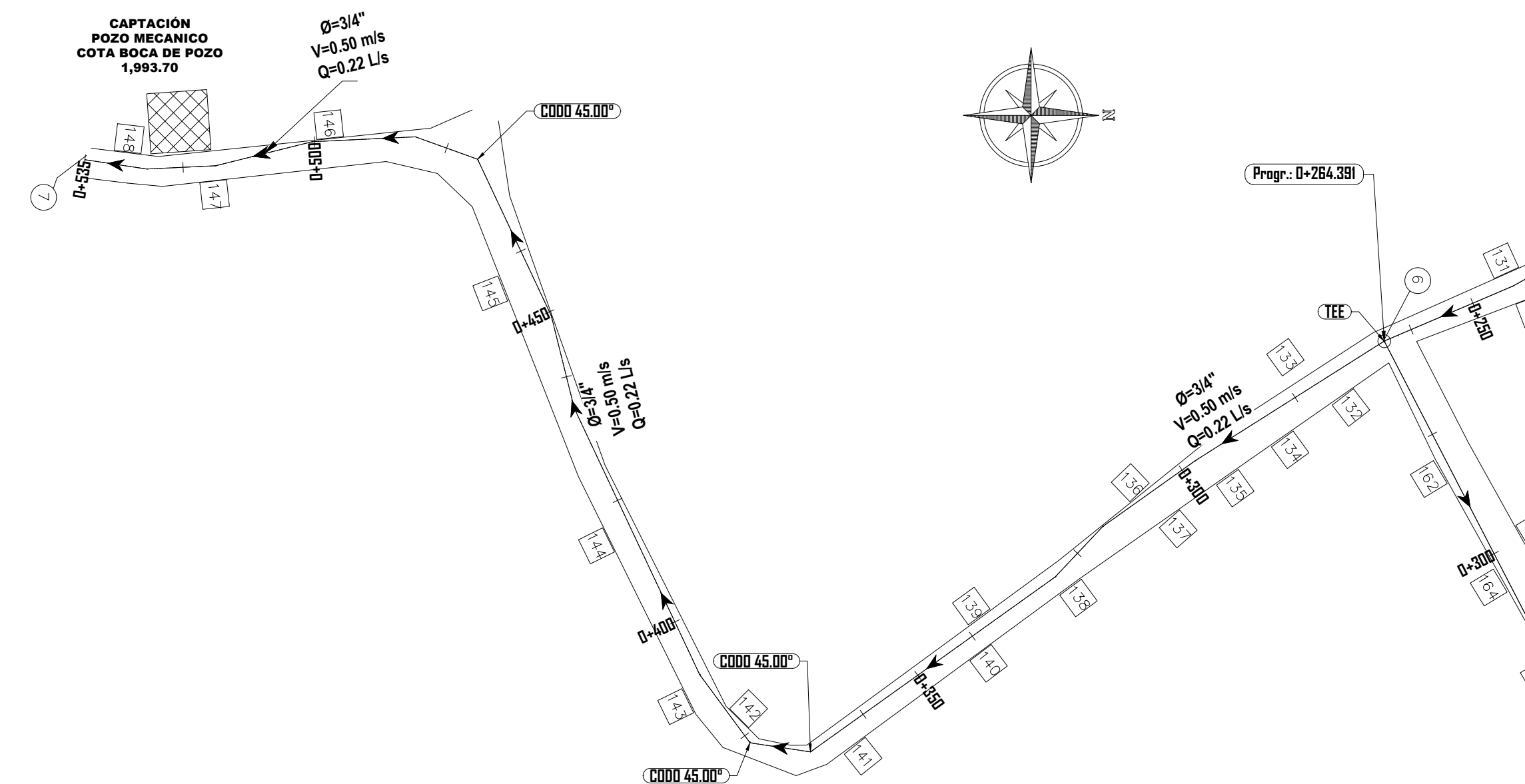
CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL PRINCIPAL

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

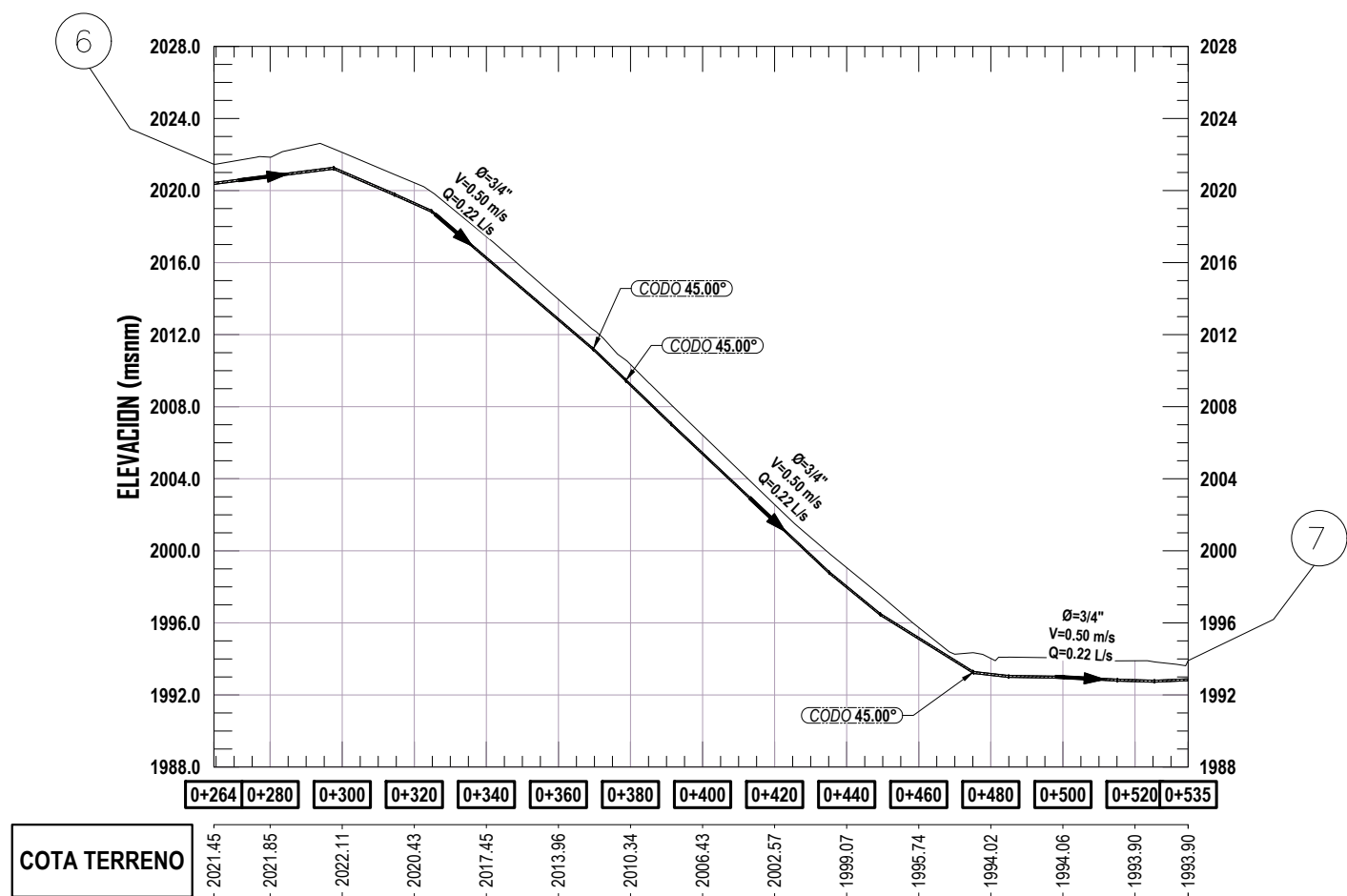
FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
9



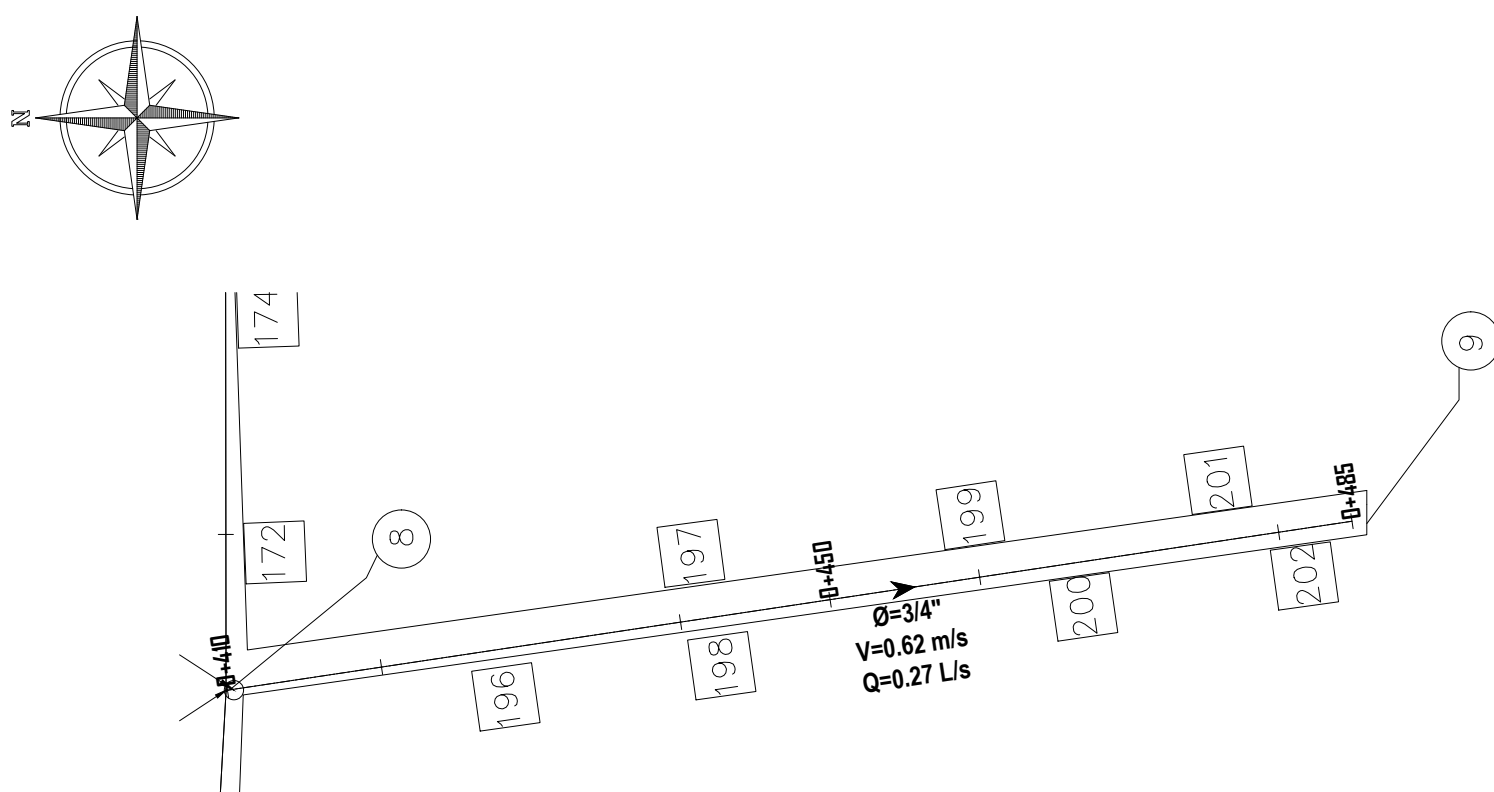
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 6–7

ESCALA 1/750



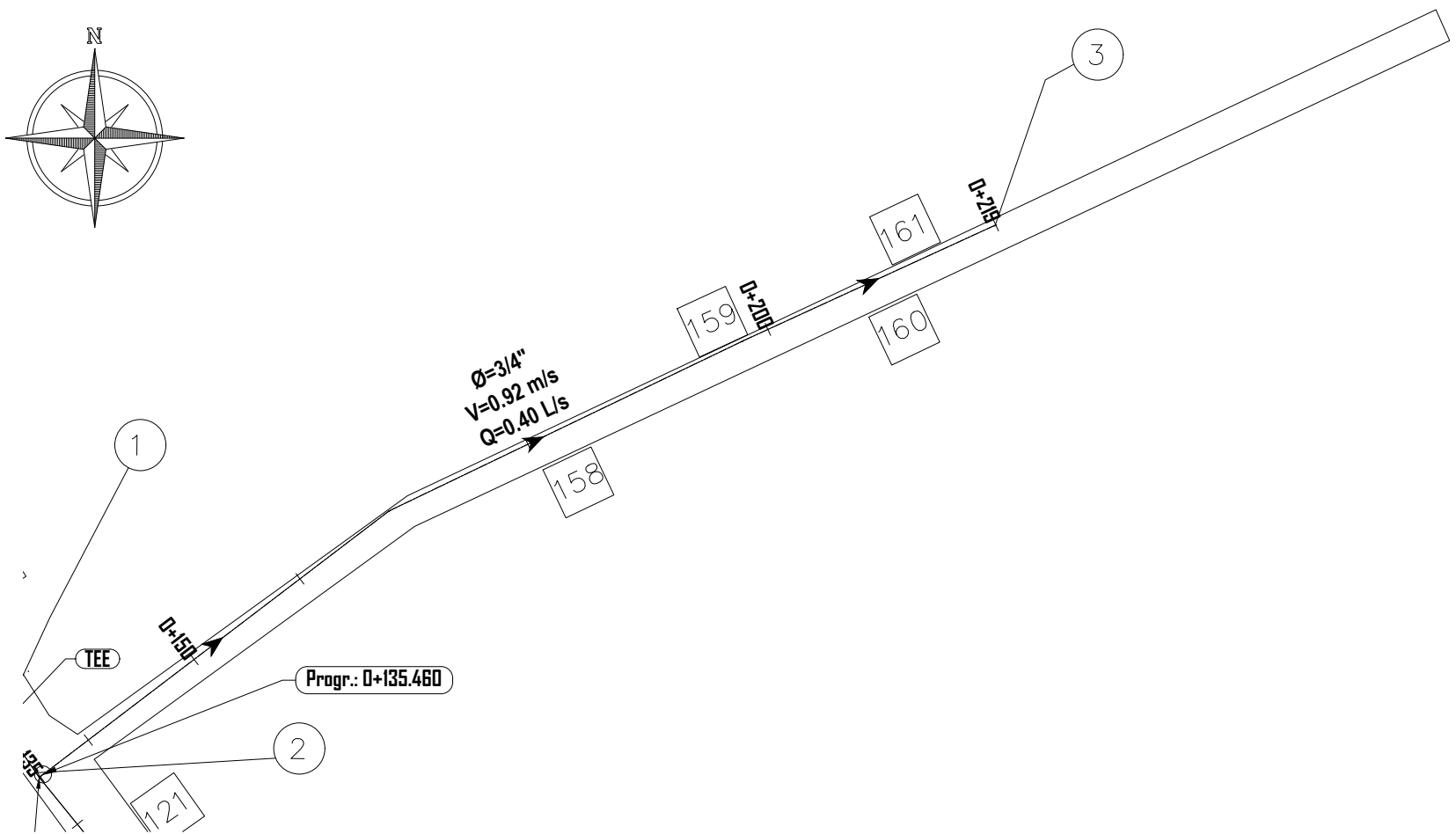
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 6–7

ESCALA 1/2000



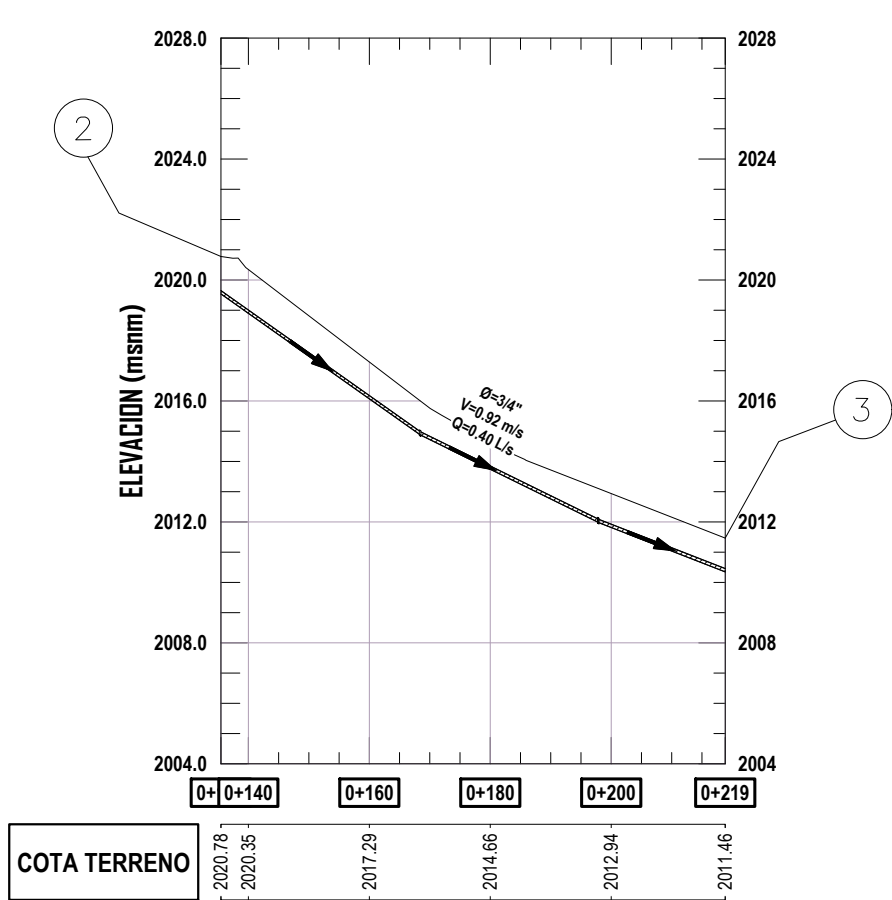
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 8–9

ESCALA 1/500



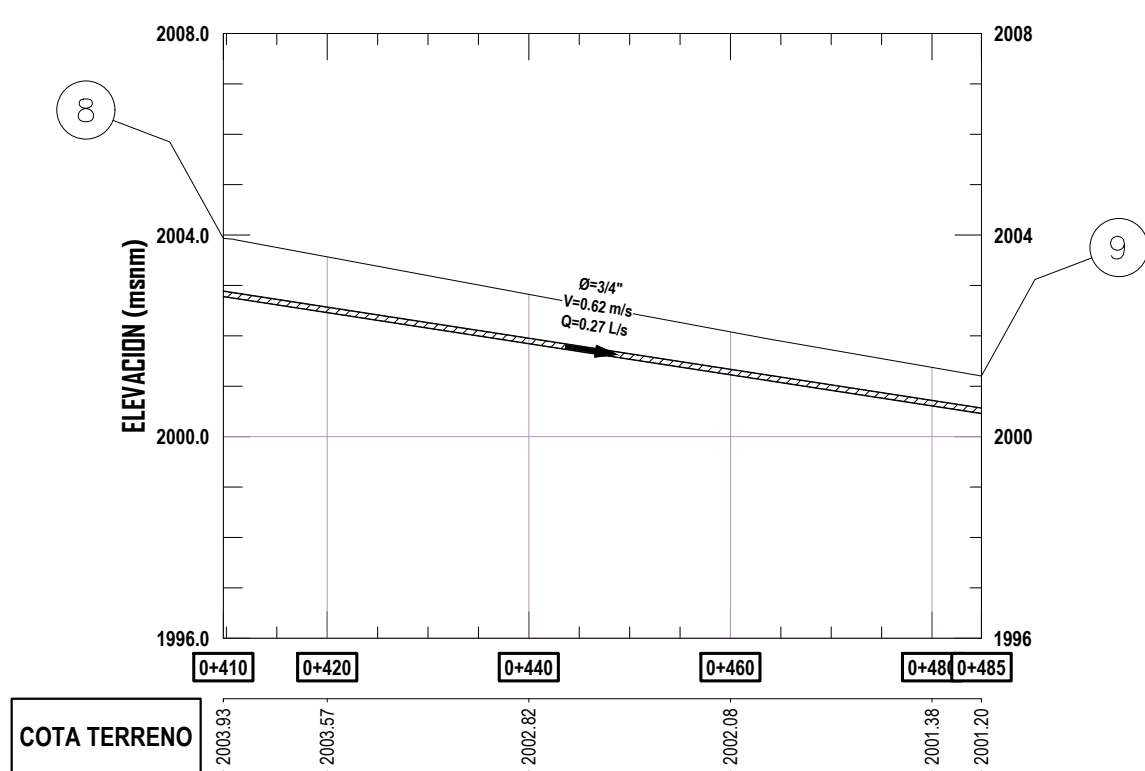
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 2–3

ESCALA 1/750



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 2–3

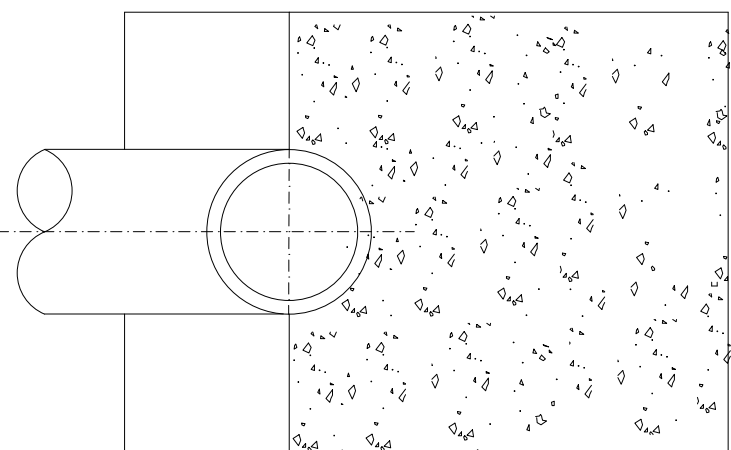
ESCALA 1/1250



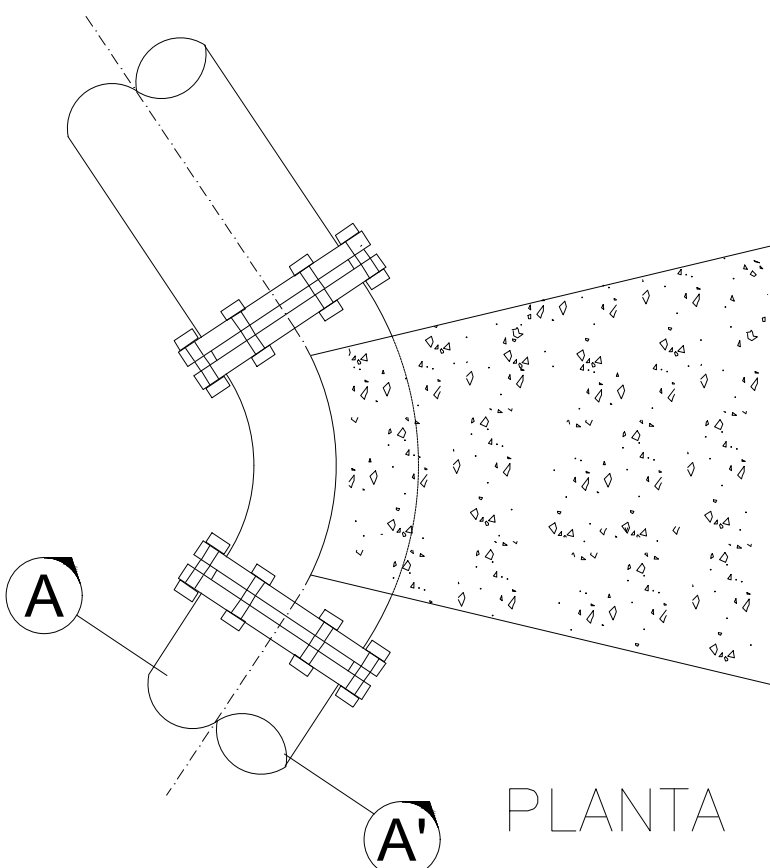
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 8–9

ESCALA 1/750

SIMBOLOGIA	
No	CASA
	POZO MECANICO
---	TUBERIA
----	COTA PIEZOMETRICA
---	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
Ø	DIAMETRO
No	NUMERO DE NODO



SECCIÓN A-A'



PLANTA

DETALLE ANCLAJE CODO 45°

SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESCALA:
LA INDICADA

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

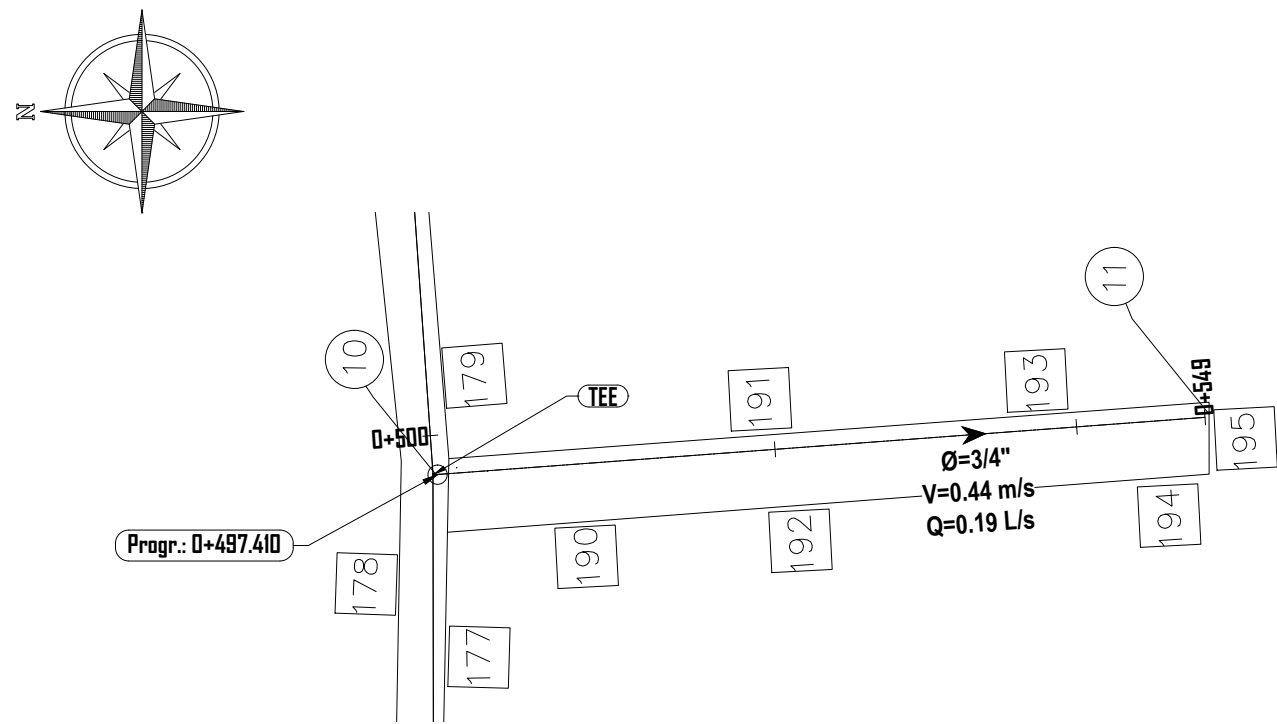
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

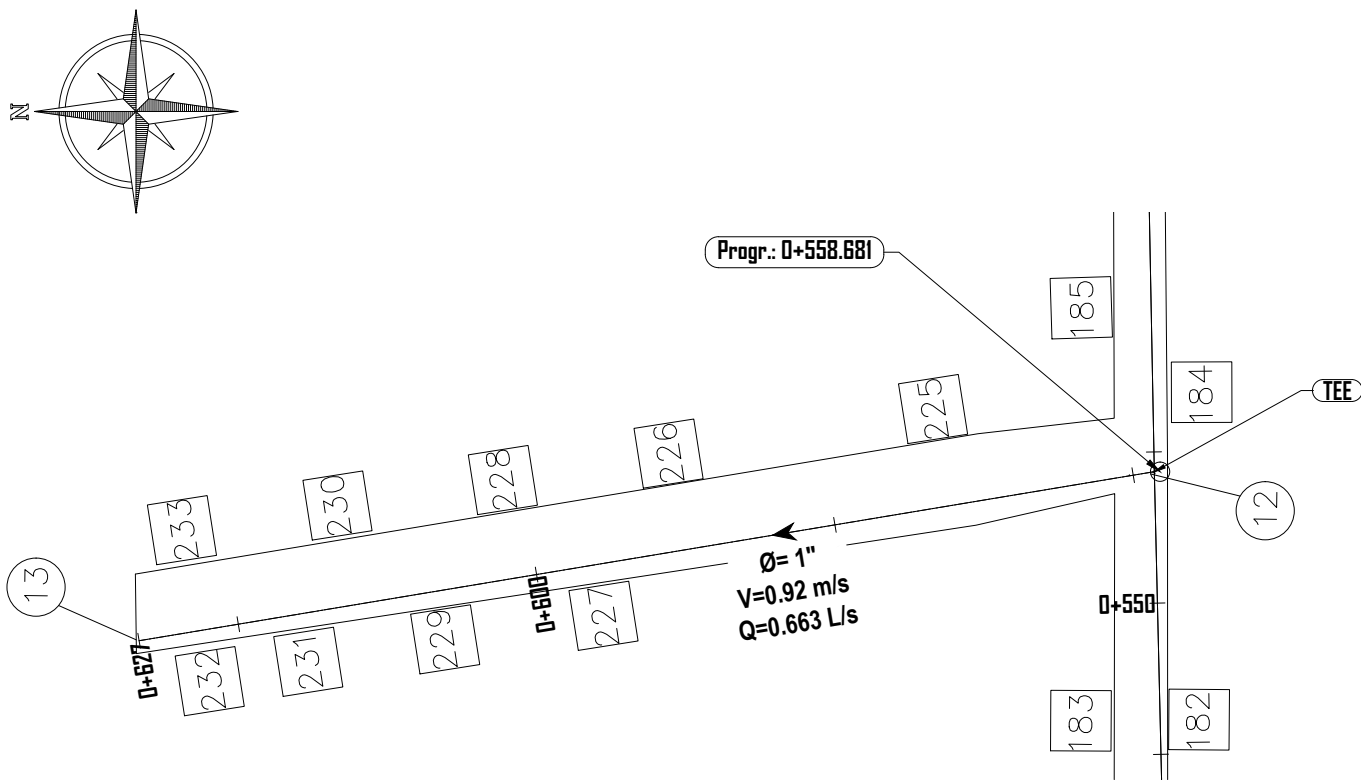
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
10
21



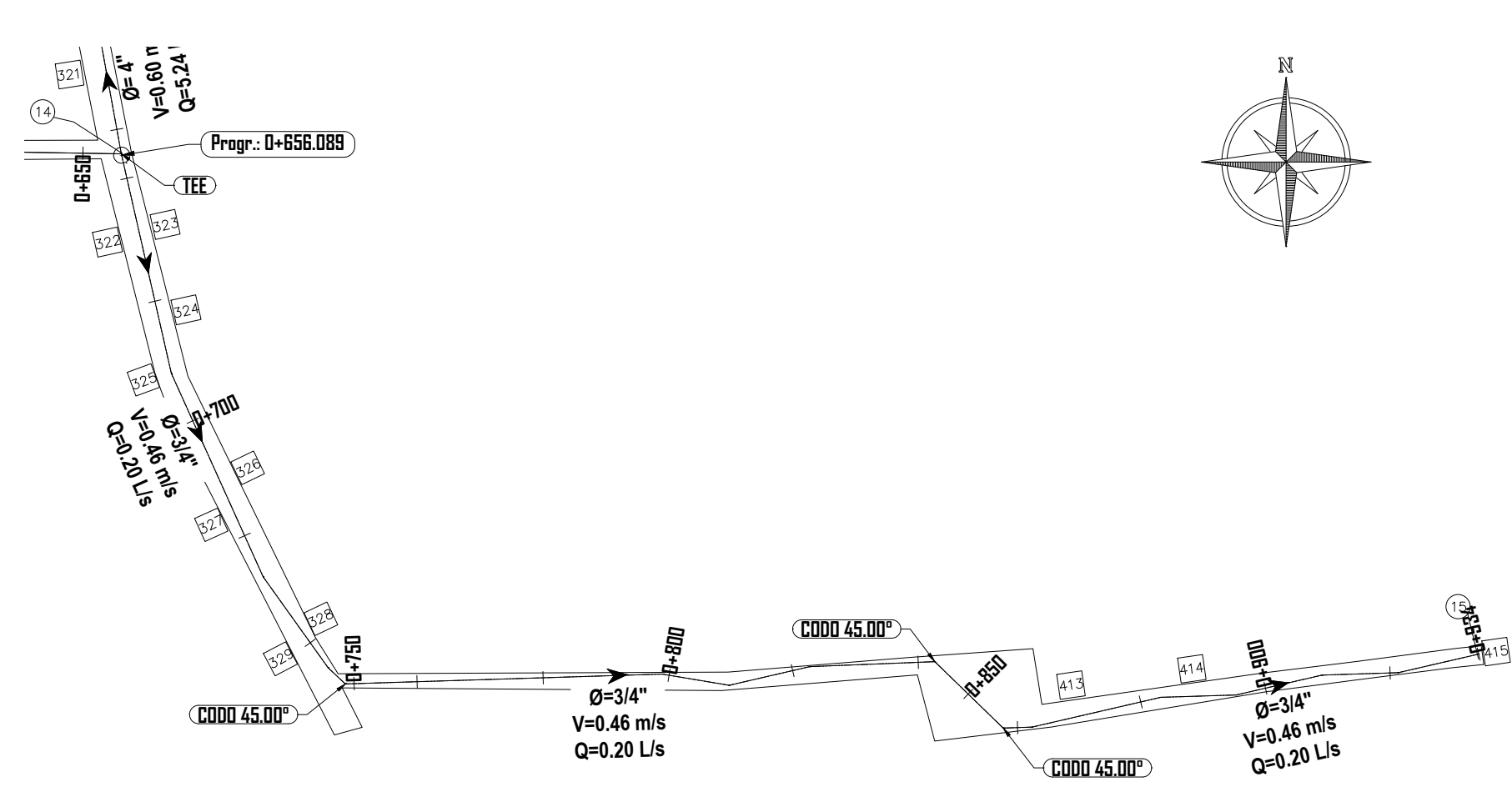
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 10–11

ESCALA 1/500



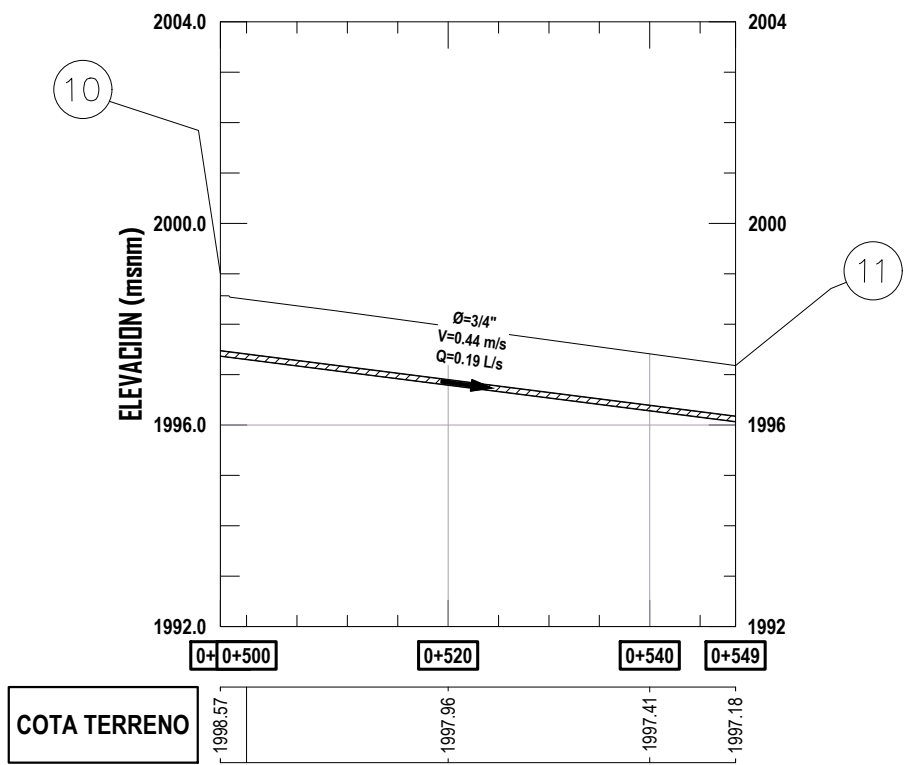
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 12–13

ESCALA 1/750



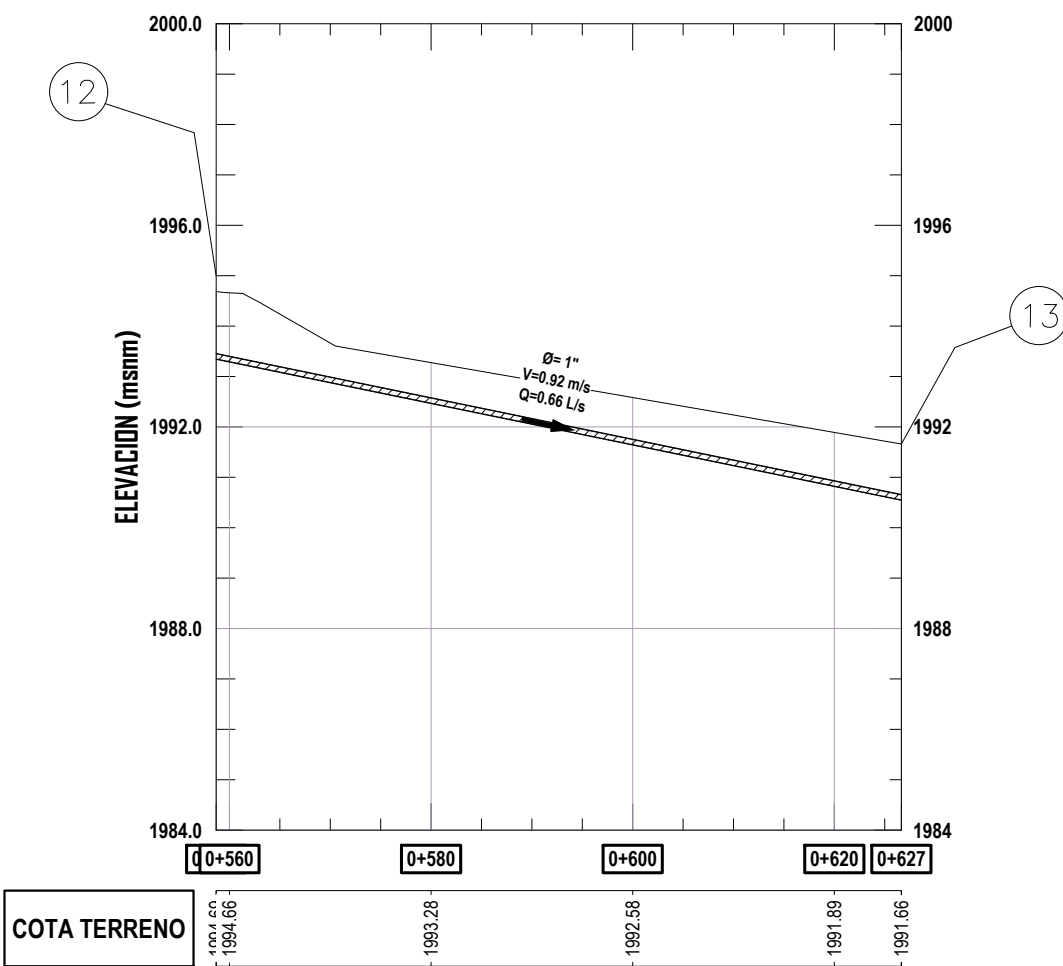
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 14–15

ESCALA 1/1000



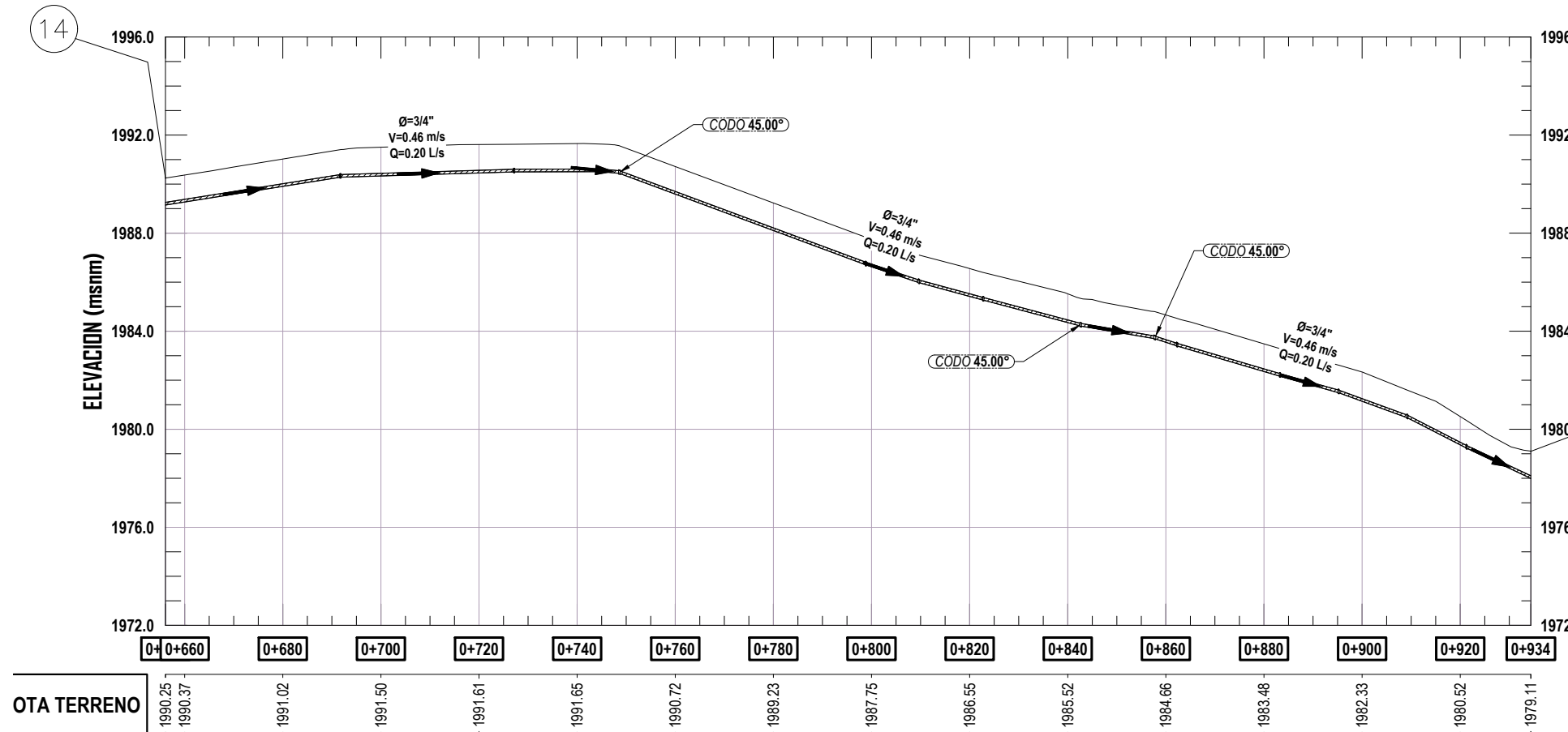
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 10–11

ESCALA 1/750



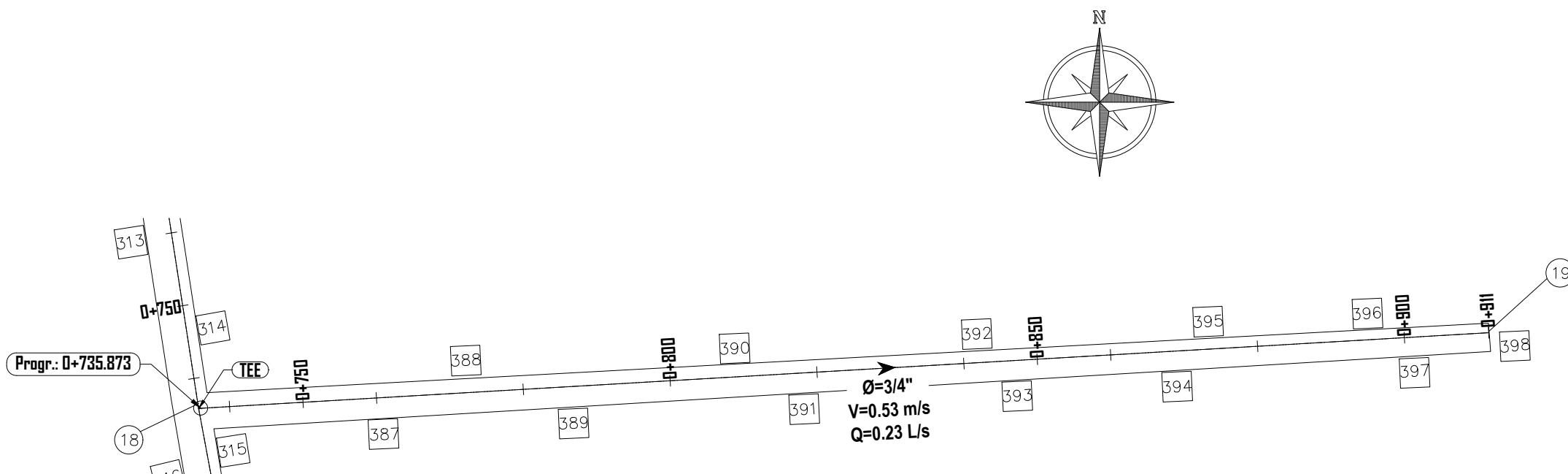
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 12–13

ESCALA 1/750



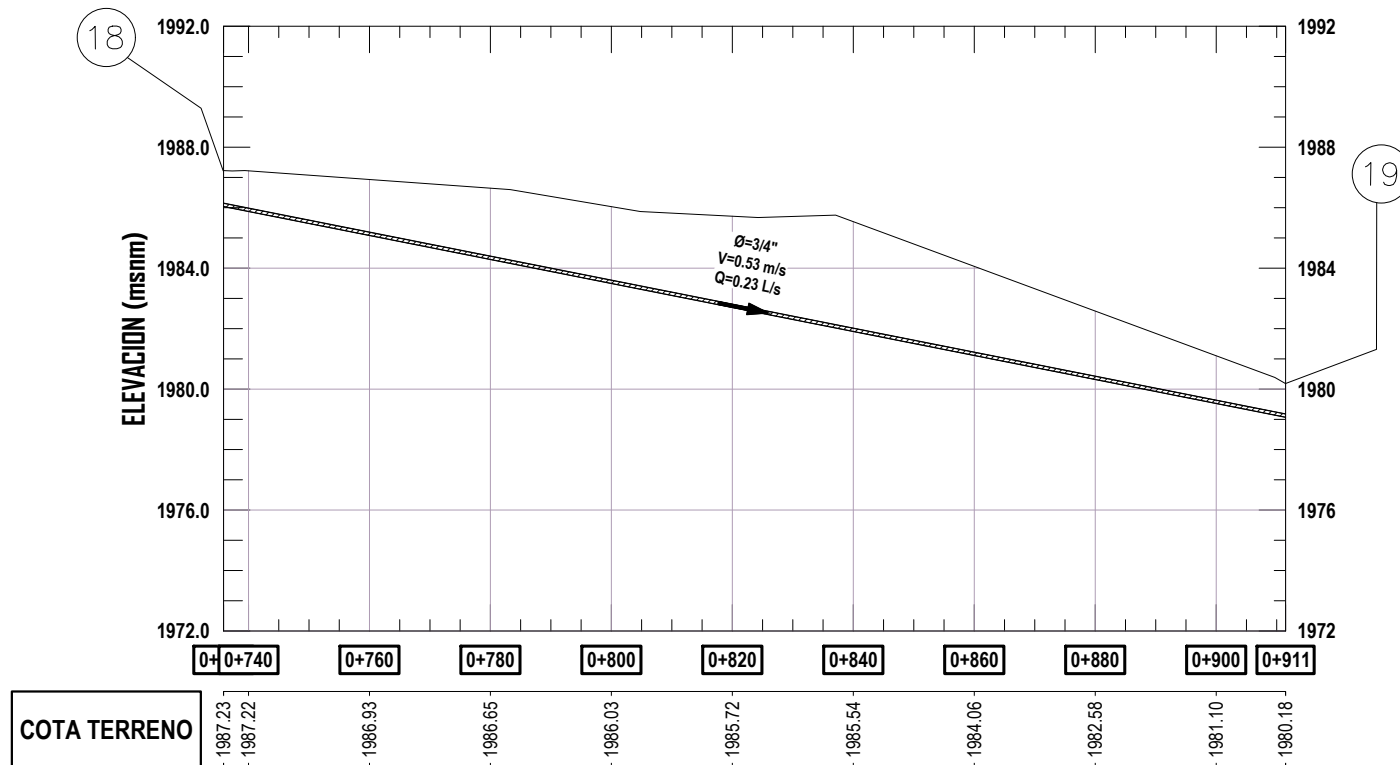
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 14–15

ESCALA 1/1125



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 18–19

ESCALA 1/750



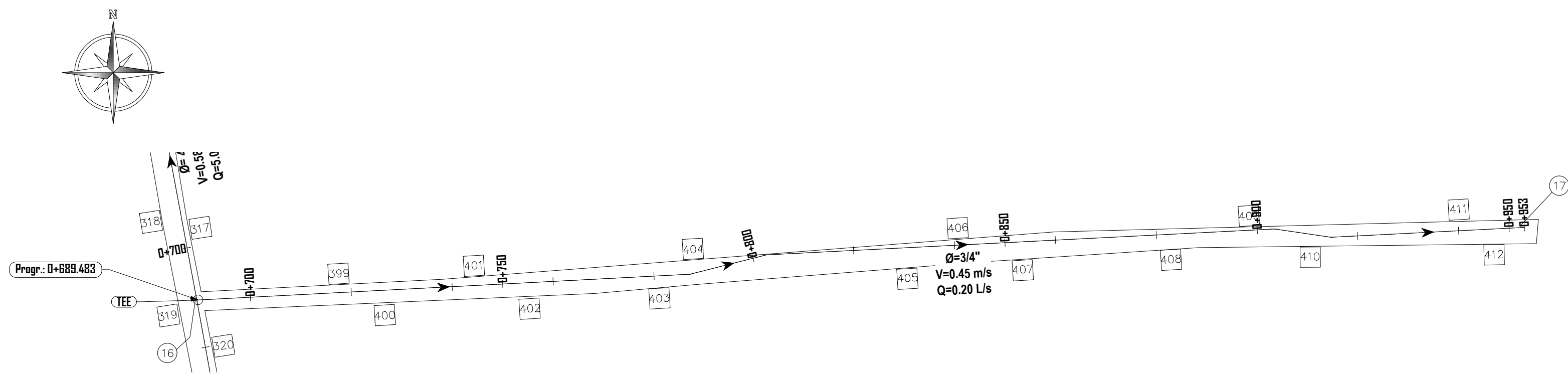
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 18–19

SIMBOLOGIA	
No	CASA
---	TUBERIA
- - - -	COTA PIEZOMETRICA
—	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
Ø	DIAMETRO
(No)	NUMERO DE NODO



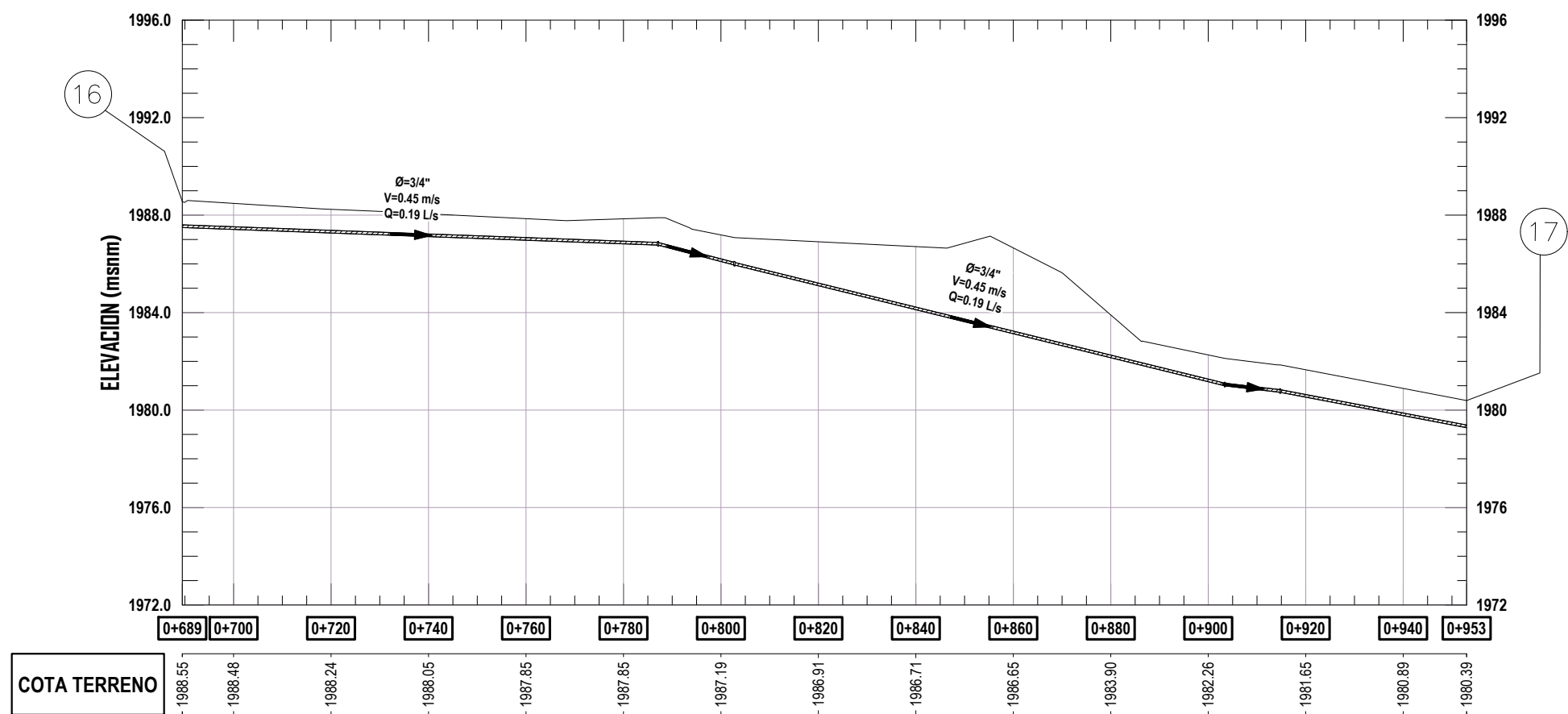
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ		
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE	ESCALA: LA INDICADA	
DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ CARNE: 20150427	REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO ASESOR	FECHA: ABRIL 2024
		HOJA: 11 21
VO. BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS	FJ. ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO	



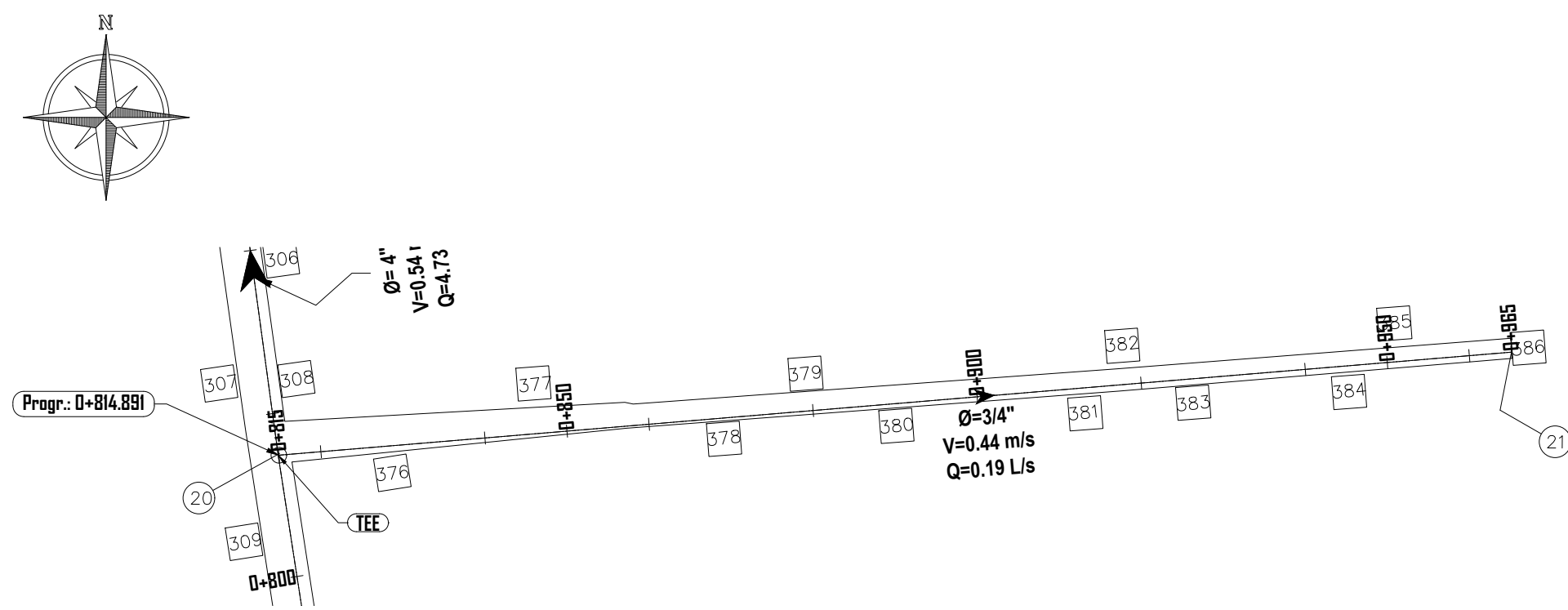
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 16–17

ESCALA 1/750



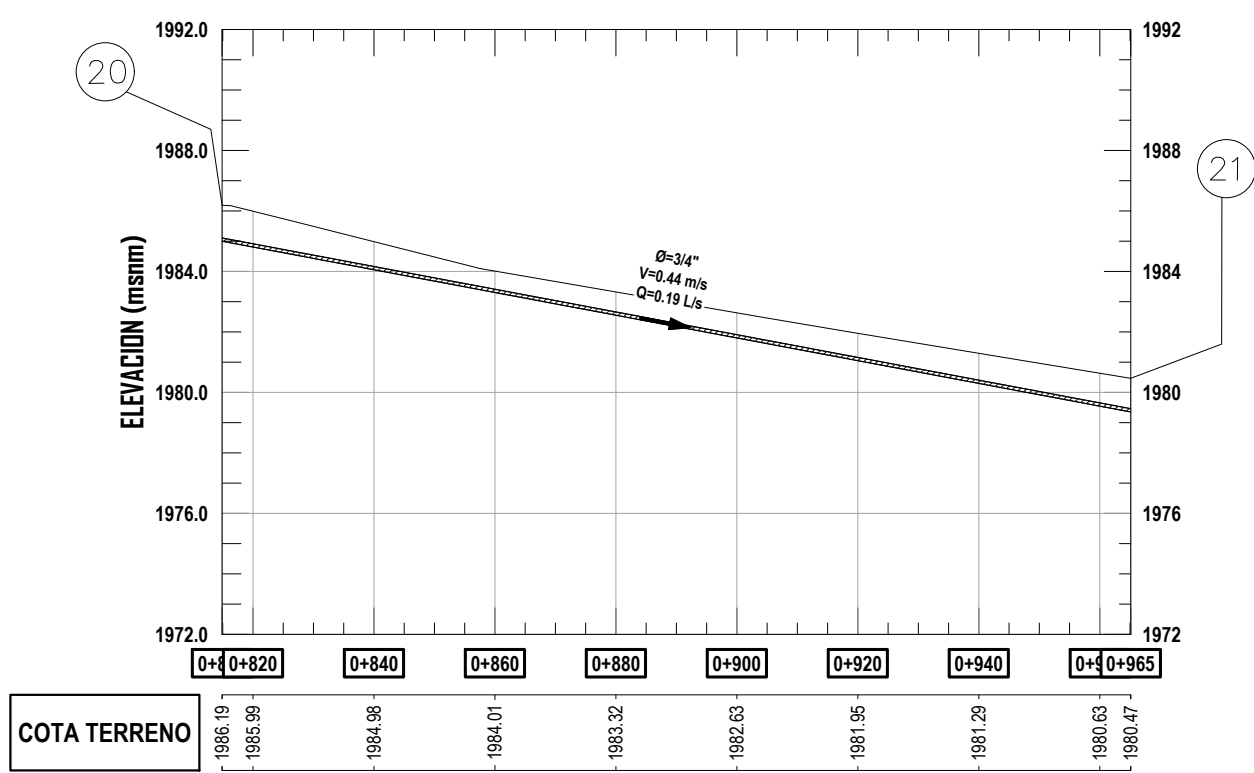
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 16–17

ESCALA 1/1125



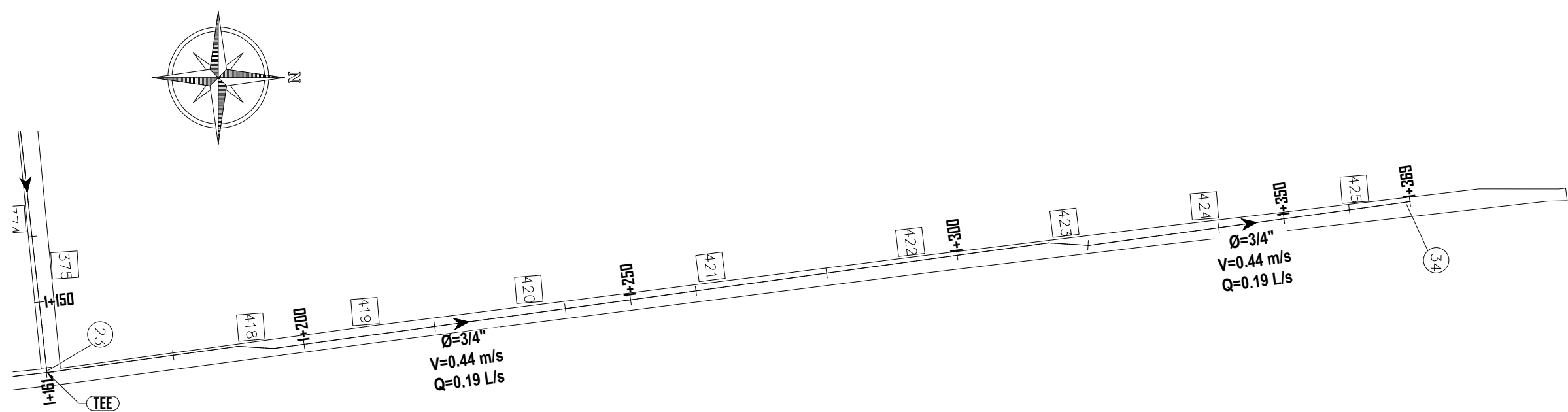
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 20–21

ESCALA 1/750



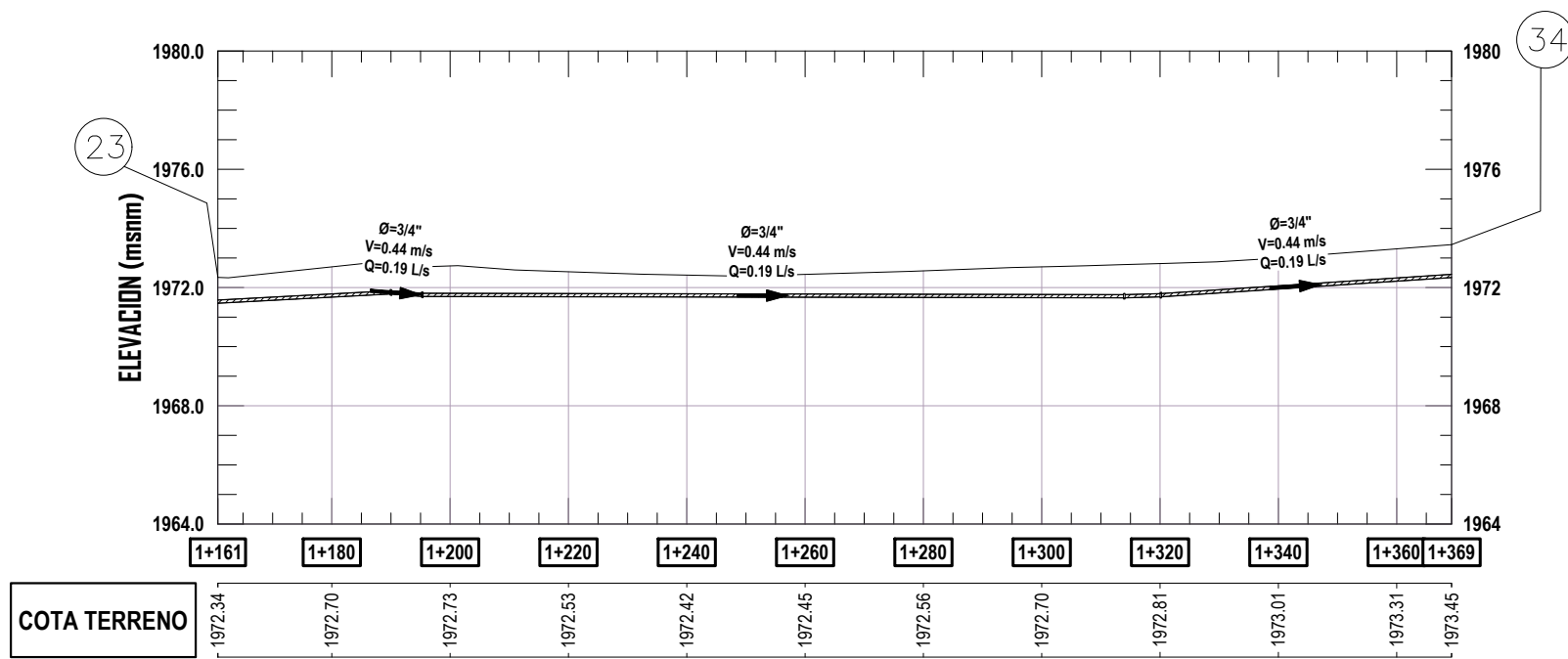
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 20–21

ESCALA 1/1125



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 23–34

ESCALA 1/750



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 23–34

ESCALA 1/1125

SIMBOLOGIA

No	CASA
---	TUBERIA
---	COTA PIEZOMETRICA
---	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
Ø	DIAMETRO
(No)	NUMERO DE NODO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESCALA:
LA INDICADA

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

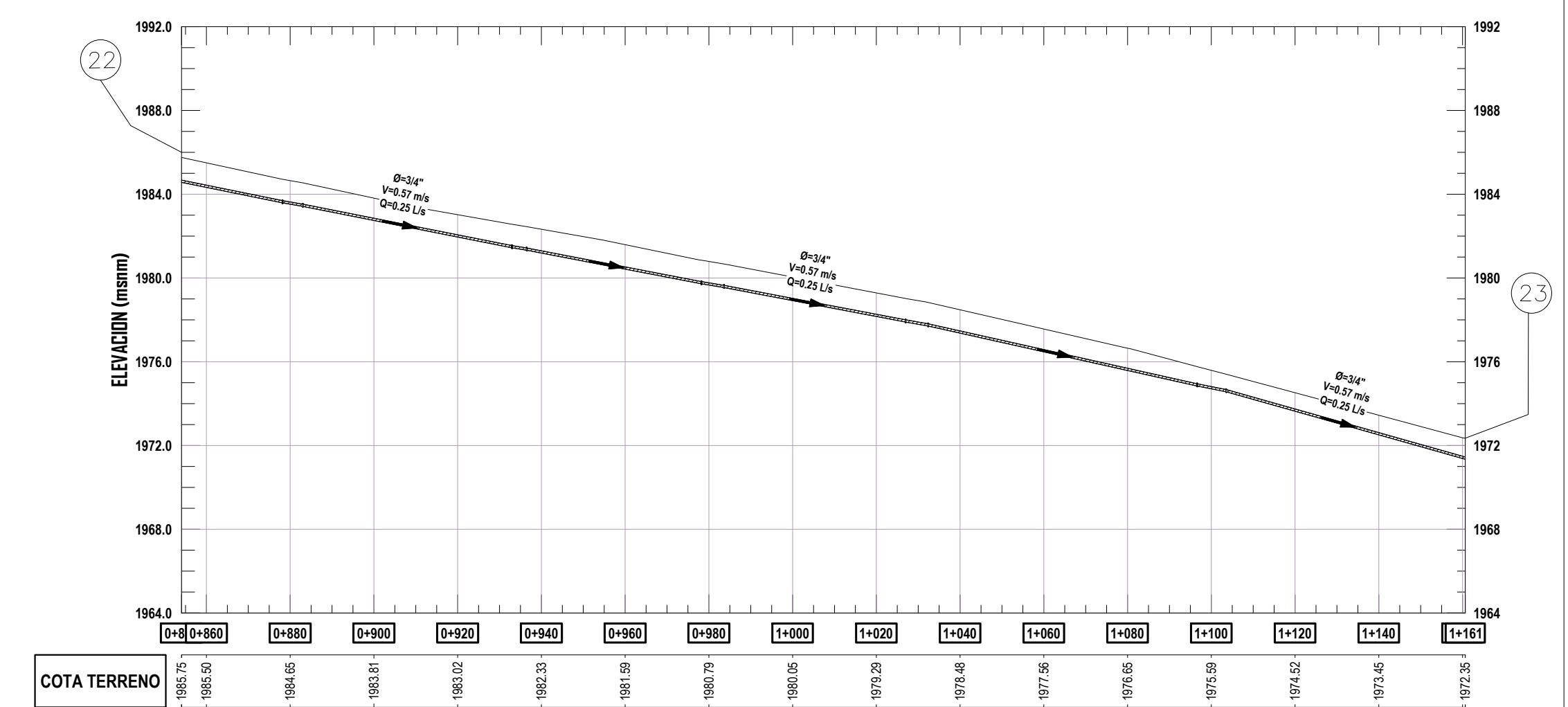
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
12

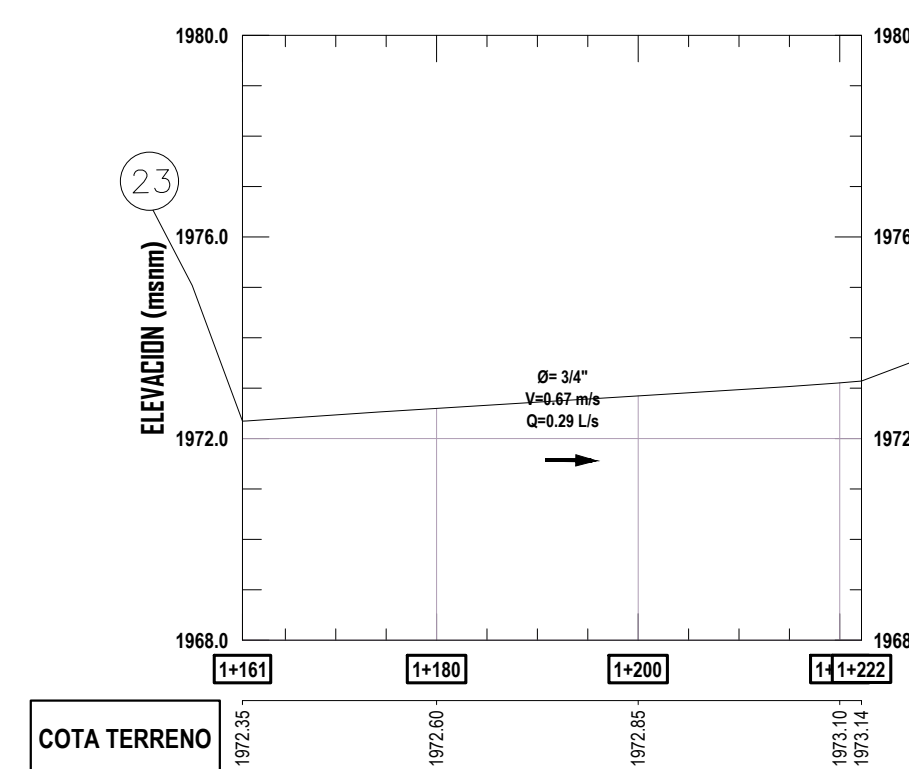
VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO



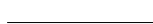
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN -RAMAL 22-23

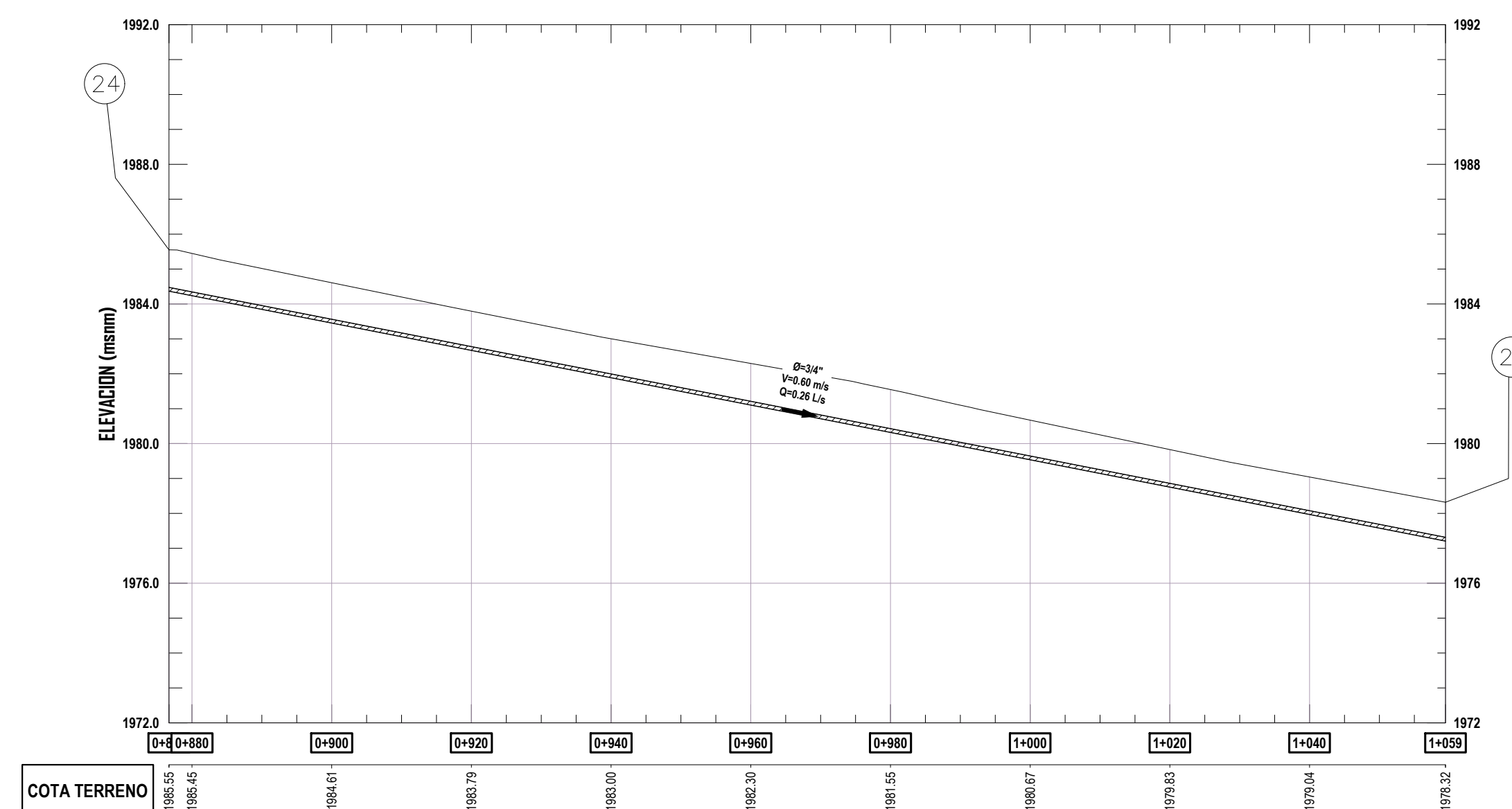
ESCALA 1/1125



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN -RAMAL 23-35

ESCALA 1/1125

SIMBOLOGIA	
	CASA
	TUBERIA
	COTA PIEZOMETRICA
	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
	DIAMETRO
	NUMERO DE NODO



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN -RAMAL 24-25

ESCALA 1/1125



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:

PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESCALA:
LA INDICADA

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNÉ: 204524257

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

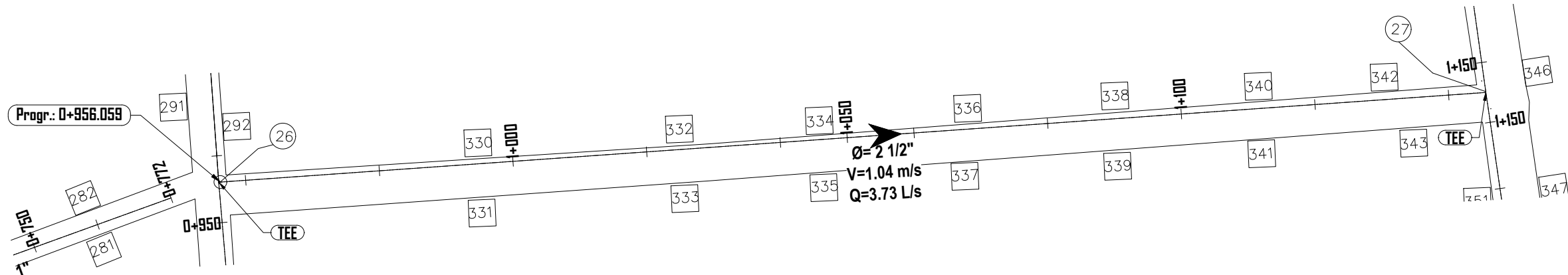
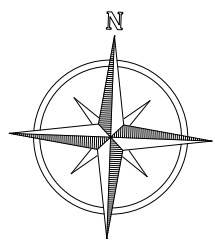
TECHA:
MARZO 2024

VO. BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILUAS ALT.

[illegible]

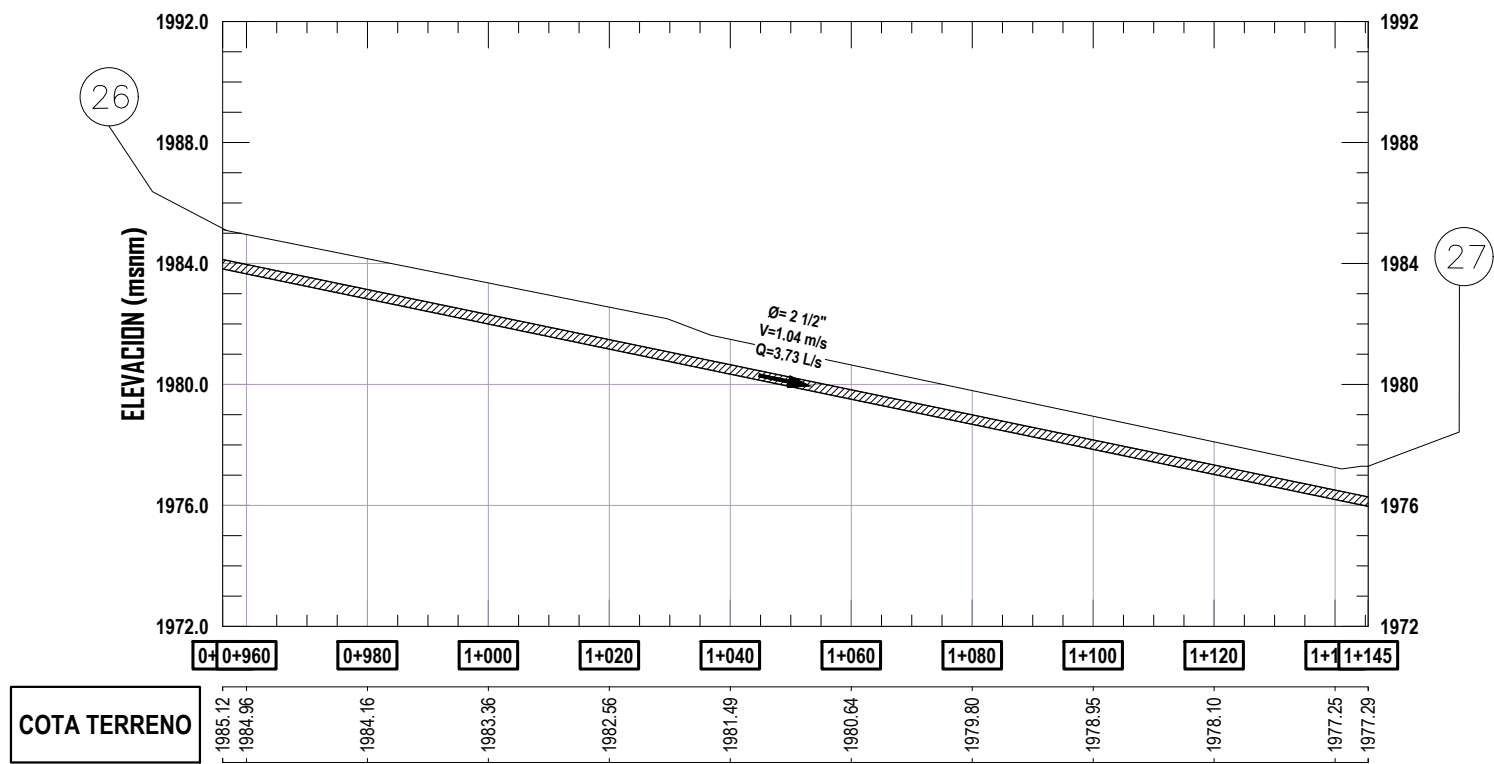
13

21



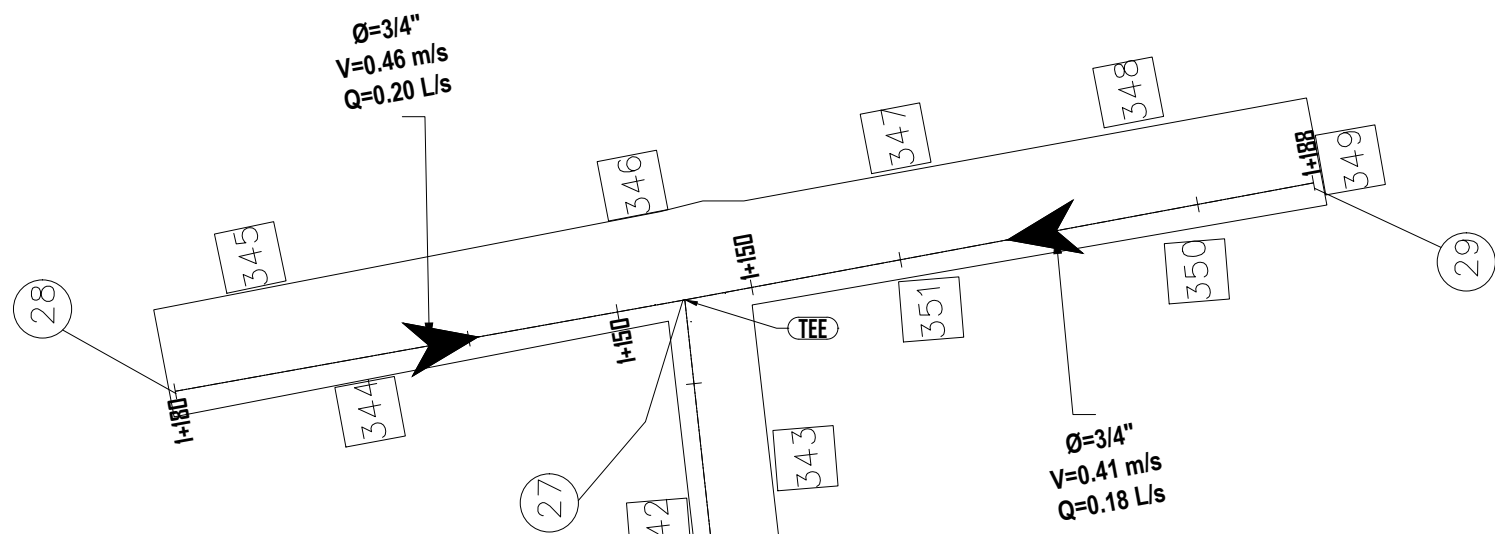
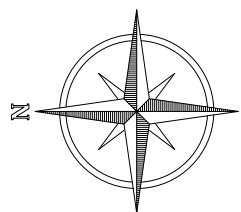
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 26–27

ESCALA 1/750



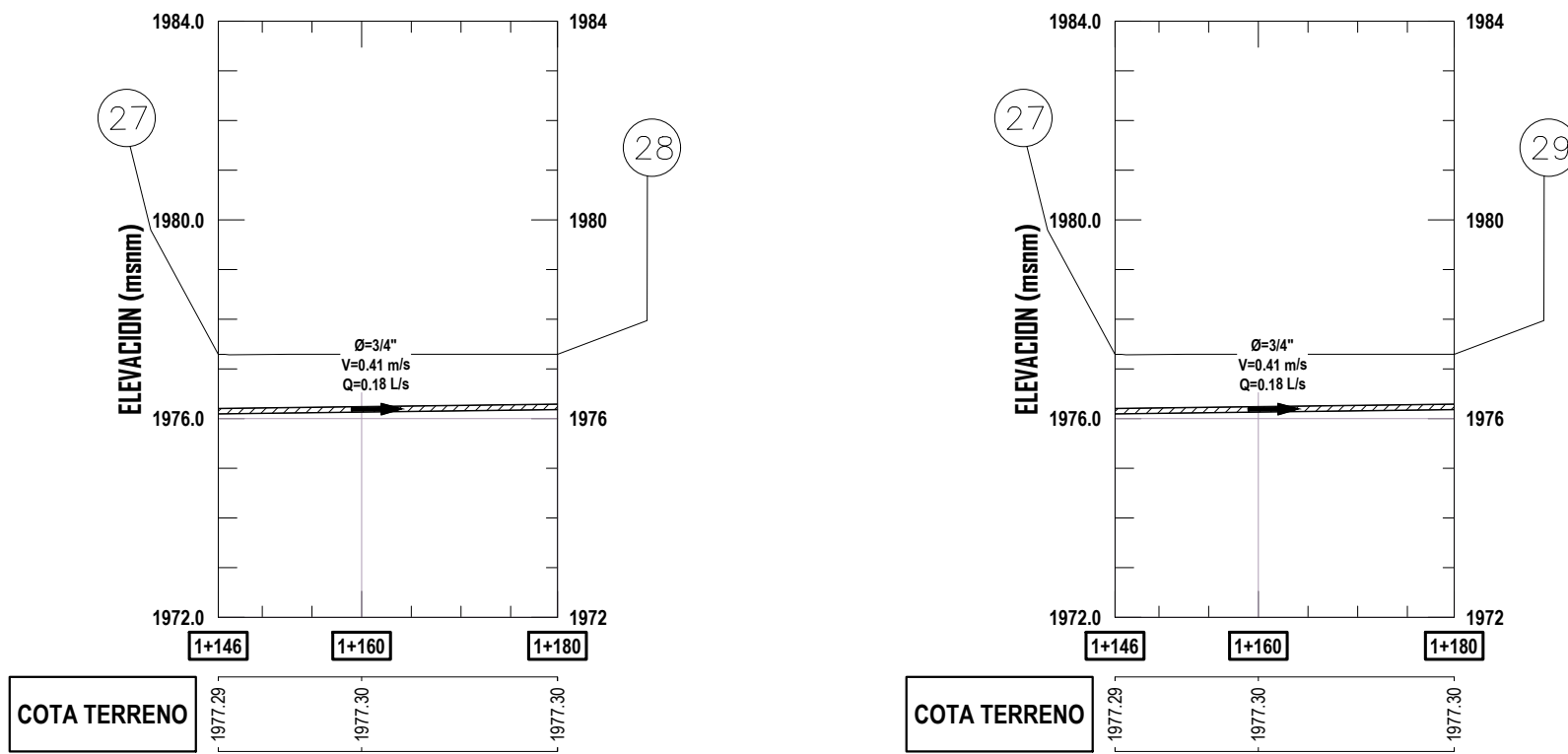
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 26–27

ESCALA 1/1125



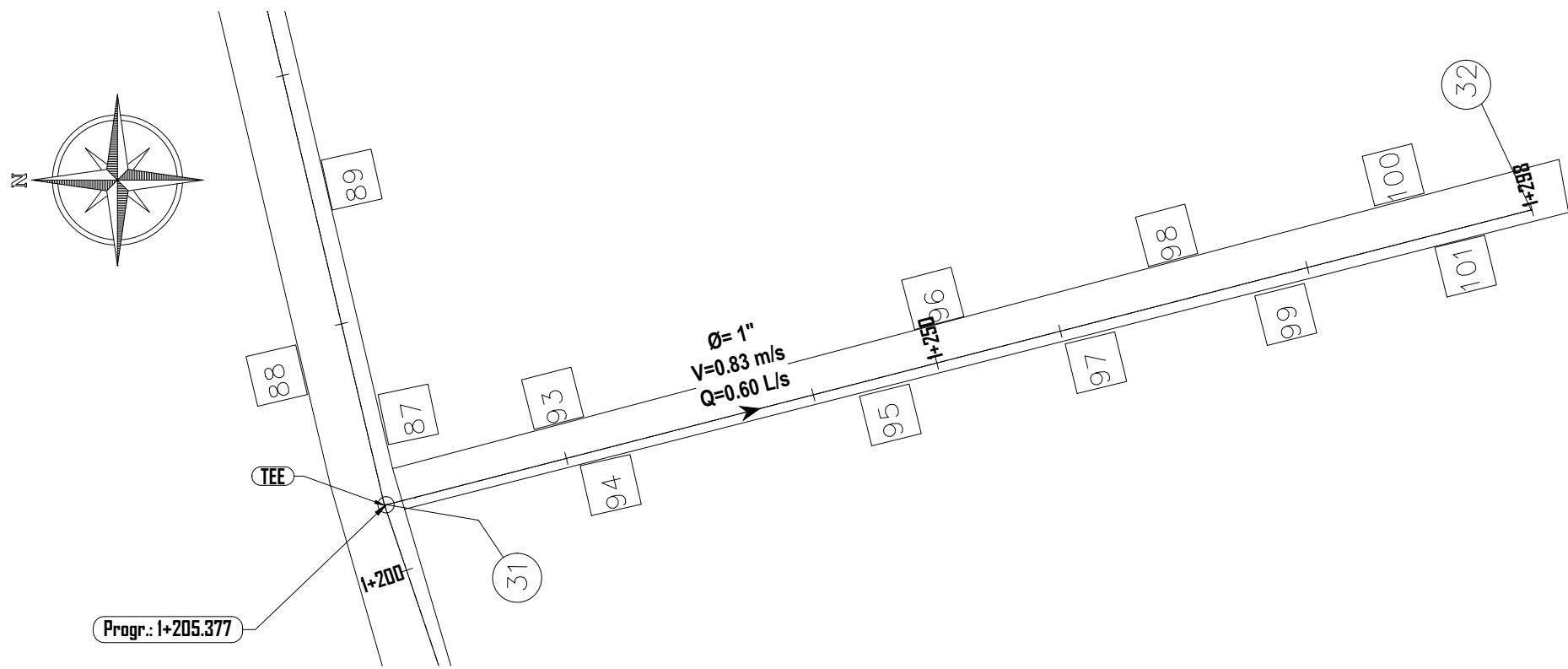
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 27–28/27–29

ESCALA 1/500



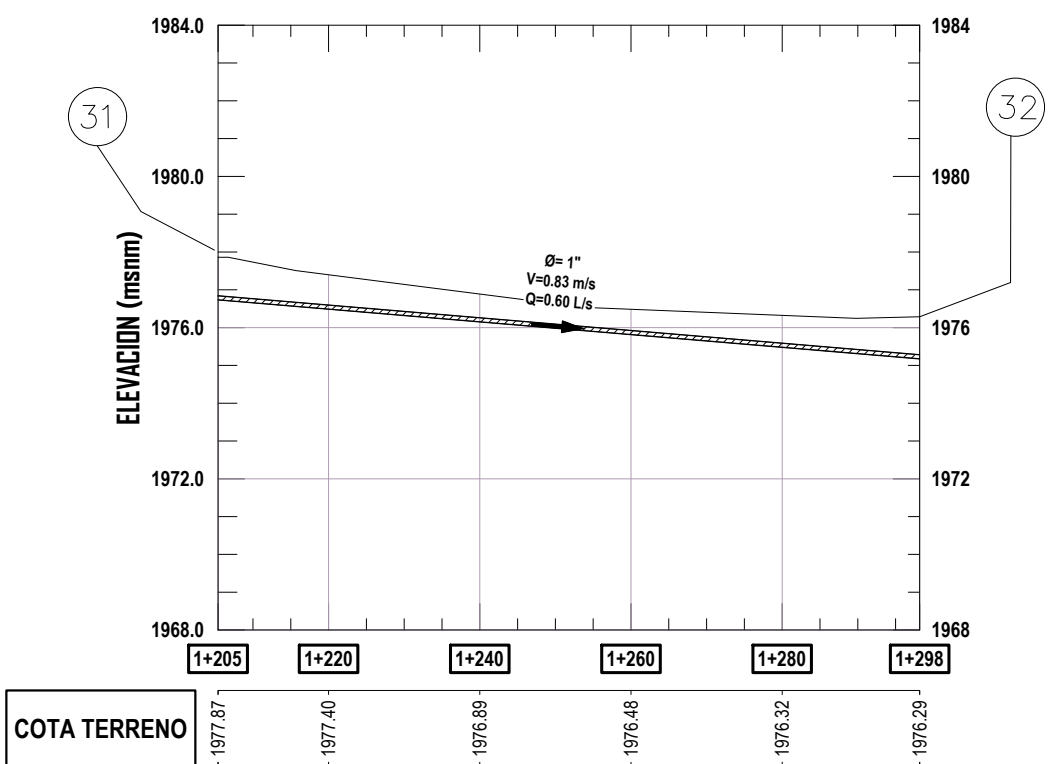
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 27–28/27–29

ESCALA 1/750



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 31–32

ESCALA 1/500

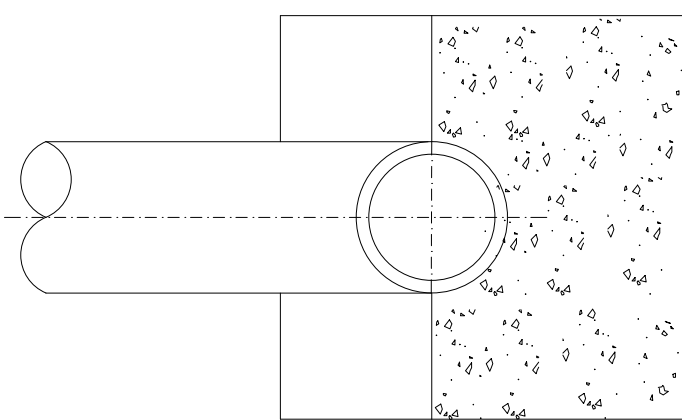


PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 31–32

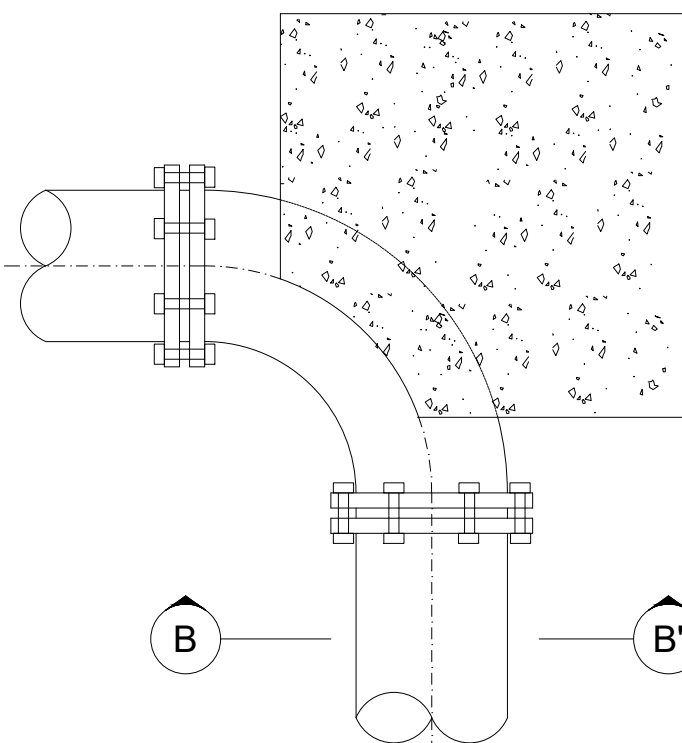
ESCALA 1/1000

SIMBOLOGIA

No	CASA
---	TUBERIA
---	COTA PIEZOMETRICA
---	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
Ø	DIAMETRO
No	NUMERO DE NODO



SECCIÓN B-B'



PLANTA

DETALLE ANCLAJE CODO 90°
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESCALA:
LA INDICADA

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

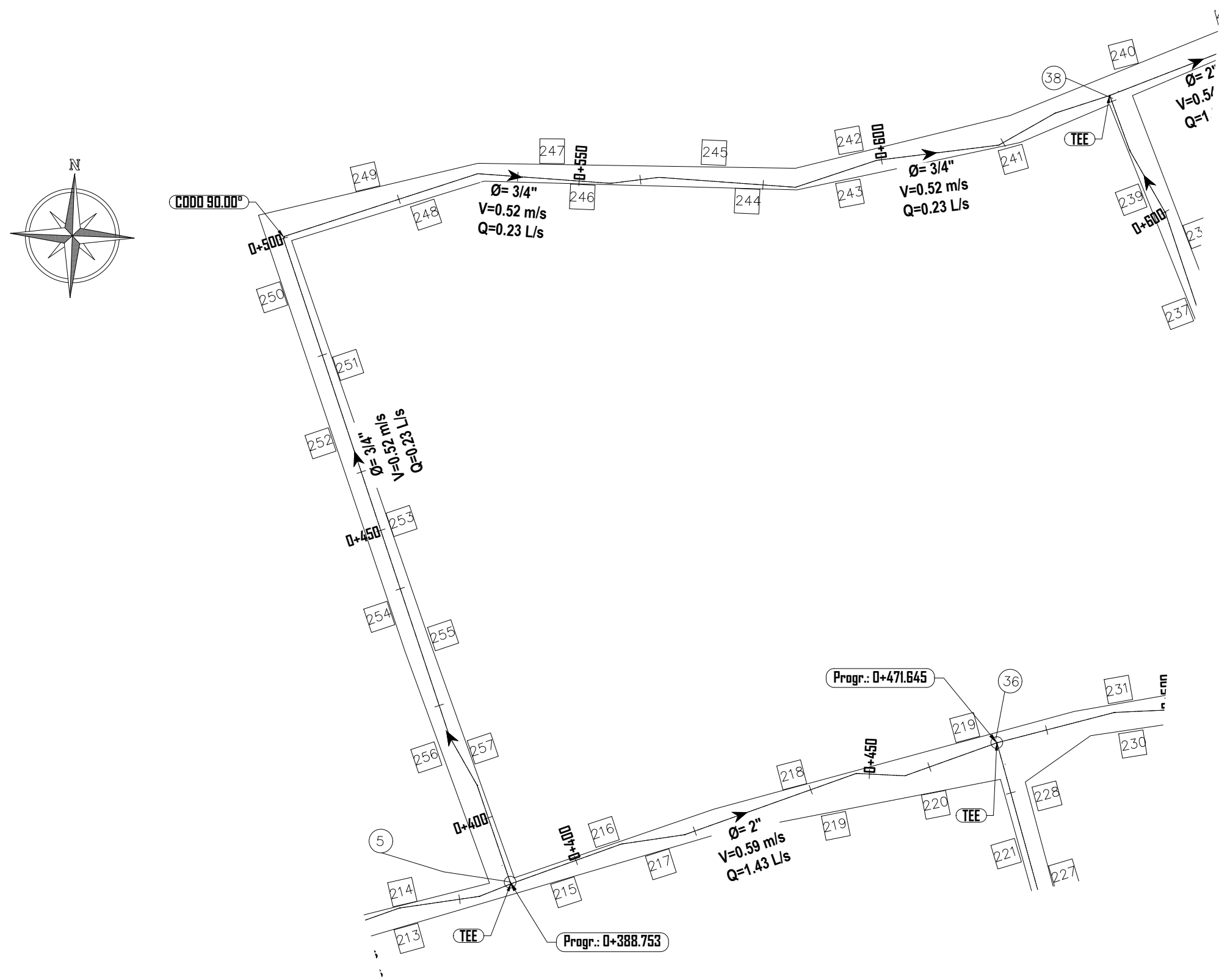
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

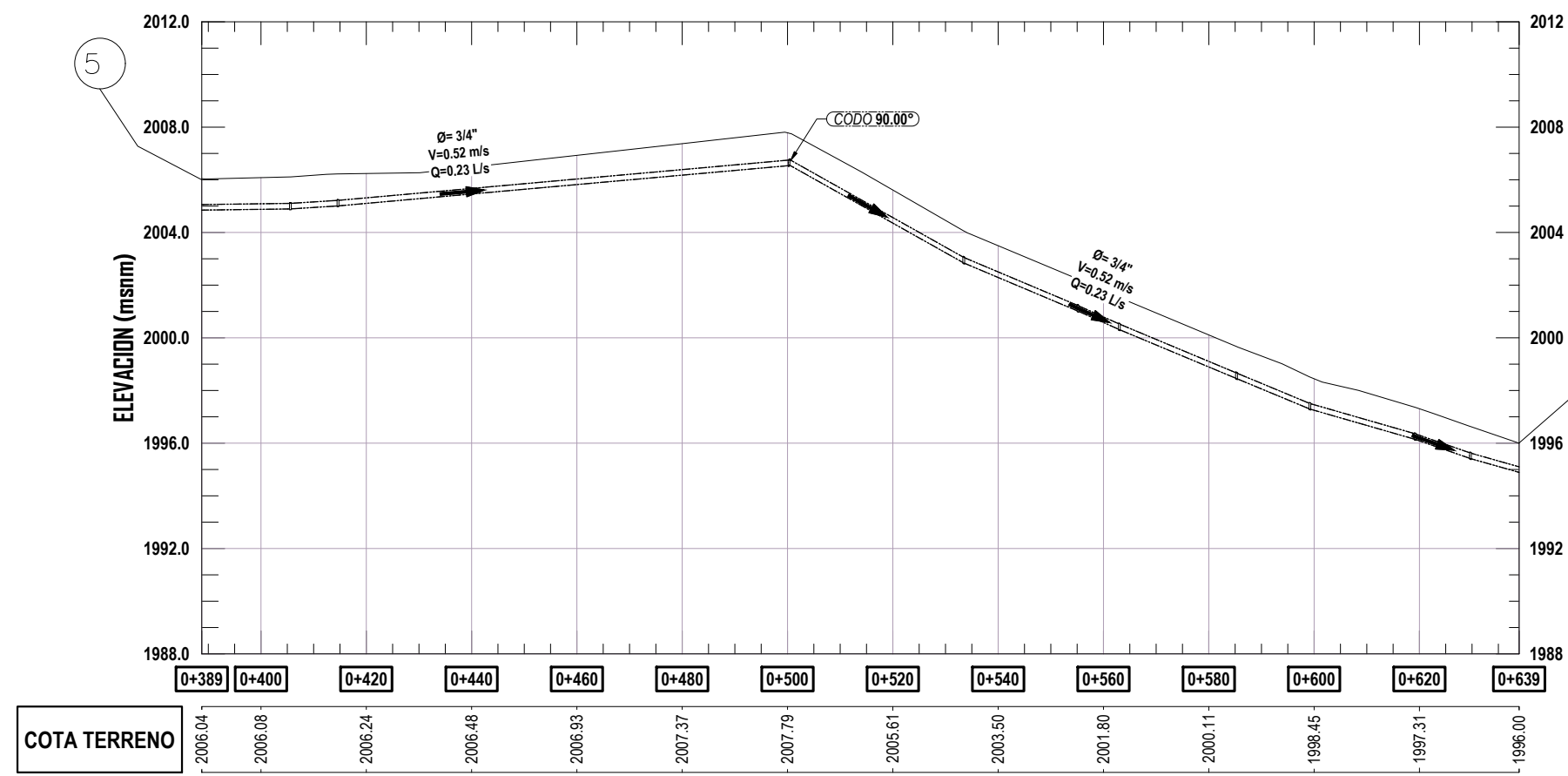
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
14
21



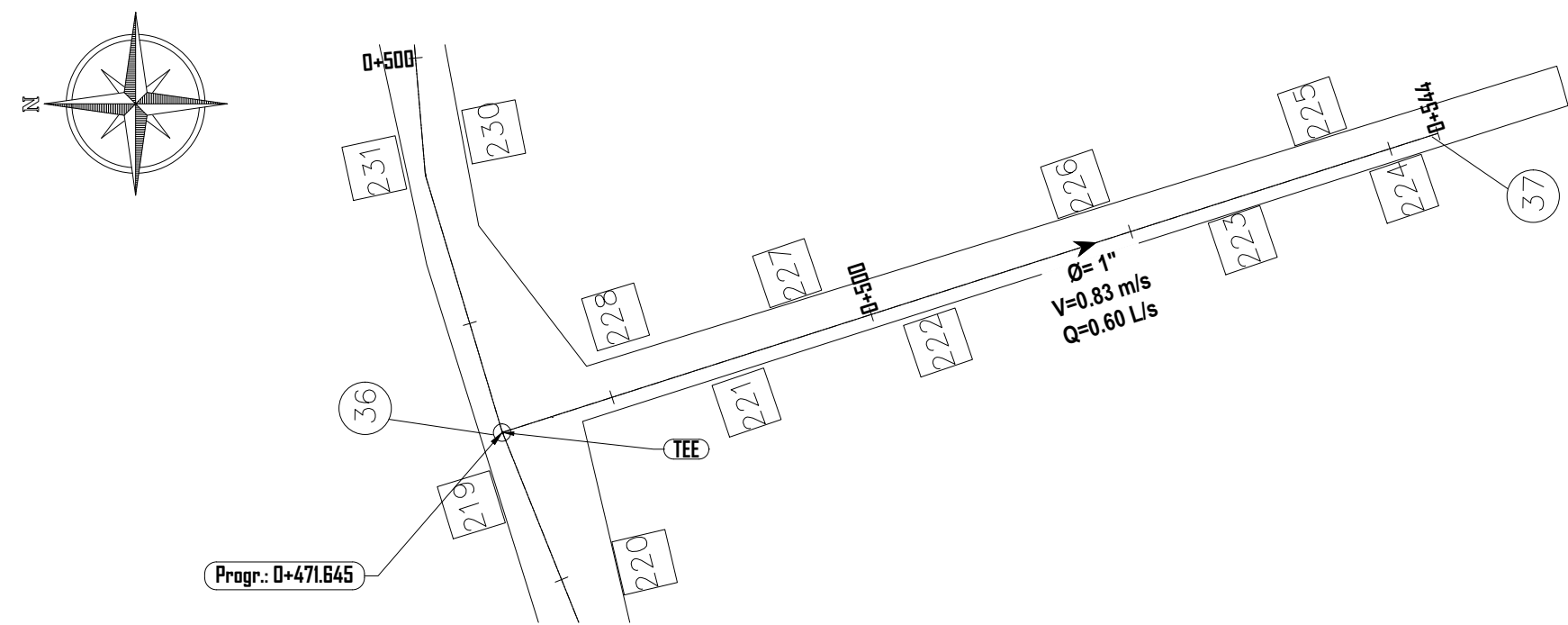
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 5–38

ESCALA 1/750



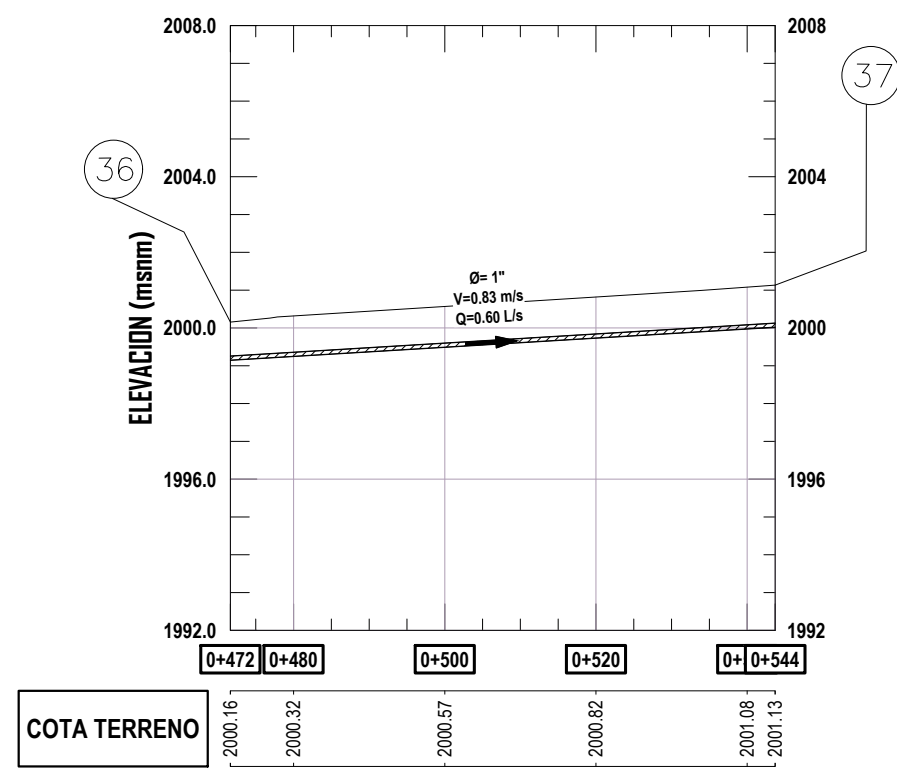
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 5–38

ESCALA 1/1125



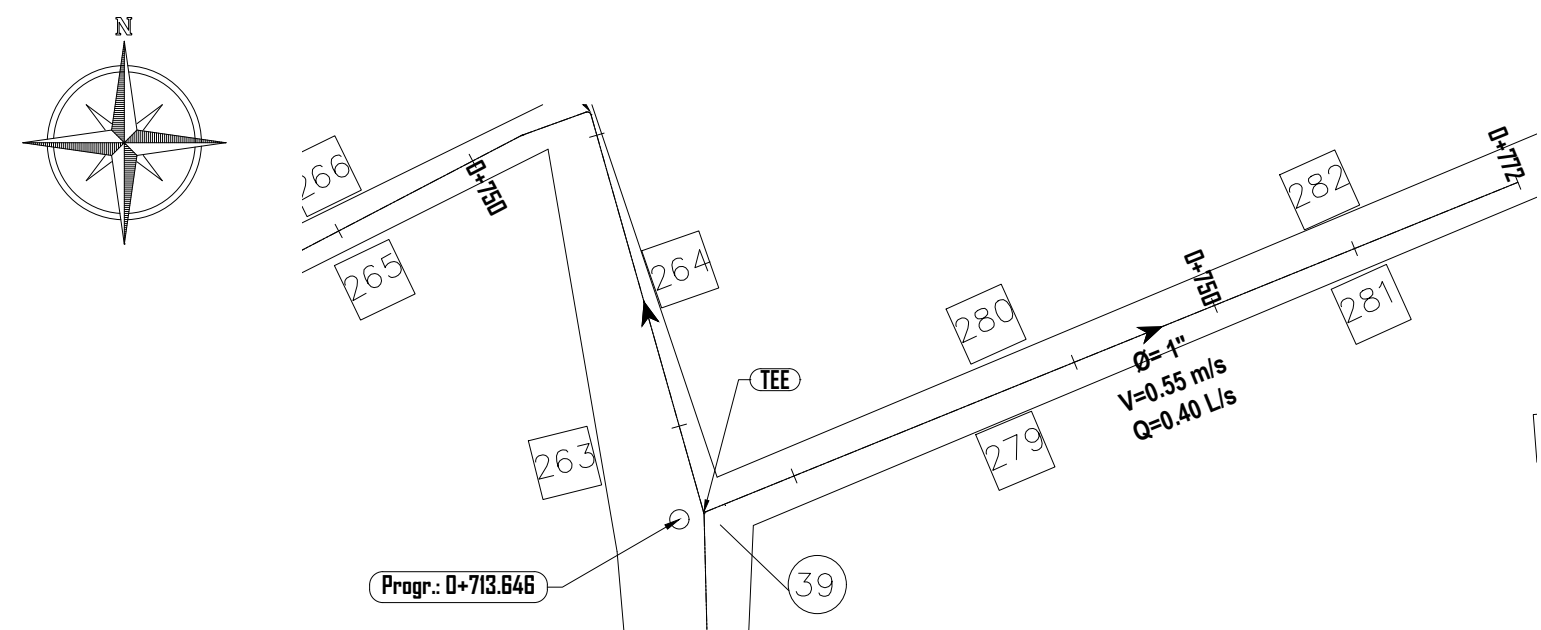
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 36–37

ESCALA 1/500



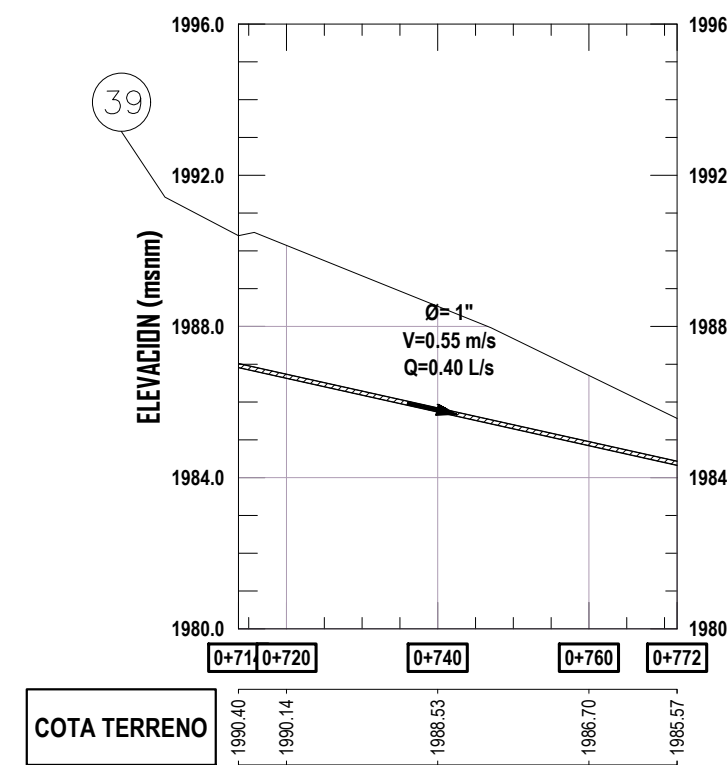
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 36–37

ESCALA 1/1000



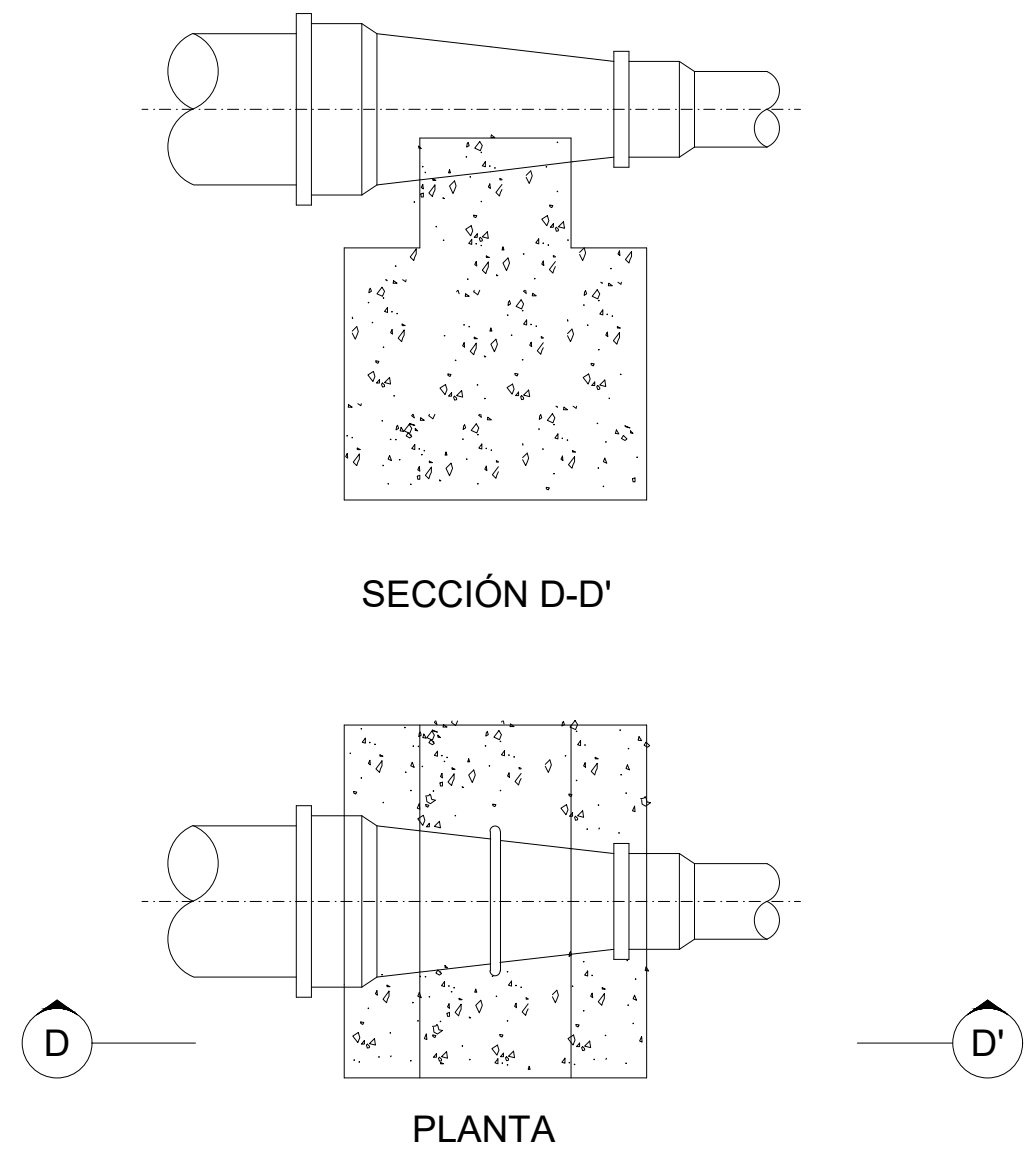
PLANTA LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 39

ESCALA 1/500

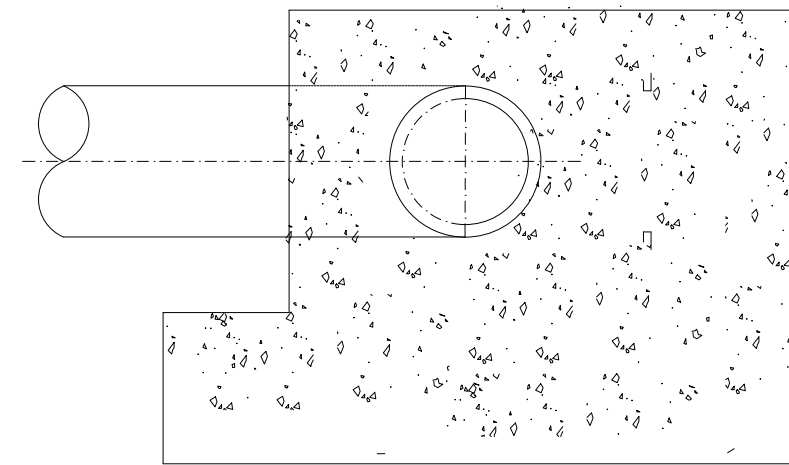


PERFIL LINEA DE DISTRIBUCIÓN –RAMAL 39

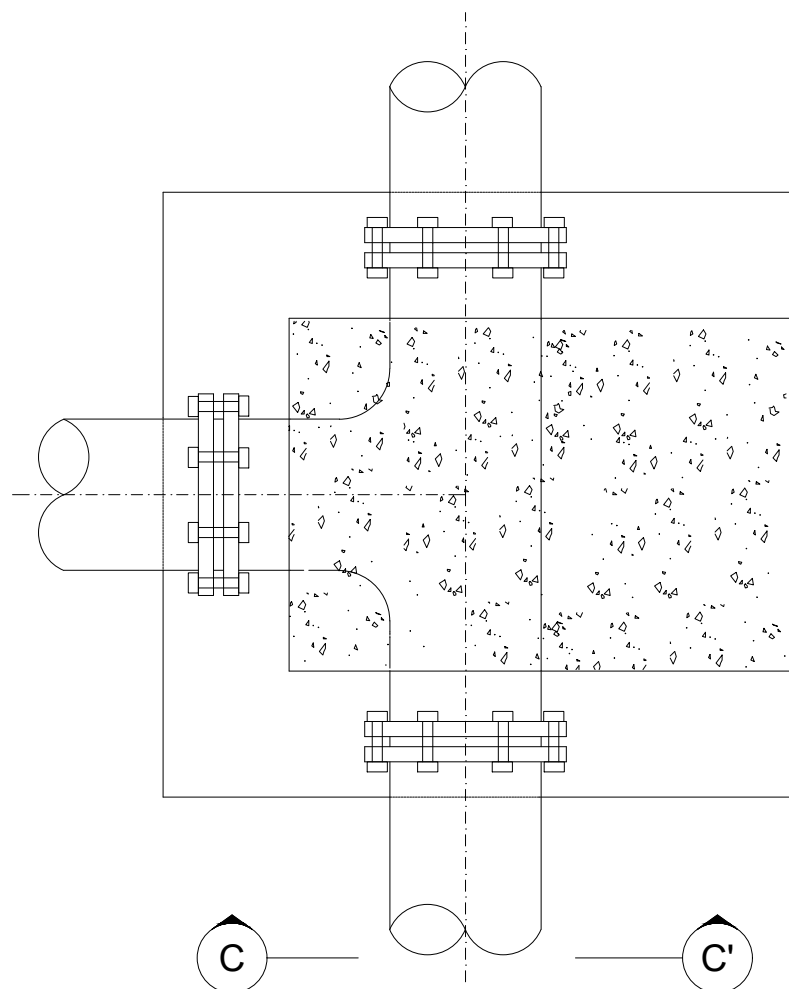
ESCALA 1/1000



DETALLE ANCLAJE REDUCTOR
SIN ESCALA



SECCIÓN C-C'



DETALLE ANCLAJE TEE
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA	
No	CASA
---	TUBERIA
----	COTA PIEZOMETRICA
—	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
Ø	DIAMETRO
(No)	NUMERO DE NODO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE

ESCALA:
LA INDICADA

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

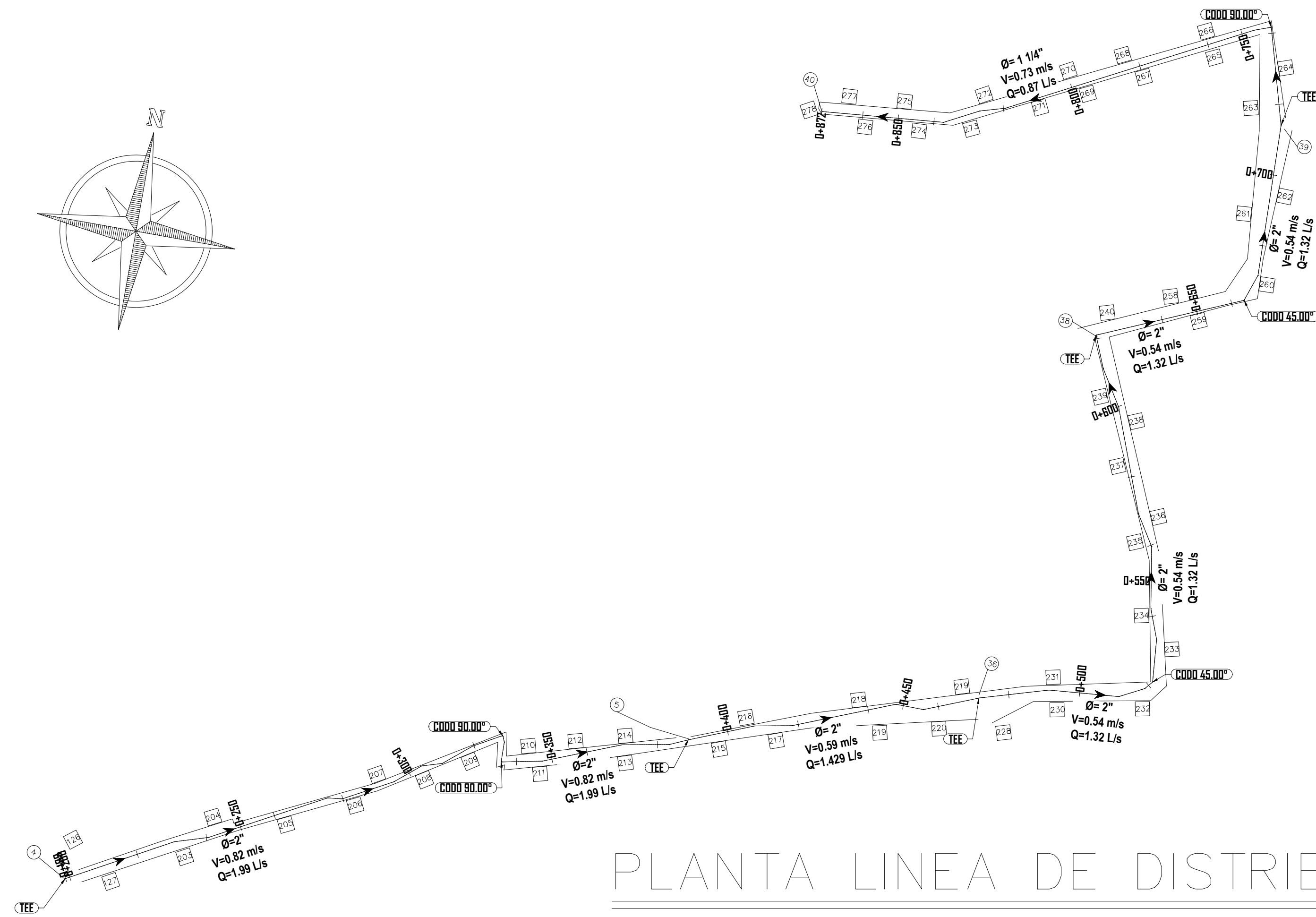
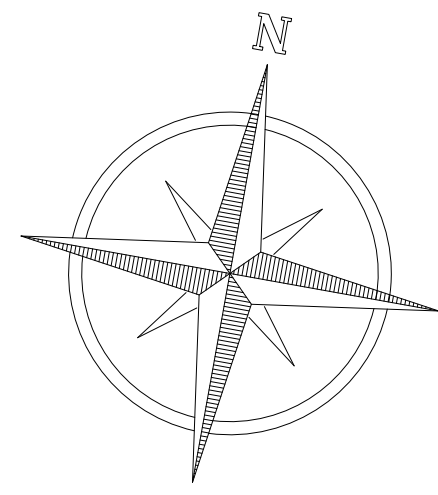
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
15
21

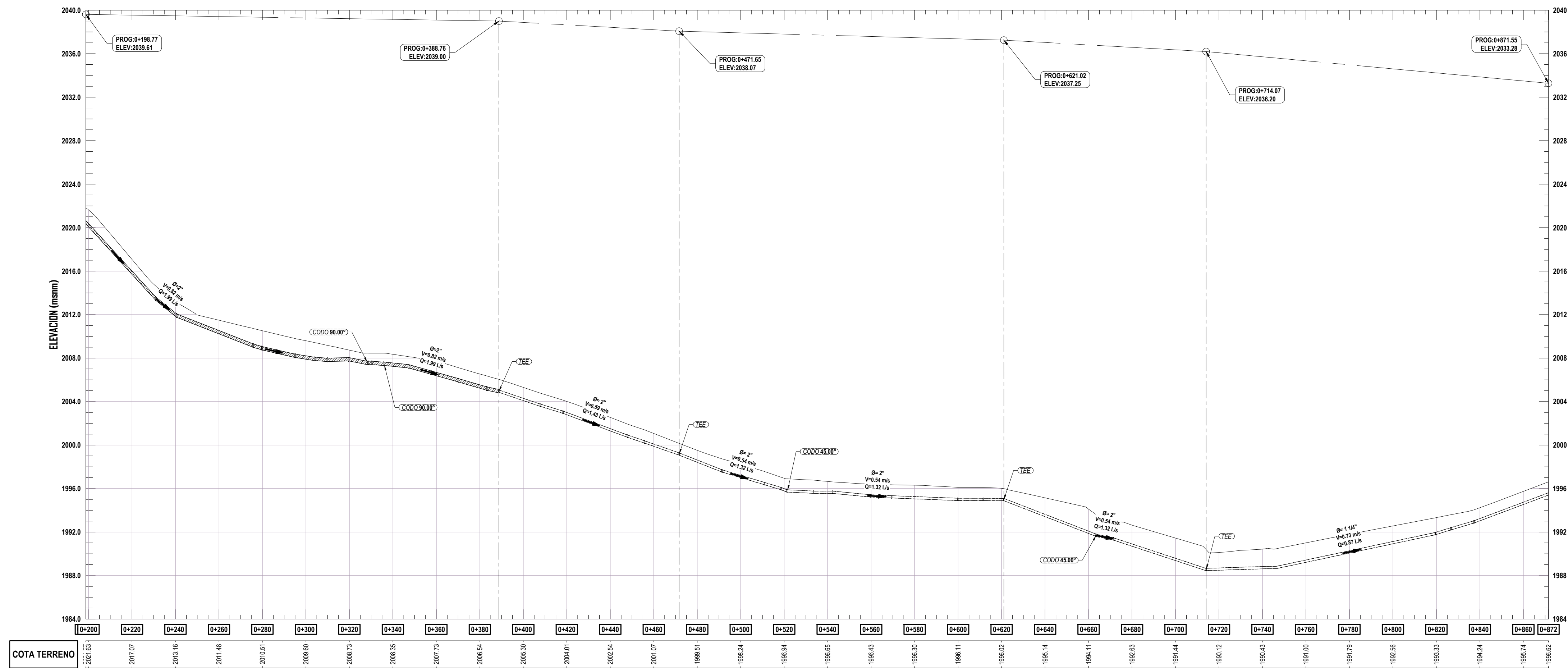
VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO



PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION – RAMAL SECUNDARIO

ESCALA 1/1000



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION – RAMAL SECUNDARIO

ESCALA HORIZONTAL 1/1125
ESCALA VERTICAL 1/125

SIMBOLOGIA

No	CASA
---	TUBERIA
----	COTA PIEZOMETRICA
—	PERFIL DEL TERRENO
0+000	CAMINAMIENTO
Q	CAUDAL INSTANTANEO (US)
V	VELOCIDAD (M/S)
Ø	DIAMETRO
No	NUMERO DE NODO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION RAMAL SECUNDARIO

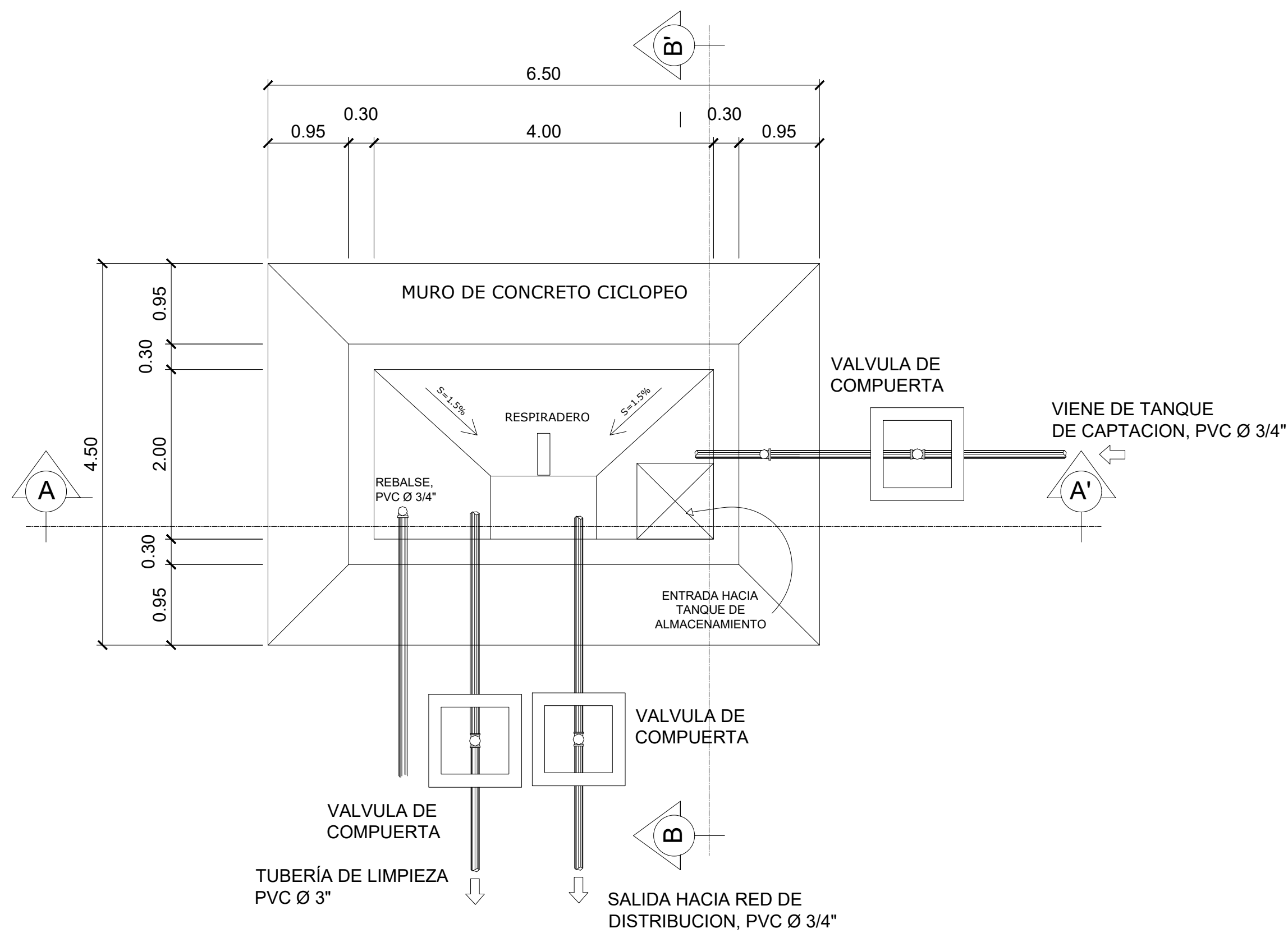
DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20190427

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

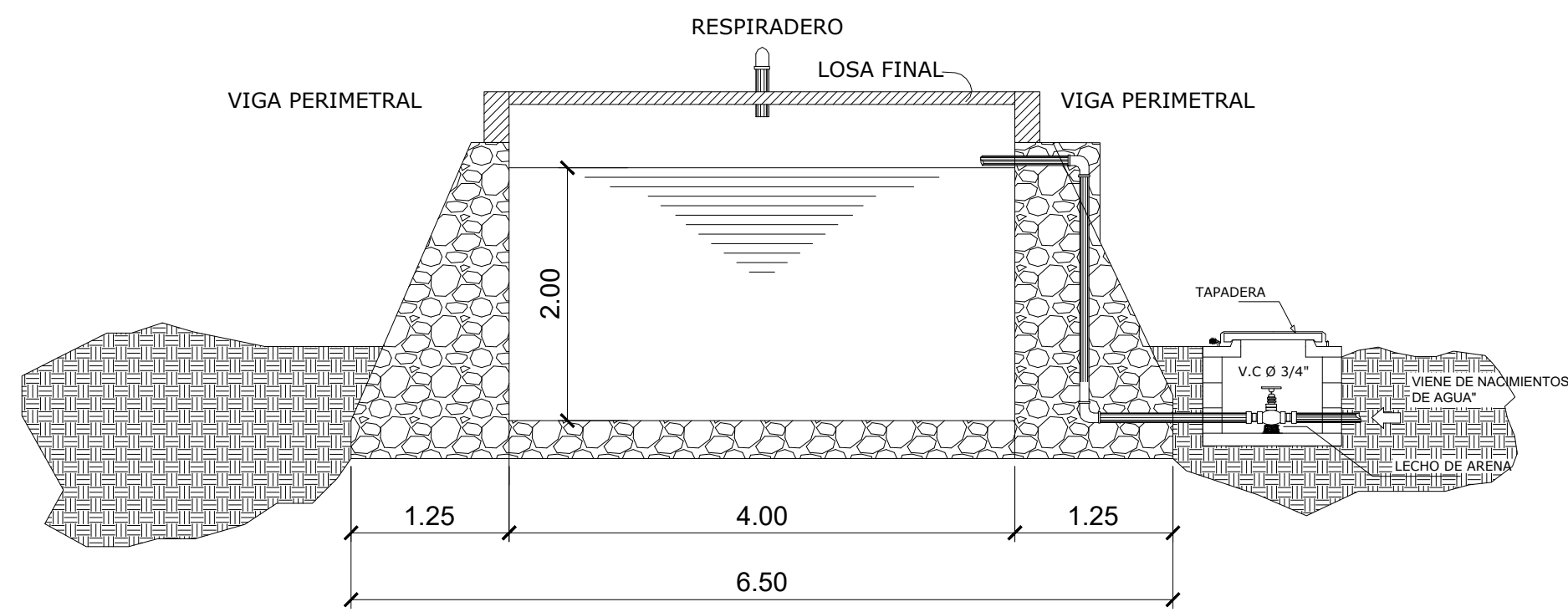
HOJA:
16

21



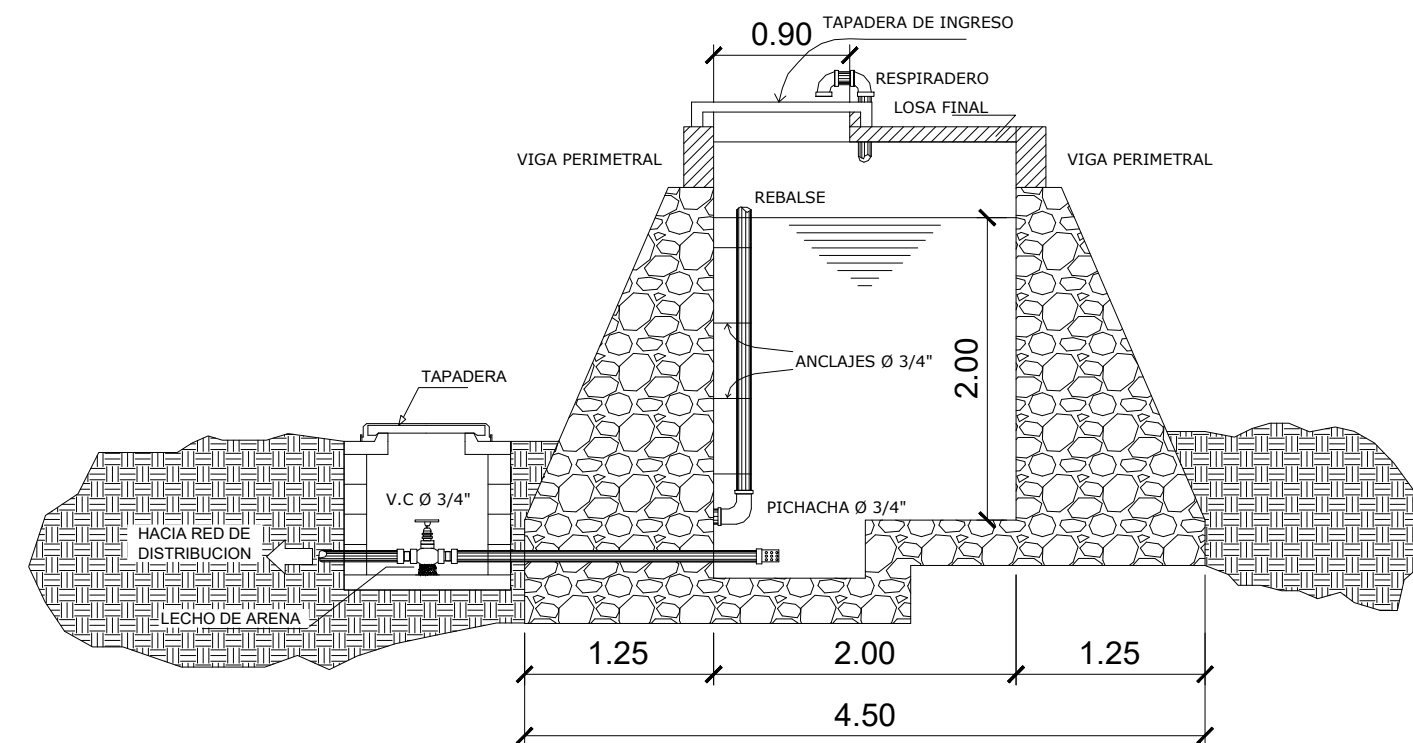
PLANTA TANQUE DE ALMACENAMIENTO ZARCITA

ESCALA 1/50



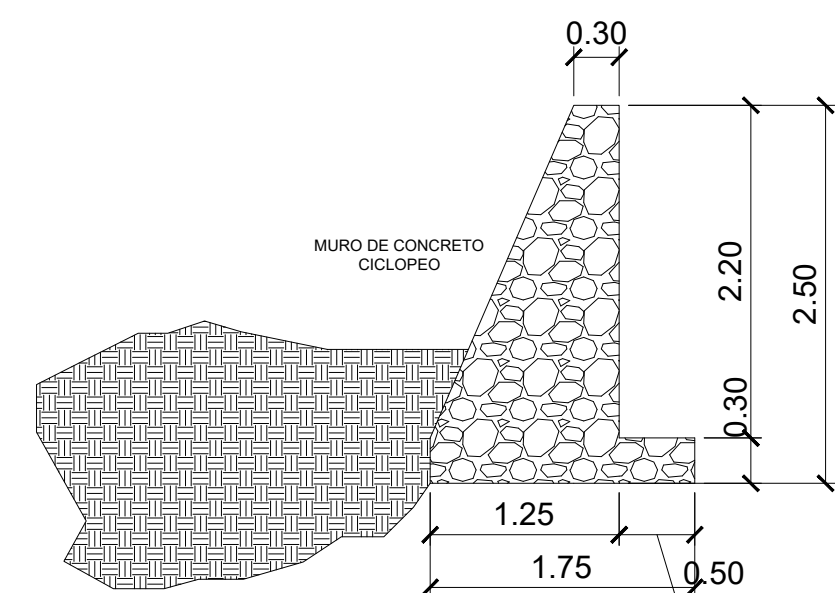
SECCION A-A' DE TANQUE

ESCALA 1/50



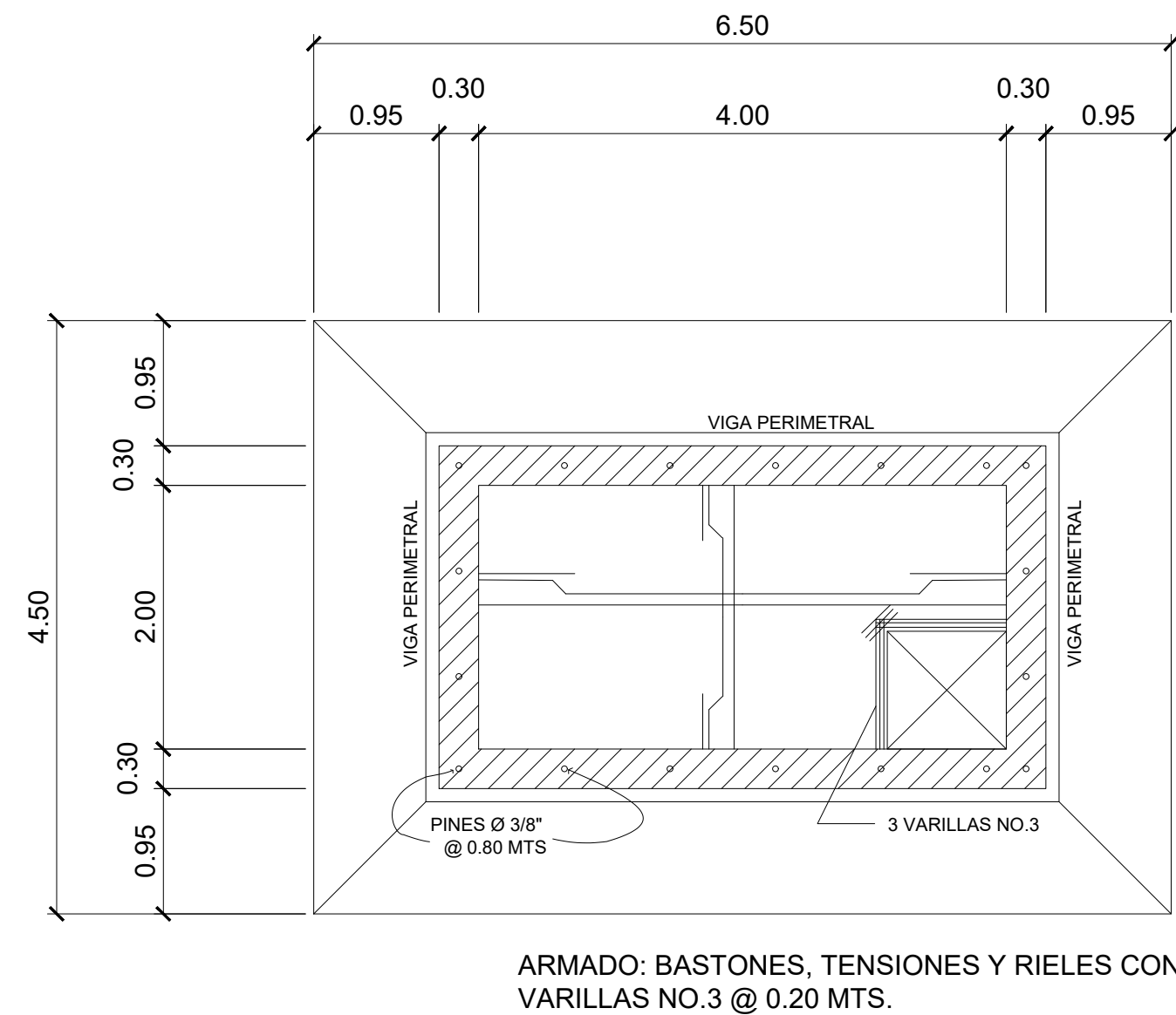
SECCION B-B' DE TANQUE

ESCALA 1/50



DETALLE DE MURO

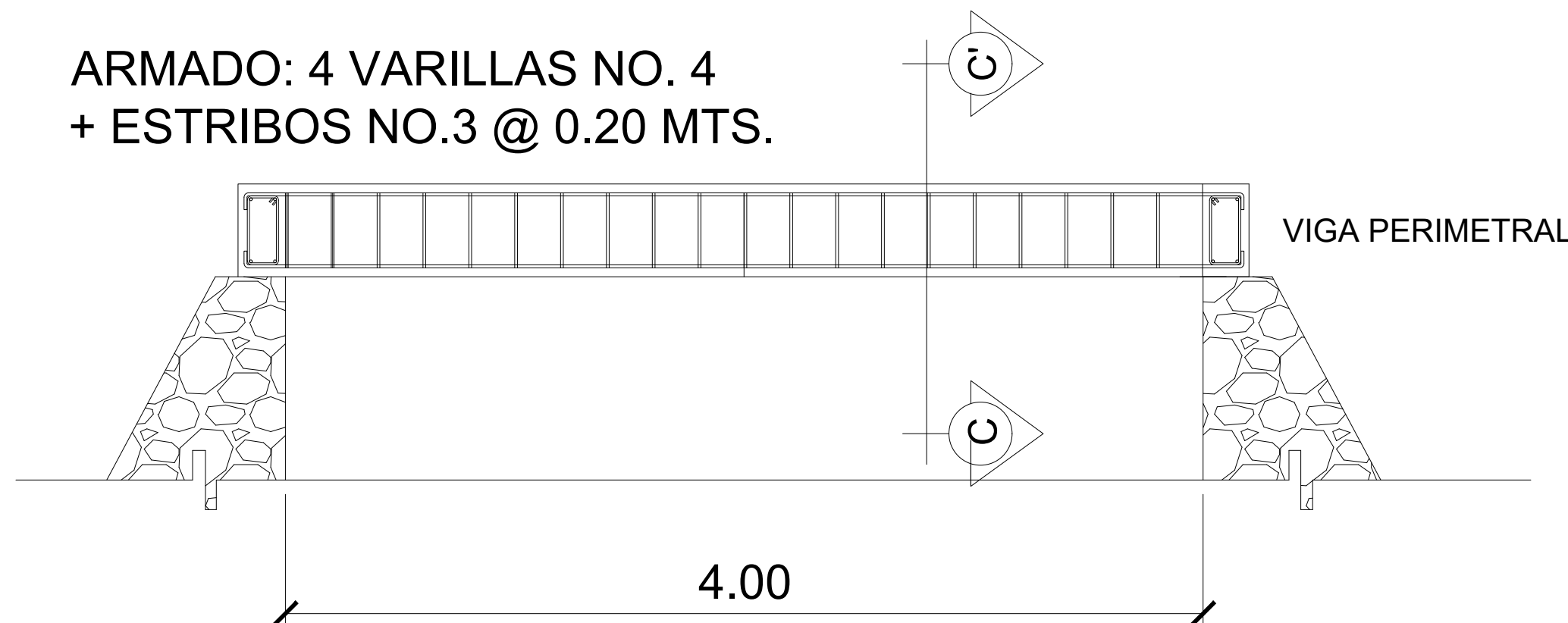
ESCALA 1/50



PLANTA DE ARMADO DE LOSA

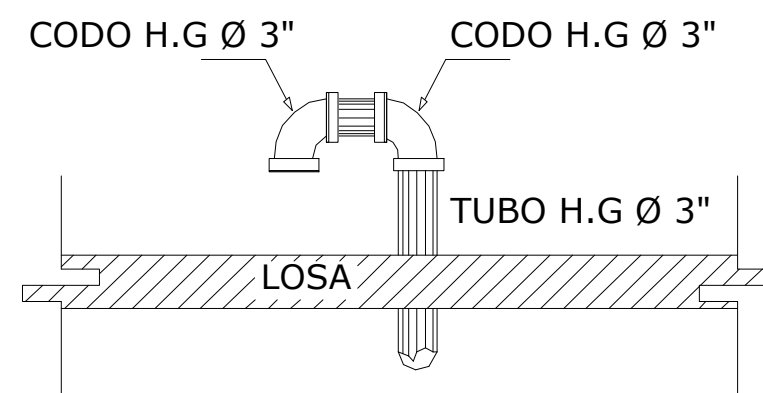
ESCALA 1/50

ARMADO: 4 VARILLAS NO. 4
+ ESTRIBOS NO.3 @ 0.20 MTS.



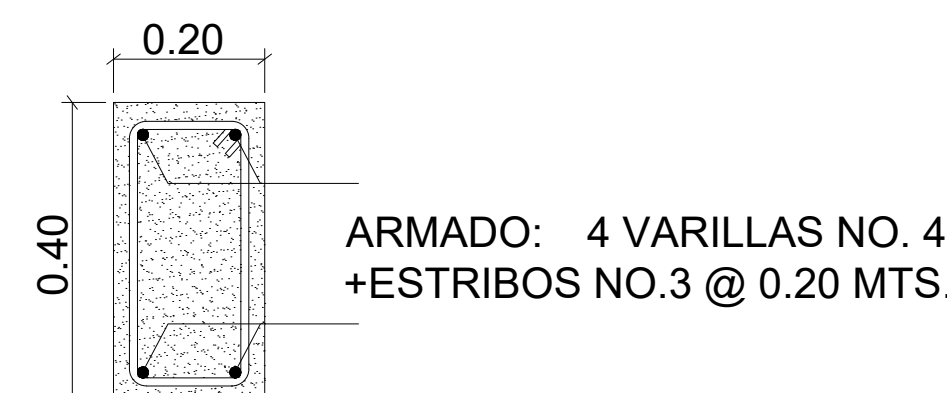
DETALLE DE VIGA PERIMETRAL

ESCALA 1/50



DETALLE DE RESPIRADERO

SIN ESCALA



SECCION C-C'

ESCALA 1/10

ESPECIFICACIONES

LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE CONCRETO CILOPEO

EL CONCRETO A UTILIZAR DEBE TENER UNA RESISTENCIA DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE 210 Kg/Cm2.

PARA OBTENER LA RESISTENCIA DESEADA, SE NECESITA UNA MEZCLA CON PROPORCION 1: 2: 3

EL ACERO DE REFUERZO A USAR SERÁ Fy= 2810 Kg/Cm2 (GRADO 40)

SE COLOCARAN PINES Ø 3/8" DENTRO DE LOS MUROS A CADA 0.80 MTS.

LOS RECUBRIMIENTOS SERAN 2.50 Cms. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO, ESTE SE MEDIRÁ ENTRE EL ROSTRO DEL REFUERZO Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.

LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALISADA.

LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.

EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO.

COLOCAR MALLA TIPO MOSQUITERO EN LA PARTE EXTERIOR DE LA BOCA DE CADA RESPIRADERO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO LA ZARCITA

ESCALA: LA INDICADA

DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20192427

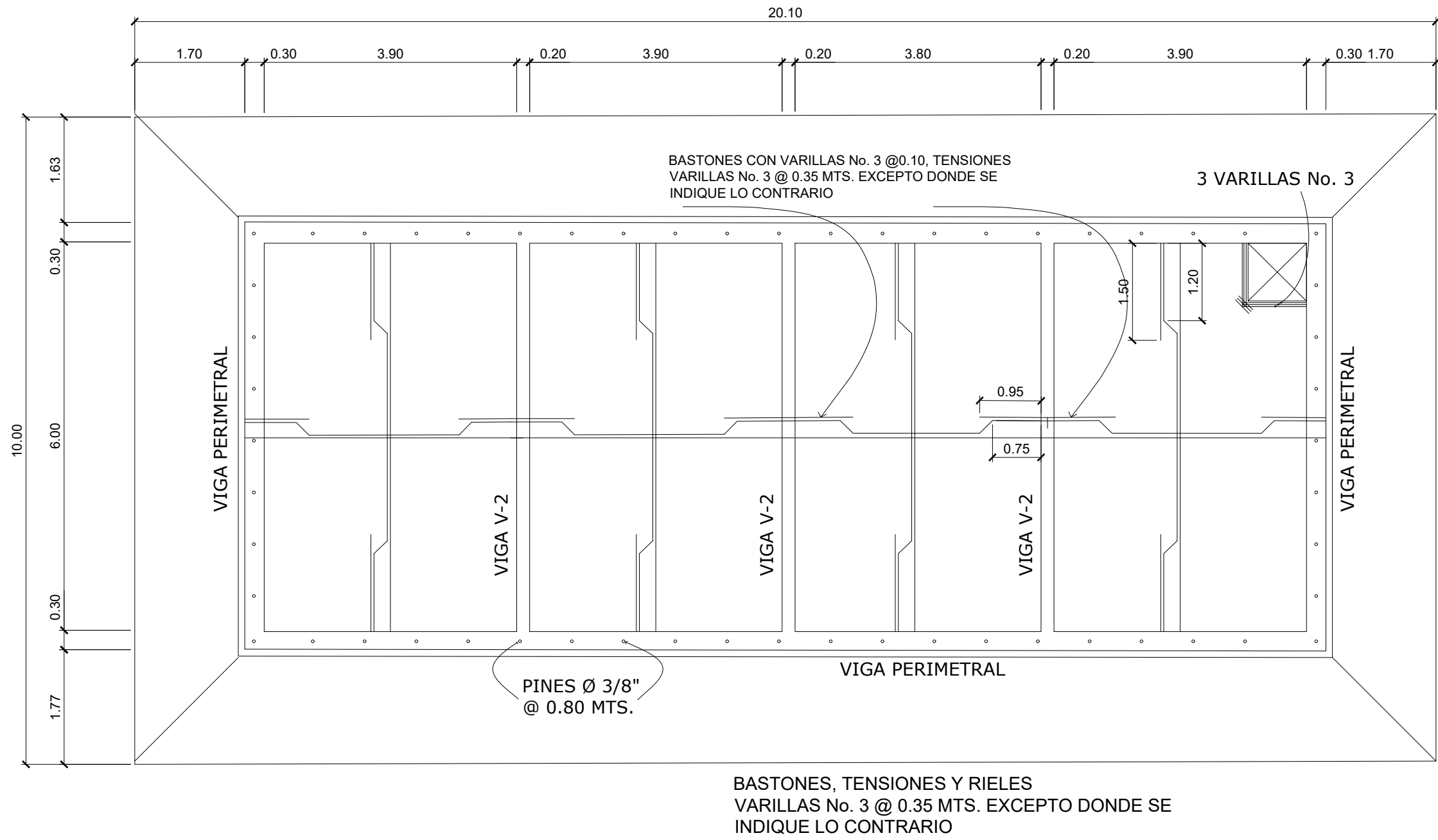
REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA: ABRIL 2024

HOJA: 17
21

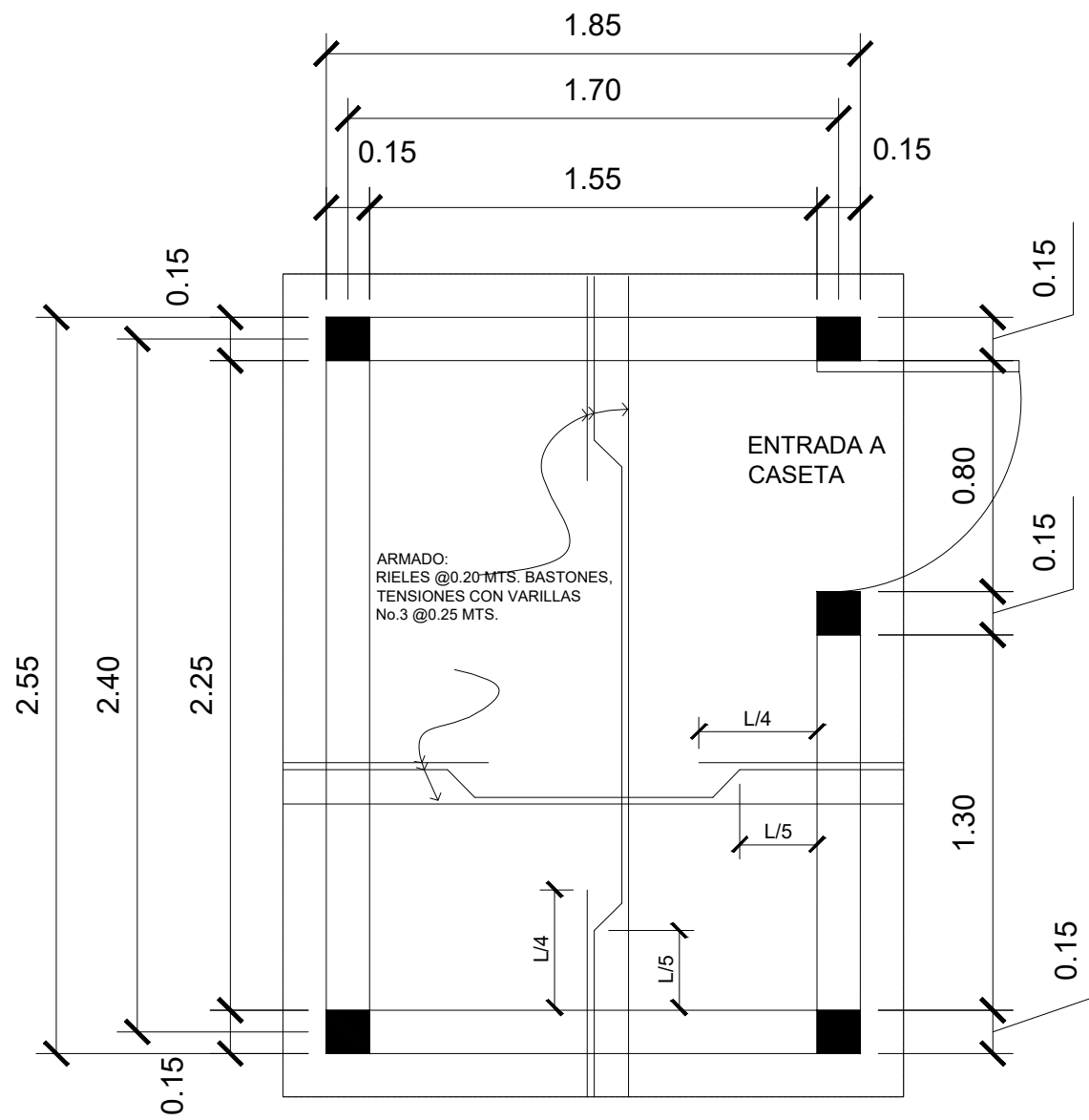


		HOJA:
		18 / 21
VO. RO. MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE MIRAFLORES	F. ING. SILVIO JOSE RODRIGUEZ SERRANO	



PLANTA DE ARMADO DE LOSA

ESCALA 1/75



PLANTA CASETA DE CLORACION

ESCALA 1/25

ESPECIFICACIONES

EL CONCRETO A UTILIZAR DEBE TENER UNA RESISTENCIA DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE 210 Kg/Cm2.

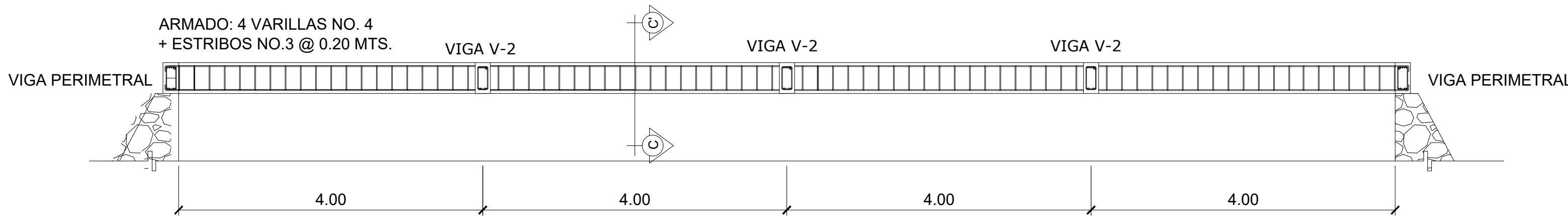
PARA OBTENER LA RESISTENCIA DESEADA, SE NECESITA UNA MEZCLA CON PROPORCION 1:2:3

EL ACERO DE REFUERZO A USAR SERÁ $F_y=2810$ Kg/Cm2 (GRADO 40)

LOS RECUBRIMIENTOS SERAN 2.50 Cms. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO, ESTE SE MEDIRÁ ENTRE EL ROSTRO DEL REFUERZO Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.

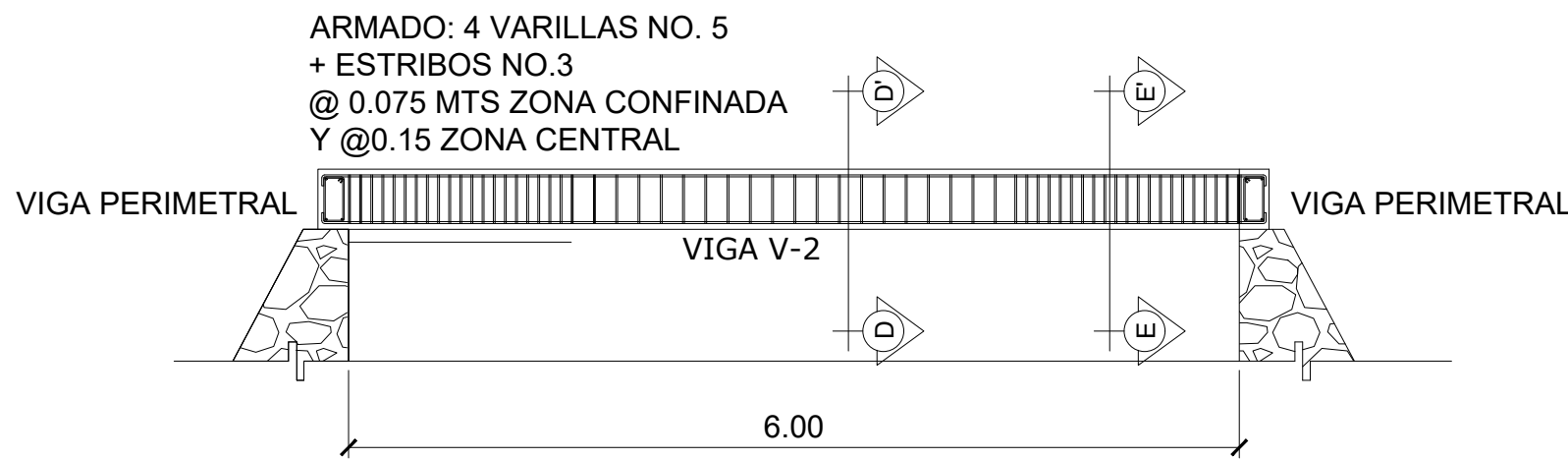
LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.

LOS MUROS DE LA CASETA SERAN DE BLOCK POMEZ VISTO SISADO DE 0.15X0.20X0.40 MTS.



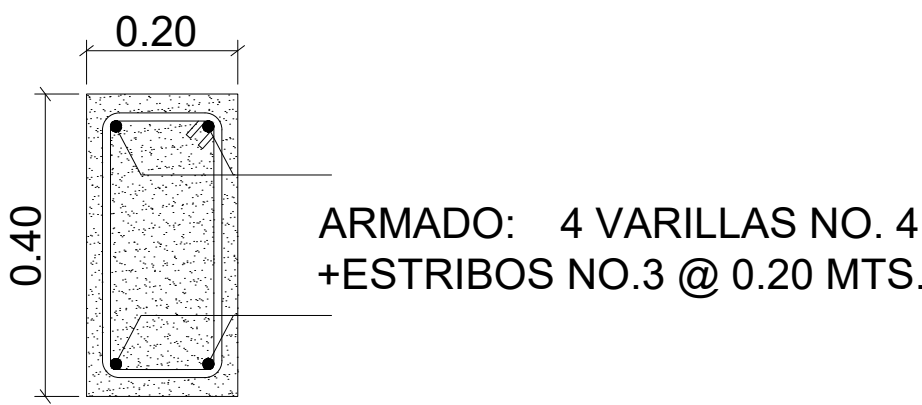
DETALLE DE VIGA PERIMETRAL

ESCALA 1/75



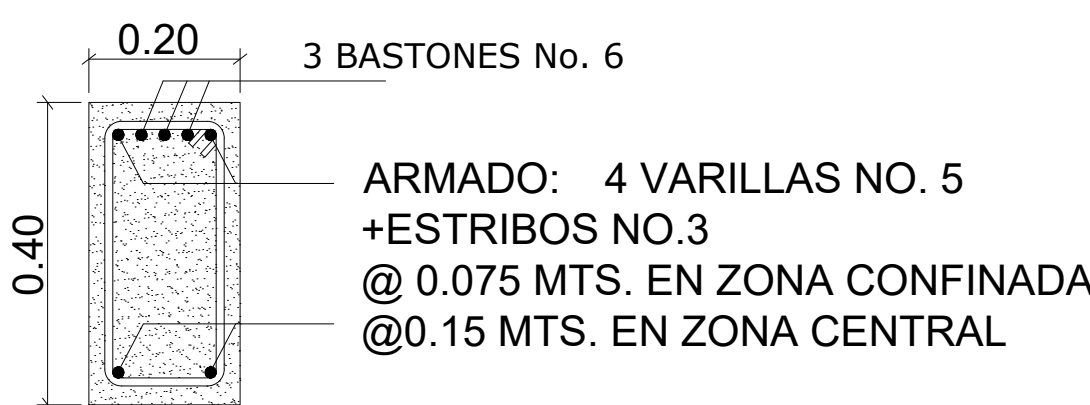
DETALLE DE VIGA V-2

ESCALA 1/75



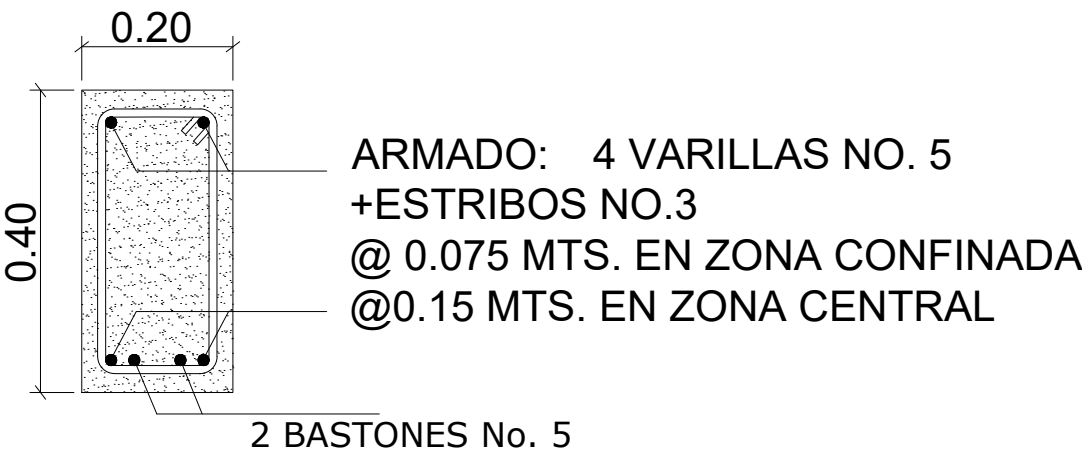
SECCION C-C'

ESCALA 1/10



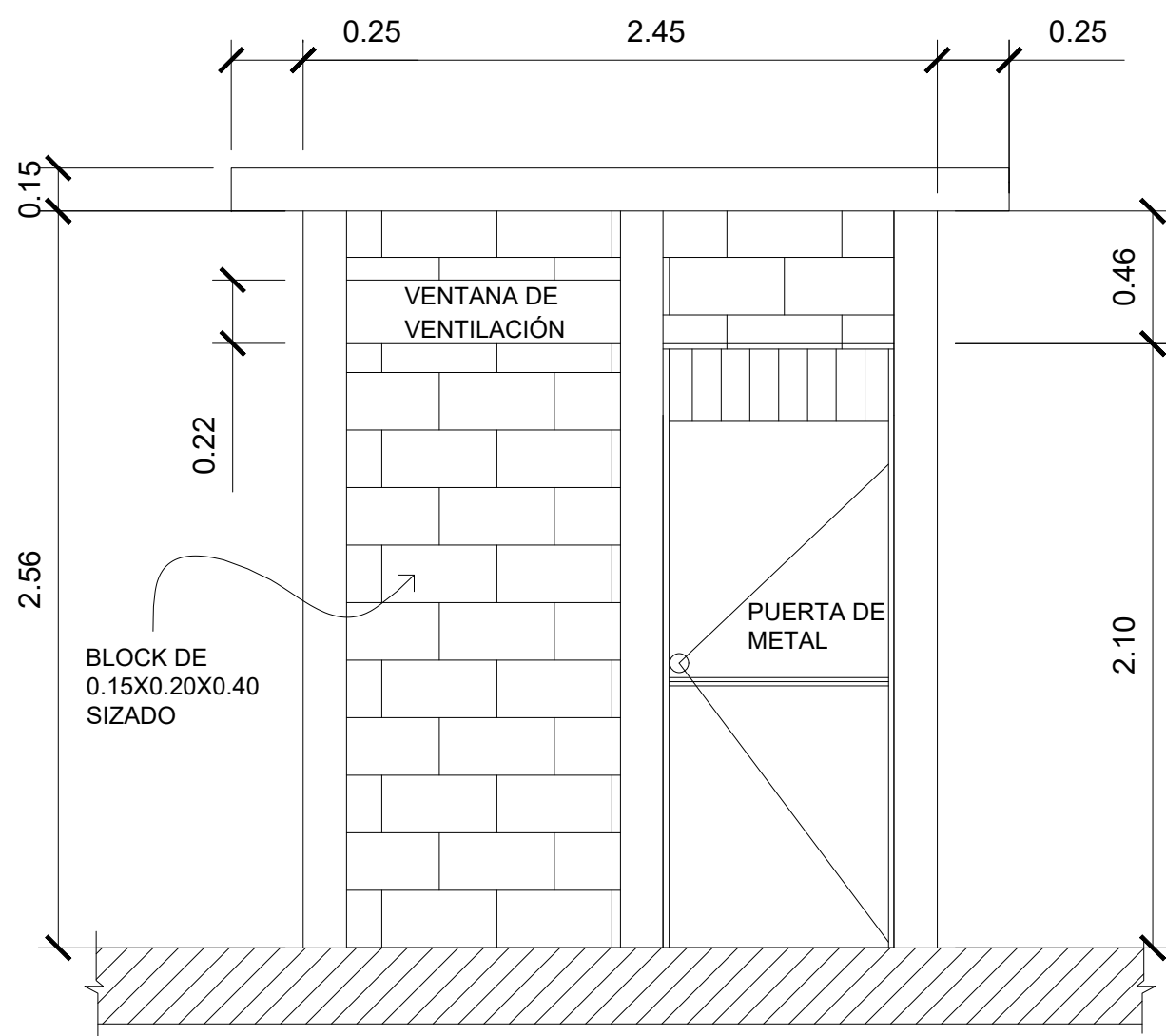
SECCION E-E'

ESCALA 1/10



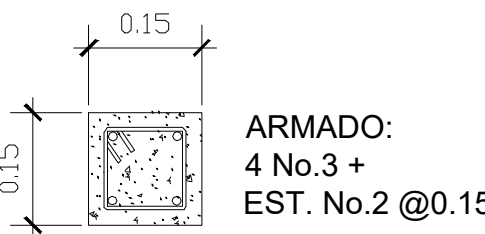
SECCION D-D'

ESCALA 1/10



ELEVACION CASETA DE CLORACION

ESCALA 1/25



DETALLE COLUMNA C-1

ESCALA 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
TANQUE DE ALMACENAMIENTO ZONA 3 Y CASETA DE CLORACION

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20109427

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

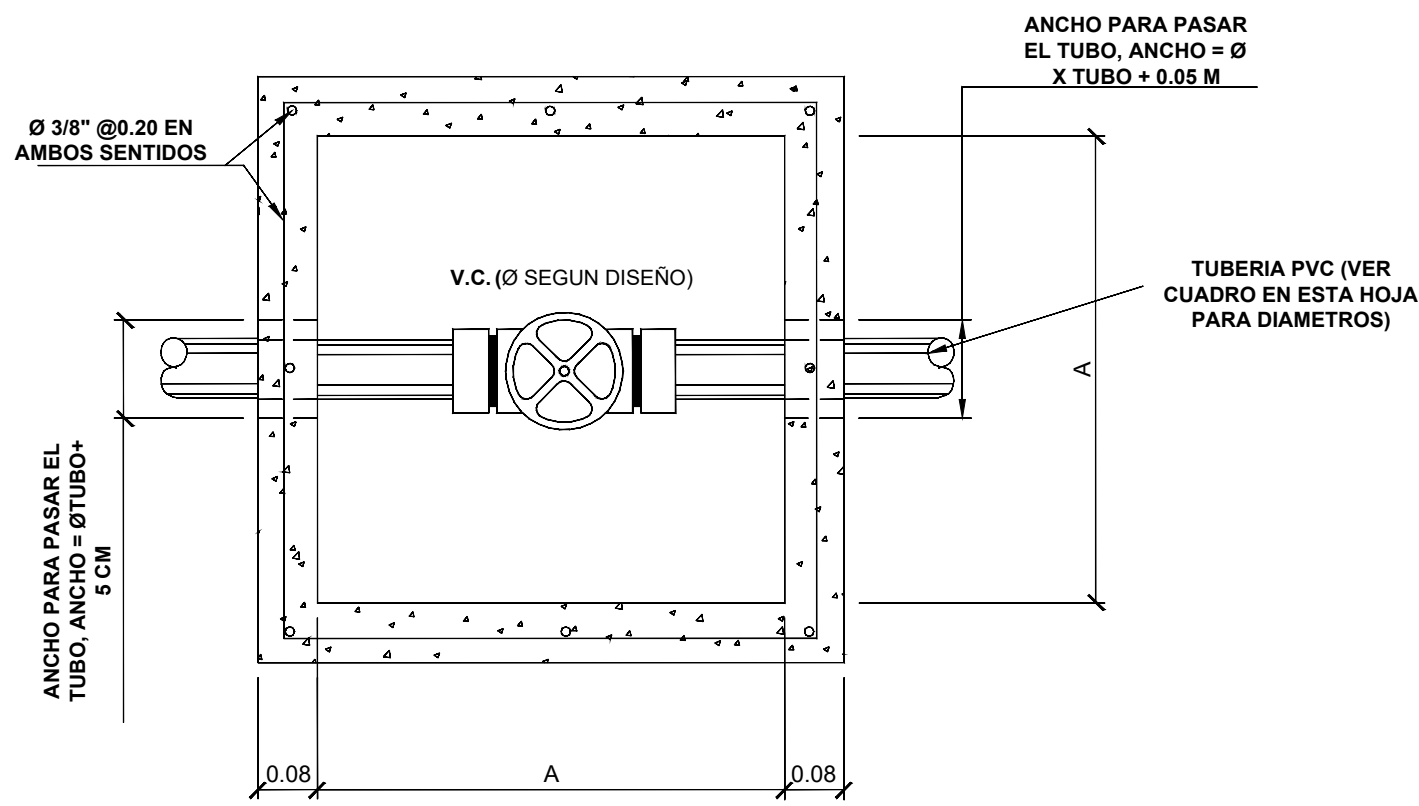
FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
19

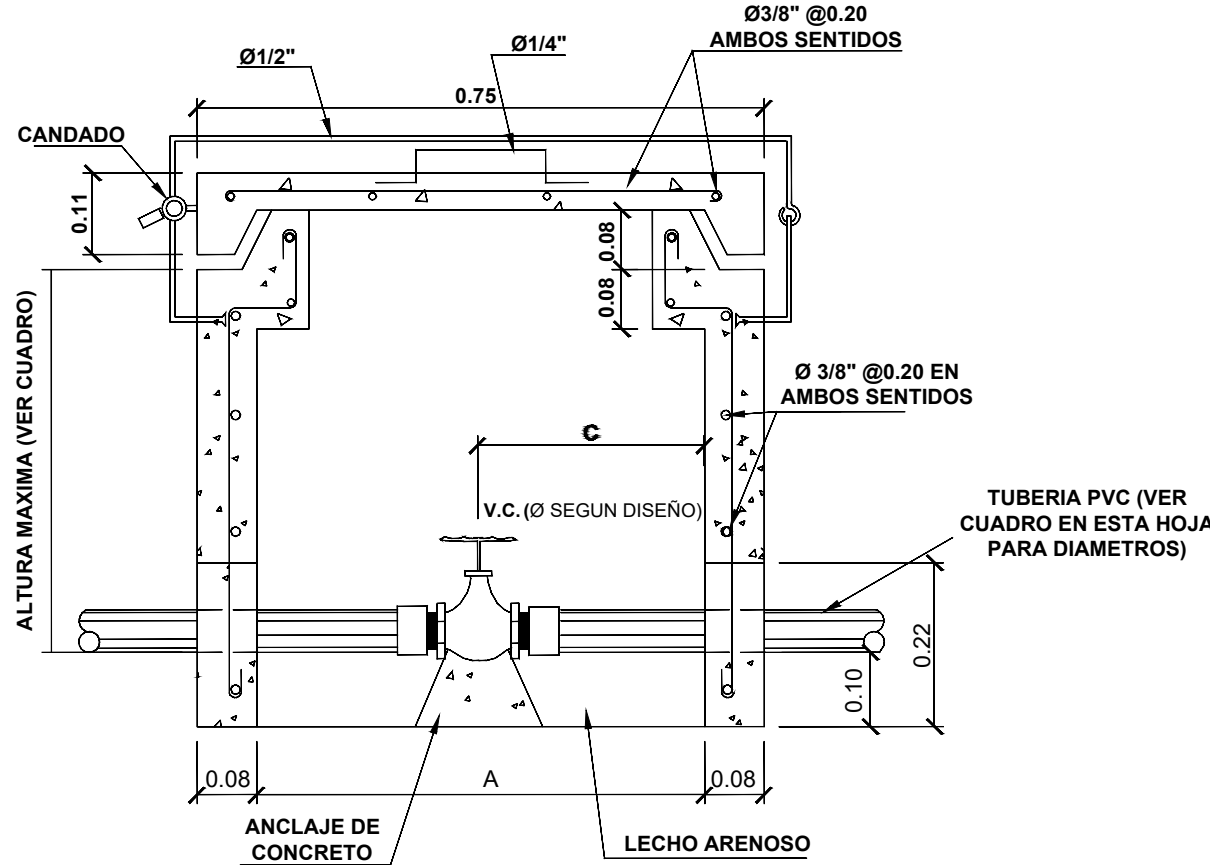
VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

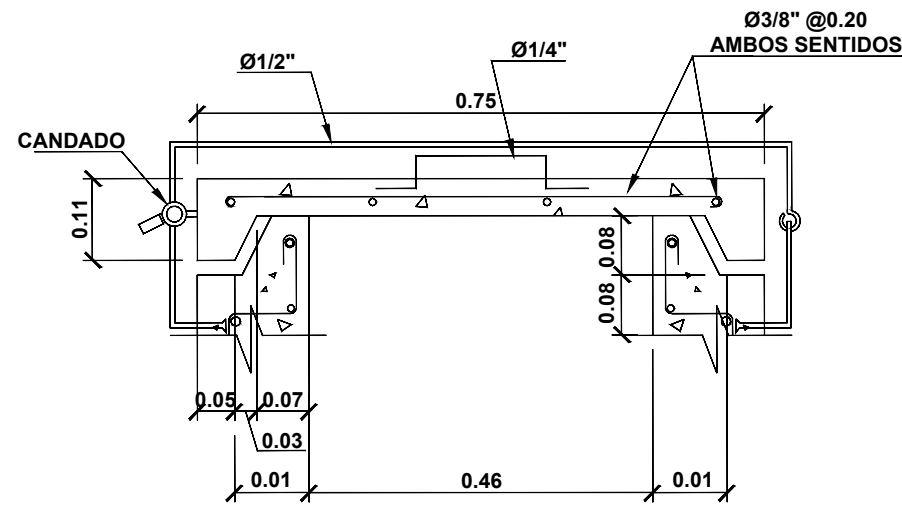
21



CAJA PARA VALVULA
PLANTA
ESCALA 1/10



CAJA PARA VALVULA
ELEVACION
ESCALA 1/10

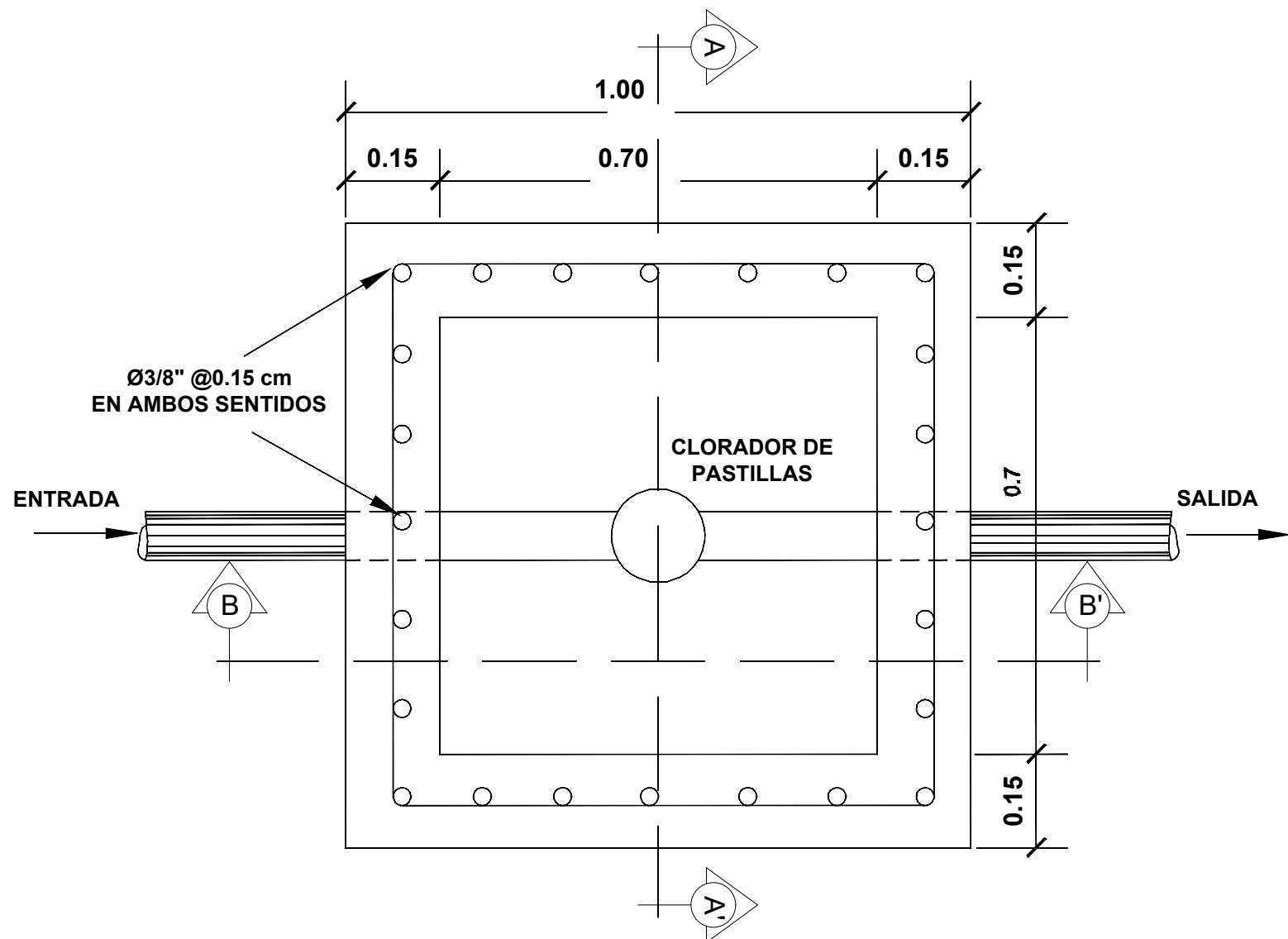


TAPADERA CAJA PARA VALVULA
DETALLE
ESCALA 1/10

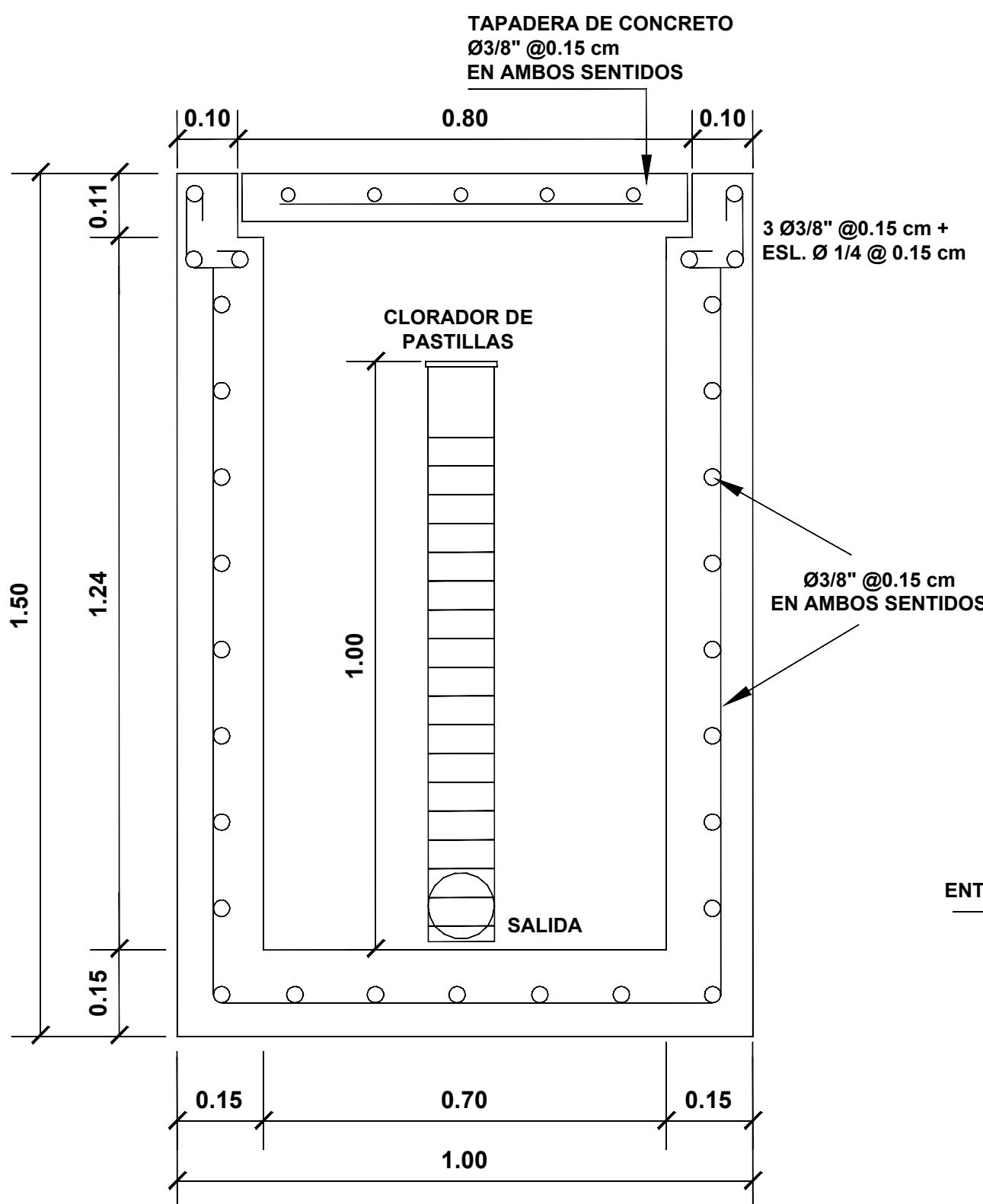
- NOTAS:
- 1) LAS DIMENSIONES DE LA CAJA ESTAN DADAS EN METROS.
 - 2) EL SUELO DE SOPORTE DE LA VALVULA HA DE SER ARENOSO.
 - 3) LAS PAREDES Y TAPA DE LA CAJA SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$
 - 4) EL ACERO DE REFUERZO SERA GRADO 40

DIMENSIONES

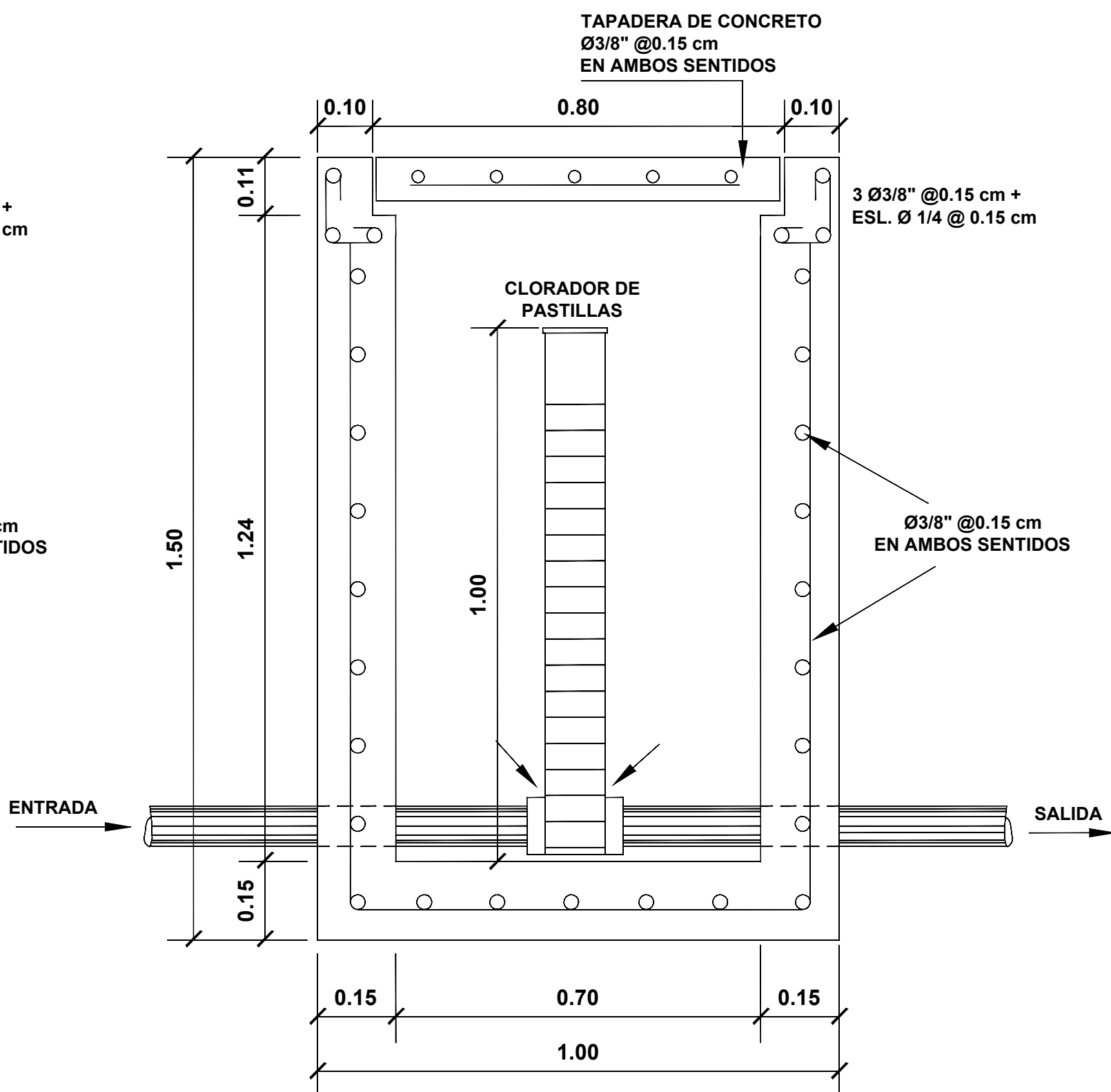
Ø	A	B	C	ALTURA MAXIMA
1"	0.30	0.38	0.15	0.25
4"	1.00	1.08	0.50	0.70



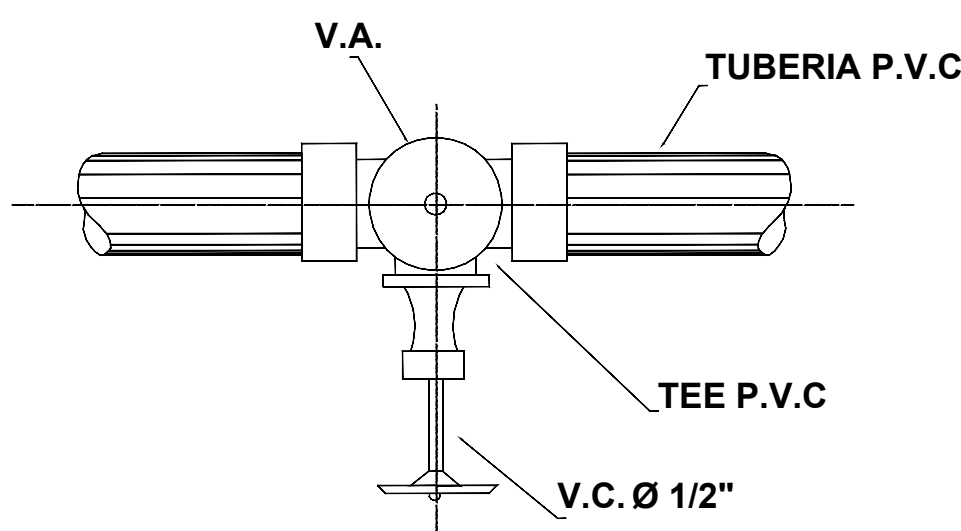
CLORADOR DE PASTILLAS
PLANTA
ESCALA 1/10



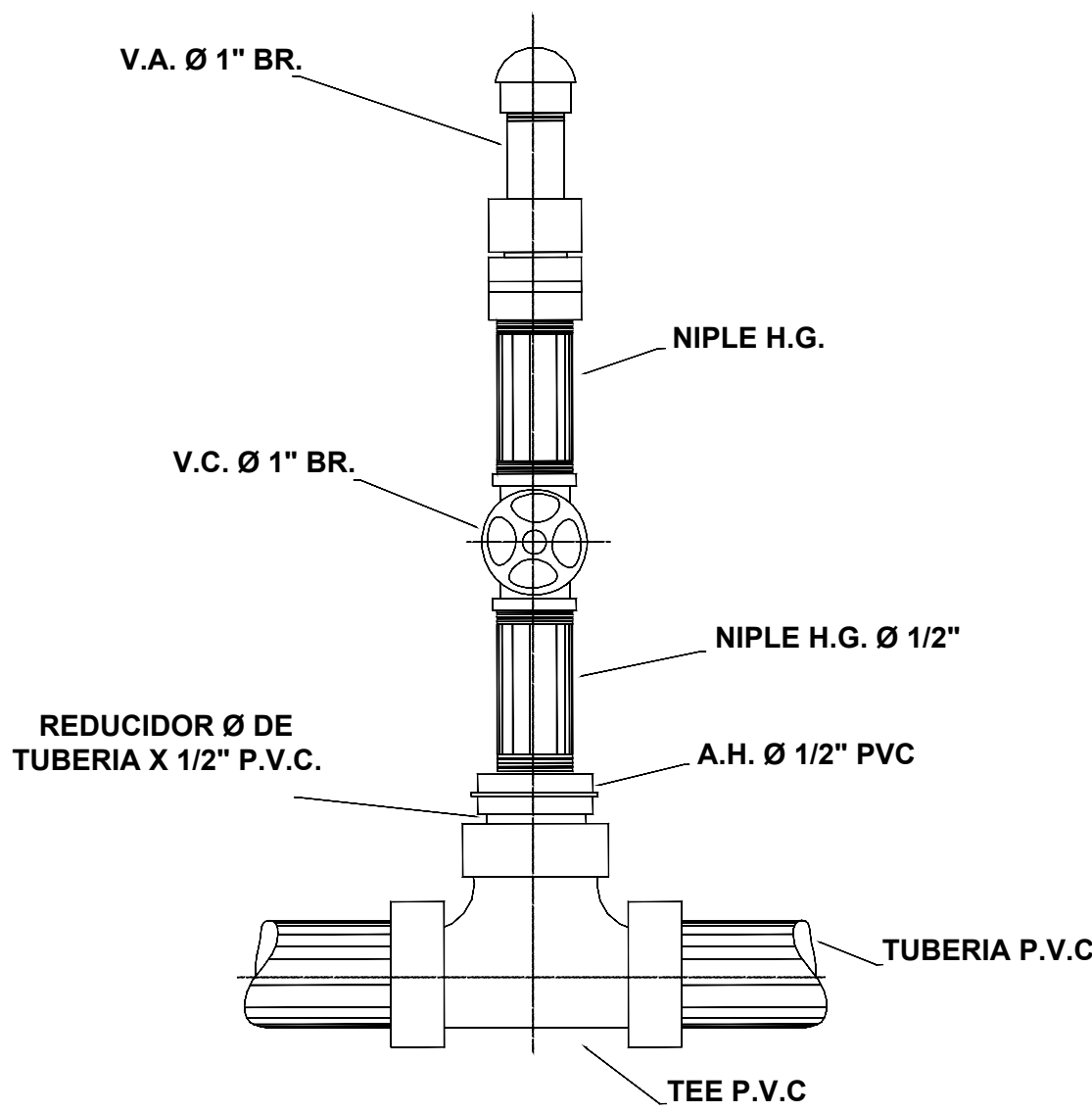
CLORADOR DE PASTILLAS
SECCION A-A'
ESCALA 1/10



CLORADOR DE PASTILLAS
SECCION B-B'
ESCALA 1/10



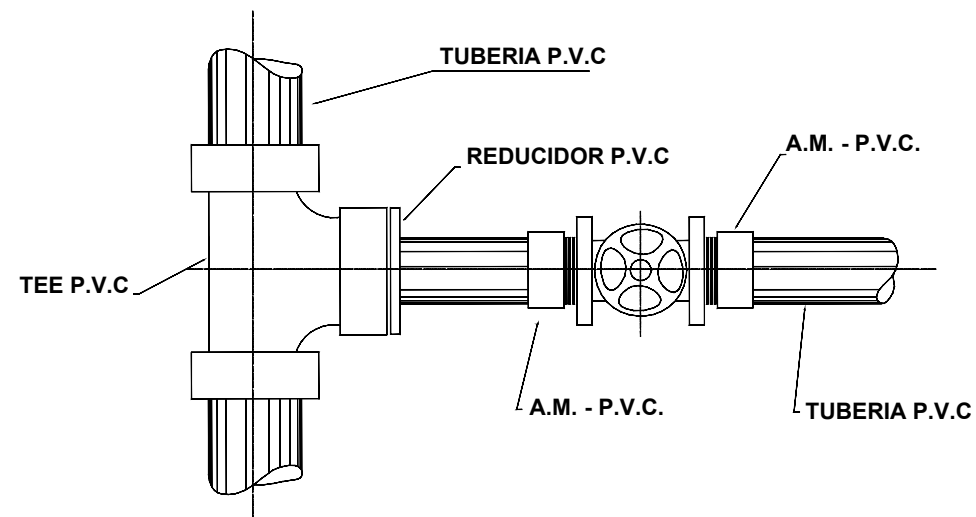
VALVULA DE AIRE
PLANTA
SIN ESCALA



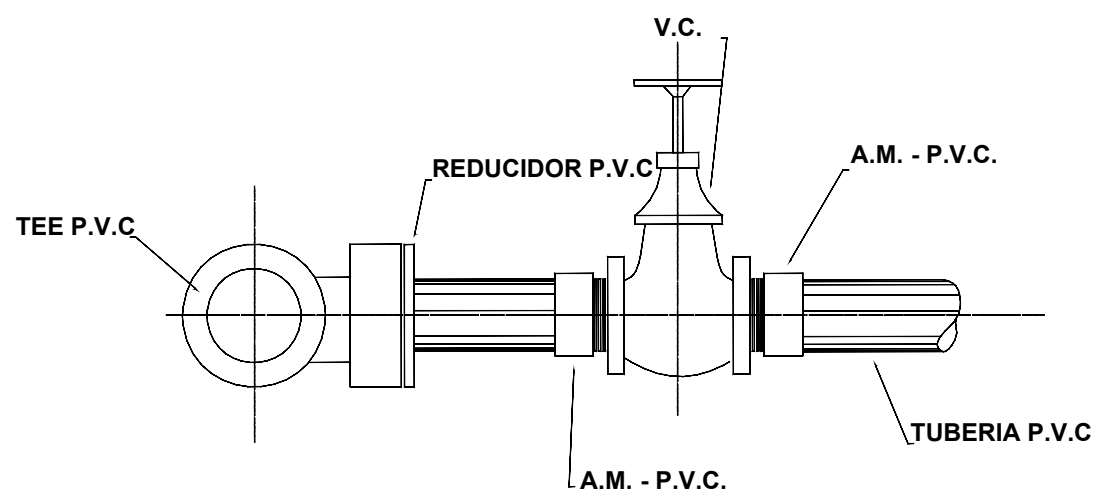
VALVULA DE AIRE
ELEVACION
SIN ESCALA

SIMBOLOGIA

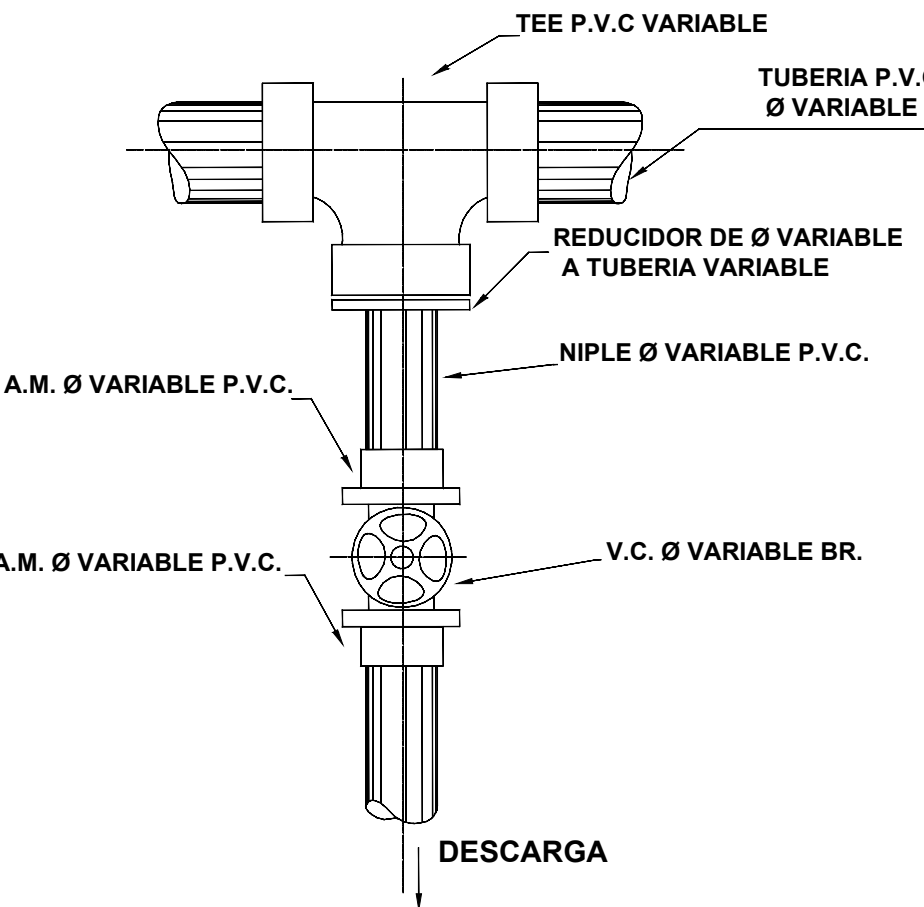
P.V.C	CLORURO DE POLIVINILO
H.G.	HIERRO GALVANIZADO
V.C.	VALVULA DE COMPUERTA
A.M.	ADAPTADOR MACHO
V.A.	VALVULA DE AIRE
A.H.	ADAPTADOR HEMBRA



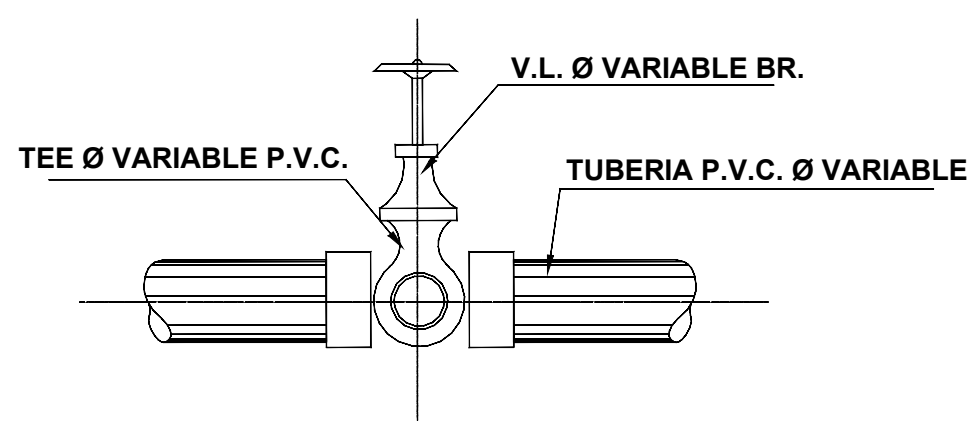
VALVULA DE COMPUERTA
PLANTA
SIN ESCALA



VALVULA DE COMPUERTA
ELEVACION
SIN ESCALA



VALVULA DE LIMPIEZA
PLANTA
SIN ESCALA



VALVULA DE LIMPIEZA
ELEVACION
SIN ESCALA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
DETALLES DE CAJAS, VALVULAS Y CLORADOR DE PASTILLAS

ESCALA:
LA INDICADA

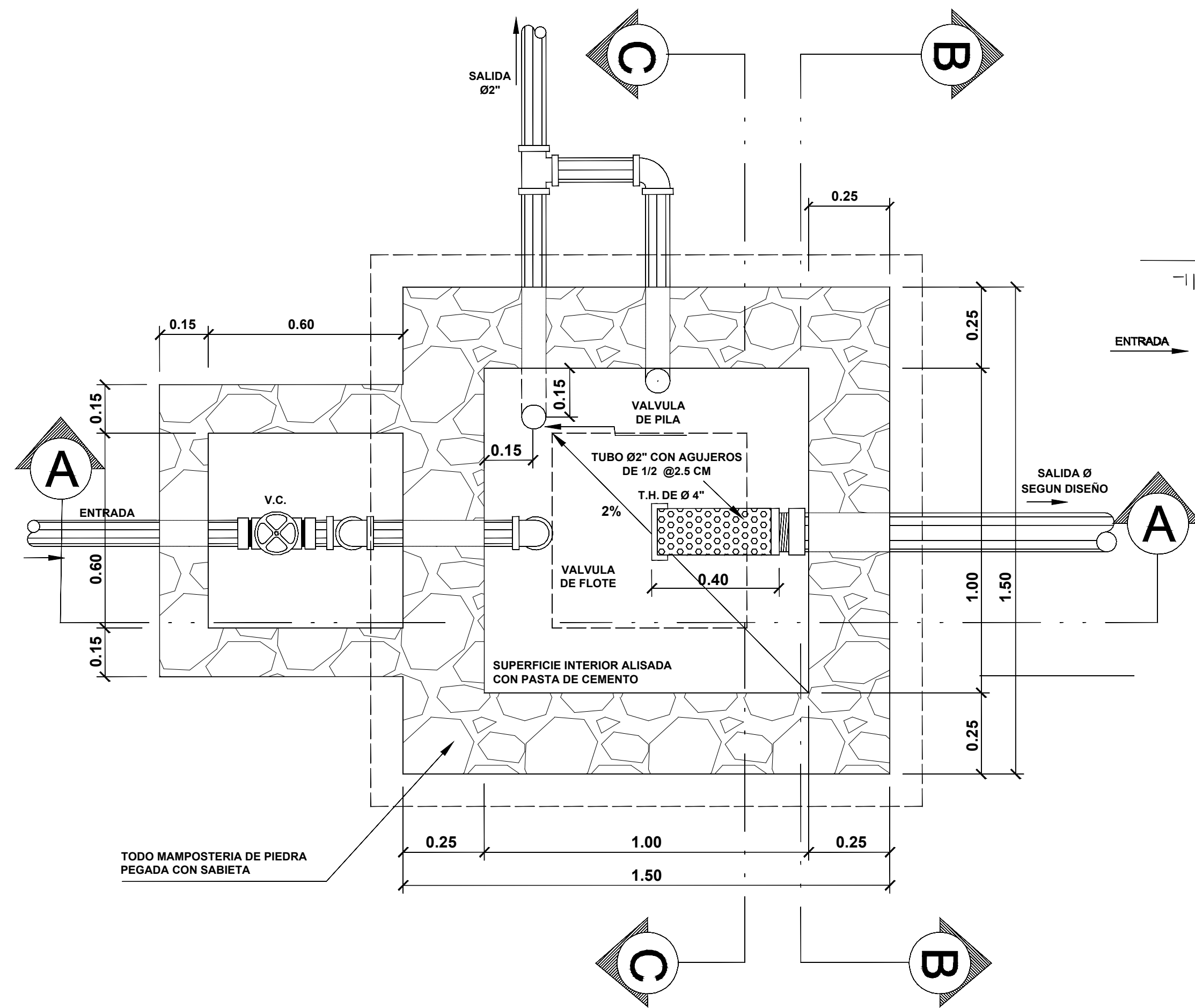
DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 2019427

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

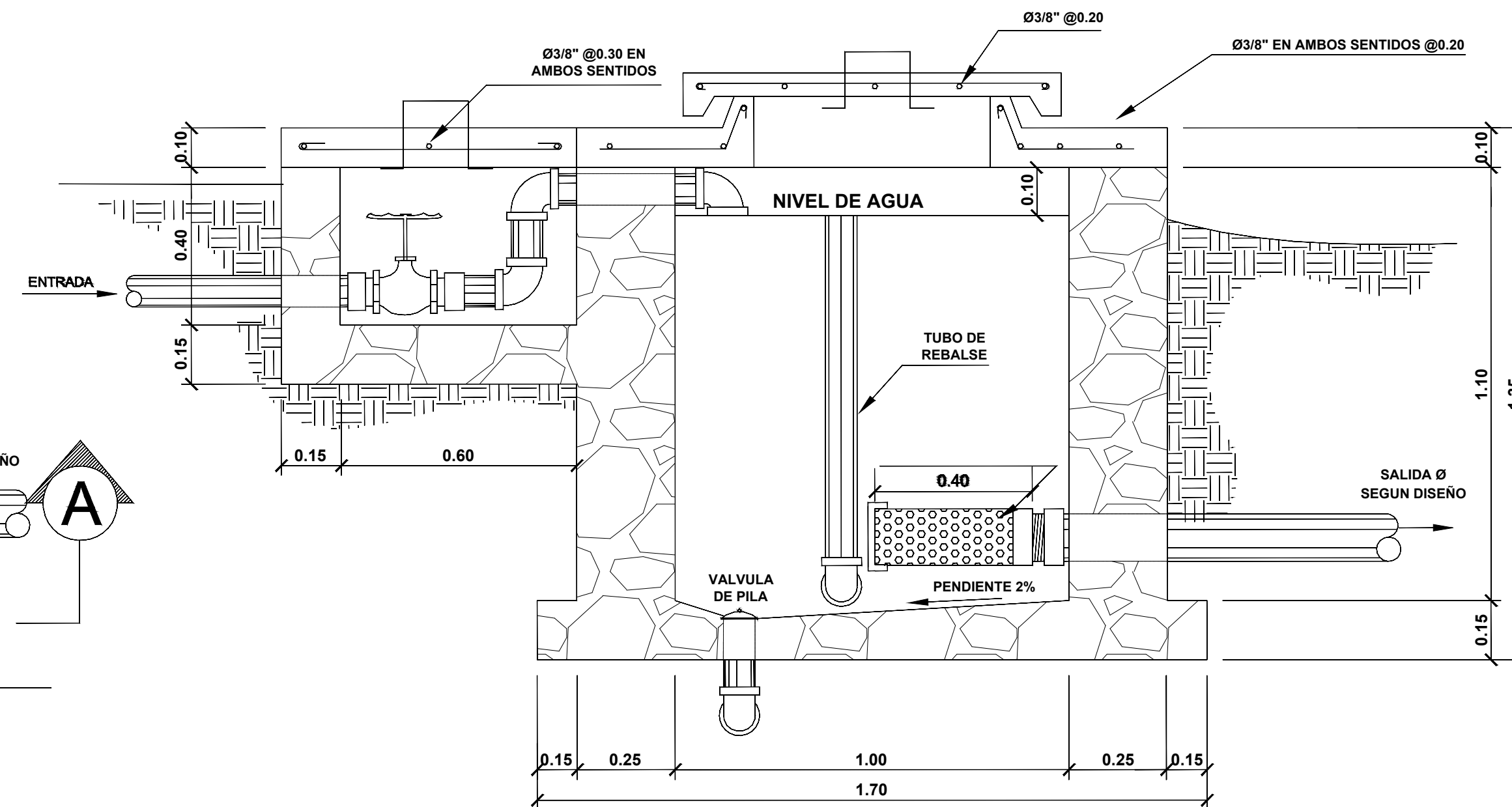
FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
20

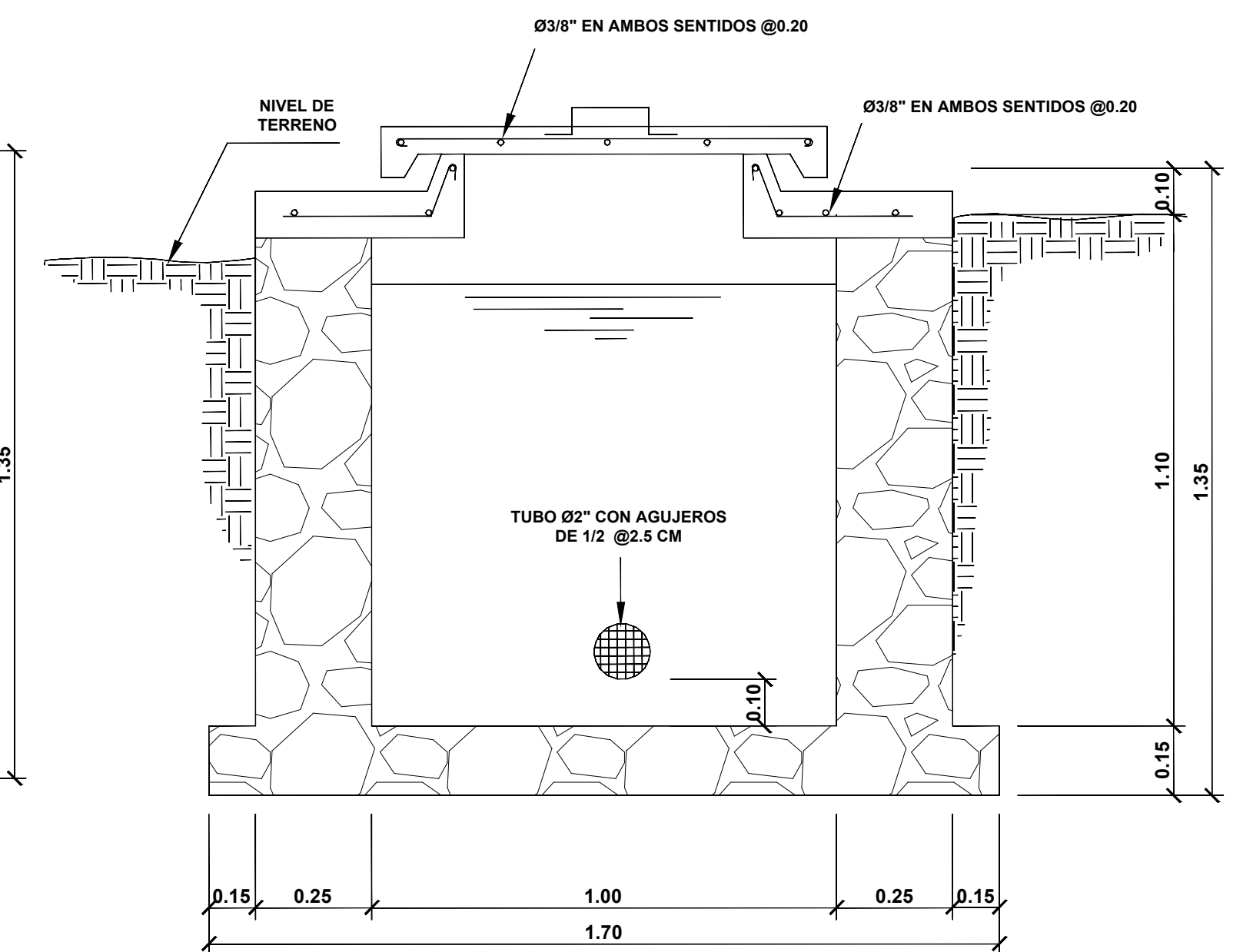
21



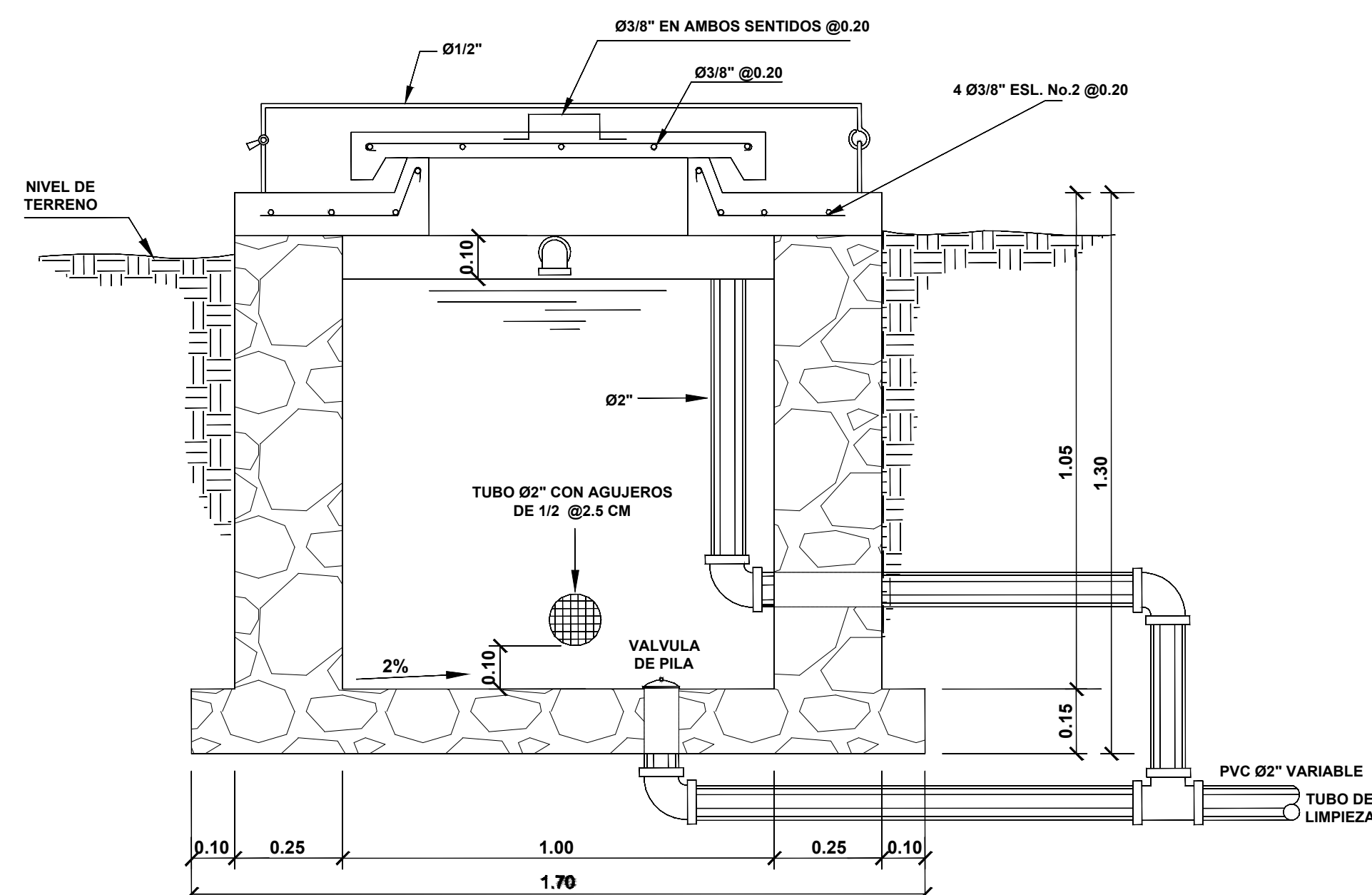
CAJA ROMPE PRESION
PLANTA
ESCALA 1/12.5



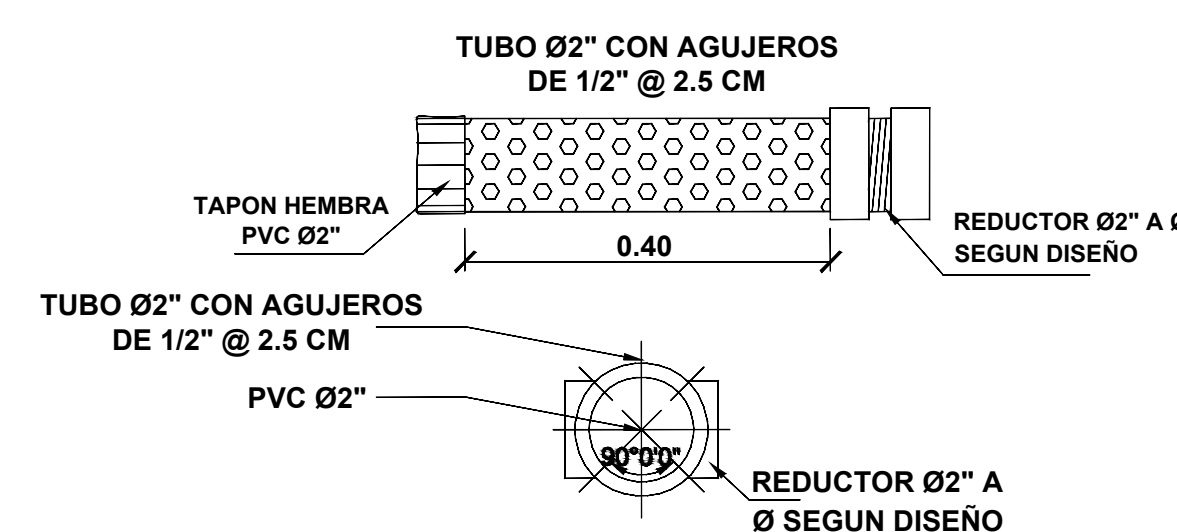
CAJA ROMPE PRESION
SECCION A-A',
ESCALA 1/12.5



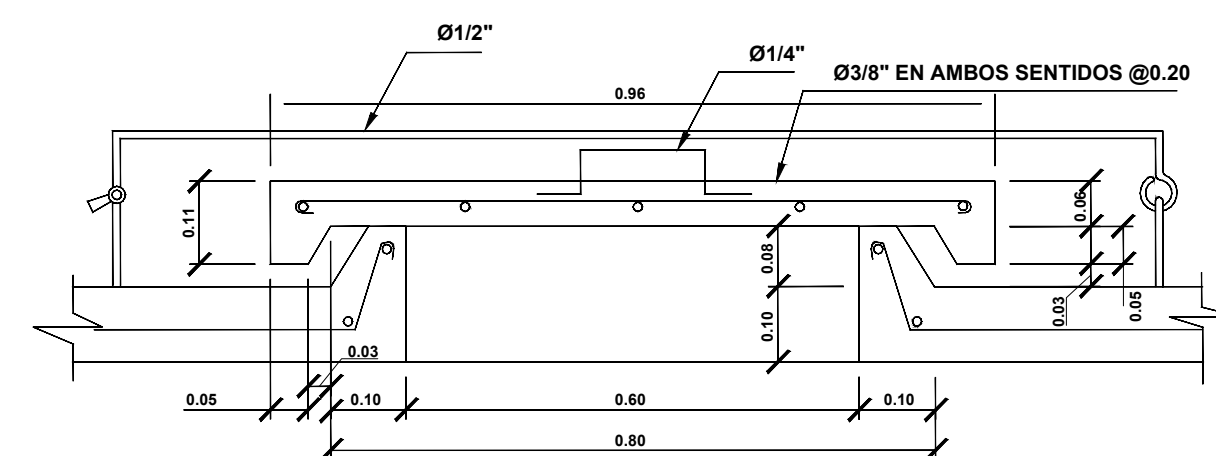
CAJA ROMPE PRESION
SECCION B-B',
ESCALA 1/12.5



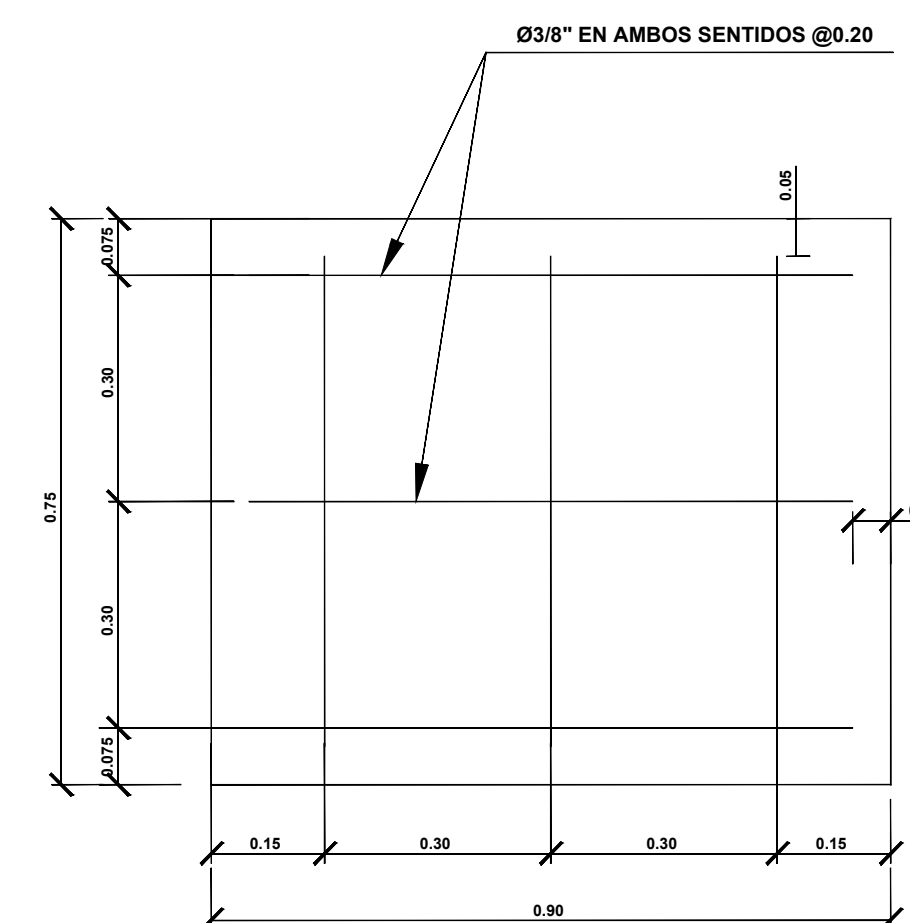
CAJA ROMPE PRESION
SECCION C-C',
ESCALA 1/12.5



DETALLE DE TUBO PVC
PERFORADO
ESCALA 1/10



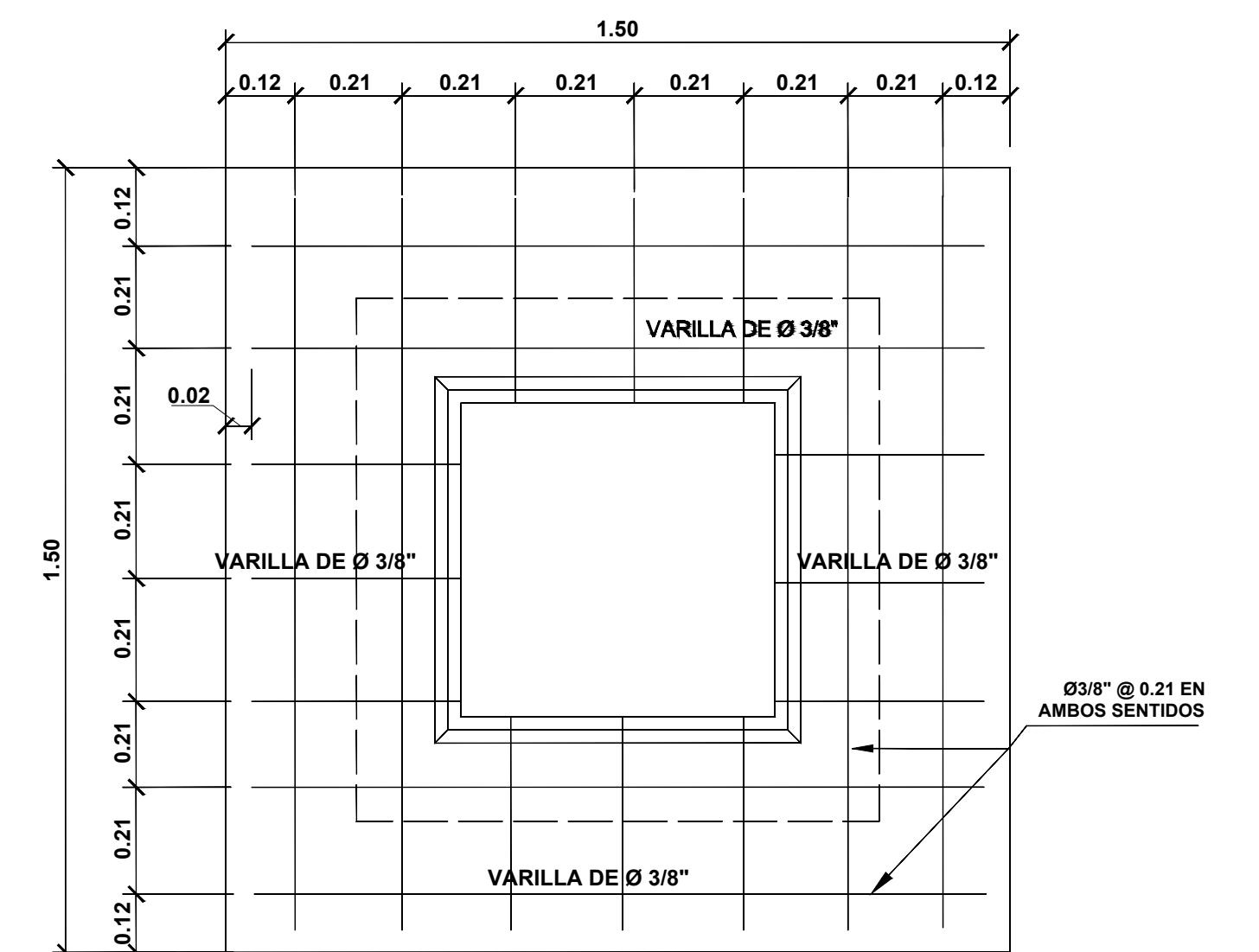
DETALLE DE LOSA
ESCALA 1/10



DETALLE DE LOSA
ESCALA 1/10

ESPECIFICACIONES:
FLOTE: CUERPO Y VARILLA DE BRONCE
SELLO DE CAUCHO, PELOTA DE COBRE
PRESION DE TRABAJO 100 PSI EN ROSCAS
INSTALACION: HORIZONTAL DESVIACION
MAXIMA PERMITIDA 45 GRADOS.
MAMPOSTERIA: 67% PIEDRA, 33%SABIETA,
1:2 ACERO DE REFUEZO GRADO 40

EL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE REBALSE
SERA MAYOR QUE EL DIAMETRO DE LA
TUBERIA DE ENTRA Y EL MINIMO SERA 2"



DETALLE DE LOSA
ESCALA 1/12.5



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA ZONA 3,
SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
DETALLES DE CAJA ROMPE PRESION
ESCALA:
LA INDICADA

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 2019427
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR
FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
HOJA:
21
21

Apéndice 2.

Planos constructivos sistema de drenaje sanitario de la zona 3

Nota. Planos constructivos sistema de drenaje sanitario de la zona 3, San Bartolomé Milpas Altas, Sacatepéquez. Elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D.

ANOTACIONES DE DISEÑO INFOM

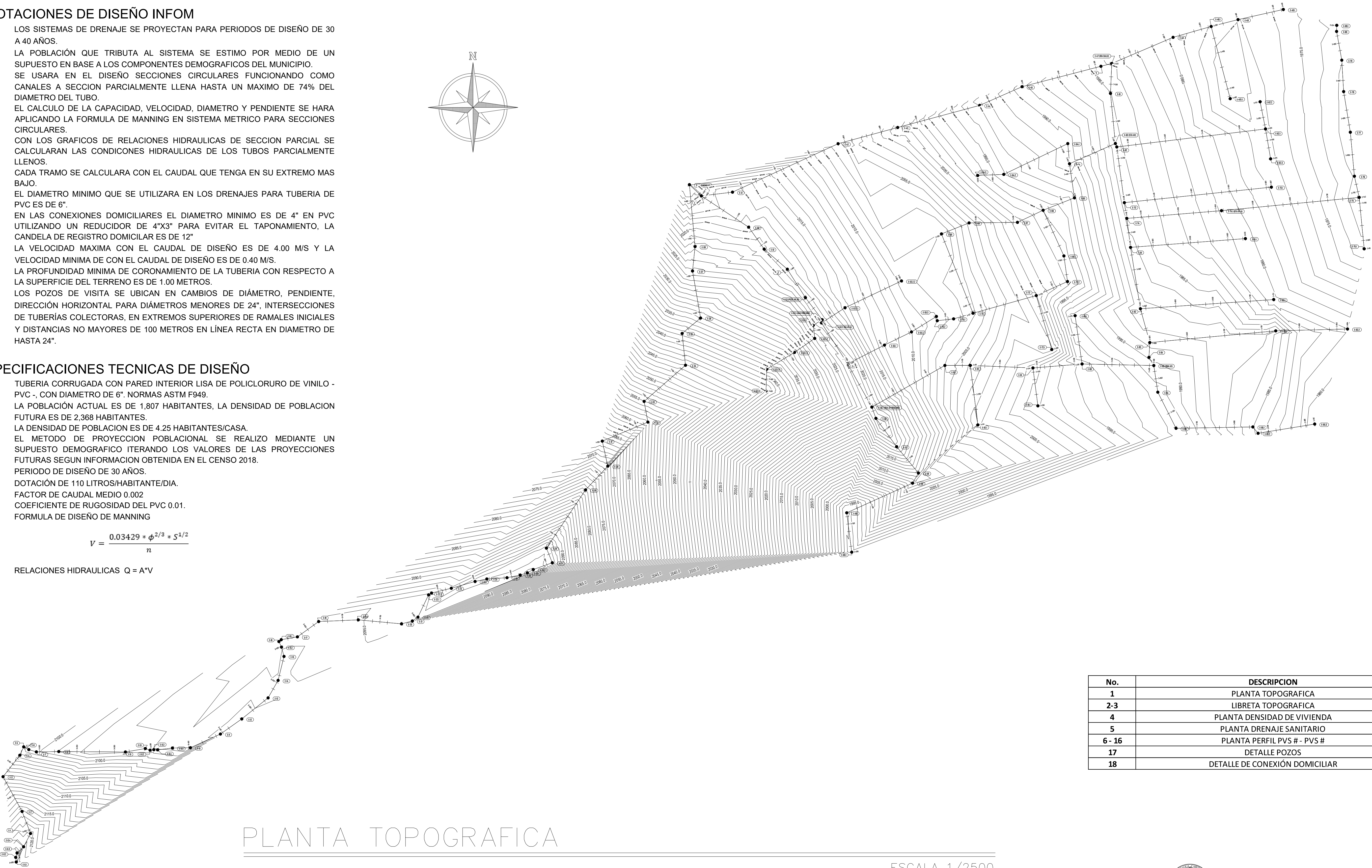
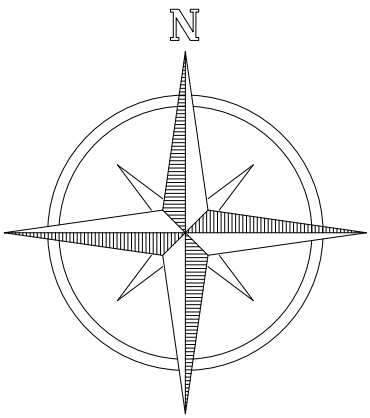
- LOS SISTEMAS DE DRENAJE SE PROYECTAN PARA PERIODOS DE DISEÑO DE 30 A 40 AÑOS.
- LA POBLACIÓN QUE TRIBUTA AL SISTEMA SE ESTIMO POR MEDIO DE UN SUPUESTO EN BASE A LOS COMPONENTES DEMOGRAFICOS DEL MUNICIPIO.
- SE USARA EN EL DISEÑO SECCIONES CIRCULARES FUNCIONANDO COMO CANALES A SECCION PARCIALMENTE LLENA HASTA UN MAXIMO DE 74% DEL DIAMETRO DEL TUBO.
- EL CALCULO DE LA CAPACIDAD, VELOCIDAD, DIAMETRO Y PENDIENTE SE HARA APLICANDO LA FORMULA DE MANNING EN SISTEMA METRICO PARA SECCIONES CIRCULARES.
- CON LOS GRAFICOS DE RELACIONES HIDRAULICAS DE SECCION PARCIAL SE CALCULARAN LAS CONDICONES HIDRAULICAS DE LOS TUBOS PARCIALMENTE LLENOS.
- CADA TRAMO SE CALCULARA CON EL CAUDAL QUE TENGA EN SU EXTREMO MAS BAJO.
- EL DIAMETRO MINIMO QUE SE UTILIZARA EN LOS DRENAJES PARA TUBERIA DE PVC ES DE 6".
- EN LAS CONEXIONES DOMICILIARES EL DIAMETRO MINIMO ES DE 4" EN PVC UTILIZANDO UN REDUCIDOR DE 4"x3" PARA EVITAR EL TAPONAMIENTO. LA CANDELA DE REGISTRO DOMICILAR ES DE 12"
- LA VELOCIDAD MAXIMA CON EL CAUDAL DE DISEÑO ES DE 4.00 M/S Y LA VELOCIDAD MINIMA DE CON EL CAUDAL DE DISEÑO ES DE 0.40 M/S.
- LA PROFUNDIDAD MINIMA DE CORONAMIENTO DE LA TUBERIA CON RESPECTO A LA SUPERFICIE DEL TERRENO ES DE 1.00 METROS.
- LOS POZOS DE VISITA SE UBICAN EN CAMBIOS DE DIÁMETRO, PENDIENTE, DIRECCIÓN HORIZONTAL PARA DIÁMETROS MENORES DE 24", INTERSECCIONES DE TUBERÍAS COLECTORAS, EN EXTREMOS SUPERIORES DE RAMALES INICIALES Y DISTANCIAS NO MAYORES DE 100 METROS EN LÍNEA RECTA EN DIAMETRO DE HASTA 24".

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISEÑO

- TUBERIA CORRUGADA CON PARED INTERIOR LISA DE POLICLORURO DE VINILO - PVC -, CON DIAMETRO DE 6". NORMAS ASTM F949.
- LA POBLACIÓN ACTUAL ES DE 1,807 HABITANTES, LA DENSIDAD DE POBLACION FUTURA ES DE 2,368 HABITANTES.
- LA DENSIDAD DE POBLACION ES DE 4.25 HABITANTES/CASA.
- EL METODO DE PROYECCION POBLACIONAL SE REALIZO MEDIANTE UN SUPUESTO DEMOGRAFICO ITERANDO LOS VALORES DE LAS PROYECCIONES FUTURAS SEGUN INFORMACION OBTENIDA EN EL CENSO 2018.
- PERIODO DE DISEÑO DE 30 AÑOS.
- DOTACIÓN DE 110 LITROS/HABITANTE/DIA.
- FACTOR DE CAUDAL MEDIO 0.002
- COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DEL PVC 0.01.
- FORMULA DE DISEÑO DE MANNING

$$V = \frac{0.03429 * \phi^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

- RELACIONES HIDRAULICAS Q = A*V



No.	DESCRIPCION
1	PLANTA TOPOGRAFICA
2-3	LIBRETA TOPOGRAFICA
4	PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA
5	PLANTA DRENAJE SANITARIO
6 - 16	PLANTA PERFIL PVS # - PVS #
17	DETALLE POZOS
18	DETALLE DE CONEXIÓN DOMICILIAR

PLANTA TOPOGRAFICA

ESCALA 1/2500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: PLANTA TOPOGRAFICA

ESCALA:
LA INDICADA

DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
1
18

PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
2	1000.0000	1000.0000	2124.5660	E-0
3	996.6771	986.4091	2122.4468	N1
4	994.0377	988.4716	2122.7785	N2
5	995.7744	988.8597	2122.2985	E-0.1
6	994.5329	992.8780	2122.8814	N3
7	995.1102	995.0443	2122.4167	E-0.2
8	996.8523	1000.9519	2121.7845	E-0.3
9	994.3705	1002.0335	2122.6418	N4
10	1005.6162	1009.1578	2121.0485	E-0.4
11	1014.8806	1026.9191	2120.4839	E-1
12	1003.5770	1056.3700	2117.3375	E-2
13	978.2040	1102.7298	2108.4116	E-3
14	1000.6735	1131.4251	2102.3355	E-4
15	1012.5564	1138.9490	2100.2190	E-6
16	1022.6502	1135.8530	2100.2052	E-7
17	1005.7415	1142.5715	2101.2190	E-5
18	1052.5587	1136.3405	2098.9333	E-8
19	1094.4894	1134.5953	2097.5850	PUNTO ZANJA
20	1141.5297	1135.7625	2097.8733	E-9
21	1168.1317	1140.3295	2097.3371	E-9.1
22	1174.4318	1138.1370	2097.2870	E-9.2
23	1179.3967	1138.7759	2097.2611	E-9.3
24	1184.4199	1138.6238	2097.2574	E-9.4
25	1204.2707	1141.0310	2096.1943	E-9.5
26	1228.2865	1141.4530	2096.1034	E-10
27	1268.3398	1159.6642	2097.2761	E-11
28	1296.8764	1179.9108	2097.5820	E-12
29	1331.9542	1207.9492	2096.4241	E-13
30	1345.3022	1231.3140	2096.1731	E-14
31	1353.2009	1263.3177	2096.3628	E-15
32	1349.8490	1275.7191	2095.8834	E-15.1
33	1346.3922	1283.1477	2095.2088	E-16
34	1349.4952	1285.6285	2095.3198	E-16.1
35	1371.0652	1289.4305	2095.6655	E-17
36	1399.4636	1309.8869	2095.9101	E-18
37	1452.3447	1312.1289	2095.0717	E-19
38	1510.0606	1306.7889	2094.5161	E-20
39	1524.5543	1310.6506	2094.5629	E-21
40	1531.9613	1315.7630	2094.4918	E-22
41	1546.1725	1345.5128	2094.5641	E-22.1
42	1550.1651	1347.9673	2093.9440	E-22.2
43	1576.5487	1354.3254	2092.3137	E-23
44	1608.2622	1363.3941	2093.7970	E-23.1
45	1623.9442	1366.7200	2093.9258	E-24
46	1650.8752	1368.4052	2094.2474	E-25
47	1668.5130	1371.9287	2094.6611	E-26
48	1678.0475	1374.9121	2095.2576	E-26.1
49	1685.9592	1379.3452	2094.9997	E-26.2
50	1711.3501	1388.3890	2093.2261	E-27
51	1703.4806	1407.8584	2093.2527	E-28
52	1703.9437	1403.9895	2093.8028	CI
53	1706.6817	1405.4821	2093.6280	CD
54	1704.8090	1409.2653	2093.0728	CD
55	1707.8743	1414.5282	2093.2538	CI
56	1713.5951	1413.8487	2091.5615	CD
57	1711.5629	1420.1288	2091.0189	CI
58	1720.3750	1425.9016	2089.5524	CD
59	1721.0461	1425.1753	2089.3230	CD
60	1720.1380	1431.8005	2089.0375	CI
61	1722.8553	1429.6849	2089.0911	CD
62	1735.8023	1449.6360	2085.7562	CD
63	1733.6712	1452.2825	2085.5250	CI
64	1786.9551	1518.5212	2074.7420	CD
65	1742.1260	1464.5105	2083.5923	CI
66	1755.7404	1485.6832	2078.7242	E-29
67	1758.2037	1483.9746	2078.8375	CD
68	1762.9093	1487.5570	2077.7275	CD
69	1768.1698	1496.6853	2075.7772	CD
70	1774.4638	1510.2344	2073.0984	CI
71	1777.3051	1507.9901	2072.8834	CD
72	1781.7022	1512.7311	2072.0930	CD
73	1786.3203	1515.4245	2071.6965	CD
74	1785.4025	1517.3313	2071.2758	E-30
75	1781.6567	1518.7213	2071.3146	CI
76	1782.8163	1522.7357	2070.8126	CI
77	1786.7198	1523.1767	2070.8211	CD
78	1782.0031	1528.8196	2070.0290	CI
79	1777.3438	1550.8408	2066.9013	CI
80	1778.0529	1550.7669	2066.8744	E-31
81	1781.4318	1547.2798	2067.5074	CD
82	1783.9998	1550.9100	2066.5870	CD
83	1801.4271	1558.7141	2064.2703	CD
84	1825.4193	1569.6775	2060.8743	CD
85	1831.3314	1576.1510	2059.6510	CI
86	1838.9216	1576.1873	2058.9662	E-32
87	1835.8162	1578.2164	2059.1734	CI
88	1835.3886	1582.2132	2058.4753	CI
89	1836.8303	1594.3624	2056.5450	CD
90	1833.8905	1603.7880	2055.0385	E-33
91	1840.3446	1574.9927	2059.0770	CD
92	1837.8880	1607.9115	2054.1789	CI
93	1839.8349	1605.9043	2054.3017	CD
94	1860.7066	1622.9609	2050.3128	ENTRADA CALLE
95	1858.0229	1625.2346	2050.4543	CI
96	1885.5773	1647.1669	2045.9437	CALLE B
97	1889.9720	1651.8556	2045.1812	CD
98	1889.1385	1652.0405	2045.0867	E-34
99	1882.8997	1648.9217	2045.8599	CI
100	1885.3028	1656.3748	2044.3386	CI

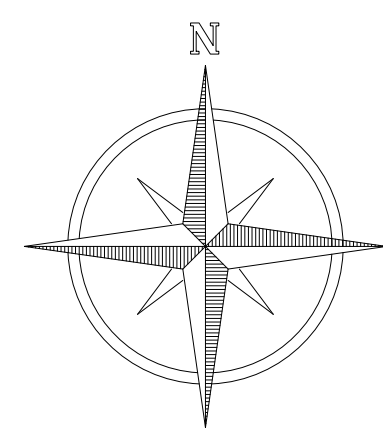
PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
101	1887.7207	1687.0872	2039.6018	CD
102	1883.9327	1694.4554	2038.5989	CI
103	1884.6553	1694.4577	2038.5782	E-35
104	1890.4042	1695.9083	2038.0247	CD
105	1887.6043	1698.4265	2037.9539	CI
106	1901.9979	1711.8407	2034.9716	CI
107	1907.7511	1712.5743	2034.4968	CD
108	1910.2680	1718.4233	2033.5316	CD
109	1909.2804	1715.0881	2034.0360	E-36
110	1905.5537	1716.4431	2034.0058	CI
111	1905.3525	1725.2383	2032.8162	CI
112	1899.9794	1773.1386	2025.8648	CD
113	1895.9570	1772.3435	2025.8453	CI
114	1898.5236	1777.8534	2025.2039	E-37
115	1894.8949	1771.9054	2025.9949	CD
116	1889.8862	1775.4440	2025.6517	CI
117	1904.4770	1836.0148	2019.8820	CD
118	1895.6845	1784.6384	2024.6796	CI
119	1902.0712	1815.1330	2021.8175	CD
120	1896.0107	1829.7468	2020.4987	CI
121	1901.9086	1810.4705	2022.7793	E-38
122	1901.3688	1795.4922	2023.6881	CD
123	1901.1872	1830.8446	2020.4987	CD
124	1894.6778	1853.8502	2016.9846	CI
125	1893.0195	1865.7059	2015.2307	CI
126	1892.0224	1871.4997	2014.5035	CI
127	1896.9011	1877.0679	2013.9927	CD
128	1893.9351	1892.9435	2013.6899	CI
129	1894.3532	1893.1357	2013.8527	E-39 (CUCHILLA)
132	1884.9506	1887.5879	2013.6074	CI
133	1888.9066	1878.1284	2013.8853	CI
134	1895.5183	1876.1786	2014.0535	CD CURVA
135	1901.2665	1879.8270	2014.0435	CD CURVA
136	1908.9680	1879.6061	2012.5180	CI
137	1910.5797	1878.4553	2015.2107	ENTRADA 4TA CALLE B
138	1910.2891	1878.1315	2015.2695	E-40
139	1903.0920	1886.1677	2013.9216	CI
140	1915.2092	1878.3734	2015.8611	ENTRADA 4TA CALLE I
141	1934.0050	1885.6167	2017.4690	CD
142	1934.0337	1880.4981	2017.4824	CD
143	1951.8393	1888.8685	2017.5837	CI
144	1952.8431	1883.6499	2017.6356	CD
145	1951.8726	1883.1371	2017.7868	E-41
146	1963.3675	1886.3201	2017.0768	CD
147	1975.7333	1895.5141	2016.1346	CI
148	2002.9691	1902.7171	2014.1748	CD
149	2013.3014	1913.8090	2013.1938	CI
150	2015.7668	1908.2234	2013.2680	CD
151	1999.4908	1905.7733	2014.2916	CI
152	2047.7601	1921.9268	2010.4106	CD
153	2081.9672	1942.8365	2007.1421	CI
154	2084.2801	1937.5539	2007.2387	CD
155	2092.8410	1947.7933	2006.2987	E-42
156	2097.4885	1944.3546	2006.3144	3RA CALLE A D
157	2099.2713	1943.0683	2006.1253	3RA CALLE A D
158	2103.1214	1944.3102	2005.7568	3RA CALLE A I
159	2112.0634	1943.4280	2004.4853	3RA CALLE A I
160	2103.1568	1941.7094	2006.0742	E4 3RA CALLE
161	2110.8083	1943.9513	2005.3421	CI
162	2134.1360	1954.9747	2003.2936	CD
163	2145.4212	1952.5021	2002.6563	CI
164	2142.5711	1957.9392	2002.6312	CI
165	2169.7030	1967.8817	2000.3528	CI
166	2172.3211	1969.4588	2000.4096	E-43
167	2171.3151	1962.5323	2000.4405	CD
168	2172.5831	1962.4641	2000.5636	3RA CALLE D
169	2174.9913	1962.9895	2000.3235	3RA CALLE I
170	2174.8878	1955.6961	2001.2723	3RA CALLE D
171	2178.0785	1955.9244	2001.5336	3RA CALLE I
172	2177.5148	1955.3869	2001.3421	E6 3RA CALLE
173	2218.1357	1978.2421	1996.8725	CD
174	2217.0395	1983.6896	1996.6826	CI
175	2273.2363	1996.5199	1993.2625	CD
176	2281.8497	1998.9663	1992.9696	E-44
177	2270.3026	2002.1547	1993.1504	CI
178	2290.4988	2008.6436	1992.1239	CALLE CEMENTERIO
179	2297.7154	2015.5672	1991.7756	CALLE CEMENTERIO
180	2301.3394	2014.3461	1991.3131	CALLE CEMENTERIO
181	2304.2379	2013.7115	1991.1039	CI
182	2350.9470	2027.2856	1988.6110	CI
183	2352.8490	2027.9526	1988.5363	CI
184	2338.3603	2023.8806	1989.4411	E-45
185	2353.1666	2022.5389	1988.6200	CD
186	2438.7481	2050.1752	1984.5427	CD
187	2443.6495	2051.1593	1984.5061	E-46
188	2436.7877	2055.2542	1984.5552	CI
189	2451.6785	2054.3562	1983.9624	1RA CALLE D
190	2457.5692	2056.2172	1983.6146	1RA CALLE I
191	2458.1083	2054.9053	1983.8151	E-47 (1RA CALLE)
192	2463.9127	2063.8307	1983.1925	CI
193	2476.5497	2067.7890	1982.7444	CI
194	2492.5253	2073.7086	1981.8422	CI
195	2539.9645	2089.7963	1979.8228	E-48
196	2478.7149	2062.9025	1982.5368	CD
197	2507.8959	2073.5621	1981.2505	CD
198	2539.9715	2084.0237	1979.7921	CD
199	2545.6695	2091.3517	1979.4610	CI
200	2591.9777	2099.4025	1977.8615	CD

PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
201	2590.8051	2104.3160	1977.8543	E-48.1
202	2626.6925	2113.4682	1977.0667	E-49
203	2687.1585	2127.0116	1975.6414	E-49.1
208	1911.5035	1881.2246	2015.1396	INTERSECCIÓN
209	1944.3208	1857.3923	2017.1550	CI
210	1973.4323	1836.4113	2018.4488	E-50
211	1940.3460	1856.8187	2017.2950	CD
212	1984.9170	1817.9323	2020.1393	CD
213	1987.3742	1819.9095	2020.2038	CI
214	1991.6080	1810.2537	2020.1732	CD
215	1993.9350	1812.3368	2020.2209	CI
216	1994.1059	1807.1133	2020.4311	E-51
217	1971.7556	1834.0815	2018.5899	CD
218	2019.9238	1786.6018	2019.6503	CI CALLEJON
219	2029.0598	1778.8144	2019.5214	CI CALLEJON
220	2025.0624	1780.2538	2019.7432	E-52
221	1996.4703	1805.2789	2019.8437	CD
222	1998.6567	1807.5760	2019.8474	CI
223	1999.0767	1807.9736	2019.8682	CI
224	2018.6134	1782.4026	2019.7864	CD
225	2035.6658	1767.1171	2019.9043	CI
226	2032.5575	1764.9690	2019.9037	CD
227	2049.2299	1742.2949	2020.2234	E-53 (POZO VIEJO)
228	2054.8241	1740.6237	2020.3522	CI
229	2073.1957	1711.7317	2020.7233	GMA AV PROLONGACION I A
230	2068.2094	1711.7046	2020.6362	6A AV A D A
231	2069.1979	1709.9647	2020.7252	6A AV A I A
232	2075.1648	1707.9965	2020.7259	6A AV A PROLONGACION D A
233	2071.5760	1712.8051	2020.5989	E-53.1 (6AV PROLONG)
234	2060.3250	1706.5698	2022.4400	CD
235	2061.5935	1704.6674	2022.4616	CD
236	2058.6665	1705.5085	2022.6967	CD
237	2059.8300	1705.5599	2022.6668	E-53.1.1
238	2063.0216	1692.0561	2024.3448	CI
239	2060.7326	1691.7697	2024.4104	CD
240	2063.3011	1688.1148	2024.8580	CI
241	2061.6159	1687.8684	2024.9836	E-53.1.2
242	2054.7400	1683.9495	2026.5269	CD
243	2056.3711	1681.9834	2026.5159	CI
244	2040.9727	1673.5237	2030.2688	CD
245	2042.6561	1671.3737	2030.1877	CI
246	2034.5991	1669.2188	2031.5749	E-53.1.3
247	2060.3827	1685.0877	2025.4530	CI
248	2021.1634	1659.3851	2034.4291	CD
249	2018.9876	1660.9963	2034.6142	CI
250	1998.2416	1646.1501	2038.2468	CD
251	1997.7092	1646.9673	2038.1712	E-53.1.4
252	1998.0799	1635.2466	2040.5616	CI
253	1996.3997	1635.2043	2040.5657	CD
254	1998.7354	1620.8558	2042.7596	CI
255	1996.3867	1620.6285	2042.7657	CD
256	1996.6093	1617.7371	2042.9621	E-53.1.5
257	1998.1210	1619.6751	2042.6768	TANQUE
258	2070.7255	1708.5616	2020.6941	E-53.2 (6A AV A)
260	2075.3249	1710.1153	2020.4210	CI
261	2076.5792	1708.2306	2020.3960	CD
262	2100.1328	1728.0496	2025.7986	CI
263	2100.6681	1725.7424	2025.8362	CD
264	2102.0867	1728.8265	2015.4841	E-53.2.1
265	2113.3015	1732.4831	2014.2073	CALLEJON 16M
266	2116.0473	1733.6761	2013.9367	CALLEJON 16M
267	2177.4427	1764.5912	2008.5988	E-53.2.2
268	2178.4772	1762.2633	2008.5543	CD
269	2075.7866	1707.2132	2020.7251	E-54
270	2052.9910	1736.3372	2020.3116	CD
271	2108.1295	1656.6843	2022.0747	CD
272	2105.6111	1654.0014	2021.8294	E-55
273	2107.5886	1653.7024	2021.8839	7VA AV D B
274	2112.9002	1659.0665	2021.1060	CI B
275	2114.2864	1655.8349	2021.0683	CD B
276	2135.4397	1667.2875	2015.3991	CD B
277	2134.4158	1671.0538	2015.2771	CI B
278	2140.4571	1669.9617	2014.1925	CD B
279	2138.7963	1673.3333	2014.3741	CI B
280	2147.3855	1673.7386	2013.0460	CD B
281	2145.6995	1676.9633	2013.1374	CI B
282	2155.2303	1677.9473	2011.9700	CI B
283	2152.7261	1680.6584	2012.3674	CI B
284	2153.3512	1679.4869	2012.3243	CI B
285	2154.7091	1678.9347	2011.9952	E-55.1
286	2190.7436	1696.4943	2010.0410	E-55.2
287	2224.0325	1717.1861	2008.4500	E-55.3
288	2143.2916	1581.1717	2022.0610	E-56
289	2132.7840	1596.9832	2021.4856	8VA AV PROLONGACION D
290	2134.0006	1594.1622	2021.5623	8VA AV PROLONGACION I
291	2138.5322	1596.4179	2021.3708	8VA AV D
292	2135.3434	1600.5589	2021.3258	8VA AV I
293	2137.8853	1596.1651	2021.3499	E-56.1 (8VA AV PROLONG)
294	2154.7536	1573.1328	2022.5496	CI
295	2149.7476	1569.8953	2022.6414	CD
296	2167.9481	1547.2910	2020.1921	CD
297	2170.9308	1543.3736	2019.5266	E-57
298	2170.6887	1550.3653	2020.2626	CI
299	2198.3275	1512.7268	2012.5586	CI
300	2195.4675	1509.7535	2012.3732	CD

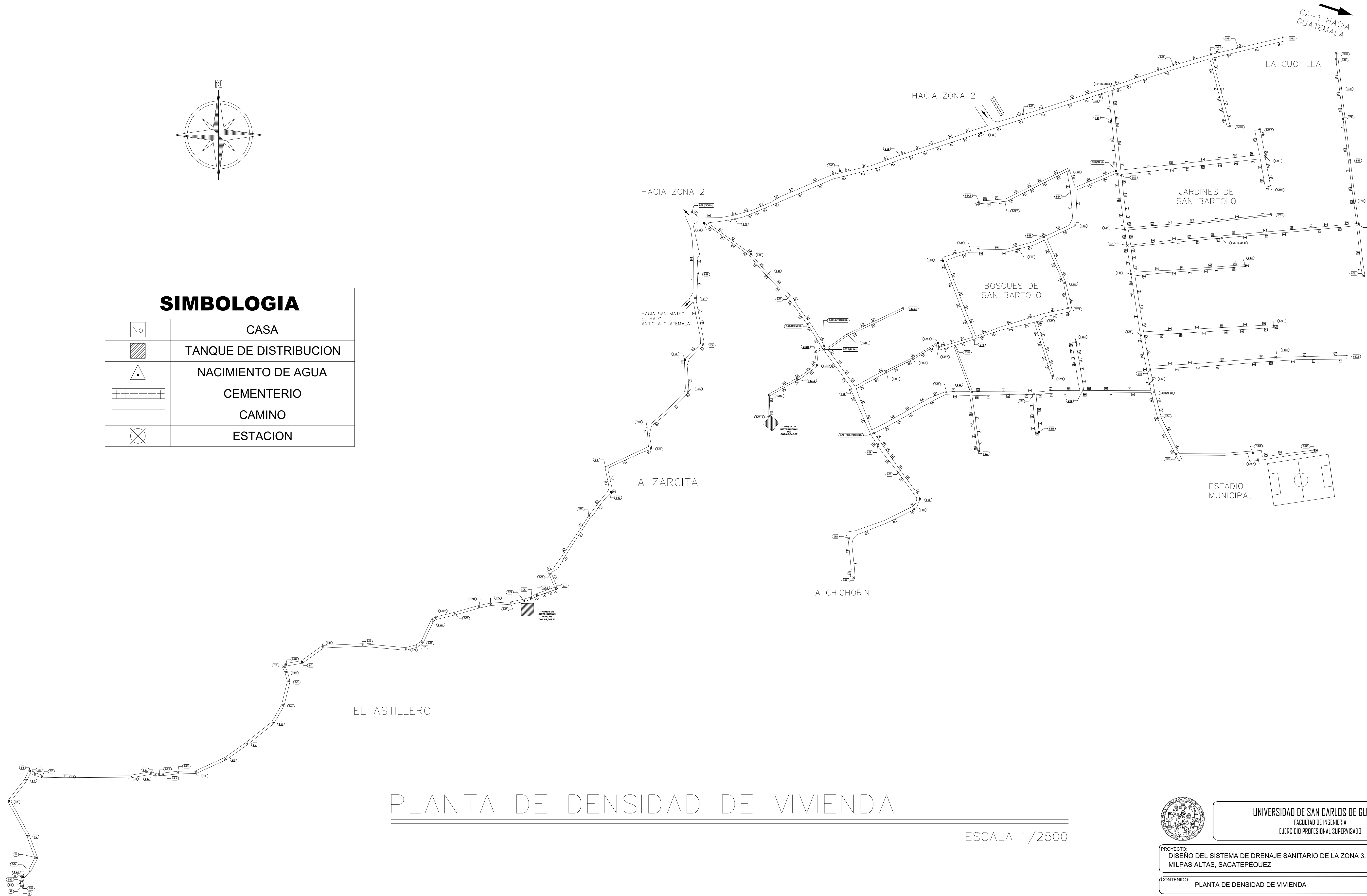
PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
301	2200.0112	1508.1771	2011.8579	E-58
302	2195.4997	1507.4259	2011.8013	CD
303	2194.5251	1502.6376	2010.7228	CD
304	2195.8083	1497.2596	2010.0850	CI
305	2190.9106	1493.2661	2008.9867	CI
306	2192.2808	1494.7046	2009.2490	E-59
307	2189.6711	1497.7306	2009.3059	CD
308	2155.5087	1475.7675	2001.4075	CI
309	2153.7845	1479.7123	2001.5151	CD
310	2115.2790	1459.9450	1994.4388	CI
311	2104.3475	1455.0669	1993.8889	E-60
312	2113.6651	1465.5157	1994.3669	CD
313	2102.5174	1463.8435	1994.7709	ENTRADA CALLEJÓN DERECHA
314	2100.8727	1459.9337	1994.4745	ENTRADA CALLEJÓN IZQUIERDA
315	2110.3235	1454.7468	1993.9251	CI
316	2108.5455	1447.1086	1993.8655	CI
317	2112.2525	1413.8208	1993.8763	CI
318	2107.8053	1413.2120	1993.9190	CD
319	2111.7741	1408.6610	1993.7092	CI
320	2106.5744	1403.2080	1993.6996	CD
321	2111.0150	1402.4969	1993.5053	E-60.1
322	2103.5833	1453.7791	1994.1814	CD
325	2458.8952	2044.9363	1984.6052	CI
326	2453.8232	2043.6969	1984.6560	CD
327	2456.4202	2014.9567	1985.0400	E-61
328	2464.3584	1949.4359	1985.1052	5TA AV 1
329	2464.8799	1945.4699	1985.1553	5TA AV 2
330	2470.2272	1943.2749	1985.1097	5TA AV 3
331	2469.3603	1949.2182	1985.0644	5TA AV 4
332	2464.8166	1943.4482	1985.3491	E-62
333	2466.9757	1946.3861	1985.2120	5TA AV 5
334	2462.9274	1948.0637	1985.3115	E-63 (5TA AV)
335	2410.7249	1922.7801	1990.9800	CI
336	2408.3280	1925.9774	1990.0400	CD
337	2401.7133	1921.0533	1990.1900	E-64
338	2409.1213	1885.8333	1992.9230	CI
339	2404.7889	1885.1942	1992.8200	CD
340	2409.5114	1874.7158	1993.0980	CI
341	2397.1469	1947.6690	1990.4470	CI
342	2399.5879	1951.9852	1990.5080	CD
343	2399.4183	1947.9604	1990.5040	E-64.1
344	2408.2969	1875.5372	1993.1070	E-65
345	2315.5300	1910.6943	1993.9122	CD
346	2316.2967	1909.0141	1993.9122	CC
347	2317.0480	1907.4446	1993.8900	CI
348	2313.9820	1906.8534	1994.0733	E-64.2
349	2280.2562	1904.0347	1996.6405	FINAL 4TA AV
350	2279.1433	1907.2607	1996.5864	FINAL 4TA AV
351	2279.1672	1905.4096	1996.6595	E-64.3
352	2400.3234	1875.1109	1994.2662	CD
353	2401.5054	1871.3181	1994.3117	CI
354	2352.6387	1848.5114	1997.1499	CI
355	2350.7463	1852.8000	1997.0750	CD
356	2366.5116	1858.9653	1995.9042	E-66
357	2395.4752	1798.5504	1996.5088	2DA CALLE A
358	2392.6300	1797.2671	1996.4185	2DA CALLE A
359	2394.2448	1797.9764	1996.4640	E-66.1
360	2332.2428	1842.8155	1998.4838	E-67
361	2366.8758	1855.2101	1996.0610	2DA CALLE A
362	2370.5279	1856.8088	1995.8462	2DA CALLE A
363	2316.2526	1842.9210	1999.5723	CD
364	2316.6347	1839.4291	1999.6617	CI
365	2265.7741	1838.8992	2003.9918	CI
366	2264.6613	1841.7640	2003.9905	CD
367	2267.6315	1842.0734	2003.7233	E-68
368	2234.8742	1828.0638	2007.7666	CI
369	2229.3492	1831.9808	2007.9305	CD
370	2233.2268	1829.4586	2007.7275	CC
371	2230.8183	1827.3907	2007.9157	E-69
372	2259.8402	1763.7481	2006.2192	CI
373	2255.8440	1762.0725	2006.3327	CD
374	2272.9394	1721.4987	2006.2325	E-70
375	2225.1346	1707.5576	2008.4400	E-70.1
376	2222.9584	1707.9428	2008.4500	3RA CALLE A
377	2225.1652	1711.5135	2008.7110	E-70.2
378	2247.0253	1713.9421	2007.7960	E-70.1
379	2245.2401	1713.2738	2007.8180	3RA CALLE A
380	2271.0124	1724.9644	2006.1921	CD
381	2275.0003	1725.9816	2005.9866	CI
382	2321.7730	1741.3470	2002.6285	E-71
383	2307.4568	1734.2448	2003.8496	CD
384	2353.3395	1744.9914	2000.3517	2DA CALLE A
385	2357.3846	1744.7044	2000.1275	2DA CALLE A
386	2357.3433	1745.0819	2000.1051	E-72
387	2307.0066	1738.3732	2003.6786	CI
388	2379.4272	1673.4196	2001.2827	2DA CALLE A
389	2378.0756	1673.0161	2001.2500	E-72.1
390	2376.5228	1672.5887	2001.3009	2DA CALLE A
391	2364.8560	1756.4538	1999.0876	CI
392	2367.7076	1752.6326	1999.1338	CI
393	2399.9656	1758.6591	1997.0207	CD
394	2403.5828	1763.4670	1997.0022	2DA CALLE
395	2399.0442	1763.8203	1996.8815	E-72.2
396	2541.5103	1956.6454	1982.1649	CI
397	2541.2985	1951.0780	1982.2416	CD
398	2655.3931	1969.7888	1977.2954	CI
399	2656.4654	1964.2507	1977.2954	CD
400	2662.6422	1970.3115	1977.2247	CI

PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCIÓN
401	2663.3426	1964.7999	1977.2822	CD
402	2663.3426	1967.5149	1977.2822	E-62.1
403	2473.7167	1910.6396	1985.2807	CI
404	2468.9521	1908.6941	1985.3563	CD
405	2479.0509	1871.8495	1985.4993	6TA AV I
406	2479.4588	1868.8721	1985.5570	6TA AV D
407	2474.9121	1869.1308	1985.5614	E-73
408	2577.4032	1877.6567	1981.6855	6TA AV D
409	2577.1693	1879.8279	1981.7172	6TA AV I
410	2591.3031	1879.0232	1981.1034	ESTACION 6TA AV
411	2482.5806	1848.5533	1985.6439	6TA AV A I
412	2482.7218	1846.4422	1985.7282	6TA AV A D
413	2478.2103	1848.0949	1985.7957	E-74
414	2539.6560	1855.2917	1983.2592	6TA AV A I
415	2539.9449	1852.1470	1983.2772	6TA AV A D
416	2611.3184	1861.4650	1980.6296	6TA AV A I
417	2611.5804	1858.5257	1980.6231	6TA AV A D
418	2604.5830	1858.3792	1980.8616	E-74.1 (6TA AV A)
419	2706.6888	1869.9520	1976.6108	CI
420	2707.0164	1866.9153	1976.6190	CD
421	2788.3773	1876.1386	1972.2870	E-75
422	2785.7342	1877.4592	1972.3360	CI
423	2785.8713	1874.5590	1972.3680	CD
424	2791.1995	1821.2123	1973.0350	SALIDA TARJETAS D
425	2794.3468	1822.4712	1973.0200	SALIDA TARJETAS I
426	2793.3394	1807.3305	1973.2650	TOPE TARJETAS
427	2795.0590	1807.4757	1973.2480	E-75.1
428	2782.0164	1904.4098	1972.9120	E-76
429	2671.1608	1889.8323	1977.8672	E-73.1
430	2671.4325	1887.8999	1977.8726	FINAL 6TA AV
431	2779.2423	1925.1855	1972.5968	0 CALLE
432	2781.8498	1925.3688	1972.5928	0 CALLE
433	2776.5711	1963.1414	1972.3353	E-77
434	2768.6473	2008.4534	1972.6743	0 CALLE I
435	2771.2754	2008.8352	1972.6876	0 CALLE D
436	2767.6490	2017.4129	1972.7146	E-78
437	2767.1274	2043.4008	1972.8687	0 CALLE D
438	2765.1563	2059.3388	1973.0587	E-79
439	2764.5113	2042.3804	1972.8724	0 CALLE I
440	2758.5300	2092.6863	1973.6256	0 CALLE I
441	2760.3962	2103.0791	1973.7912	0 CALLE D
442	2758.5340	2104.8583	1973.7790	0 CALLE D
443	2758.2207	2097.7154	1973.7278	E-80
444	2758.4172	2105.8510	1973.1966	E-80.1
445	2760.3187	2106.0870	1973.1920	FINAL 0 CALLE
446	2487.4776	1812.2743	1986.1477	7MA AV I
447	2488.3510	1807.3376	1986.1816	7MA AV D
448	2482.6925	1811.3675	1986.2208	CD
449	2483.2087	1809.4167	1986.2105	E-81
450	2479.8550	1848.2509	1985.7764	CC
451	2528.7862	1814.5802	1984.0998	7MA AV I
452	2529.8009	1814.3706	1984.0373	7MA AV I
453	2529.0237	1811.4346	1984.1111	7MA AV D
454	2588.6045	1818.6474	1982.0415	7MA AV I
455	2588.8240	1815.9427	1982.0463	7MA AV D
456	2636.3977	1822.3543	1980.4594	CI
457	2636.5121	1821.1372	1980.4603	E-81.1
458	2499.9285	1732.2096	1987.1910	8VA AV I
459	2500.8621	1727.3022	1987.2482	8VA AV D
460	2498.1461	1727.7817	1987.2628	CC
461	2495.0581	1731.3201	1987.2587	CD
462	2496.3378	1727.4720	1987.2869	E-82
463	2674.1612	1741.6431	1980.1820	8VA AV I
464	2674.4544	1737.8006	1980.1550	8VA AV D
465	2674.3078	1739.7218	1980.1690	E-82.1
466	2505.2358	1700.9253	1987.9022	CI
467	2500.5014	1699.7860	1987.9497	CD
468	2509.5718	1653.7547	1990.2355	9NA AV D
469	2510.1156	1650.8106	1990.3586	9NA AV I
470	2514.9045	1651.8170	1990.2191	CI
471	2514.2657	1651.6628	1990.2153	E-89 (9NA AV)
472	2419.4641	1653.5111	1994.5056	CD CALLEION
473	2414.4709	1653.4827	1994.6838	CI CALLEION
474	2418.4789	1653.7301	1994.5415	E-90
475	2417.1513	1649.9903	1994.6477	CI
476	2412.3886	1662.6508	1993.6218	CALLEION I
477	2418.4350	1662.5264	1993.5583	E-90.1
478	2403.8987	1718.1770	1991.6650	CALLEION I
479	2409.1560	1718.2489	1991.5960	E-90.1
480	2378.7464	1649.9667	1996.8333	CI
481	2377.5490	1653.5438	1996.8261	CD
482	2352.9128	1648.4263	1998.6140	E-91
483	2355.6371	1651.2542	1998.5420	CD
484	2355.7915	1648.1074	1998.5358	CI
485	2331.9510	1648.5718	2000.0027	CI
486	2332.2004	1651.6699	1999.9723	CD
487	2270.2976	1652.1141	2003.8056	CALLEION
488	2267.3047	1652.1021	2003.9673	CALLEION
489	2269.2886	1651.8382	2003.8609	E-92
492	2279.3751	1572.3809	2001.9100	E-92.1
493	2243.3285	1651.9176	2005.3271	CD
494	2233.5810	1647.9260	2006.1427	CI
495	2232.3881	1651.2498	2006.1272	CD
496	2235.3746	1651.7907	2005.9790	E-93
497	2266.7755	1646.6902	2003.9358	ENTRADA NUEVO CEMENTERIO
498	2269.7491	1646.4157	2003.7750	ENTRADA NUEVO CEMENTERIO
499	2268.7805	1646.6583	2003.8552	ENTRADA NUEVO CEMENTERIO
500	2214.0859	1640.8907	2008.0283	CC

PUNTO	ESTE	NORTE	AZIMUT	DESCRIPCION
501	2189.7694	1627.5998	2010.6846	CC
502	2180.5203	1621.8777	2012.0224	CC
503	2151.6144	1605.7928	2017.9872	CC
504	2137.6635	1599.2544	2021.2941	CC
505	2136.9378	1598.4884	2021.3483	CC
506	2507.7612	1662.5559	1989.8750	E-84
507	2523.8640	1616.3286	1991.3984	CI
508	2518.6175	1616.8670	1991.4228	CD
509	2519.6119	1614.0232	1991.4917	CD
510	2521.0425	1610.2596	1991.5684	CD
511	2519.5849	1616.0747	1991.4233	E-94
512	2544.1044	1574.8151	1991.6556	CI
513	2548.3450	1566.8626	1991.5733	CD ESTADIO
514	2547.1031	1559.4025	1991.5781	CD
515	2551.5058	1560.6055	1991.5082	CI
516	2543.9013	1567.8778	1991.6510	E-95
517	2547.6775	1569.0991	1991.6144	CI ESTADIO
518	2608.5175	1566.4394	1987.1856	CD ESTADIO
519	2609.5327	1569.3669	1987.0511	CI ESTADIO
520	2646.4637	1569.6725	1985.0926	E-95.1
521	2638.8004	1571.7259	1985.5417	CI
522	2639.5596	1568.9235	1985.6524	CD ESTADIO
523	2642.3162	1558.4287	1985.5145	CD
524	2657.8961	1573.0830	1984.4354	CI
525	2659.3119	1564.2430	1984.4885	ENTRADA ESTADIO I
526	2660.8002	1560.6433	1984.3390	ENTRADA ESTADIO D
527	2653.4301	1561.2015	1984.7570	E-95.2
528	2694.4657	1569.2439	1982.2906	CI ESTADIO
529	2694.9329	1566.2543	1982.3382	CD ESTADIO
530	2709.7236	1568.1935	1981.1452	CD ESTADIO
531	2709.3018	1571.0641	1981.1336	CI ESTADIO
532	2724.4324	1570.0659	1979.2566	CD ESTADIO
533	2724.9790	1573.1279	1979.3062	CI ESTADIO
534	2729.0005	1573.5499	1979.1668	E-95.3
535	2729.3985	1570.5700	1978.9786	CD ESTADIO
536	1700.6043	1410.7357	2092.8130	CI
537	1709.7877	1389.5310	2093.2260	CI
538	1713.9088	1387.6019	2093.2500	CD
539	1686.6234	1377.8833	2095.0000	CD
540	1685.2950	1380.8071	2095.0000	CI
541	1678.6842	1373.4348	2095.2600	CD
542	1677.4107	1376.3893	2095.2000	CD
543	1668.9098	1370.3764	2094.6600	CI
544	1668.1163	1373.4811	2094.6600	CI
545	1651.0828	1366.8151	2094.2500	CD
546	1650.6676	1369.9954	2094.2500	CI
547	1624.0441	1365.1322	2093.9300	CD
548	1623.8443	1368.3169	2093.9300	CI
549	2688.3311	1521.0982	1975.6490	CD
550	2796.7787	1807.6209	1973.2310	TOPE TARJETAS
551	2649.0634	2002.4803	1977.2950	CI
552	2656.1432	2003.8313	1977.2950	E-62.2
553	2663.0764	1926.2378	1977.2950	CD
554	2670.1562	1927.5887	1977.2950	E-62.3
555	2277.3700	1572.3809	2001.1700	CD
556	2280.3022	1572.3839	2001.1700	CI
557	2215.8251	1638.6940	2008.0300	CI
558	2212.8501	1643.3492	2008.0300	CD
559	2191.1533	1625.2222	2010.6800	CI
560	2188.3855	1629.9774	2010.6800	CD
561	2181.9131	1619.5056	2012.0200	CI
562	2179.1276	1624.2497	2012.0200	CD
563	2152.8680	1603.3433	2017.9900	CI
564	2150.3608	1608.2423	2017.9900	CD
565	2191.2255	1695.5055	2010.0400	CD
566	2190.2617	1697.4831	2010.0400	CD
567	2222.0809	1714.9133	2008.4500	CI
568	2223.8443	1718.1288	2008.4650	CI
569	1996.4112	1648.1320	2038.6140	CD
570	2588.8057	2098.4645	1977.8610	CD
571	2600.4370	2052.8278	1976.6800	CD
572	2604.1030	2053.6730	1976.0000	CI
573	2612.0683	2007.1910	1976.3200	CD
574	2616.2284	2007.9436	1976.2300	E-48.1.1
575	2508.1529	1686.1092	1988.6010	CI
576	2508.8868	1682.3795	1988.6010	E-83
577	2555.9128	1688.5772	1988.0000	CI
578	2586.0415	1685.7676	1987.9000	CD
579	2676.9892	1697.9506	1987.1100	E-83.1
580	2606.6299	1687.5853	1988.0000	CD
581	2662.6920	1692.0200	1987.2000	CD
582	2772.8146	1700.4403	1980.0000	E-83.2
583	2772.4166	1695.6266	1980.9500	CD
584	2705.5153	1694.8423	1983.0000	CD
585	2350.9257	1648.1813	1998.5360	CI
586	2354.7654	1597.8284	1997.2360	CD
587	2359.5262	1597.8315	1997.1536	E-91.1



SIMBOLOGIA	
No	CASA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	NACIMIENTO DE AGUA
	CEMENTERIO
	CAMINO
	ESTACION



PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1/2500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20109427

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
4

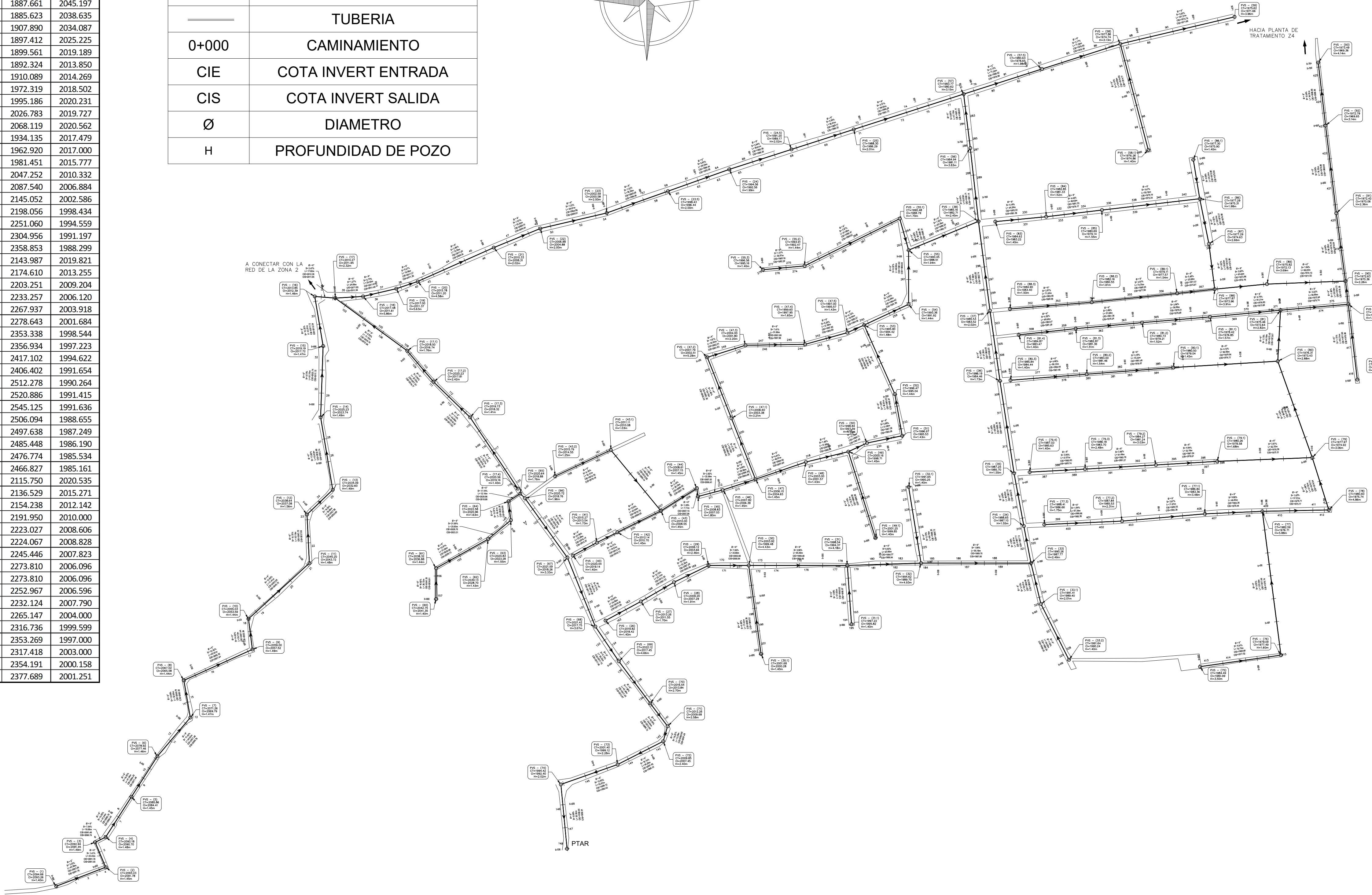
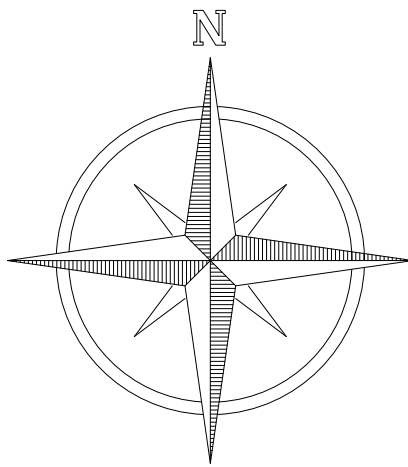
VO. BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ. ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

18

POZO DE VISITA	NORTE	ESTE	ELEVACION
PVS - 1	1371.929	1668.513	2094.661
PVS - 2	1388.389	1711.350	2093.226
PVS - 3	1409.996	1702.283	2092.938
PVS - 4	1414.449	1711.302	2092.178
PVS - 5	1449.432	1733.700	2085.860
PVS - 6	1484.415	1756.098	2078.924
PVS - 7	1517.949	1784.617	2071.248
PVS - 8	1550.161	1779.039	2066.967
PVS - 9	1576.954	1838.335	2058.931
PVS - 10	1603.471	1834.976	2055.030
PVS - 11	1651.676	1887.661	2045.197
PVS - 12	1693.774	1885.623	2038.635
PVS - 13	1715.190	1907.890	2034.087
PVS - 14	1777.955	1897.412	2025.225
PVS - 15	1839.679	1899.561	2019.189
PVS - 16	1882.581	1892.324	2013.850
PVS - 17	1881.138	1910.089	2014.269
PVS - 17.1	1835.533	1972.319	2018.502
PVS - 17.2	1808.609	1995.186	2020.231
PVS - 17.3	1777.898	2026.783	2019.727
PVS - 17.4	1716.195	2068.119	2020.562
PVS - 18	1882.604	1934.135	2017.479
PVS - 19	1889.307	1962.920	2017.000
PVS - 20	1895.559	1981.451	2015.777
PVS - 21	1924.861	2047.252	2010.332
PVS - 22	1941.391	2087.540	2006.884
PVS - 23	1954.854	2145.052	2002.586
PVS - 23.5	1973.712	2198.056	1998.434
PVS - 24	1992.571	2251.060	1994.559
PVS - 24.5	2009.880	2304.956	1991.197
PVS - 25	2027.190	2358.853	1988.299
PVS - 26	1601.956	2143.987	2019.821
PVS - 27	1618.476	2174.610	2013.255
PVS - 28	1635.130	2203.251	2009.204
PVS - 29	1649.687	2233.257	2006.120
PVS - 30	1649.687	2267.937	2003.918
PVS - 30.1	1572.983	2278.643	2001.684
PVS - 31	1649.687	2353.338	1998.544
PVS - 31.1	1598.766	2356.934	1997.223
PVS - 32	1651.693	2417.102	1994.622
PVS - 32.1	1717.620	2406.402	1991.654
PVS - 33	1651.693	2512.278	1990.264
PVS - 33.1	1616.316	2520.886	1991.415
PVS - 33.2	1568.007	2545.125	1991.636
PVS - 34	1683.773	2506.094	1988.655
PVS - 35	1729.485	2497.638	1987.249
PVS - 36	1809.459	2485.448	1986.190
PVS - 37	1870.345	2476.774	1985.534
PVS - 38	1947.583	2466.827	1985.161
PVS - 40	1658.307	2115.750	2020.535
PVS - 41	1669.473	2136.529	2015.271
PVS - 42	1678.354	2154.238	2012.142
PVS - 43	1696.923	2191.950	2010.000
PVS - 44	1716.455	2223.027	2008.606
PVS - 45	1709.423	2224.067	2008.828
PVS - 46	1714.984	2245.446	2007.823
PVS - 47	1724.317	2273.810	2006.096
PVS - 47	1724.317	2273.810	2006.096
PVS - 47.1	1777.103	2252.967	2006.596
PVS - 47.2	1829.889	2232.124	2007.790
PVS - 47.3	1840.303	2265.147	2004.000
PVS - 47.4	1841.129	2316.736	1999.599
PVS - 47.5	1851.206	2353.269	1997.000
PVS - 48	1739.186	2317.418	2003.000
PVS - 49	1748.190	2354.191	2000.158
PVS - 49.1	1673.425	2377.689	2001.251

SIMBOLOGIA	
No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
∅	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



POZO DE VISITA	NORTE	ESTE	ELEVACION
PVS - 50	1755.669	2370.330	1998.836
PVS - 51	1761.948	2400.774	1996.967
PVS - 52	1798.008	2394.457	1996.472
PVS - 53	1857.818	2367.878	1995.903
PVS - 54	1875.803	2406.362	1993.358
PVS - 55	1922.699	2406.362	1990.447
PVS - 55.1	1949.902	2398.664	1990.485
PVS - 55.2	1909.014	2316.297	1993.912
PVS - 55.3	1905.738	2280.371	1996.561
PVS - 56	2011.044	2459.770	1984.940
PVS - 57	2057.788	2453.982	1983.772
PVS - 57.5	2079.511	2521.788	1980.626
PVS - 58	2101.234	2589.594	1977.864
PVS - 58.1	2009.410	2613.809	1976.263
PVS - 60	1620.541	1997.346	2042.750
PVS - 61	1647.265	1997.346	2038.317
PVS - 62	1672.406	2042.366	2030.129
PVS - 63	1688.879	2062.021	2024.826
PVS - 64	1705.171	2060.030	2022.582
PVS - 65	1711.860	2070.166	2020.638
PVS - 66	1708.044	2074.151	2020.723
PVS - 67	1656.376	2111.059	2021.590
PVS - 68	1596.771	2135.196	2021.419
PVS - 69	1566.674	2155.519	2022.116
PVS - 70	1530.275	2182.730	2016.536
PVS - 71	1510.472	2197.722	2012.261
PVS - 72	1497.419	2193.940	2009.850
PVS - 73	1477.331	2154.501	2001.403
PVS - 74	1460.087	2105.373	1994.417
PVS - 75	1562.048	2658.611	1984.486
PVS - 76	1572.024	2728.638	1979.093
PVS - 77	1696.535	2712.521	1982.593
PVS - 77.1	1694.343	2662.743	1986.844
PVS - 77.2	1688.064	2591.106	1987.841
PVS - 77.3	1685.084	2523.779	1988.409
PVS - 78	1697.745	2770.078	1980.603
PVS - 79	1743.062	2755.741	1977.973
PVS - 79.1	1739.792	2673.483	1980.263
PVS - 79.2	1736.683	2620.409	1984.265
PVS - 79.3	1733.084	2559.024	1986.185
PVS - 79.4	1730.490	2511.123	1987.028
PVS - 80	1826.532	2725.884	1976.309
PVS - 80.1	1821.031	2635.466	1980.495
PVS - 80.2	1815.245	2560.457	1983.003
PVS - 80.3	1810.036	2494.542	1985.838
PVS - 81	1870.658	2728.274	1975.459
PVS - 81.1	1864.848	2667.243	1978.421
PVS - 81.2	1859.900	2608.447	1980.729
PVS - 81.3	1854.698	2550.995	1982.870
PVS - 81.4	1849.334	2501.648	1984.875
PVS - 82	1875.830	2786.936	1972.326
PVS - 82.1	1810.555	2794.740	1973.196
PVS - 83	1947.372	2481.379	1984.622
PVS - 84	1951.595	2525.436	1982.853
PVS - 85	1957.382	2573.724	1980.693
PVS - 86	1967.196	2658.350	1977.291
PVS - 86.1	2000.981	2652.765	1977.295
PVS - 87	1928.184	2666.296	1977.295
PVS - 88	1888.866	2671.297	1977.870
PVS - 88.1	1885.235	2638.816	1979.108
PVS - 88.2	1877.567	2564.866	1982.165
PVS - 88.3	1871.738	2494.056	1984.900
PVS - 89	1893.283	2716.504	1975.820
PVS - 90	1895.884	2784.503	1972.626
PVS - 91	1954.628	2776.582	1972.419
PVS - 92	2030.585	2767.267	1972.793
PVS - 93	2085.125	2760.9042	1973.495

PLANTA DRENAJE SANITARIO

ESCALA 1/2000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: PLANTA DRENAJE SANITARIO

DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

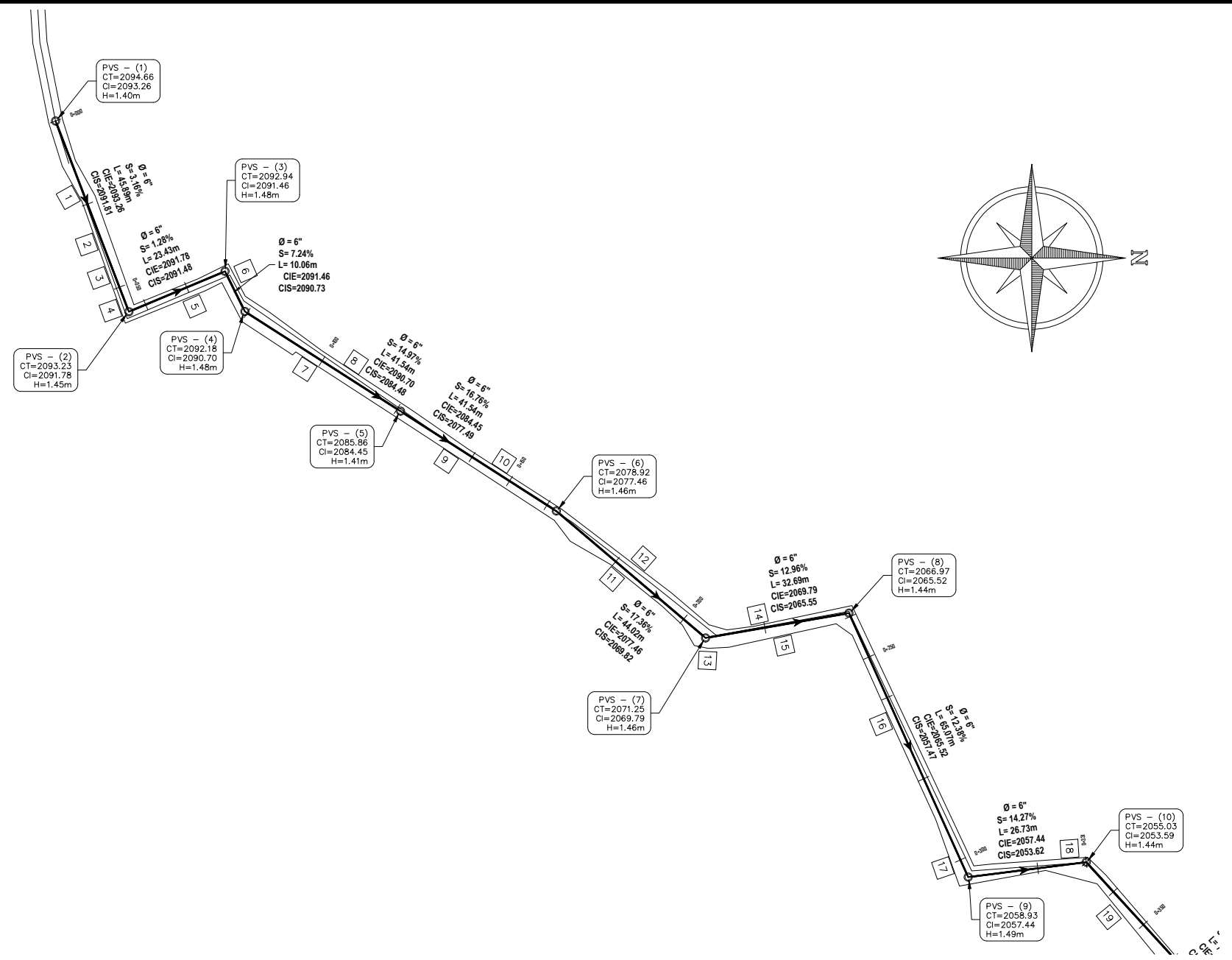
FECHA: ABRIL 2024

HOJA: 5

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

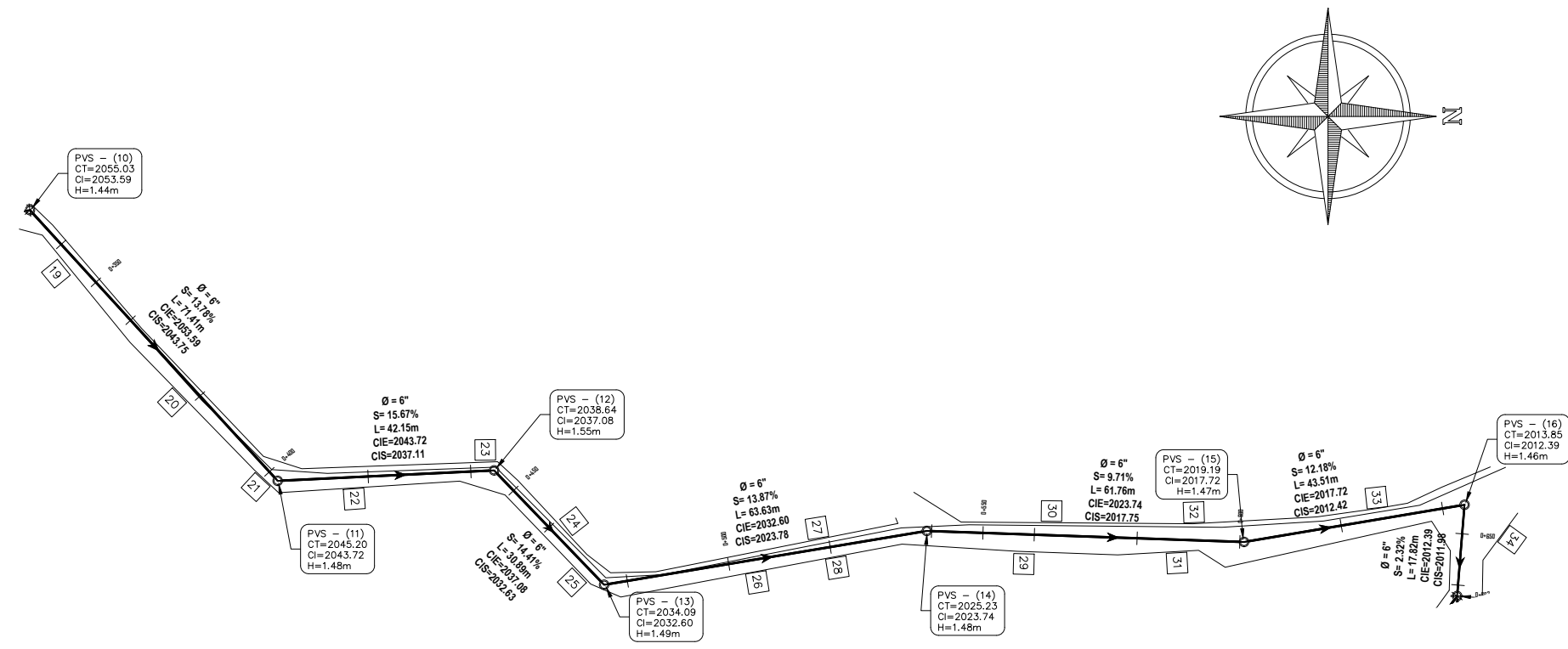
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

18



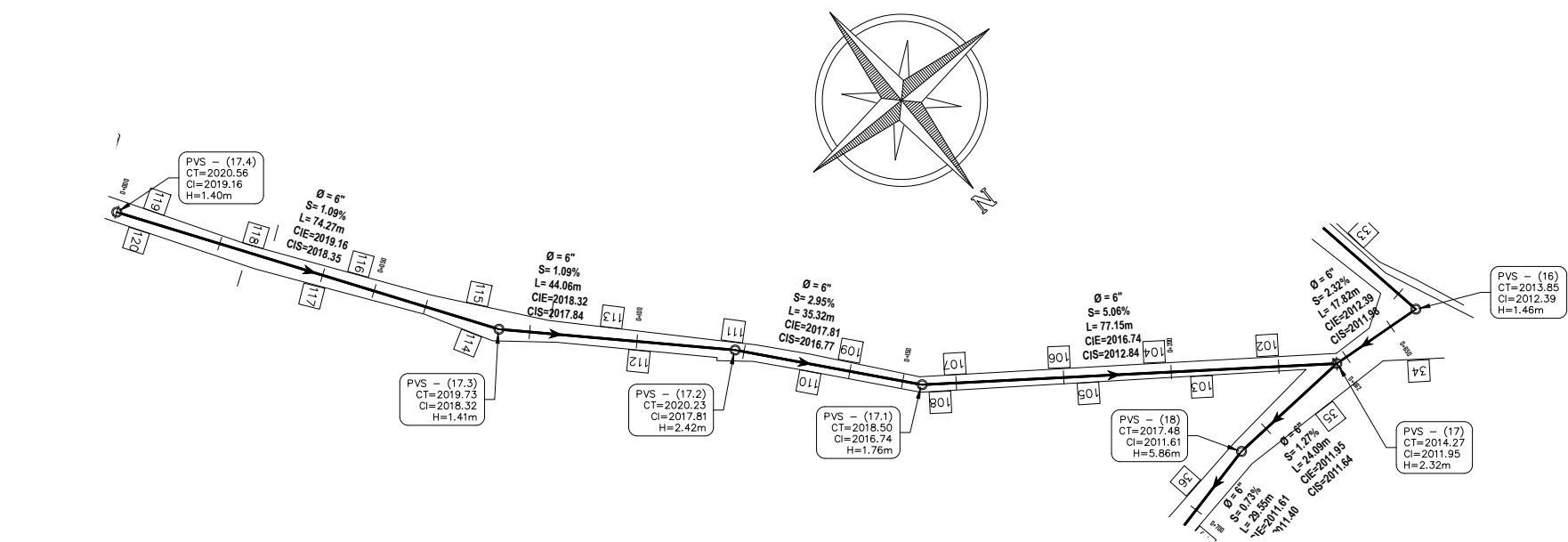
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 1–10

ESCALA 1/1250



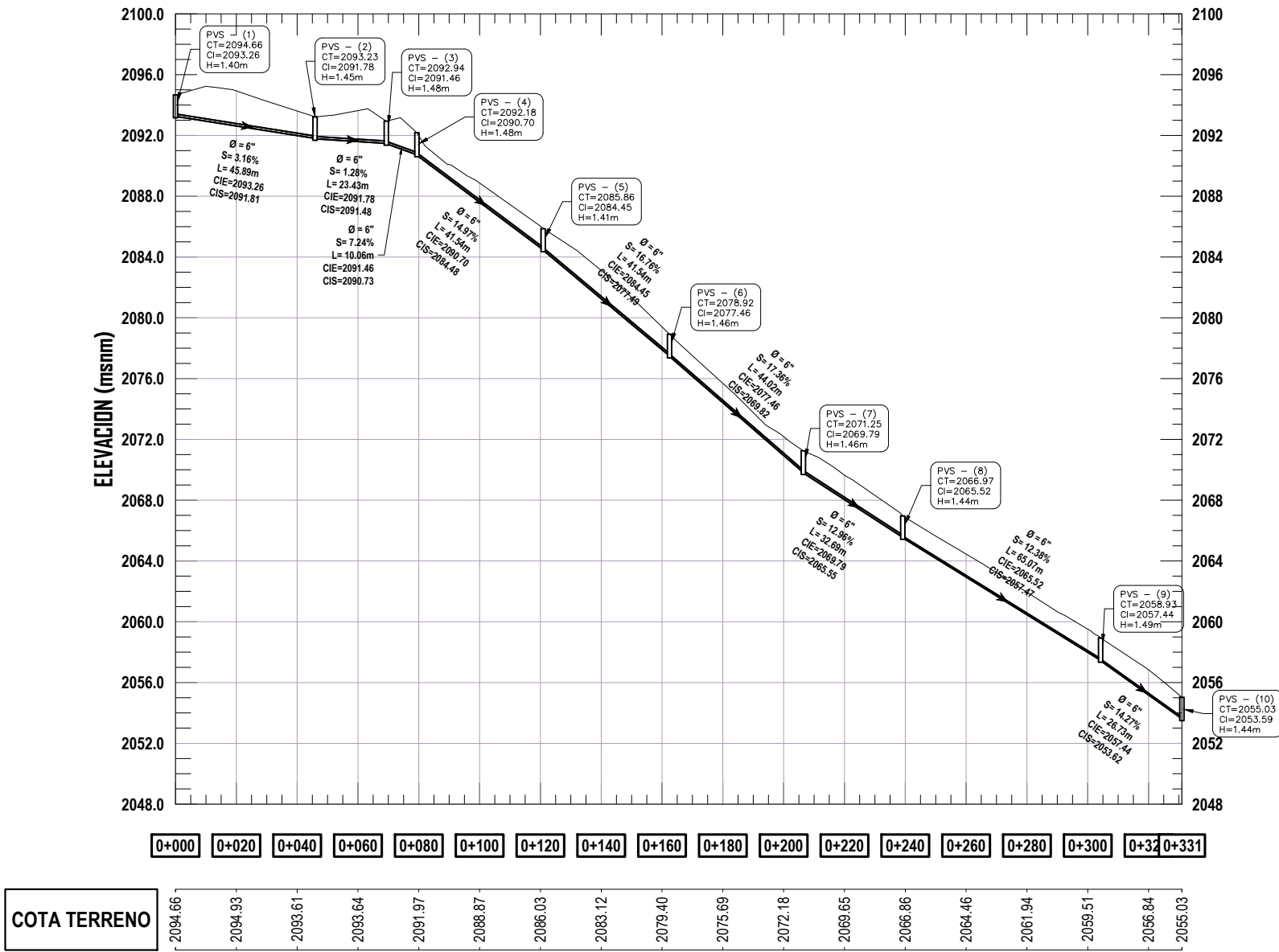
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 11–16

ESCALA 1/1250



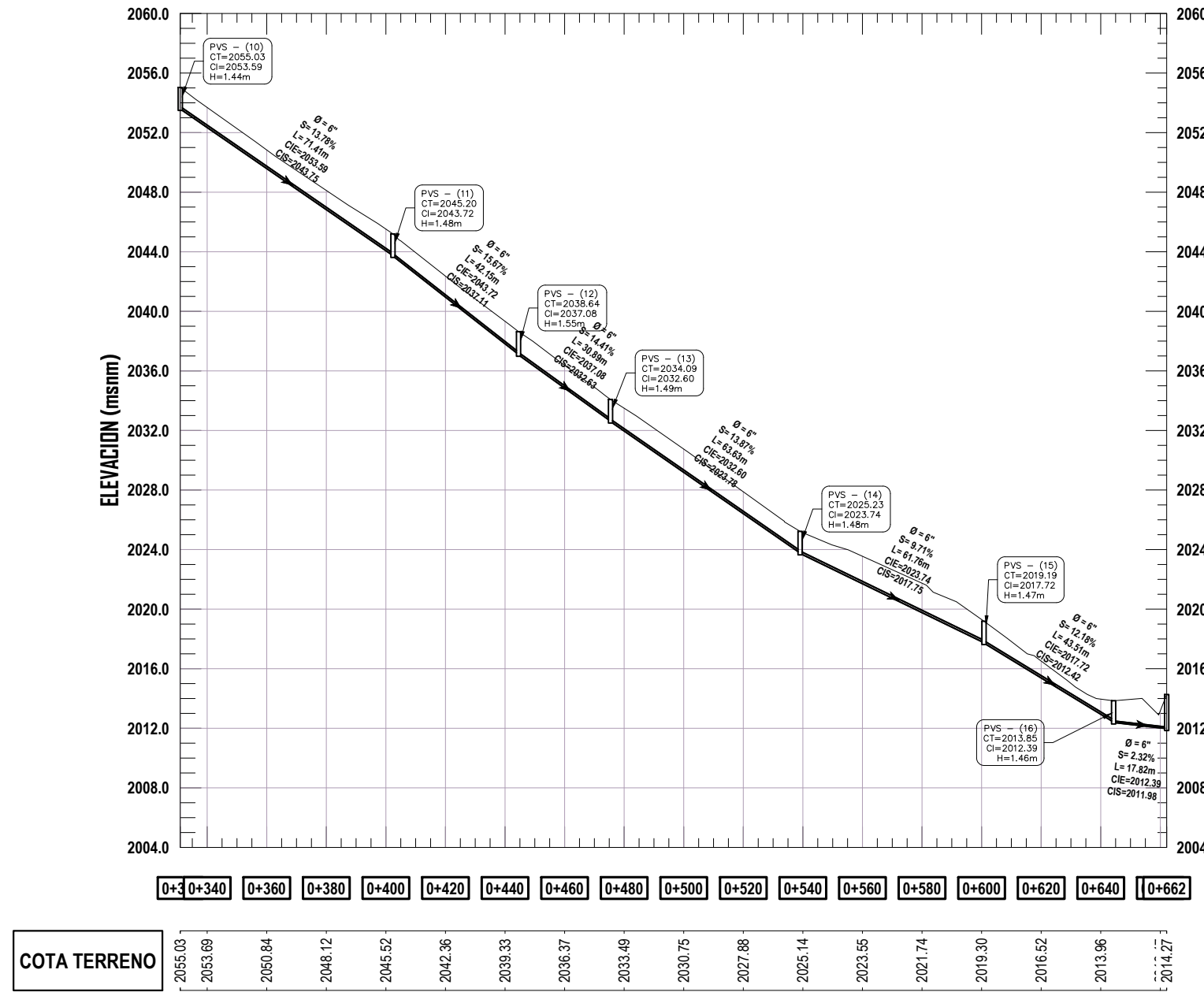
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 17.4–17

ESCALA 1/1250



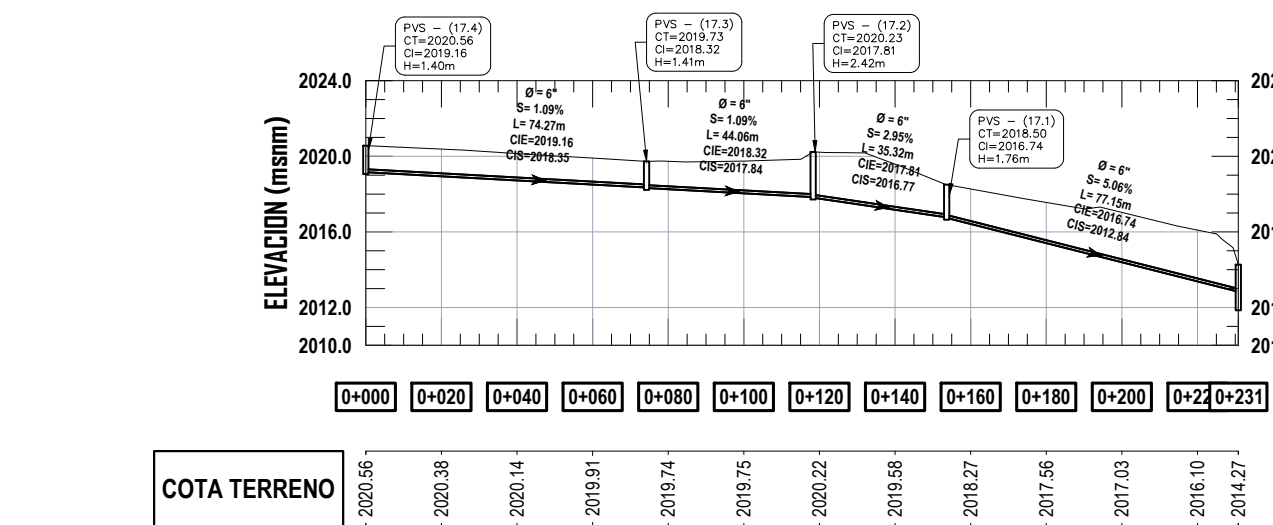
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 1–10

ESCALA 1/2000



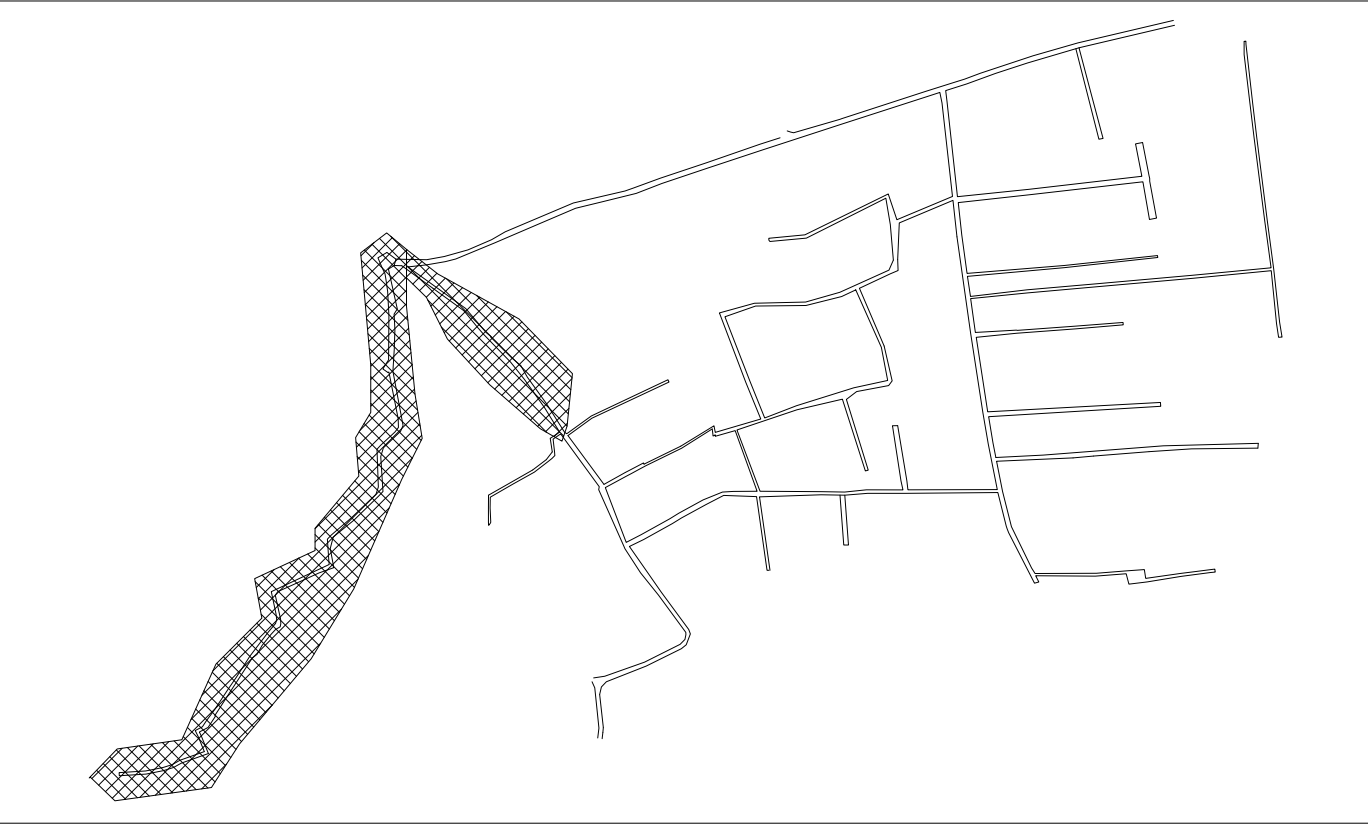
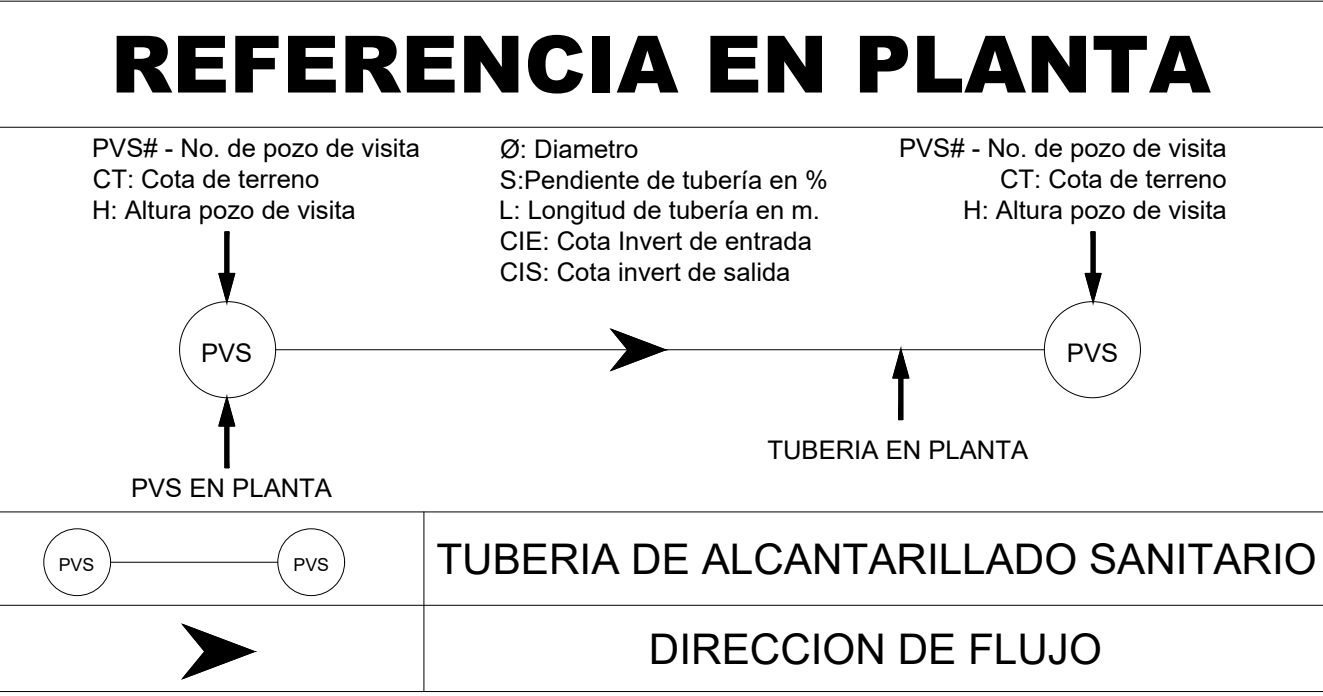
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 11–16

ESCALA 1/2000



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 17.4–17

ESCALA 1/2000



SIMBOLOGIA	
No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 1 - PVS 10, TRAMO PVS 11 PVS 16
TRAMO PVS 17.4 - PVS 17

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

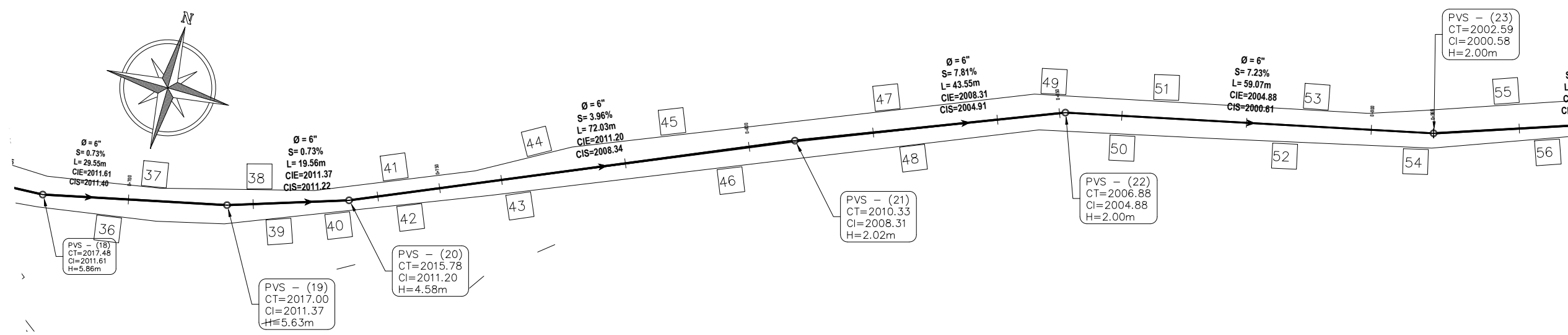
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

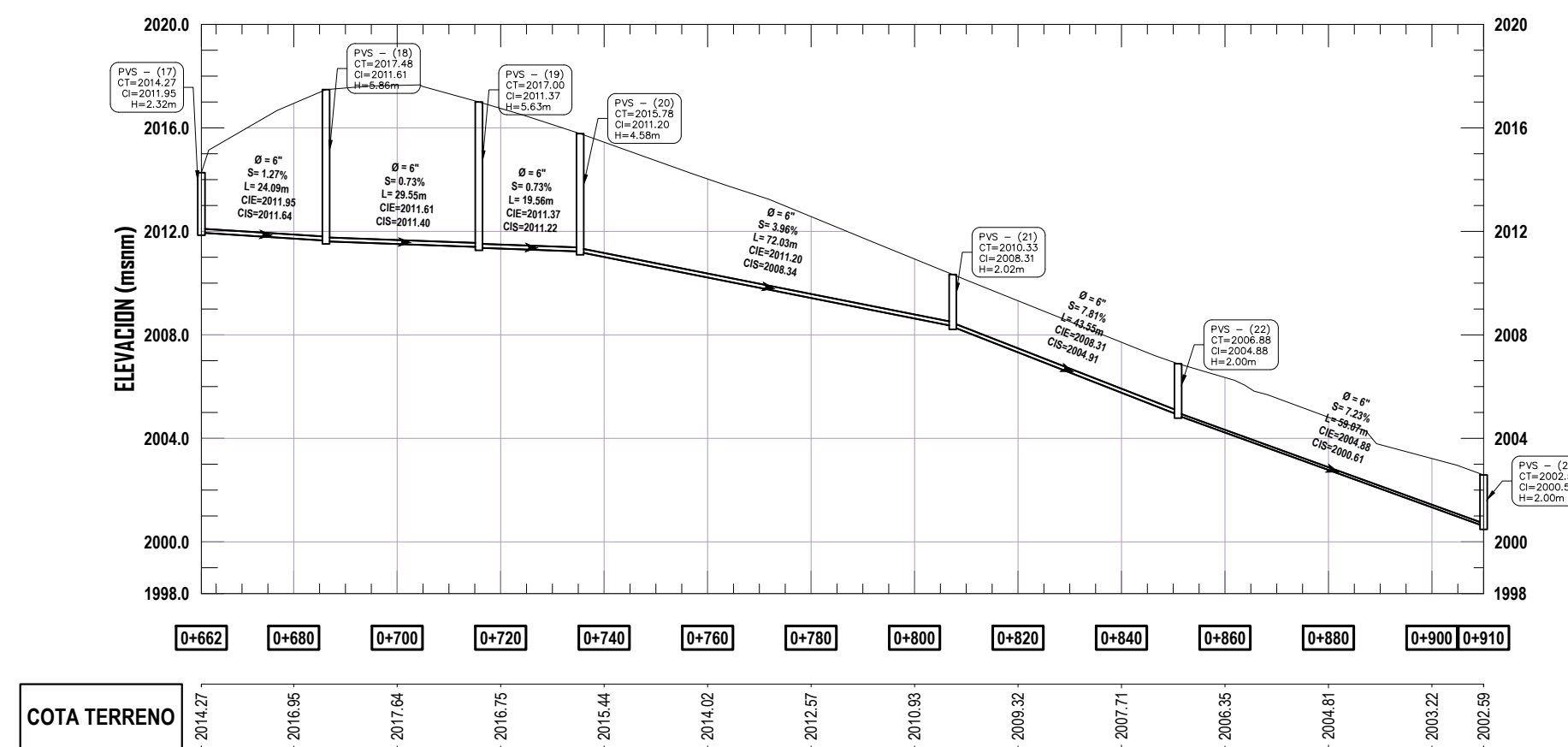
F: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
6
18



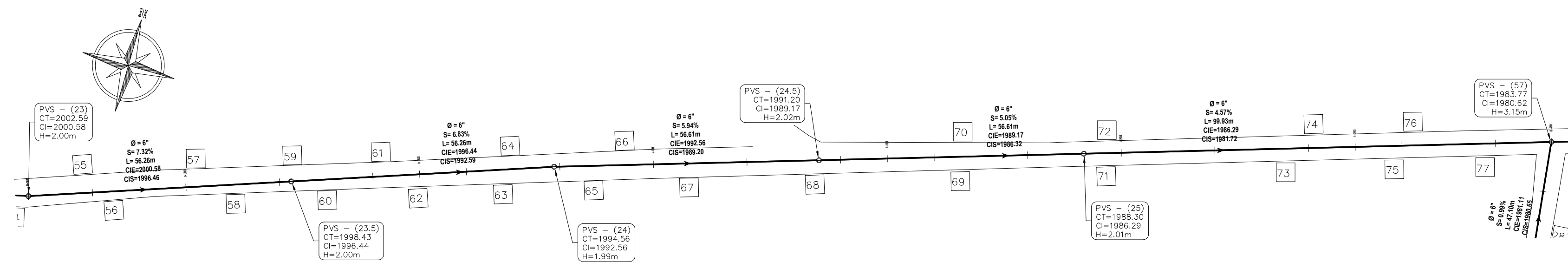
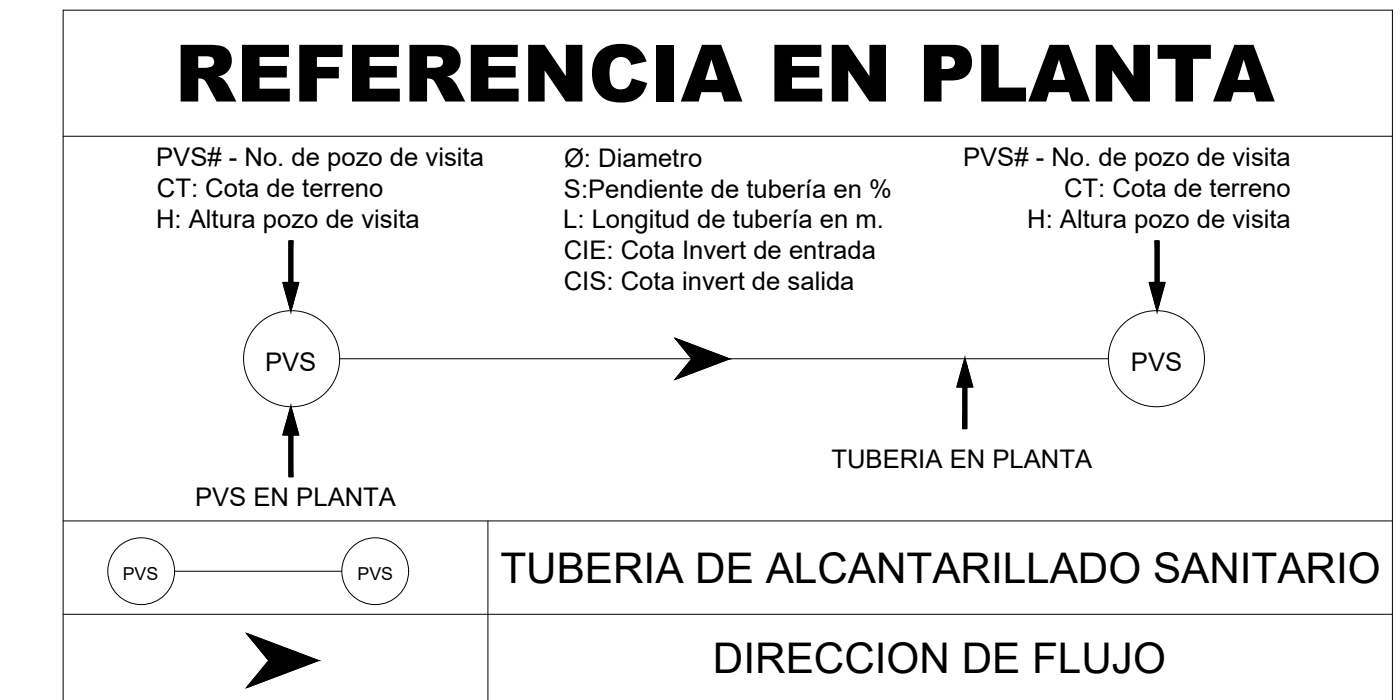
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 18–23

ESCALA 1/750



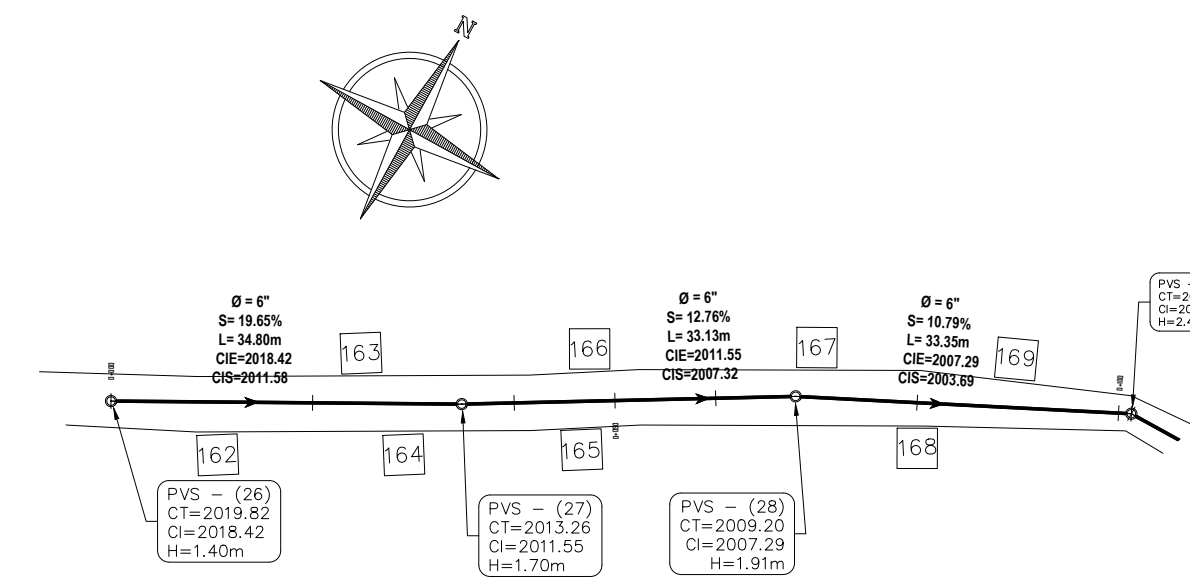
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 18–23

ESCALA 1/1250



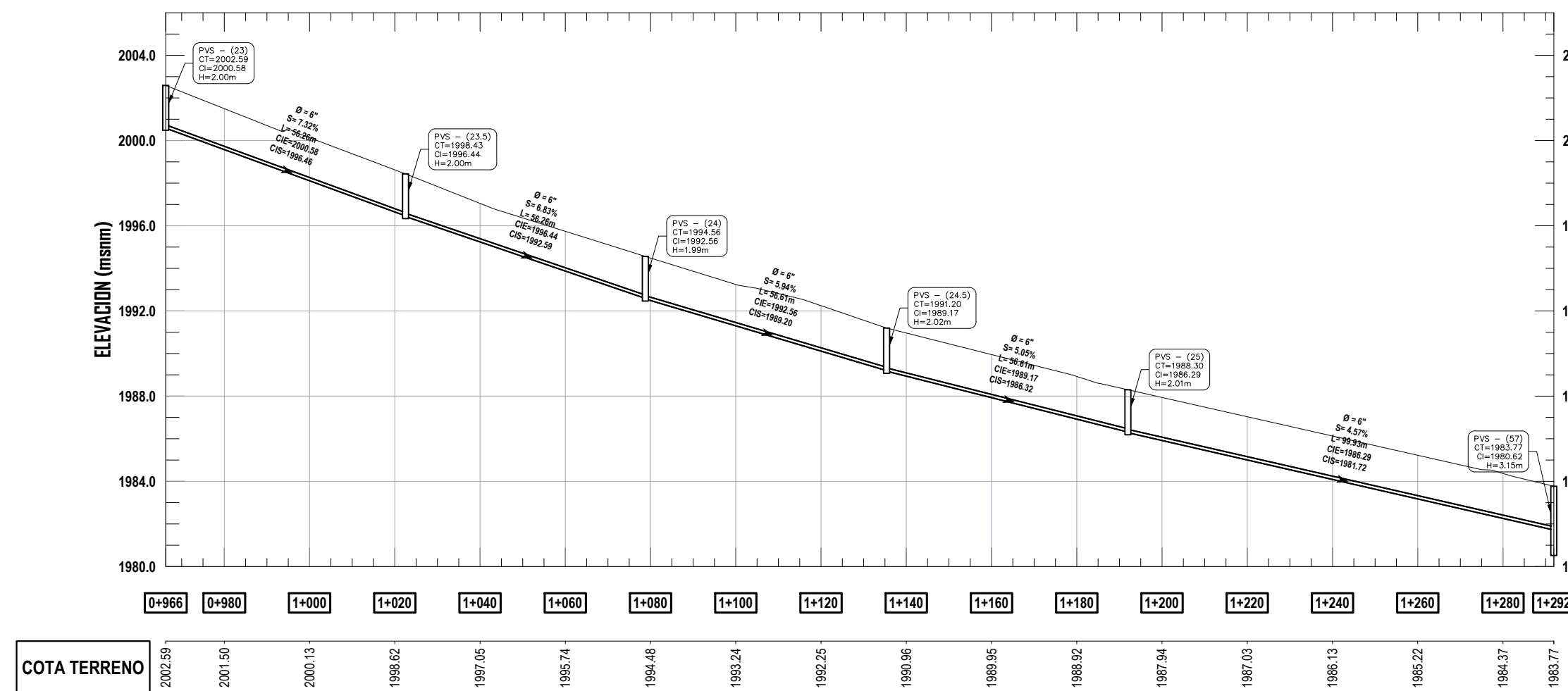
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 23–57

ESCALA 1/750



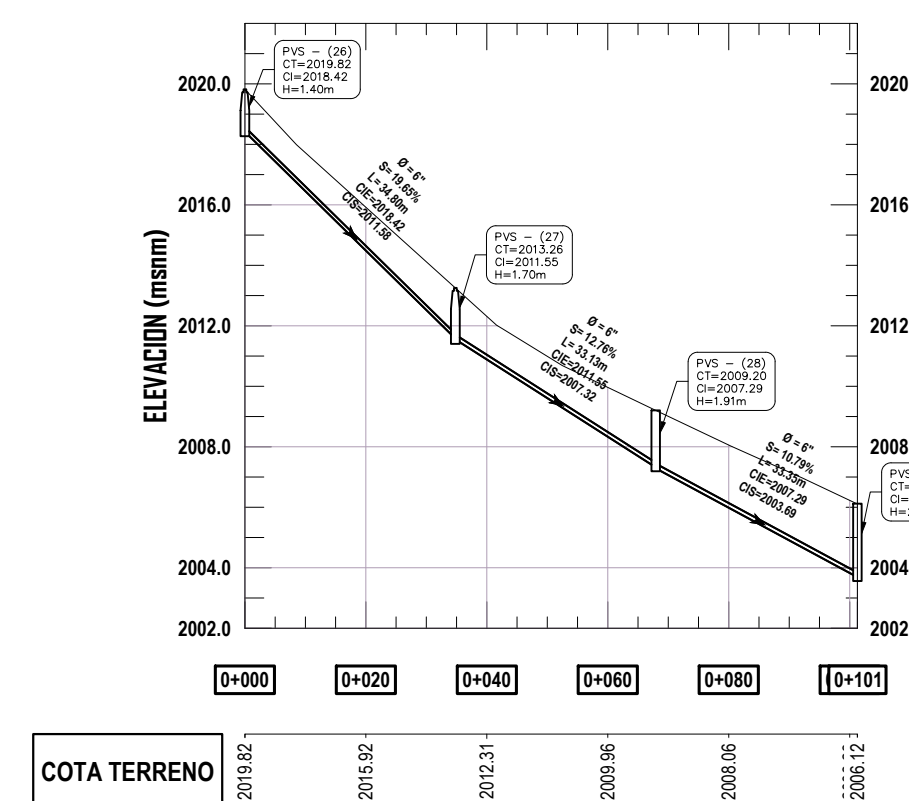
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 26–29

ESCALA 1/750



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 23–57

ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 26–29

ESCALA 1/1250

SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 18 - PVS 23, TRAMO PVS 23 - PVS 57
TRAMO PVS 26 - PVS 29

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20159427

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

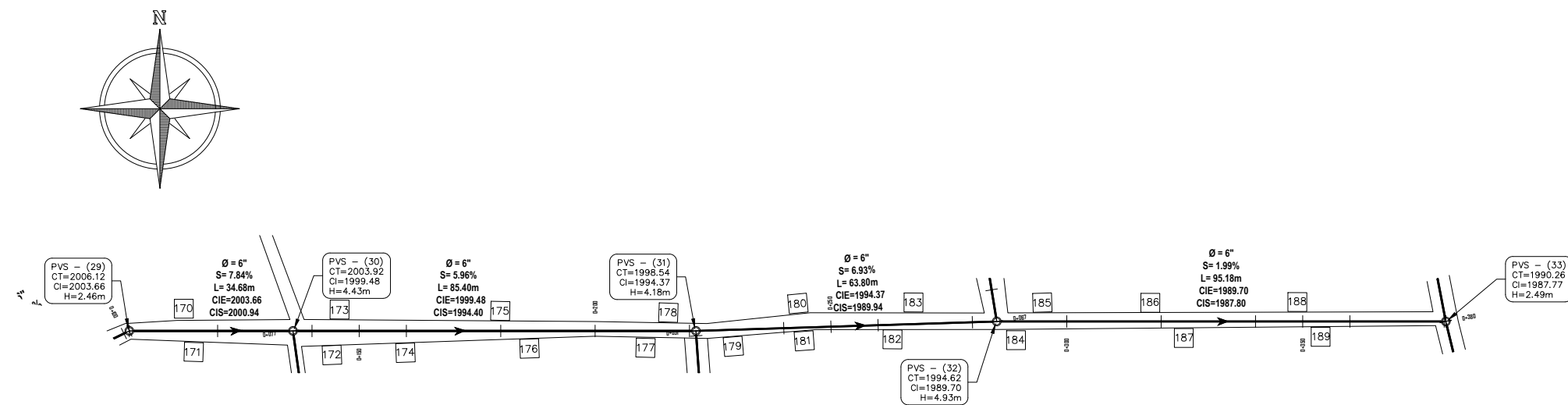
FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
7

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

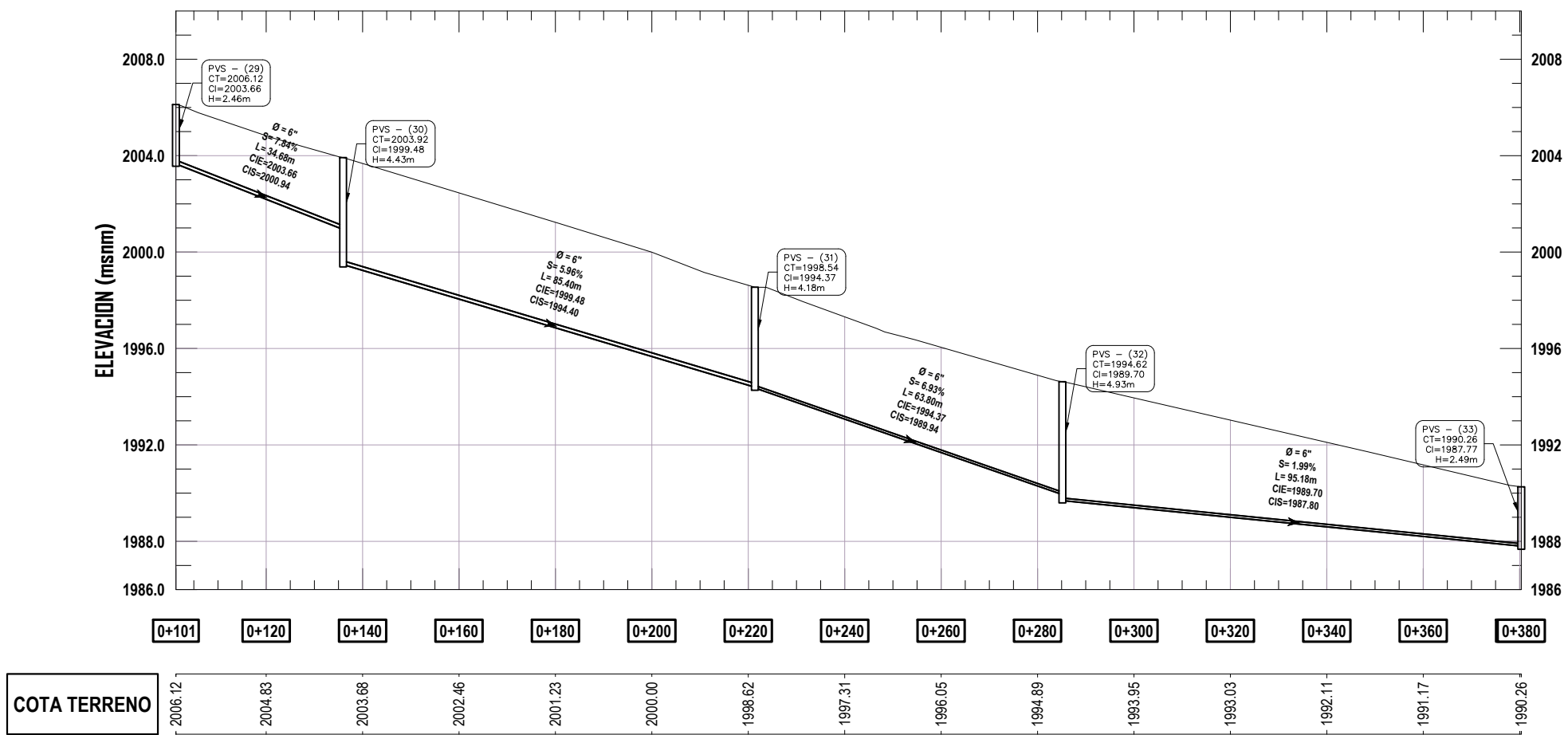
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

18



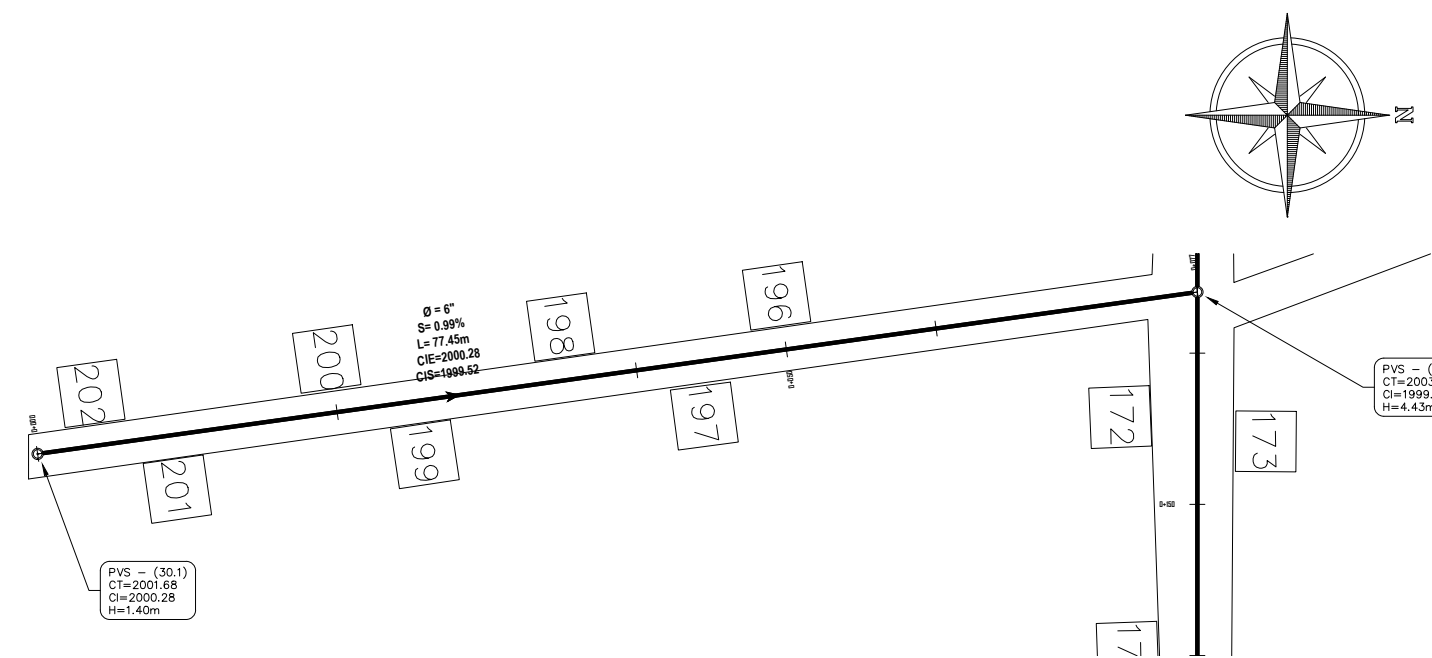
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 29–33

ESCALA 1/1250



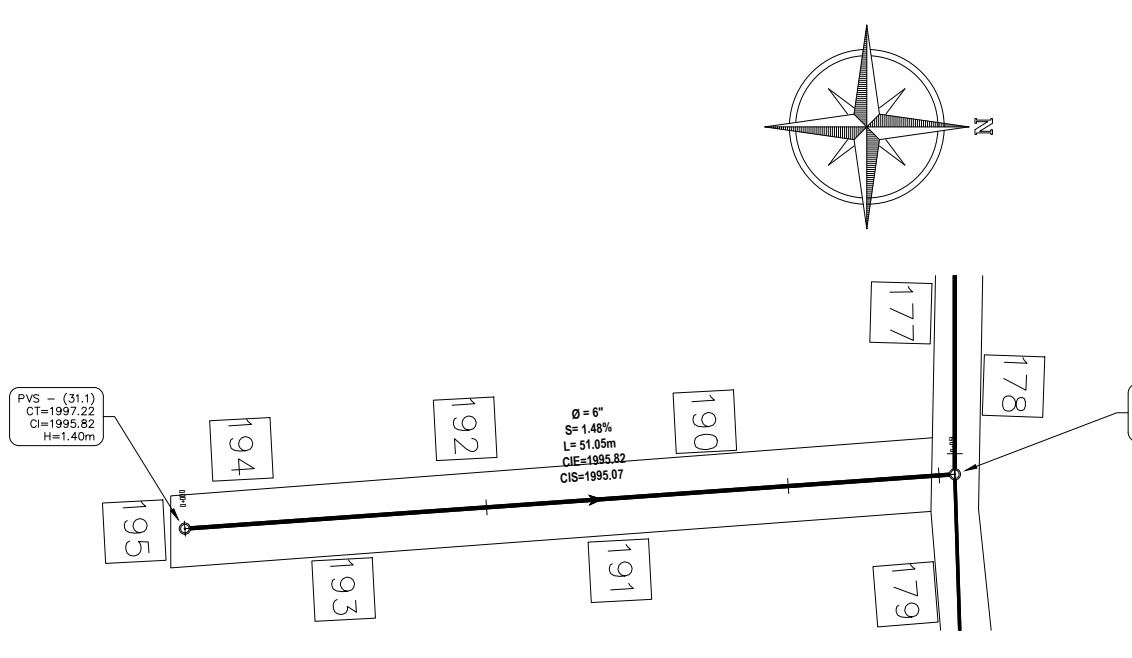
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 29–33

ESCALA 1/1250



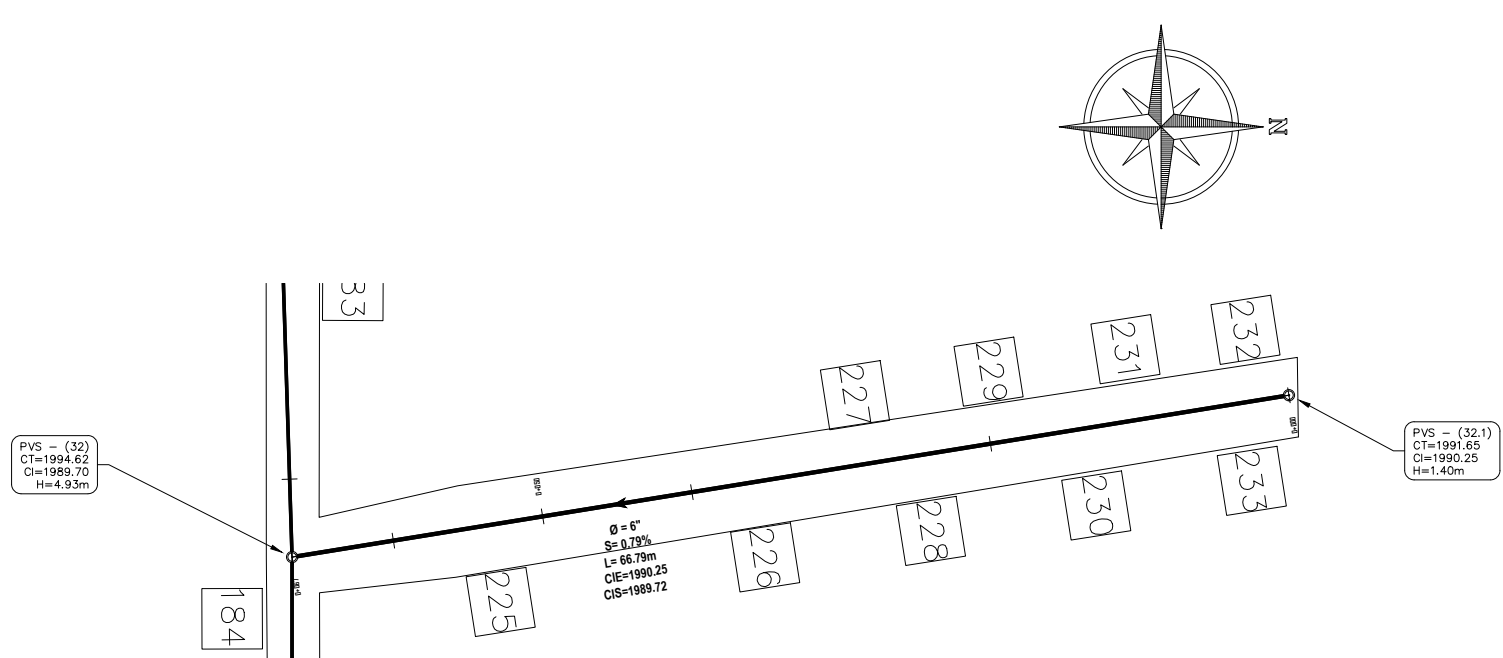
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 30.1–30

ESCALA 1/500



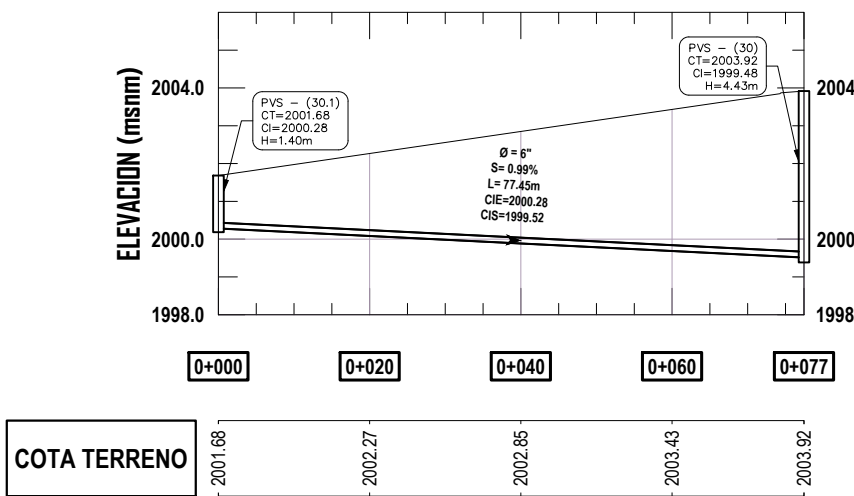
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 31.1–31

ESCALA 1/500



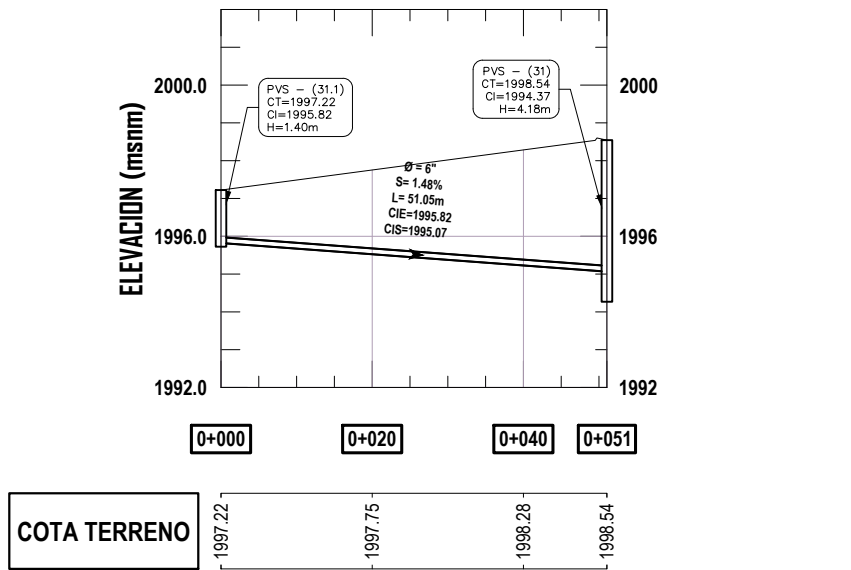
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 32.1–32

ESCALA 1/500



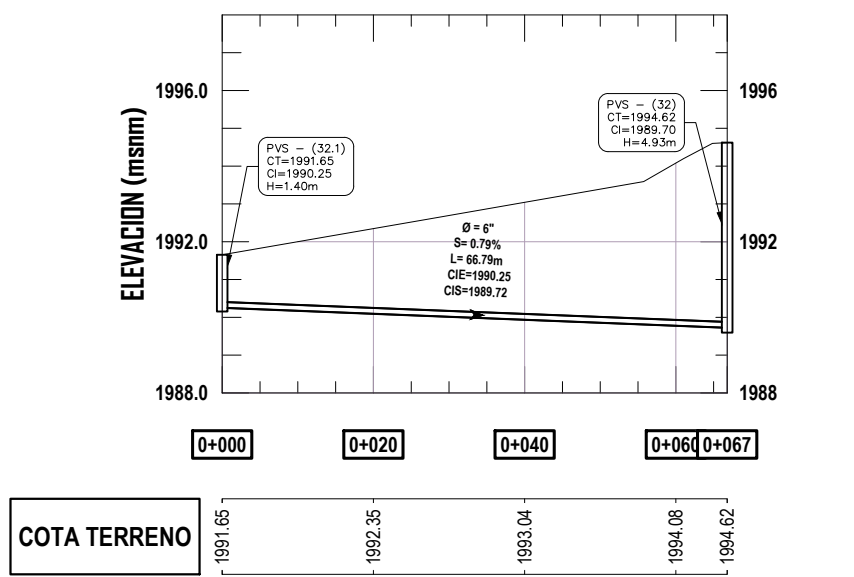
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 30.1–30

ESCALA 1/1000



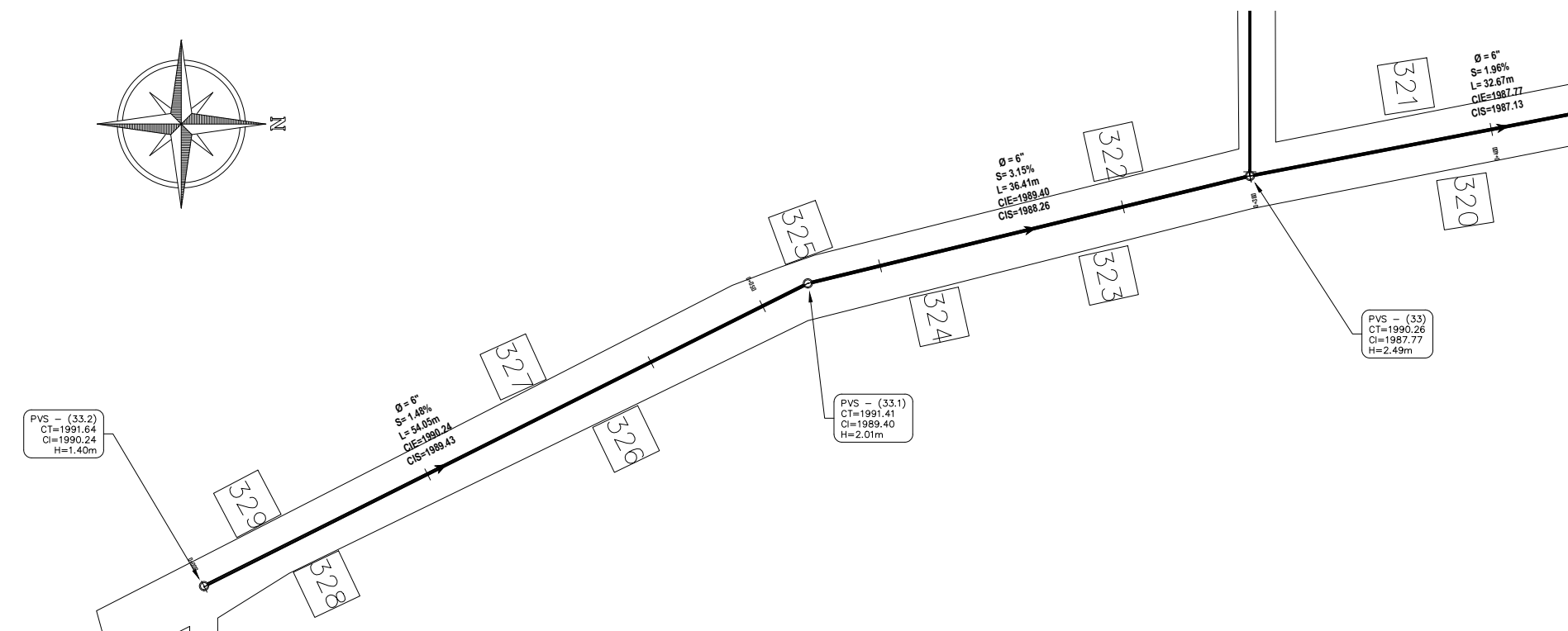
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 31.1–31

ESCALA 1/1000



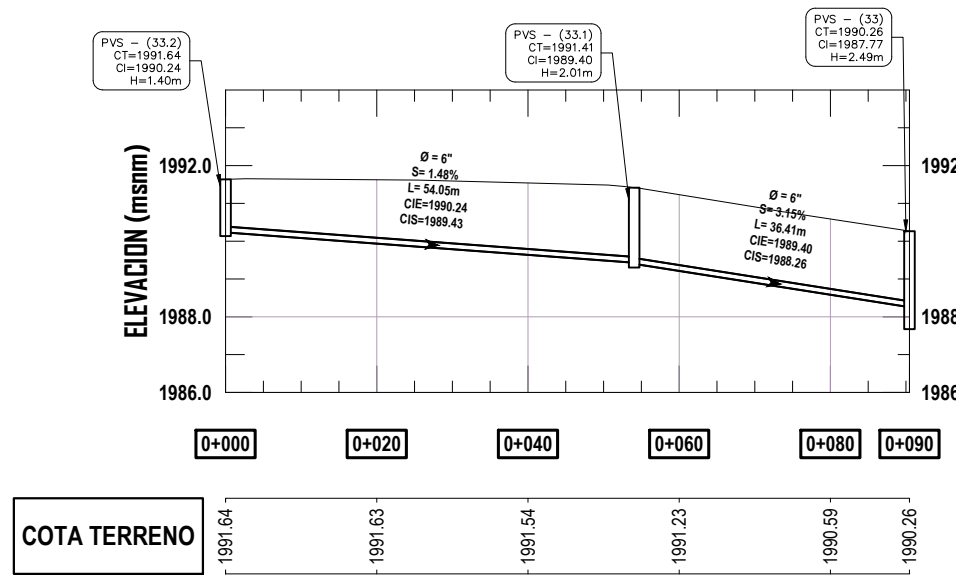
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 32.1–32

ESCALA 1/1000



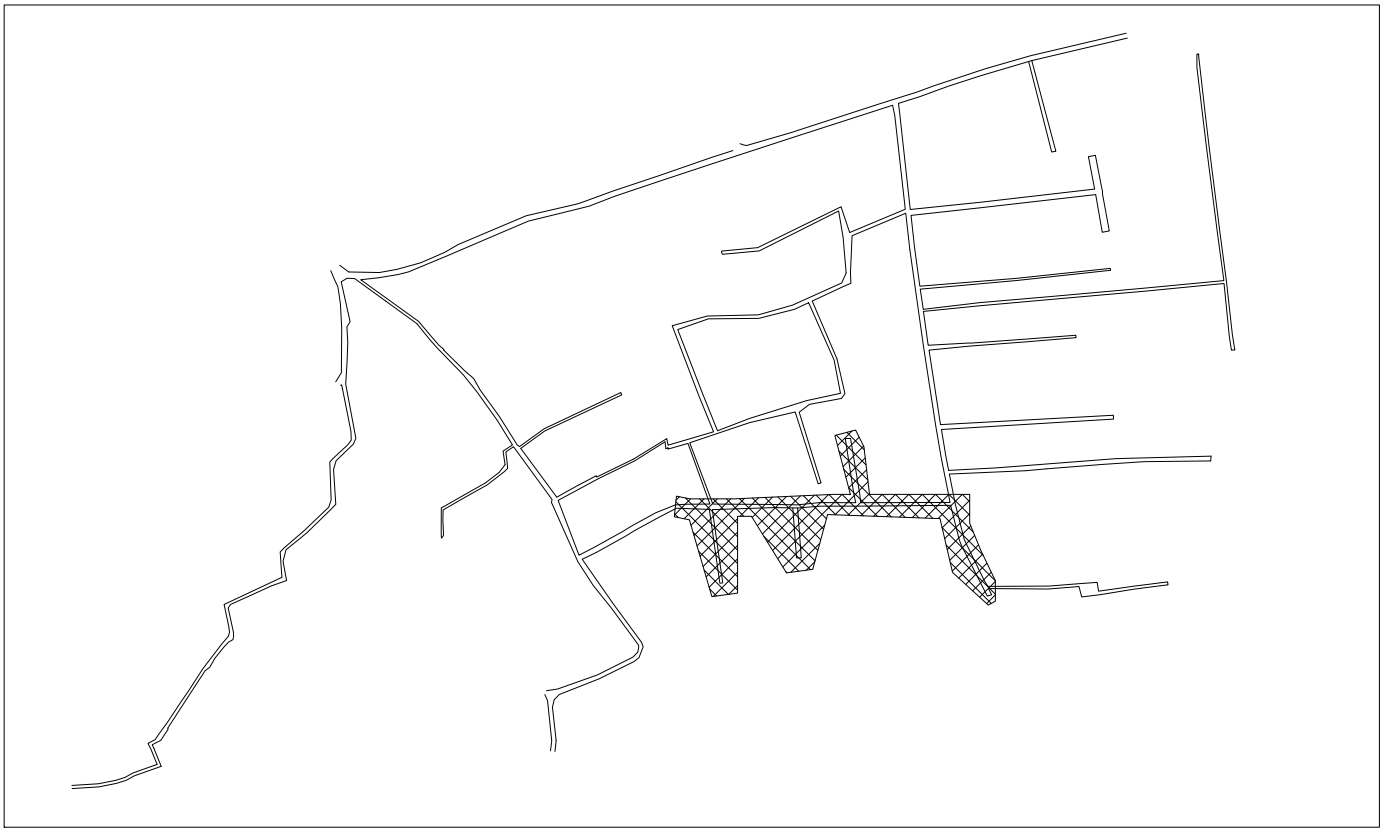
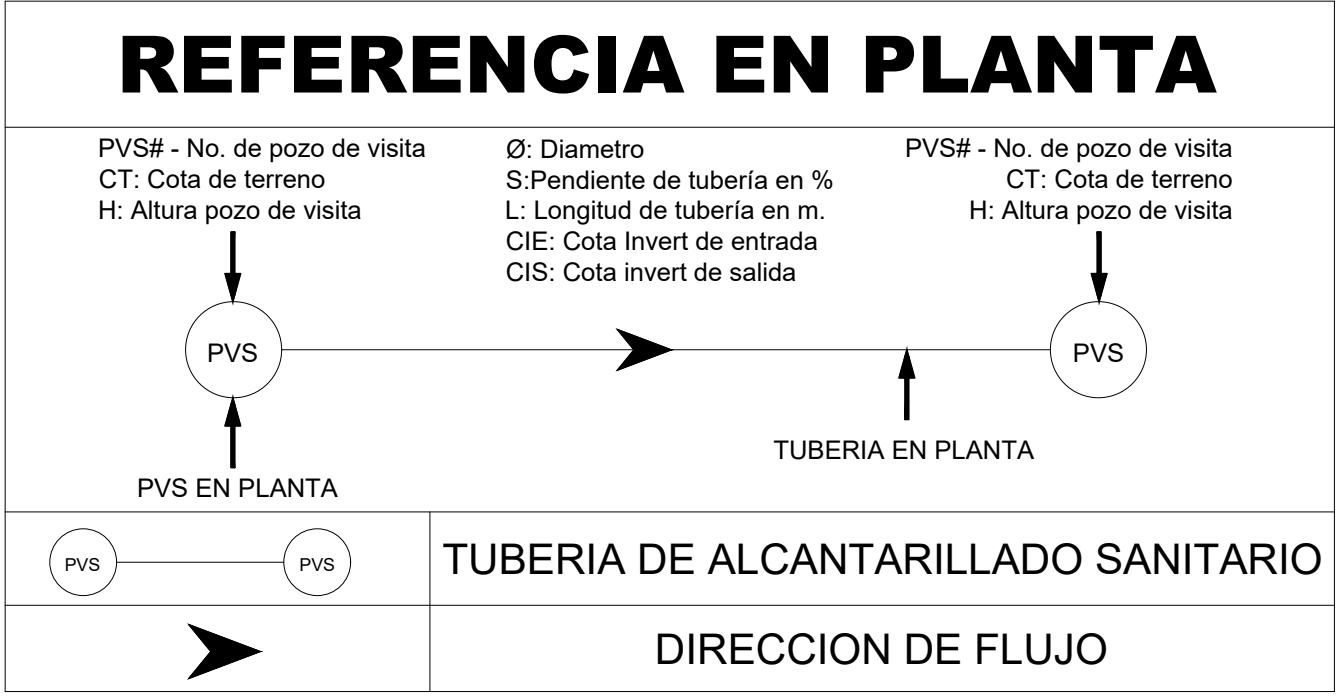
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 33.2–33

ESCALA 1/500



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 33.2–33

ESCALA 1/1000



SIMBOLOGIA	
No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 29 - PVS 33, TRAMO PVS 30.1 - PVS 30
TRAMO PVS 31.1 - PVS 31, TRAMO PVS 32.1 - PVS 32,
TRAMO PVS 33.2 - PVS 33

DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 201504257

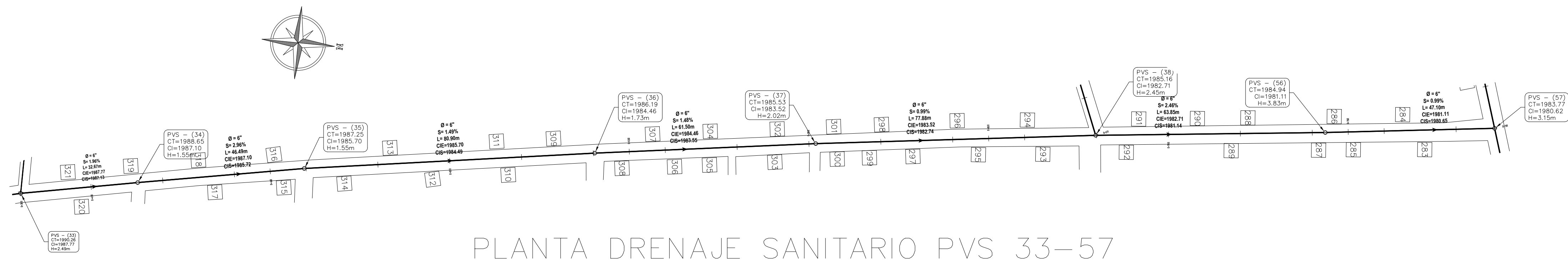
REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
8

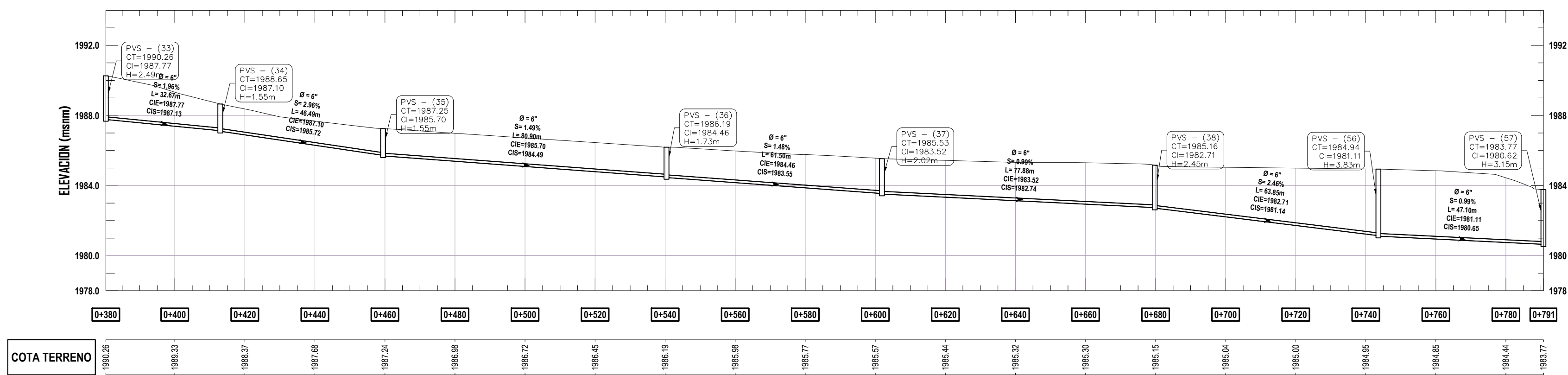
VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO



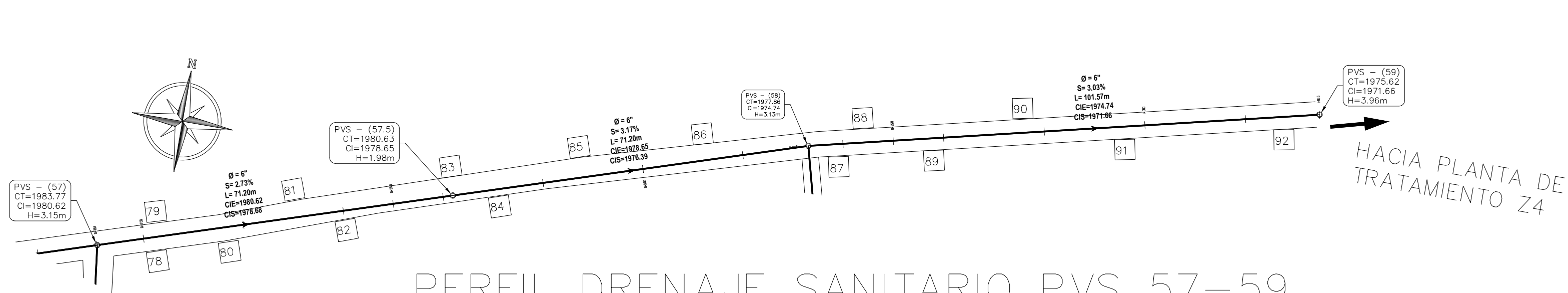
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 33-57

ESCALA 1/750



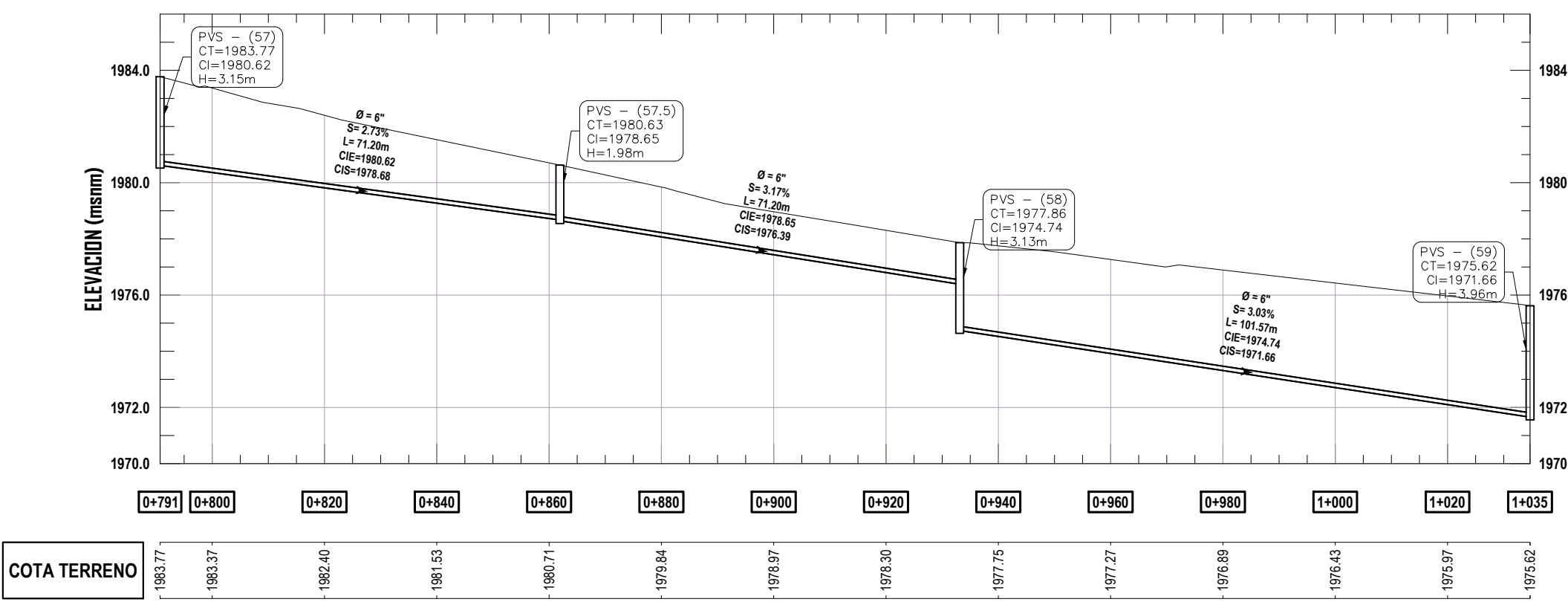
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 33-57

ESCALA 1/1000



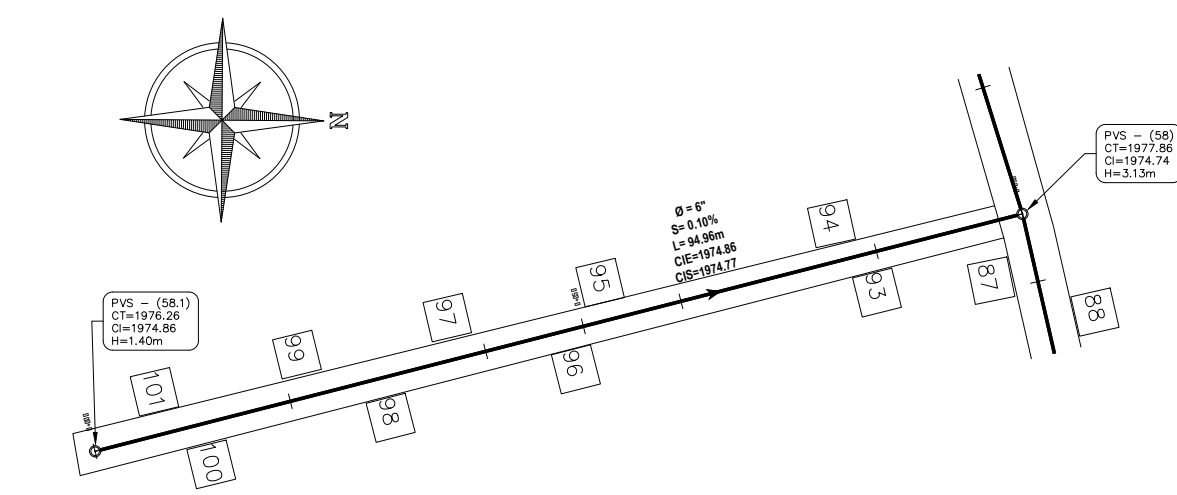
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 57-59

ESCALA 1/1000



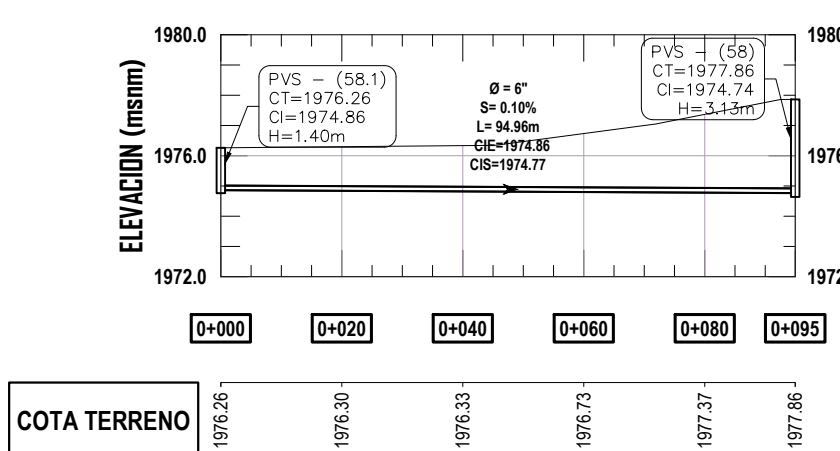
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 57-59

ESCALA 1/1000



PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 58.1-58

ESCALA 1/750



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 58.1-58

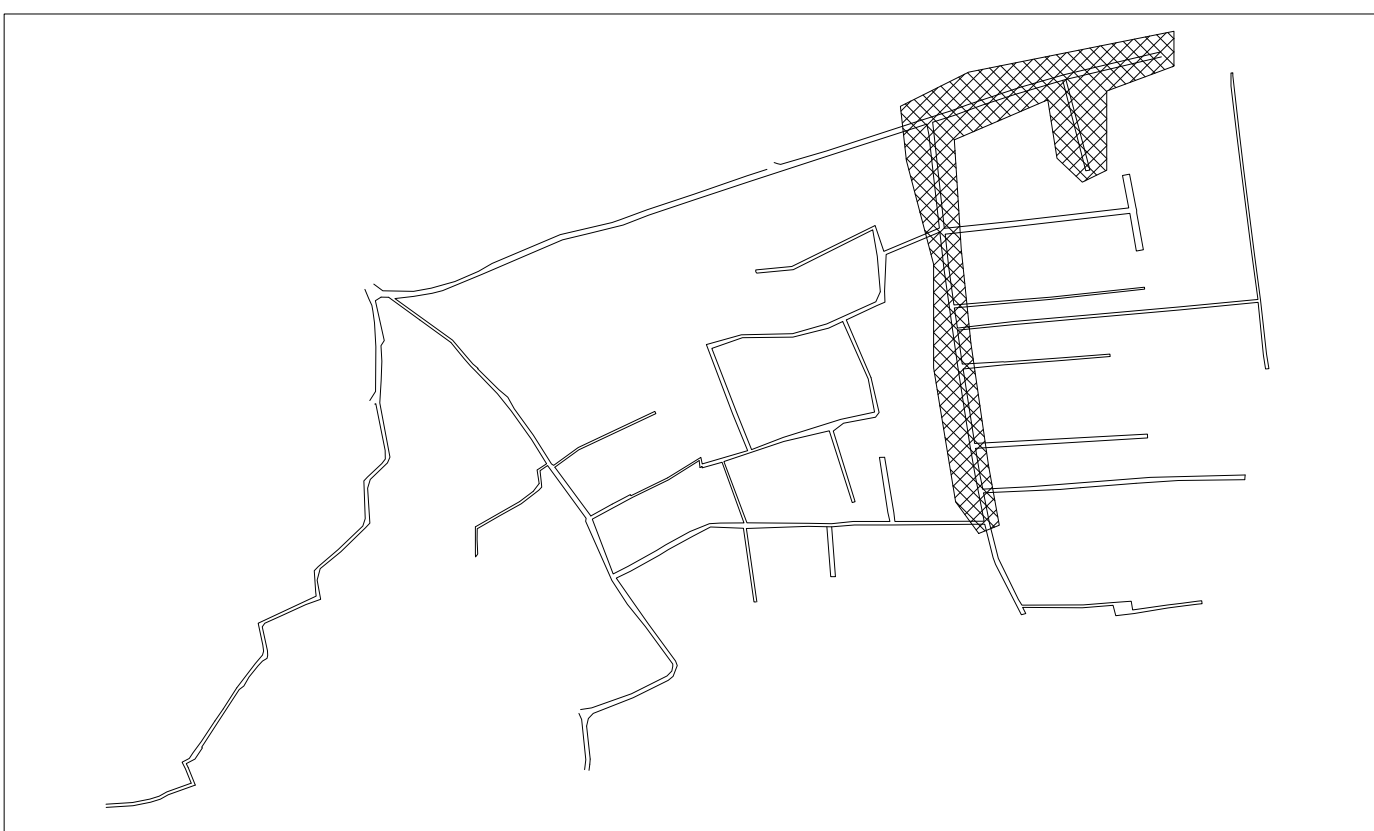
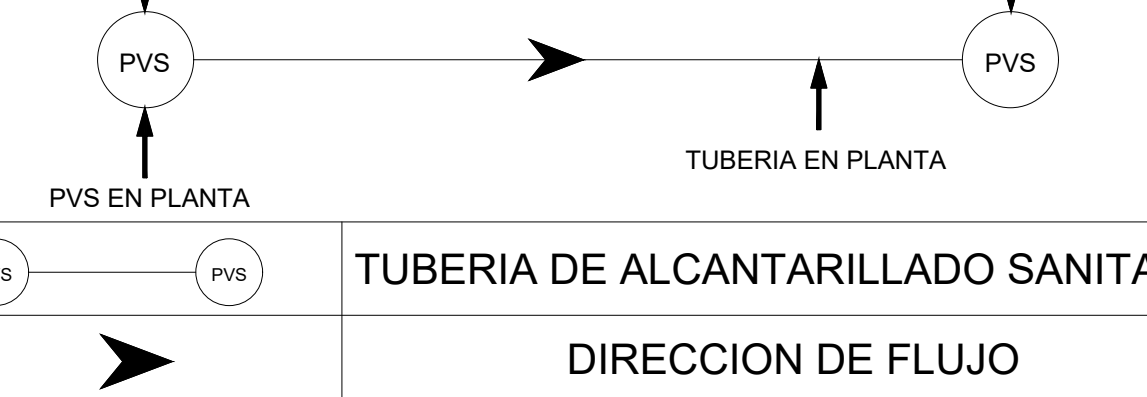
ESCALA 1/750

REFERENCIA EN PLANTA

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita

Ø: Diametro
S: Pendiente de tubería en %
L: Longitud de tubería en m.
CIE: Cota Invert de entrada
CIS: Cota invert de salida

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita



SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 33 - PVS 57, TRAMO PVS 57 - PVS 59
TRAMO PVS 58.1 - PVS 58

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20190427

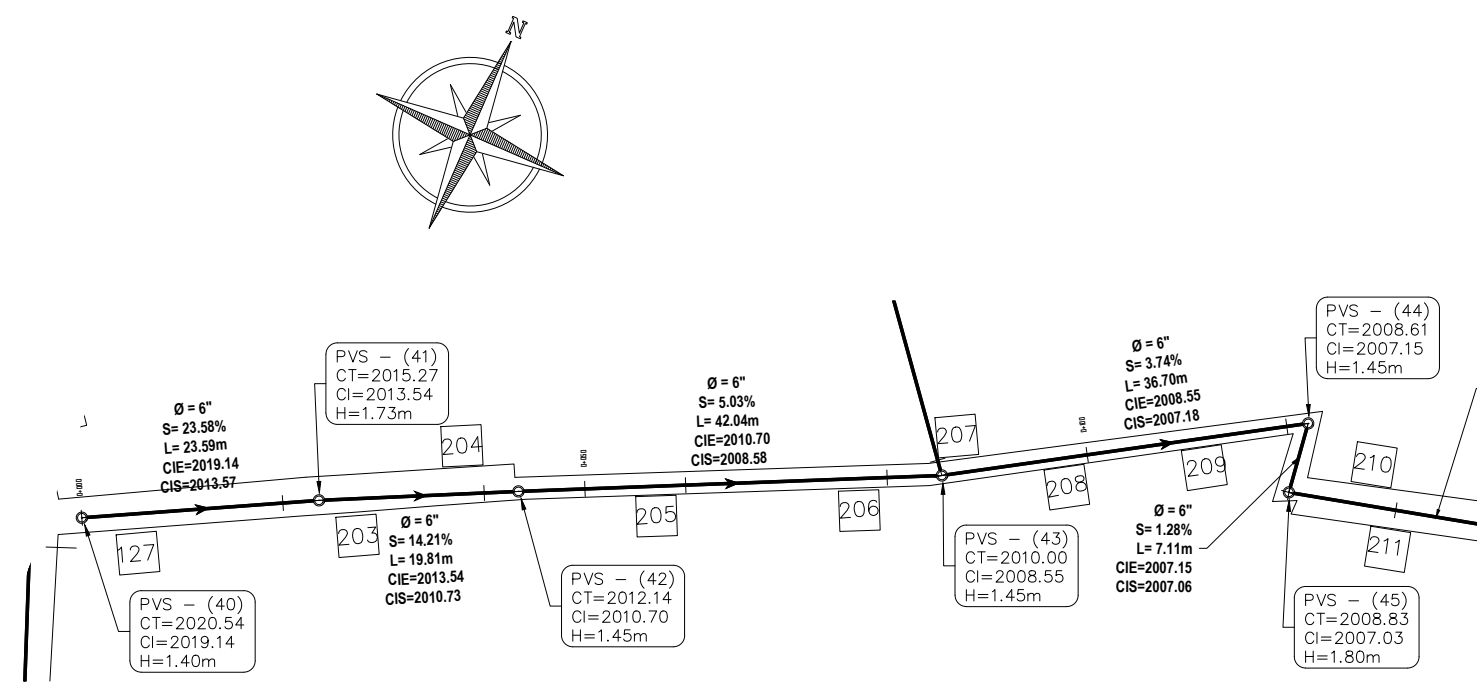
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

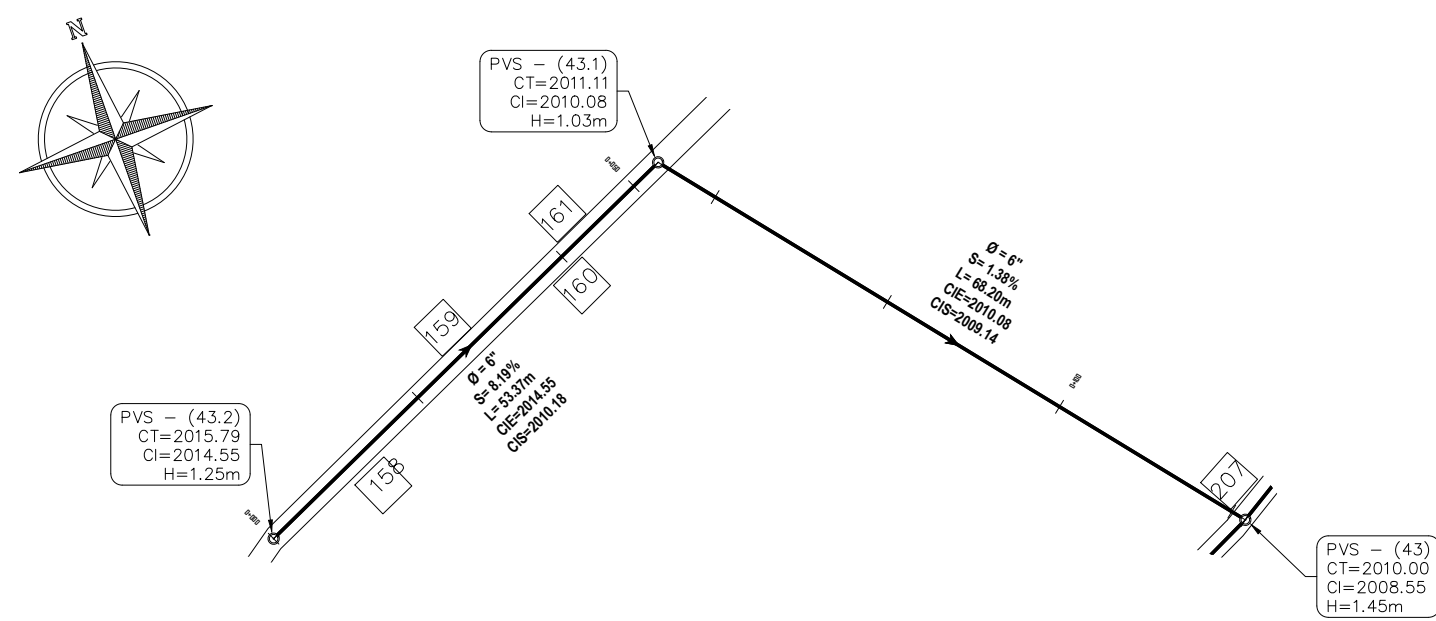
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
9
18



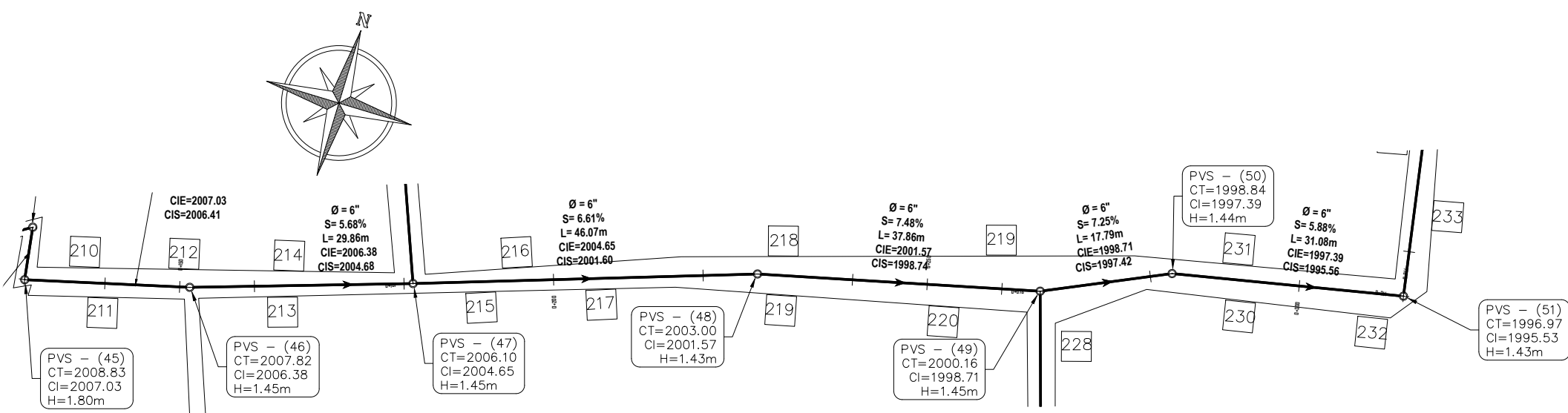
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 40–45

ESCALA 1/750



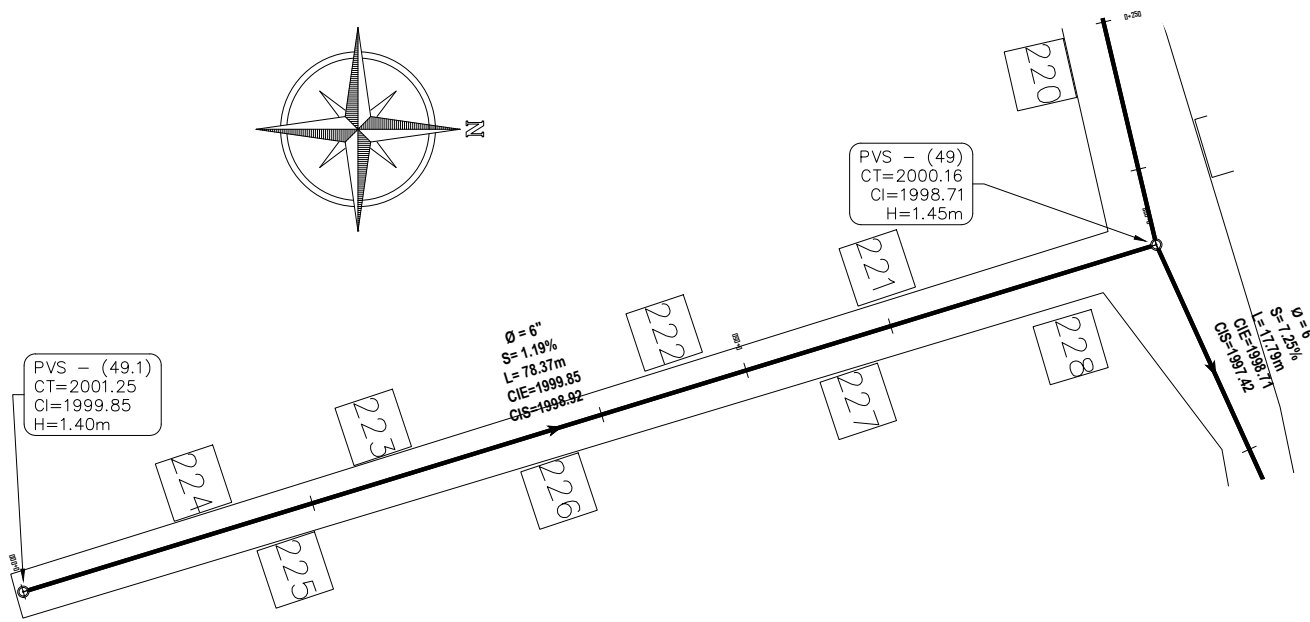
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 43.2–43

ESCALA 1/750



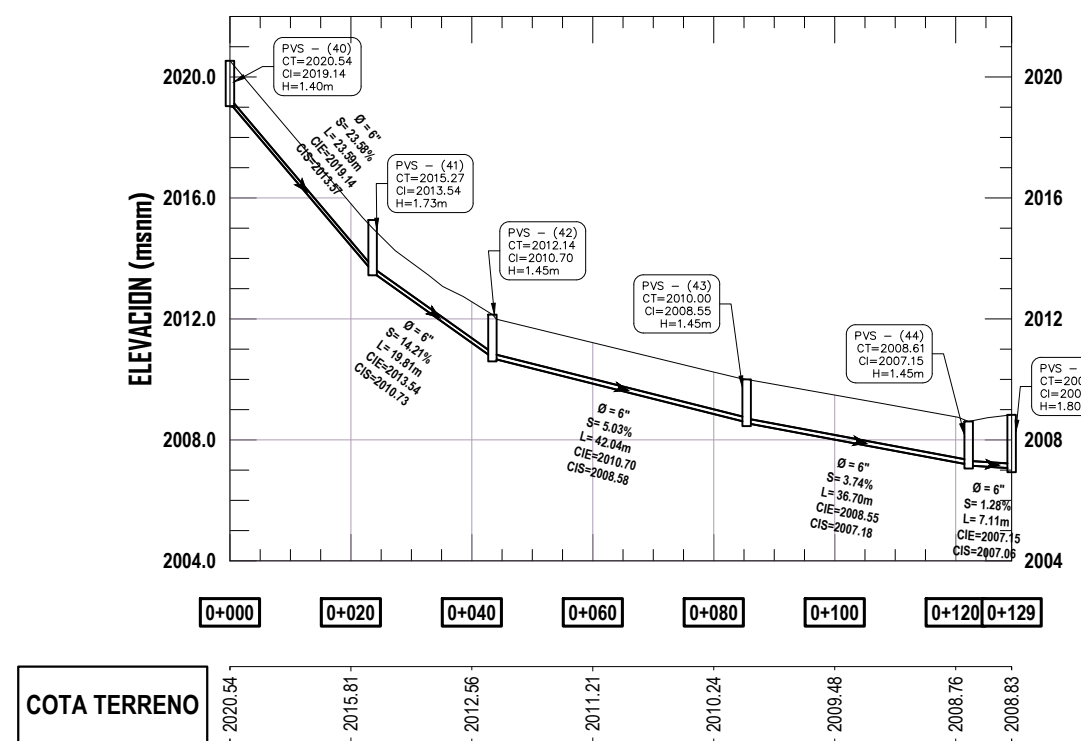
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 45–51

ESCALA 1/750



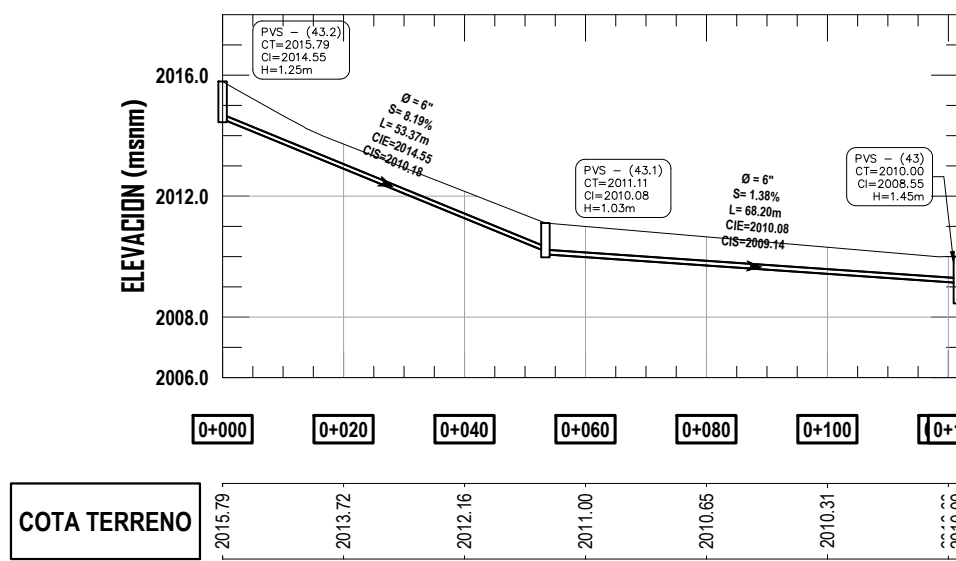
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 49.1–49

ESCALA 1/500



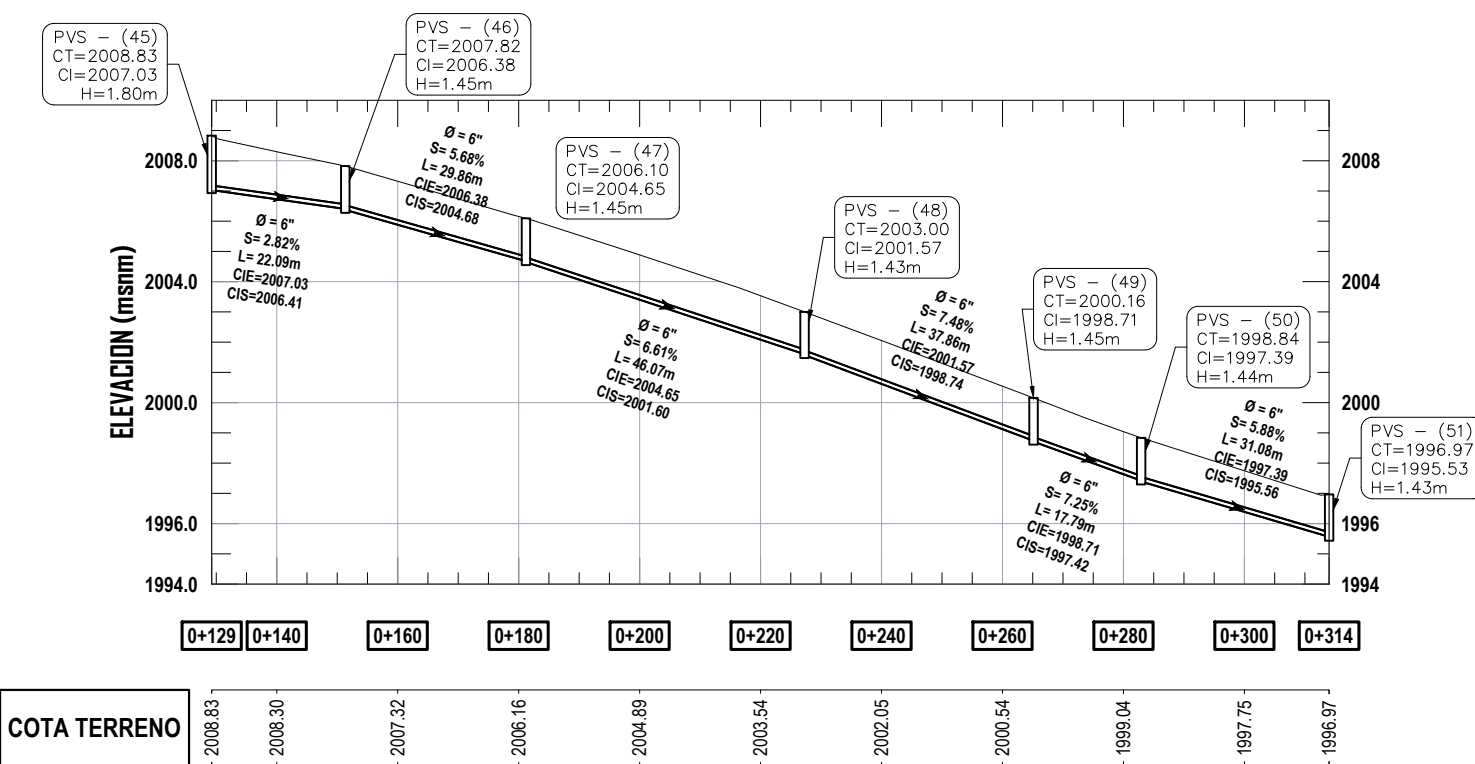
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 40–45

ESCALA 1/1250



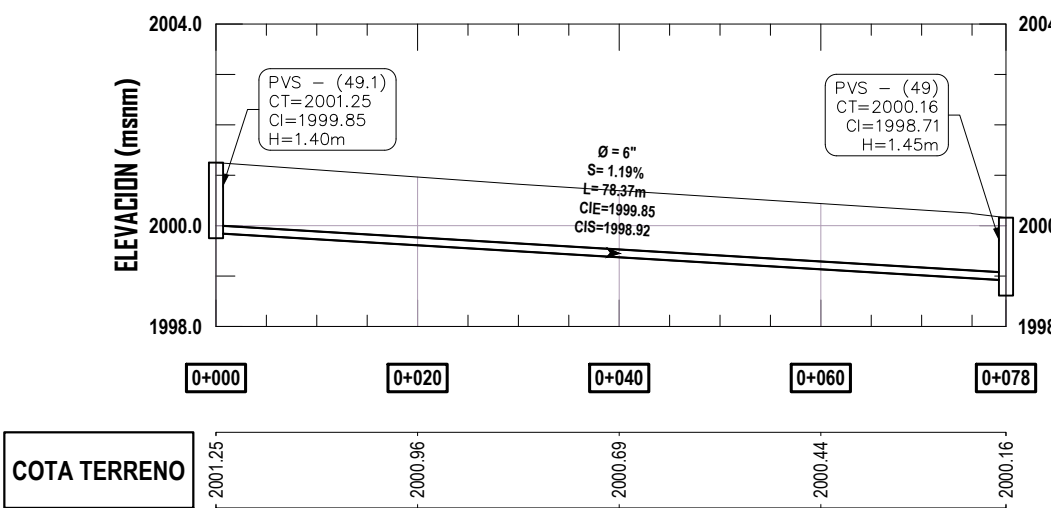
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 43.2–43

ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 45–51

ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 49.1–49

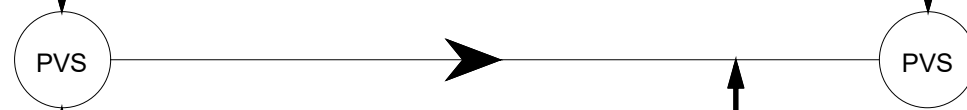
ESCALA 1/750

REFERENCIA EN PLANTA

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita

Ø: Diametro
S: Pendiente de tubería en %
L: Longitud de tubería en m.
CIE: Cota invert de entrada
CIS: Cota invert de salida

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita



PVS EN PLANTA	TUBERIA EN PLANTA
PVS	PVS
TUBERIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
DIRECCION DE FLUJO	



SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 40 - PVS 45, TRAMO PVS 43.2 - PVS 43
TRAMO PVS 45 - PVS 51, TRAMO PVS 49.1 - PVS 49

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

ESCALA:
LA INDICADA

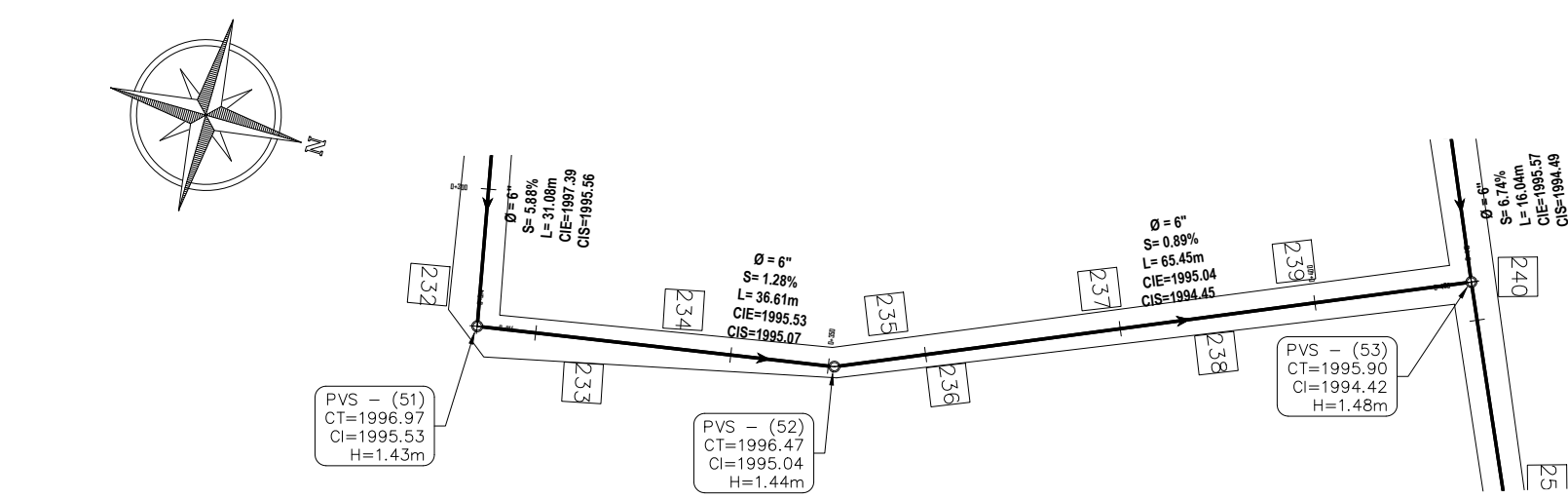
FECHA:
ABRIL 2024

FOLIO:
10

18

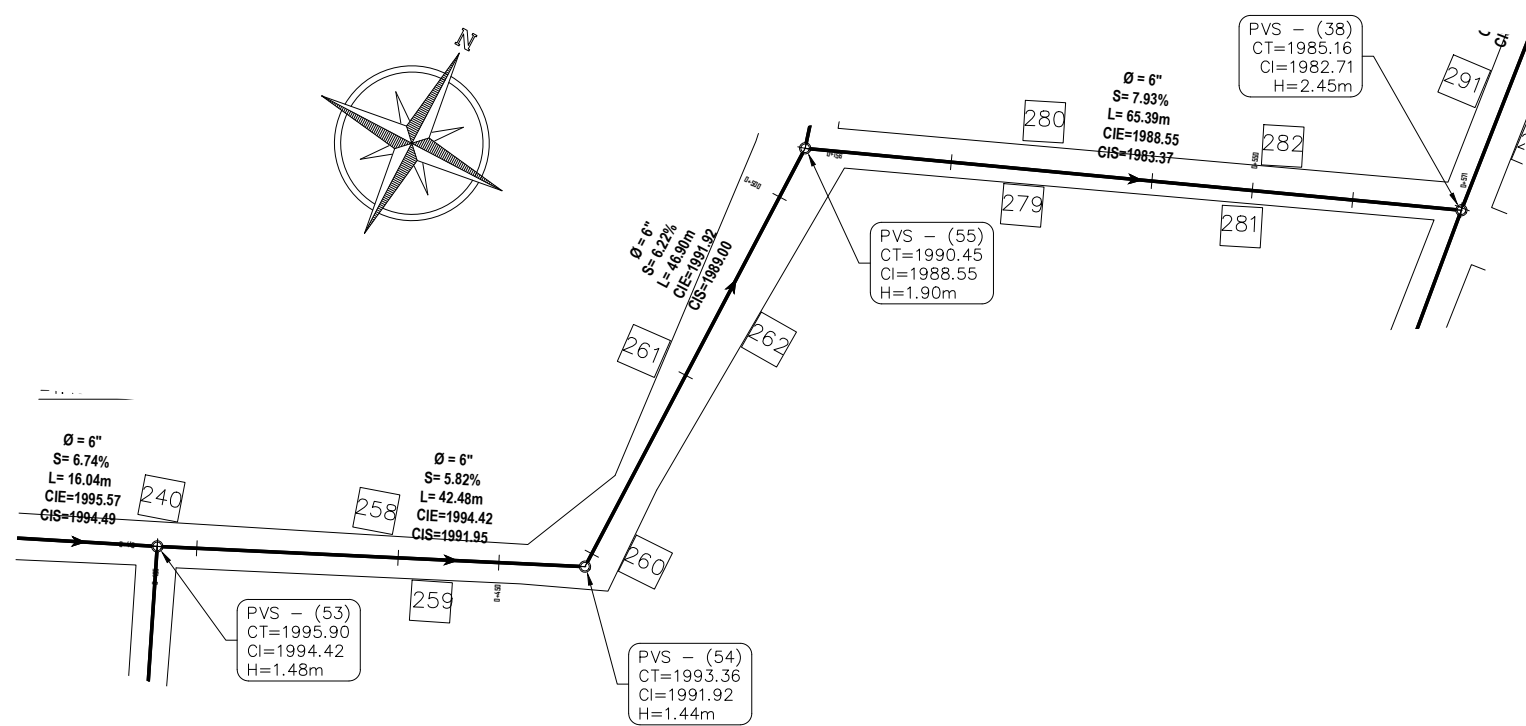
V.O. BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ. ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO



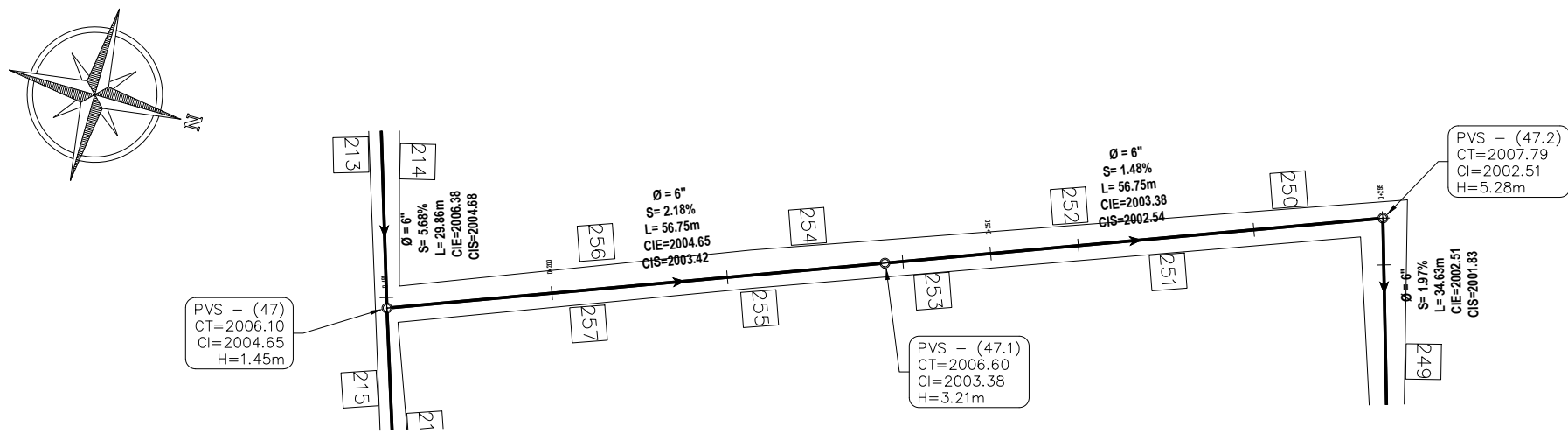
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 51–53

ESCALA 1/750



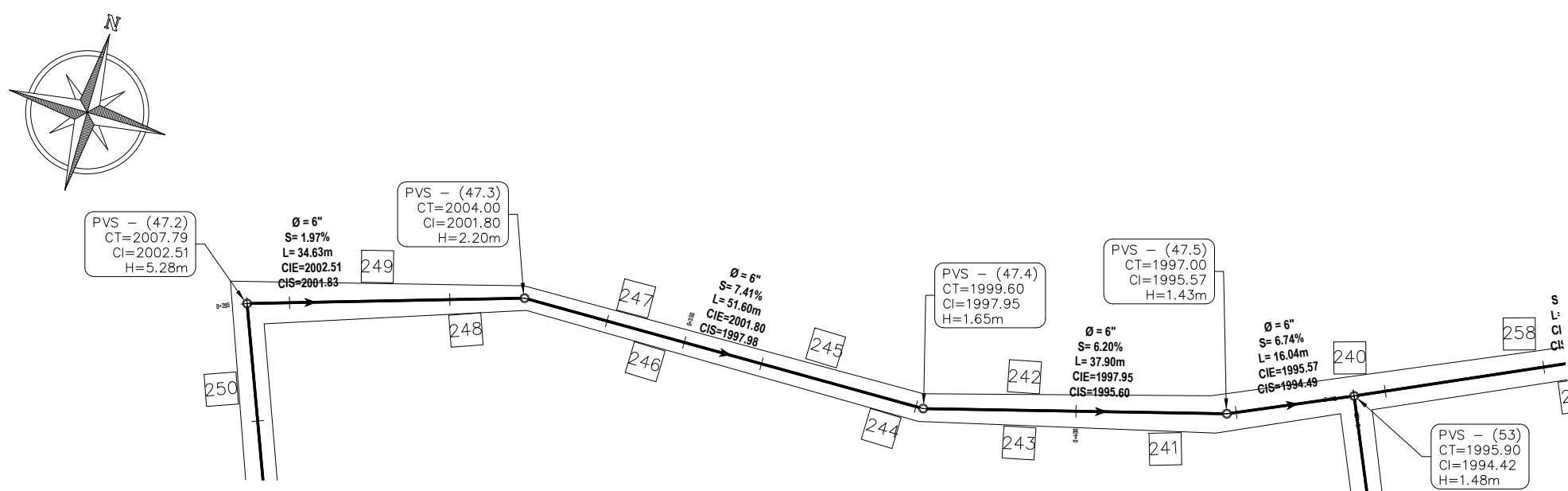
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 53–38

ESCALA 1/750



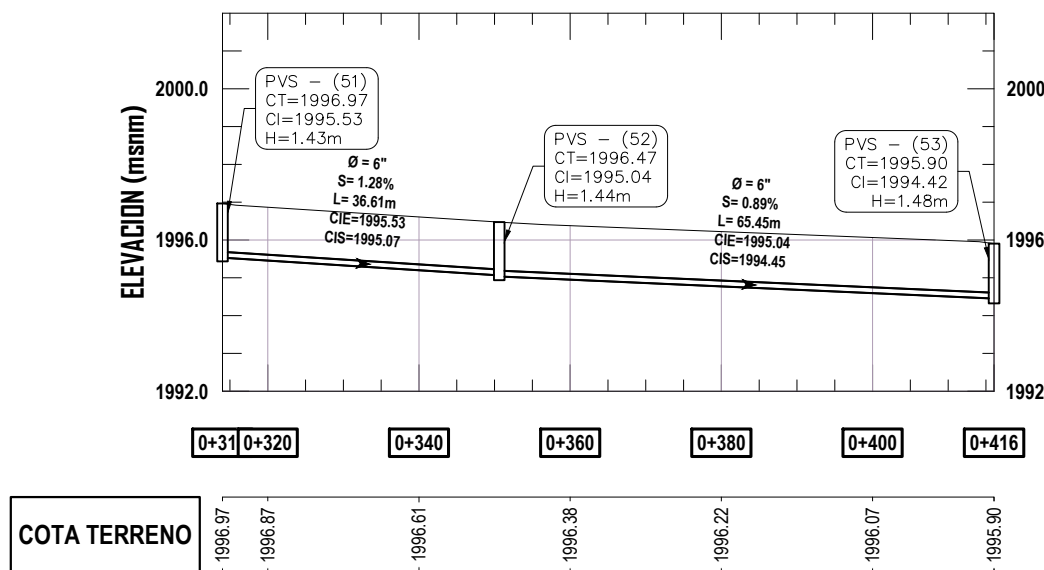
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 47–47.2

ESCALA 1/750



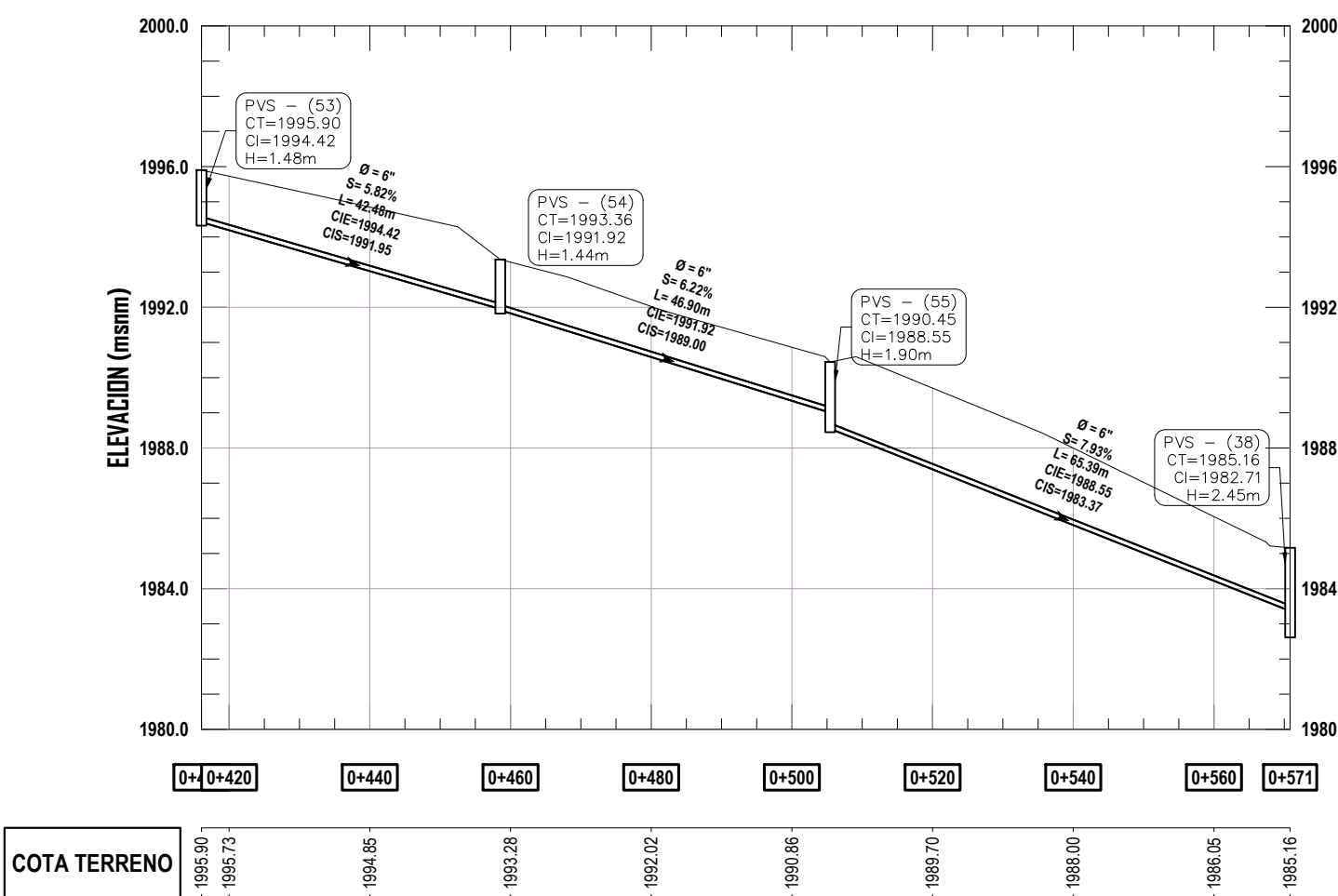
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 47.2–53

ESCALA 1/750



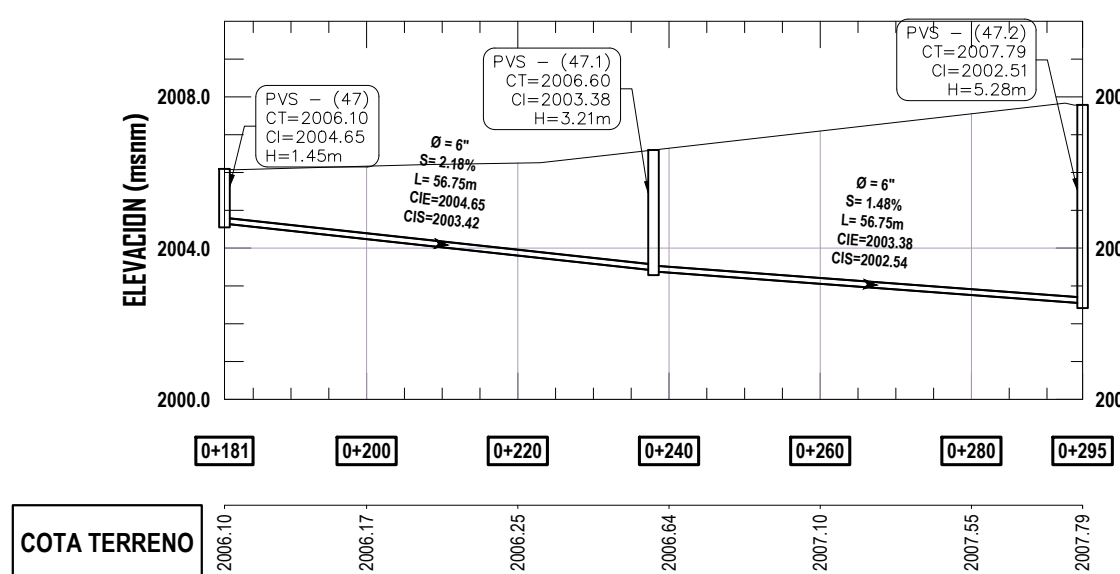
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 51–53

ESCALA 1/1000



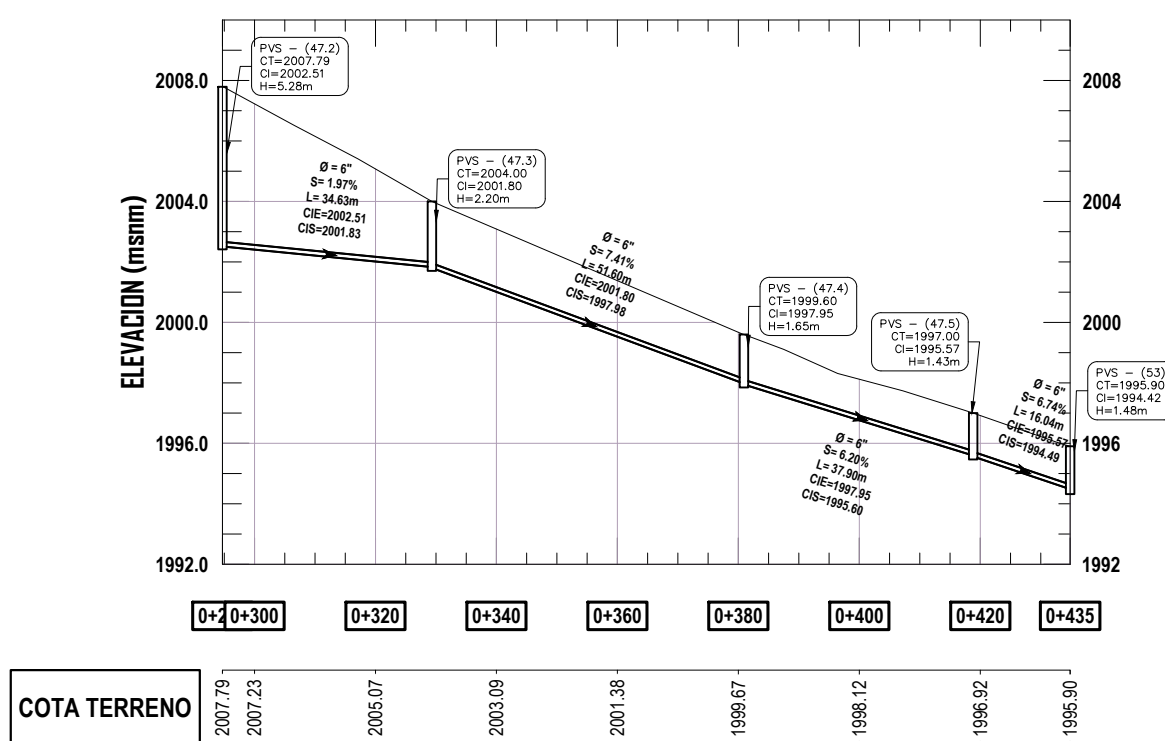
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 53–38

ESCALA 1/1000



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 47–47.2

ESCALA 1/1000



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 47.2–53

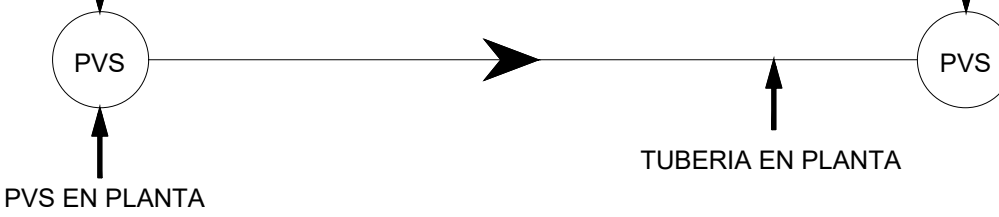
ESCALA 1/1250

REFERENCIA EN PLANTA

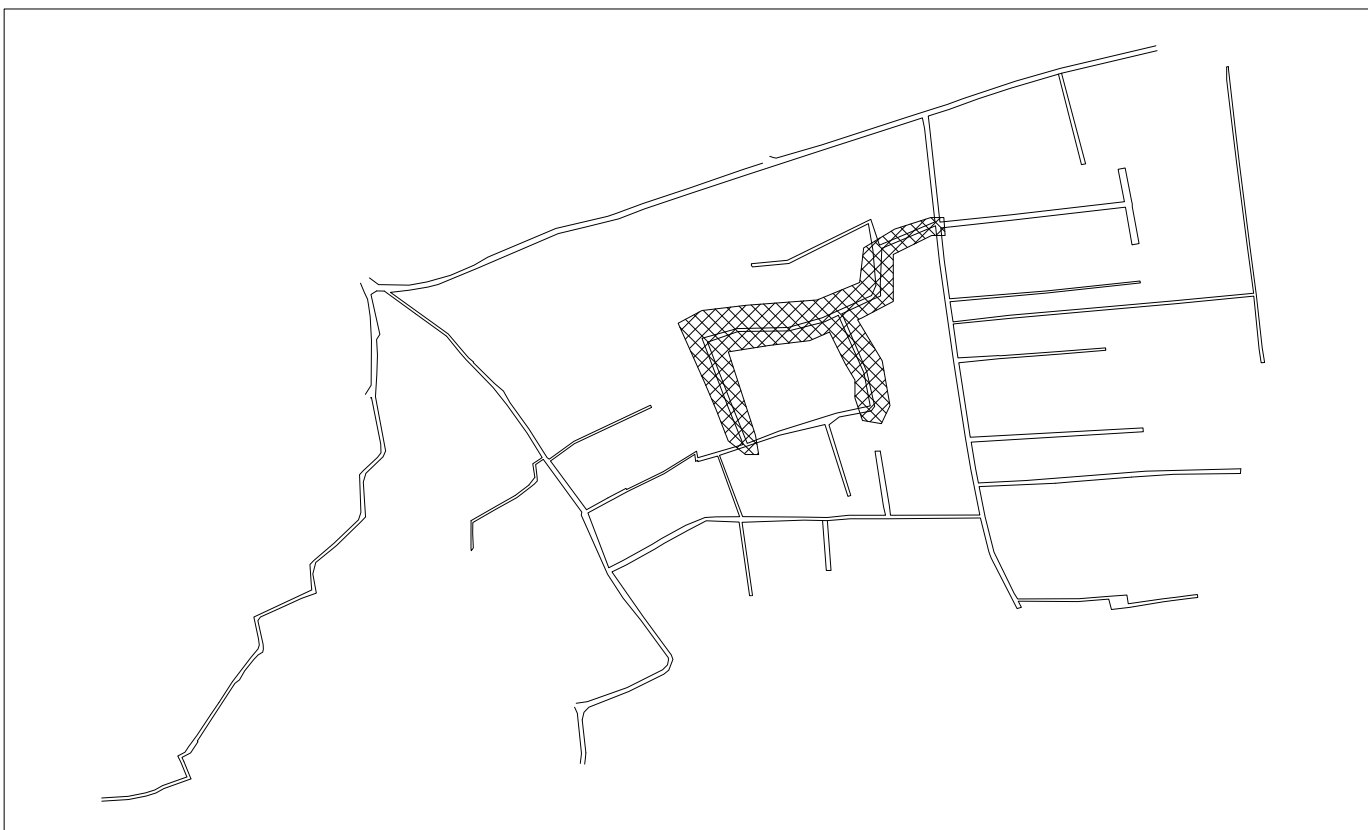
PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita

Ø: Diametro
S: Pendiente de tubería en %
L: Longitud de tubería en m.
CIE: Cota Invert de entrada
CIS: Cota invert de salida

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita



TUBERIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO
DIRECCION DE FLUJO



SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 51 - PVS 53, TRAMO PVS 53 - PVS 38
TRAMO PVS 47 - PVS 47.2, TRAMO PVS 47.2 - PVS 53

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20194227

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

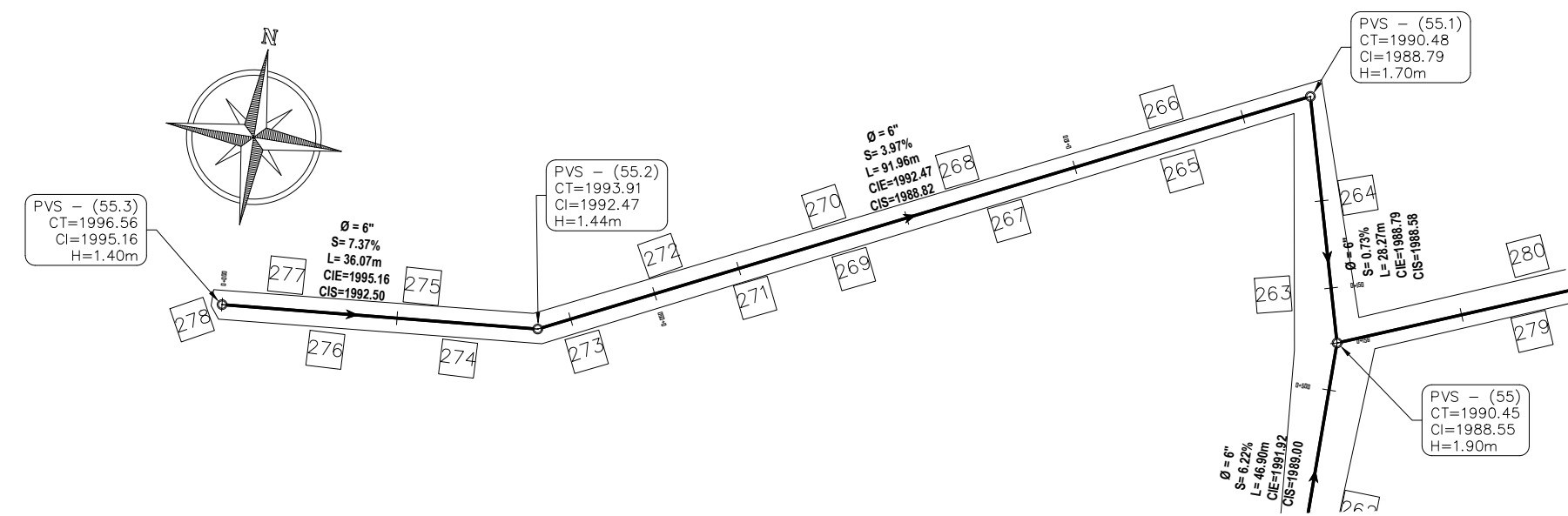
FECHA:
ABRIL 2024

HOJA:
11

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

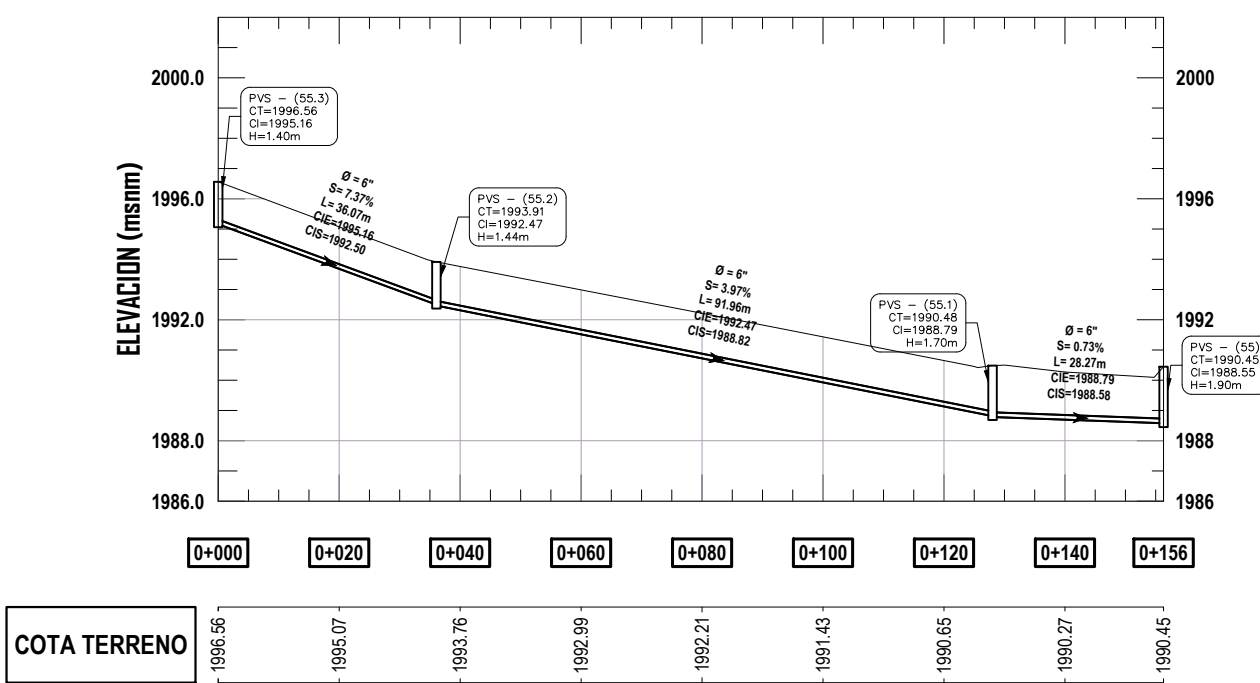
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

18



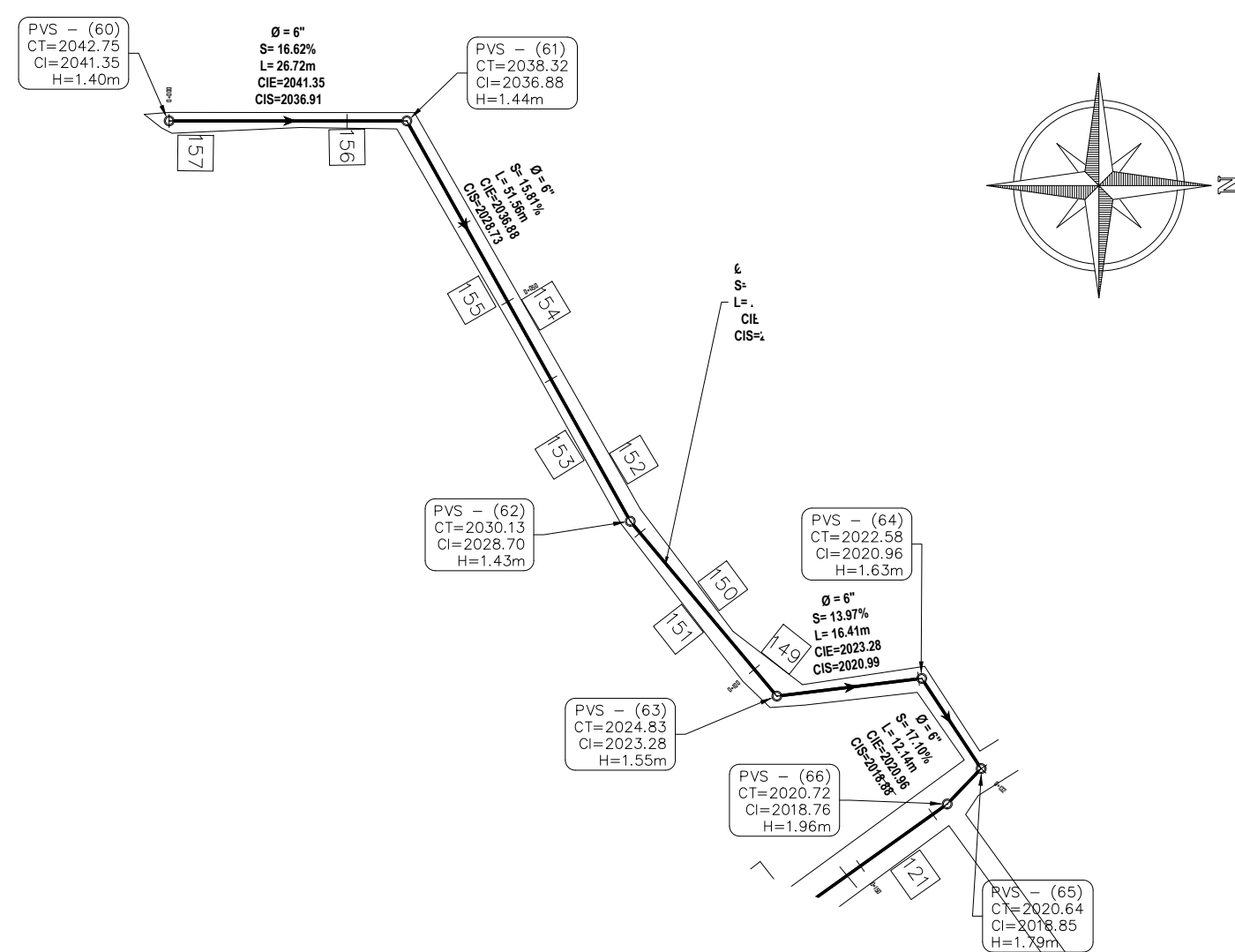
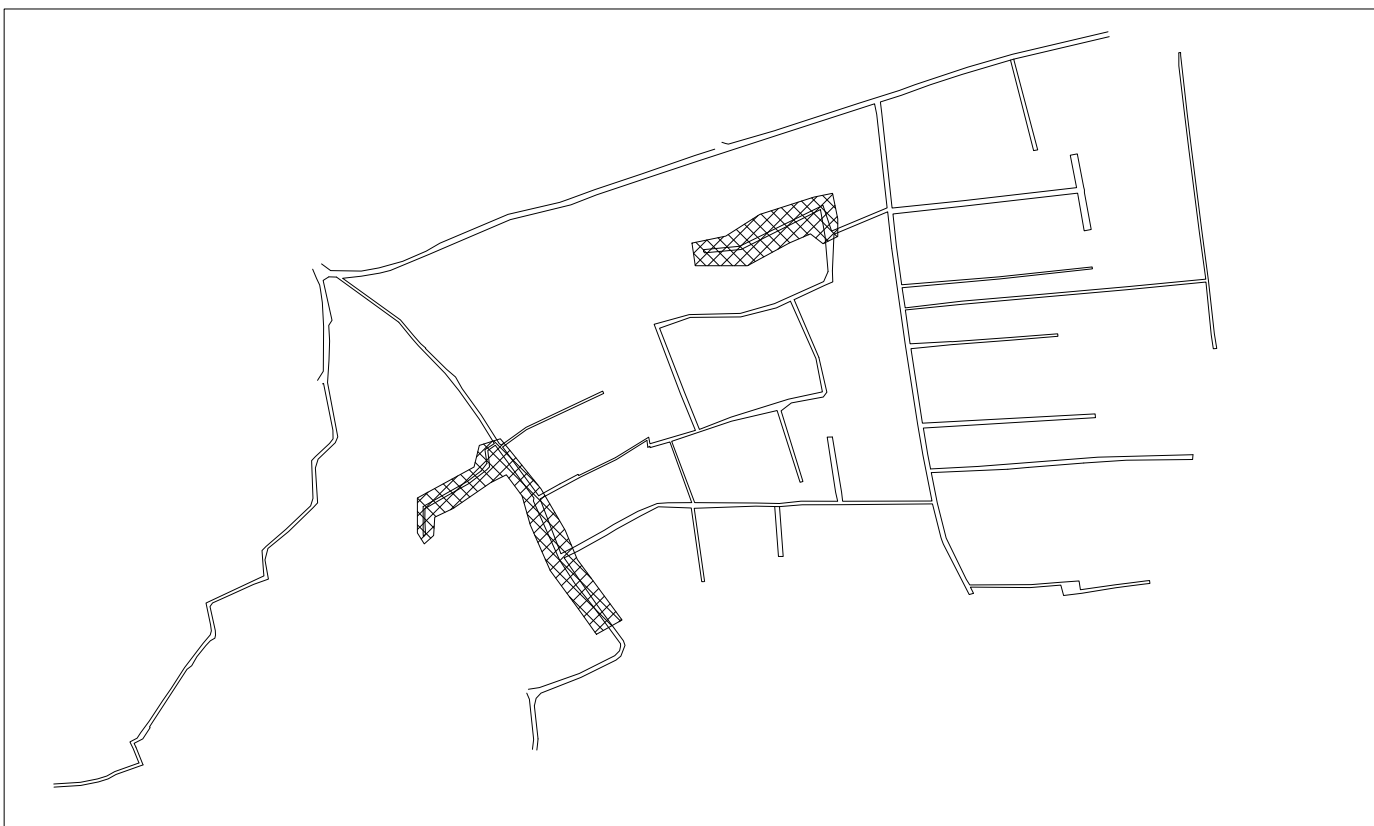
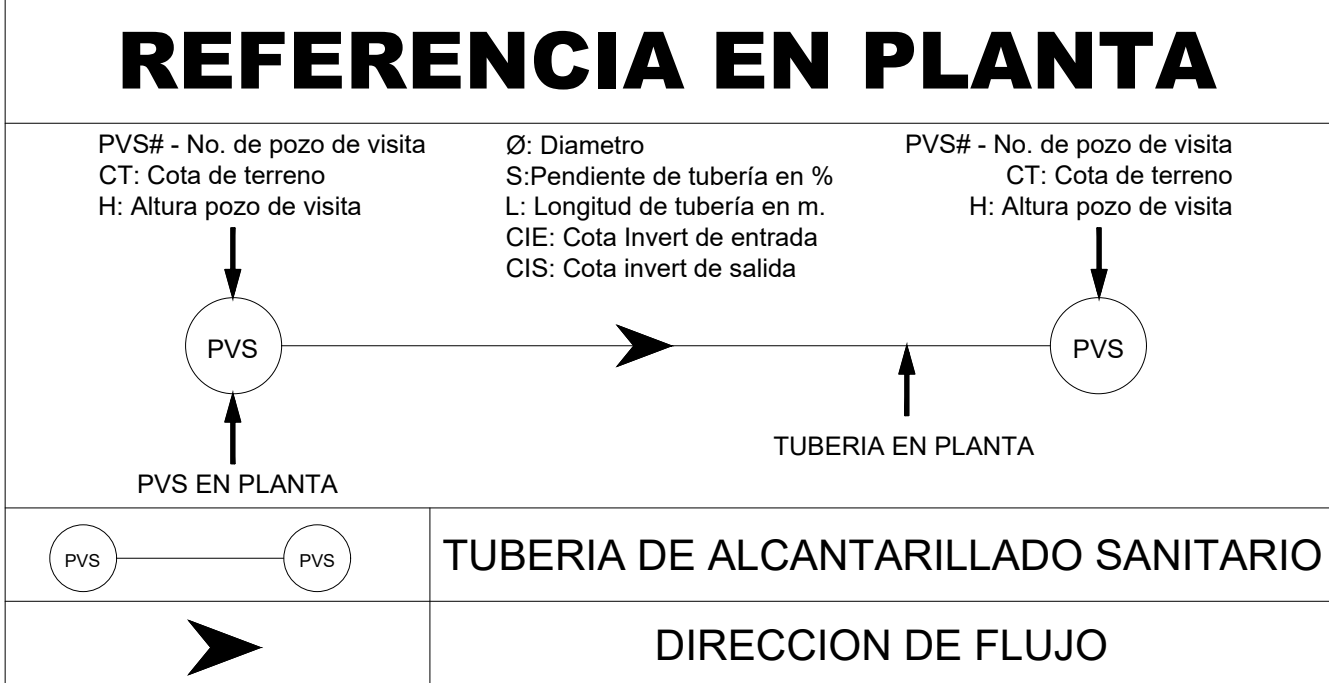
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 55.3–55

ESCALA 1/750



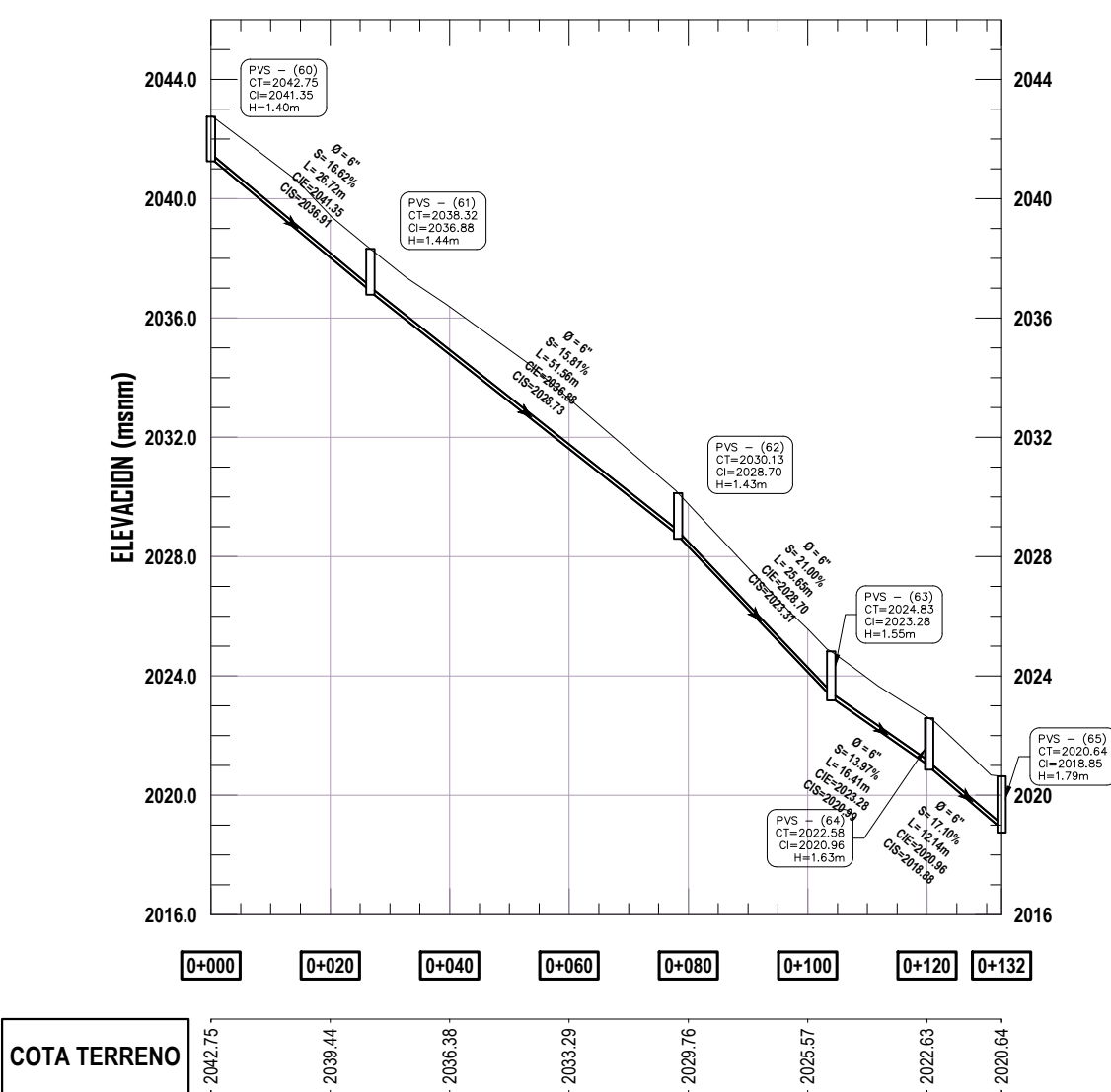
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 55.3–55

ESCALA 1/1250



PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 60–65

ESCALA 1/750

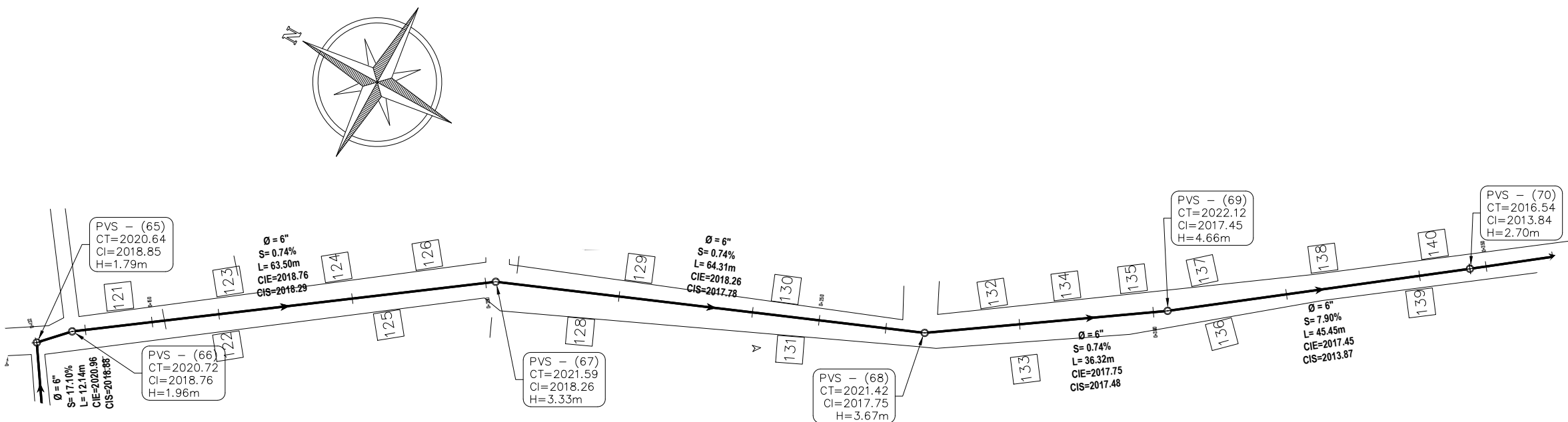


PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 60–65

ESCALA 1/1250

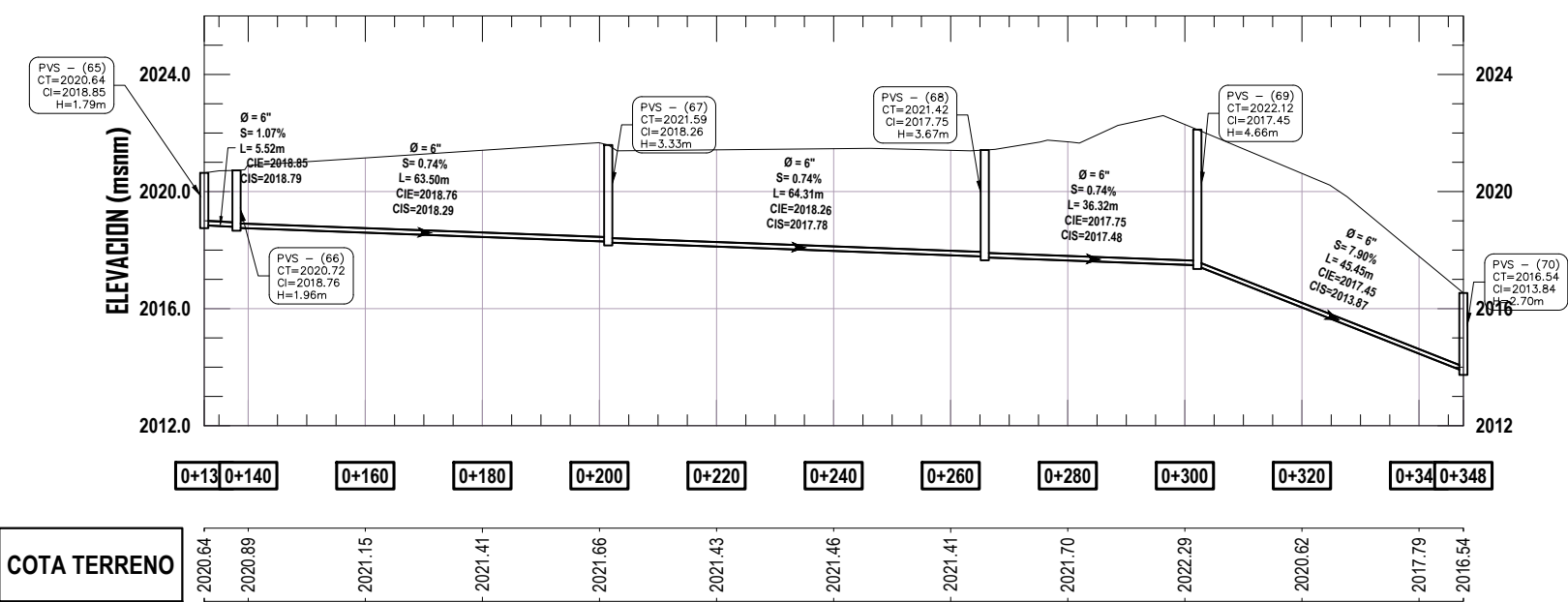
SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 65–70

ESCALA 1/750



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 65–70

ESCALA 1/1250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 55.3 - PVS 55, TRAMO PVS 60 - PVS 65
TRAMO PVS 65 - PVS 70

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

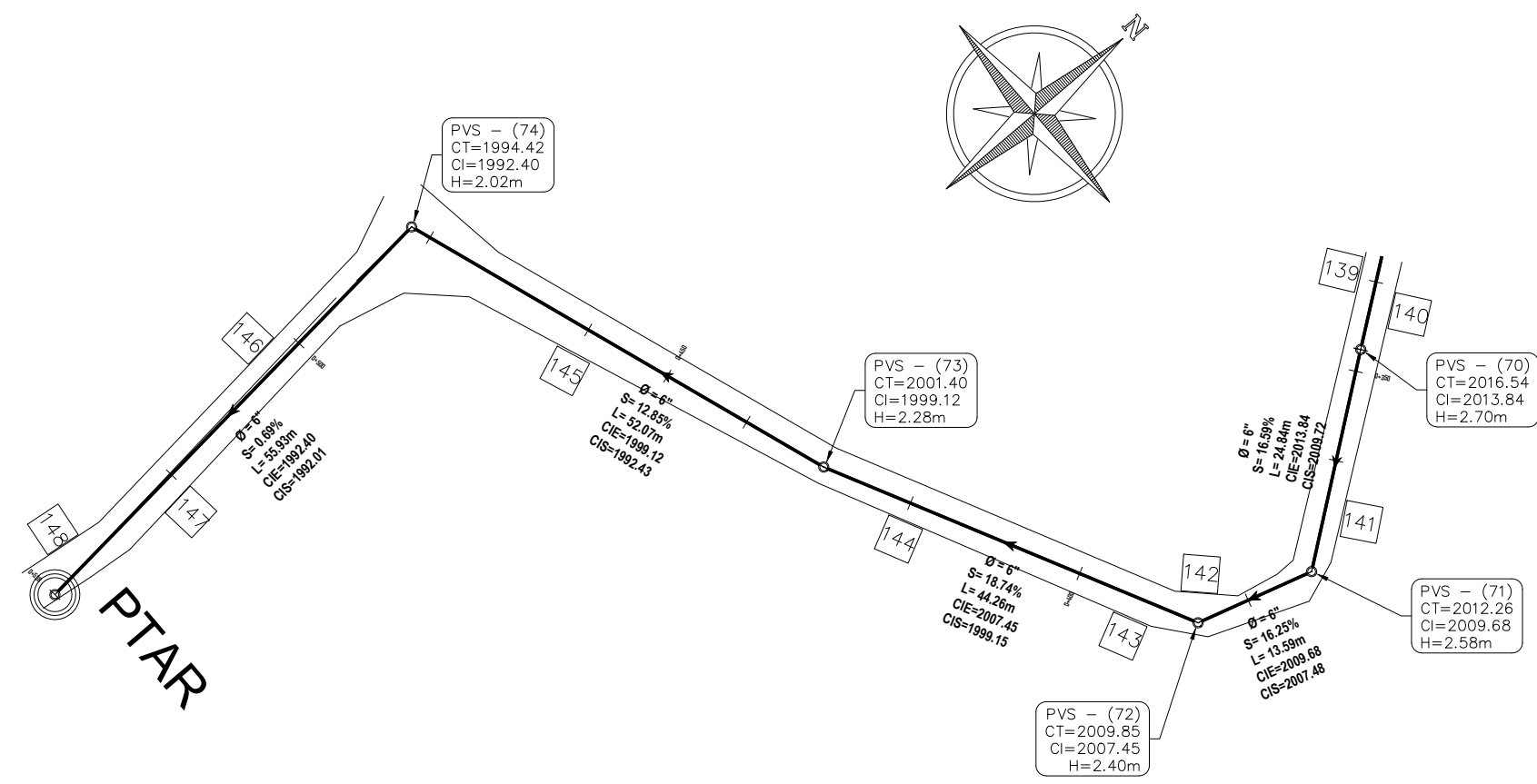
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

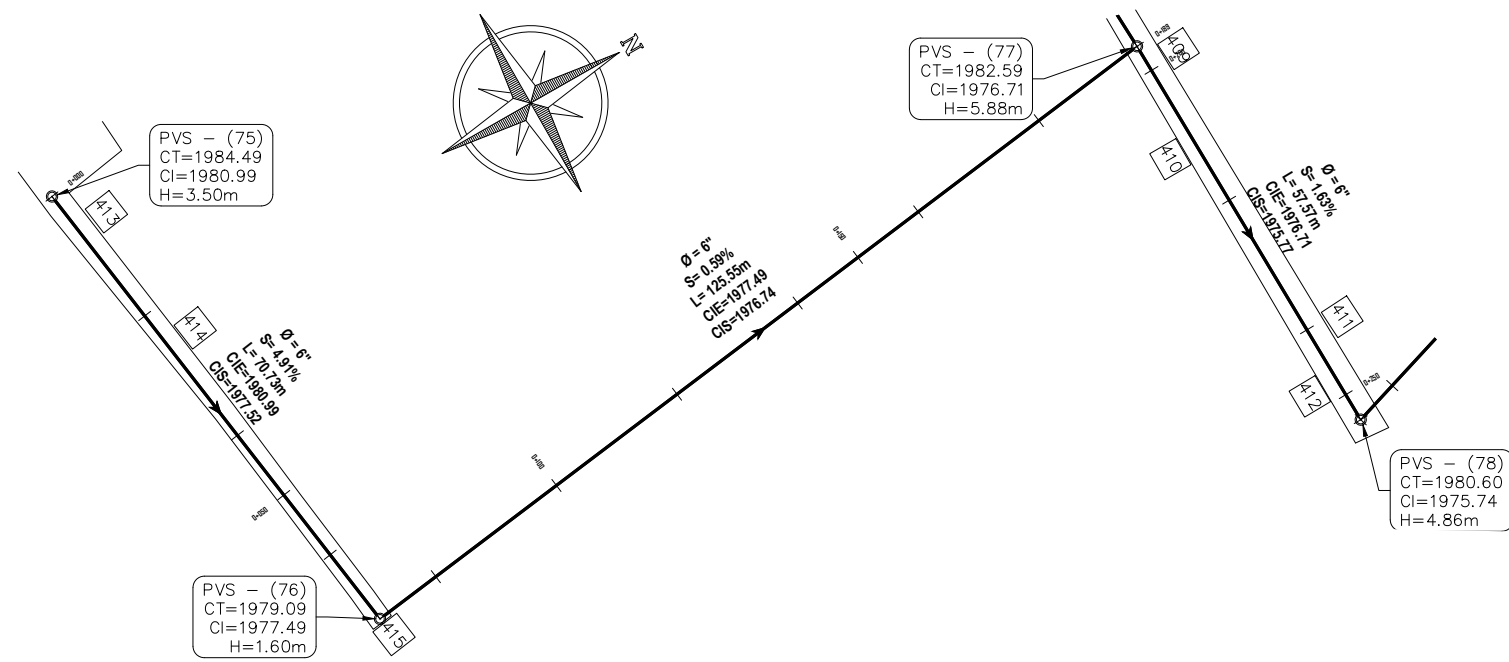
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
12
18



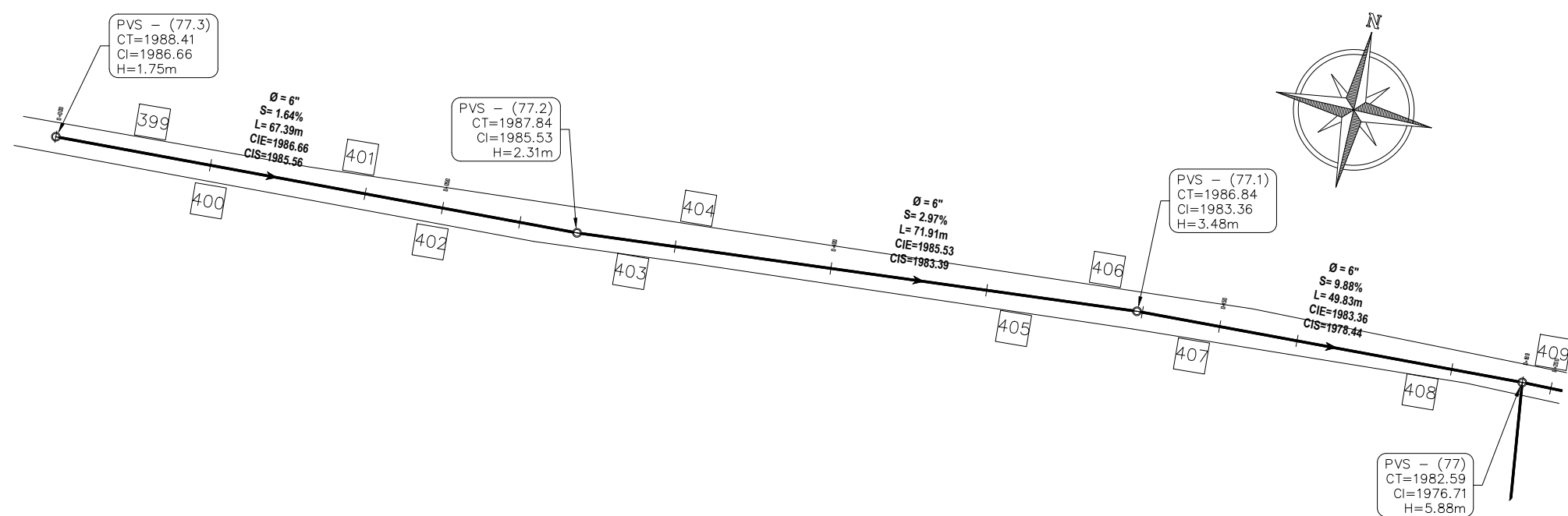
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 70-PTAR

ESCALA 1/750



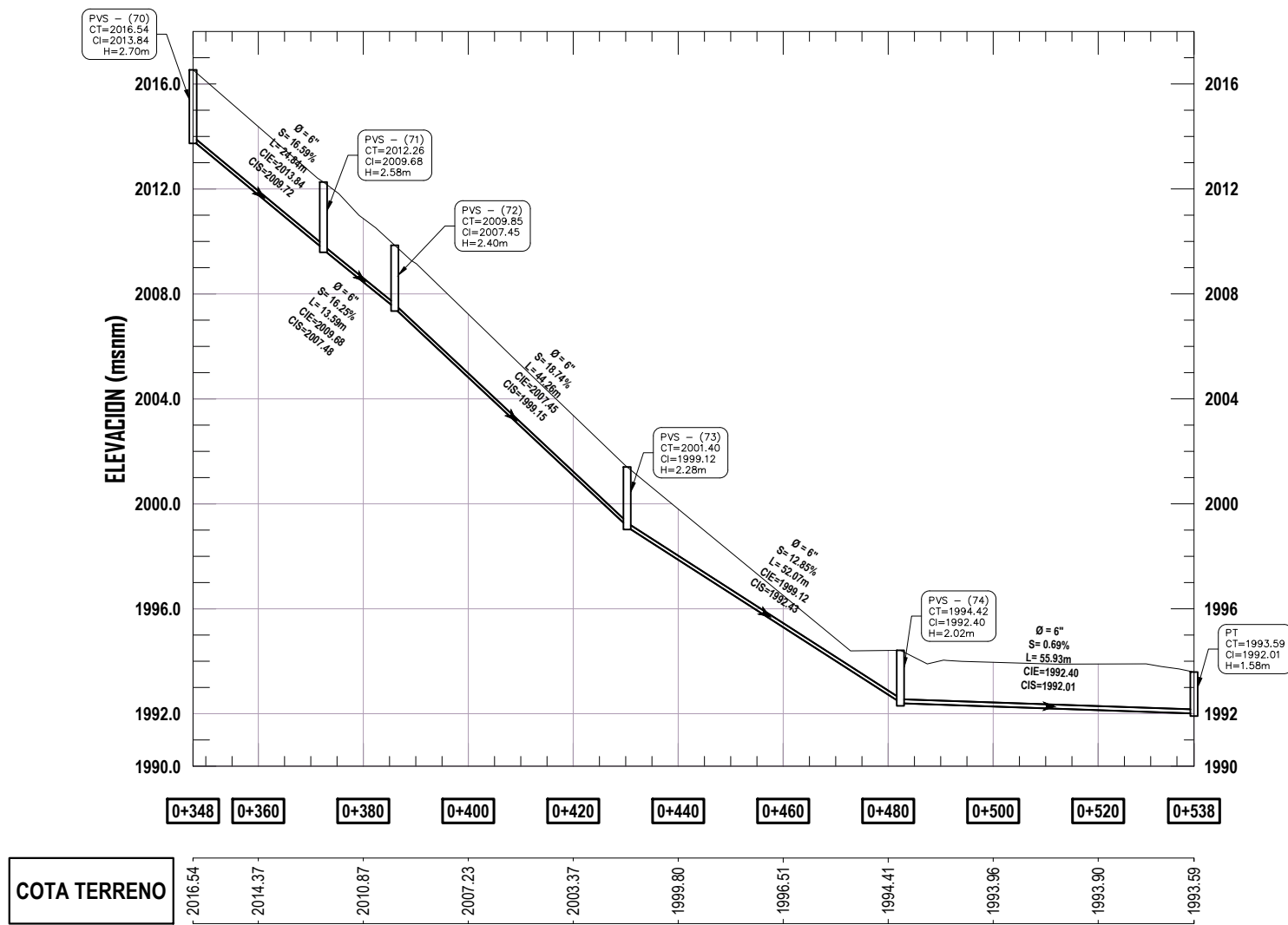
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 75-78

ESCALA 1/1000



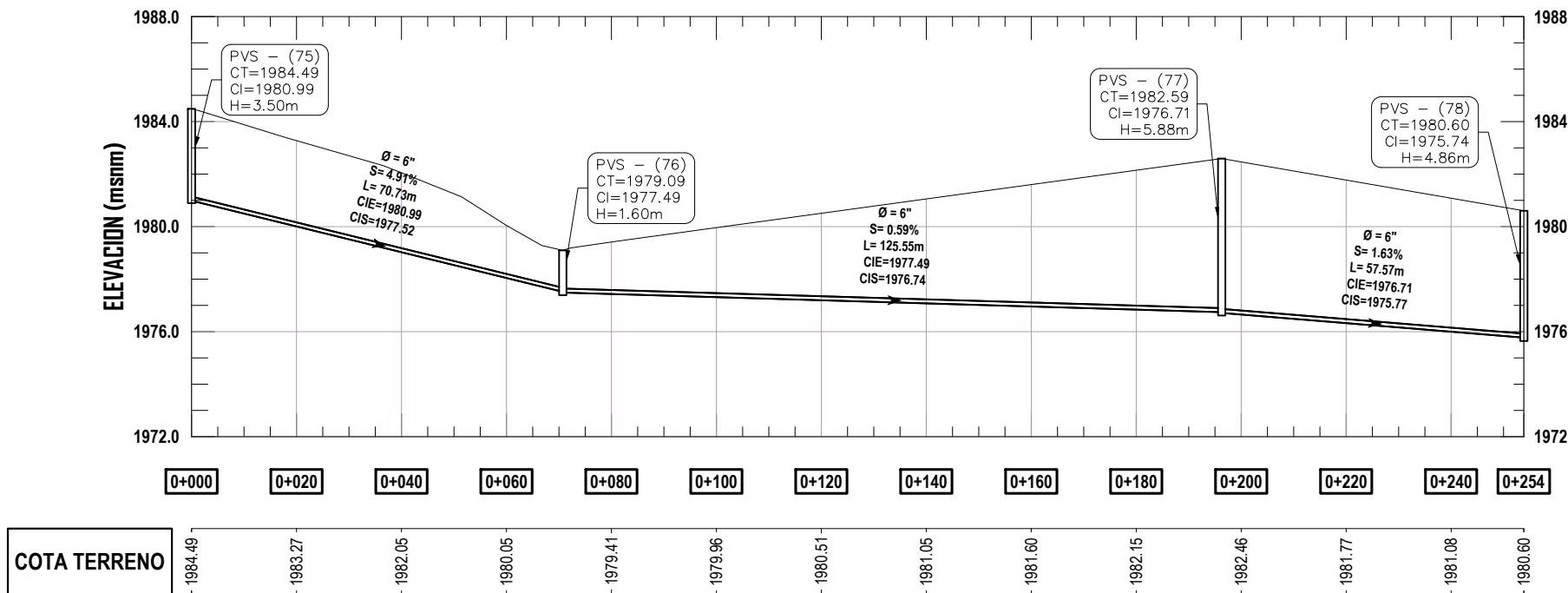
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 77.3-77

ESCALA 1/750



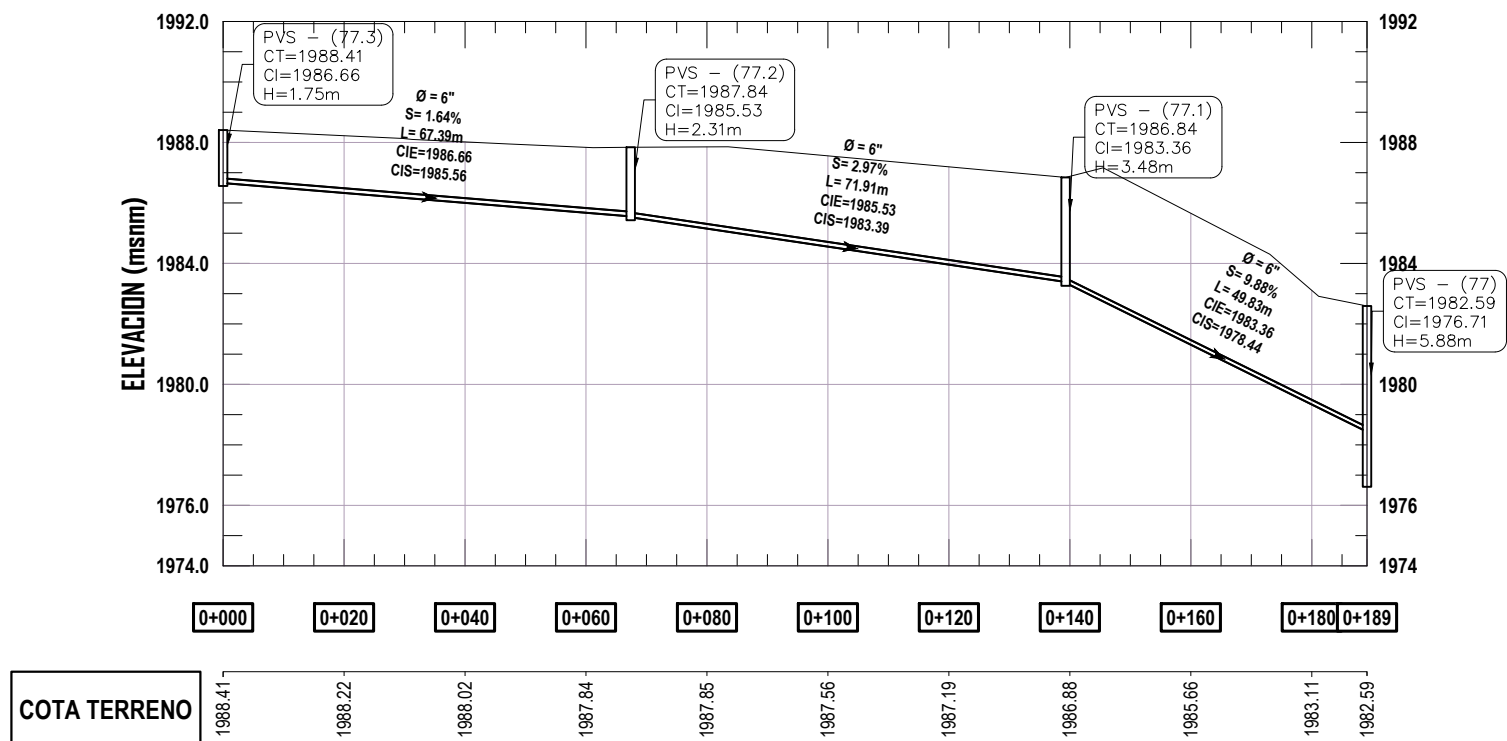
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 70-PTAR

ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 75-78

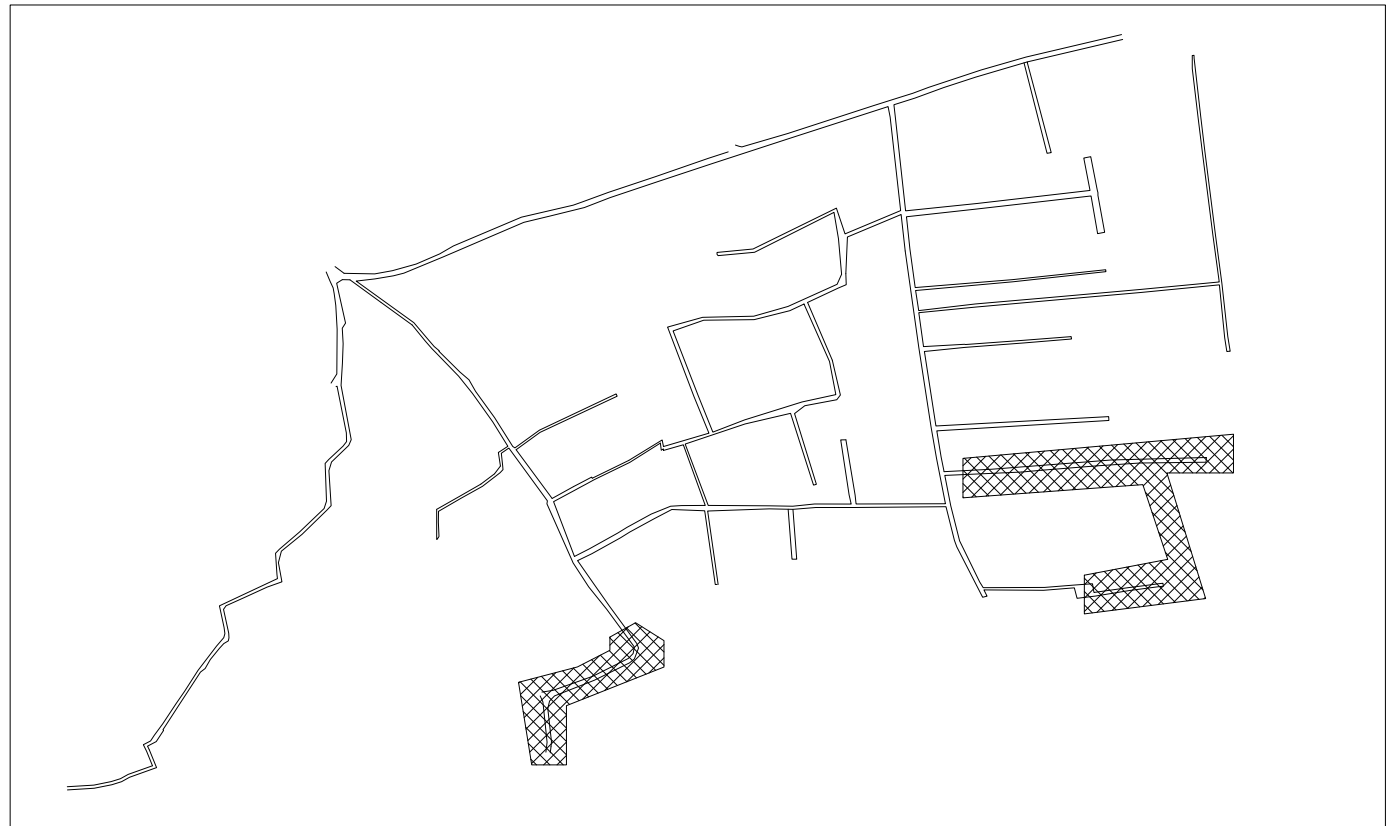
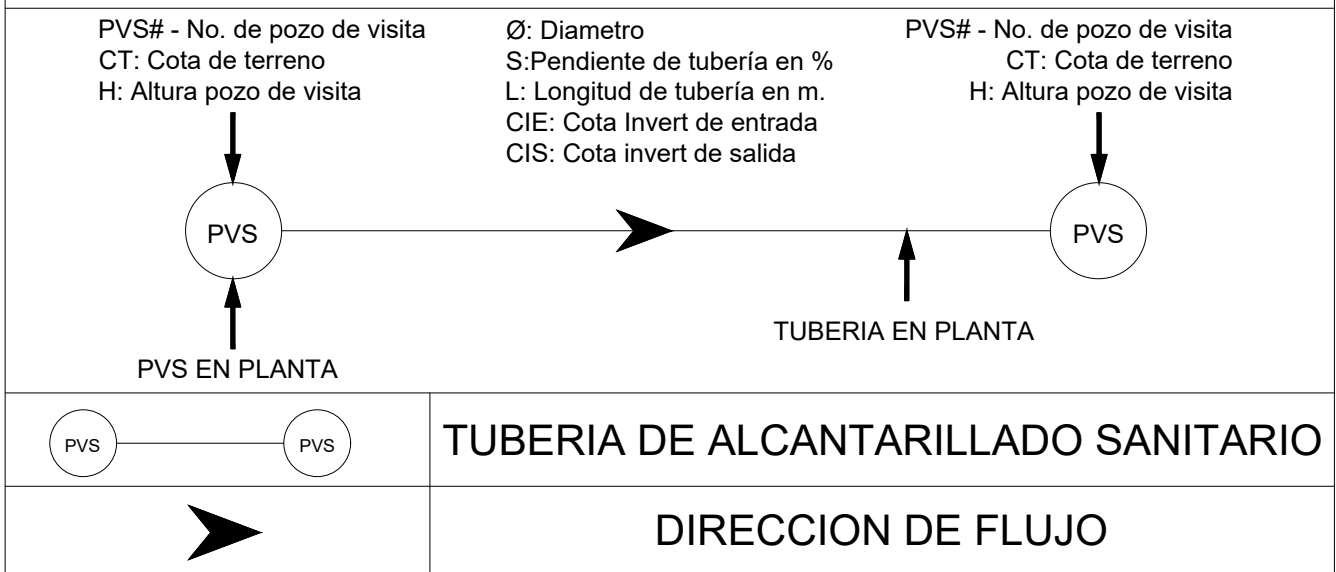
ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 77.3-77

ESCALA 1/1250

REFERENCIA EN PLANTA



SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 70 - PVS PTAR, TRAMO PVS 75 - PVS 78
TRAMO PVS 77.3 - PVS 77

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20190427

REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

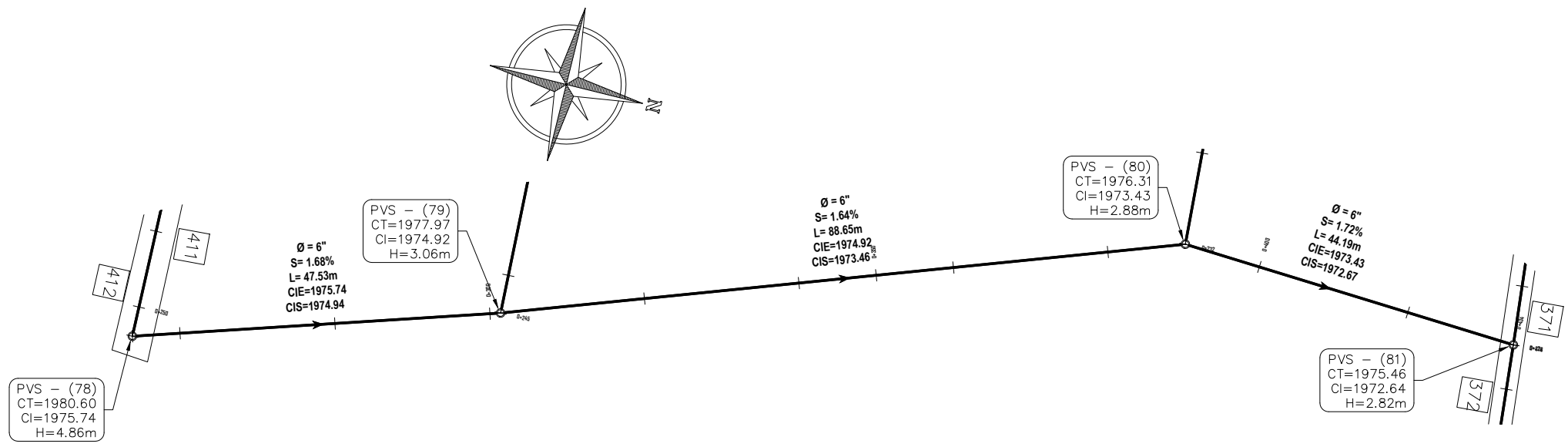
FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

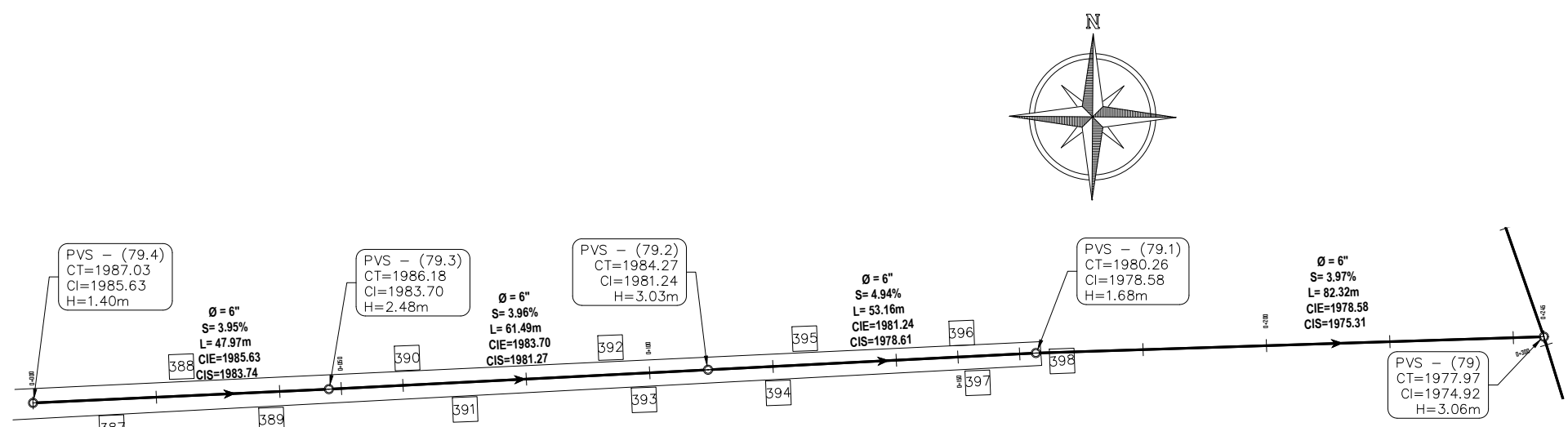
ESCALA:
LA INDICADA

HOJA:
13
18



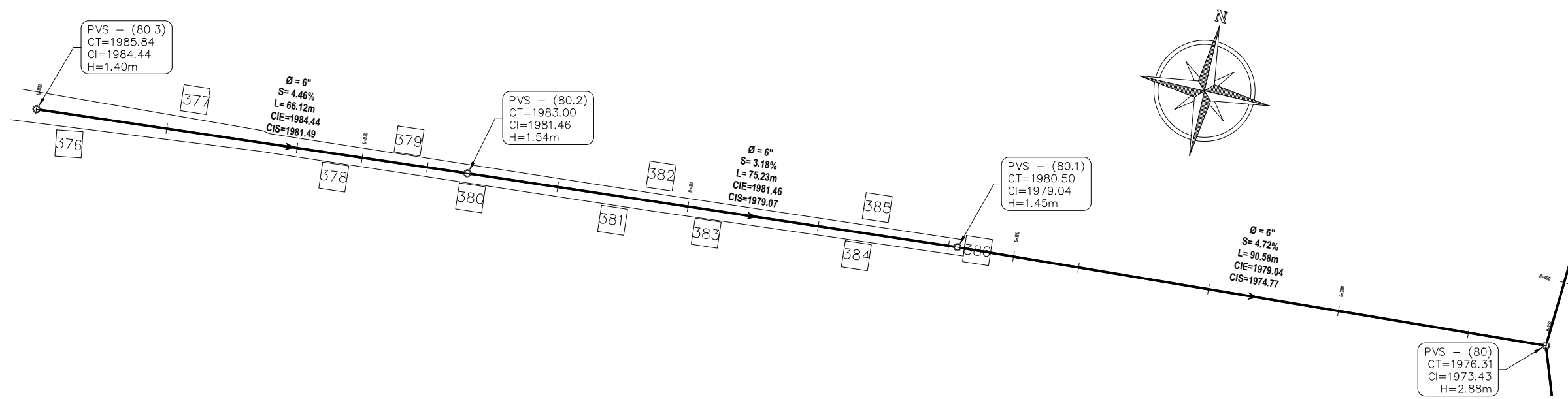
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 78-81

ESCALA 1/750



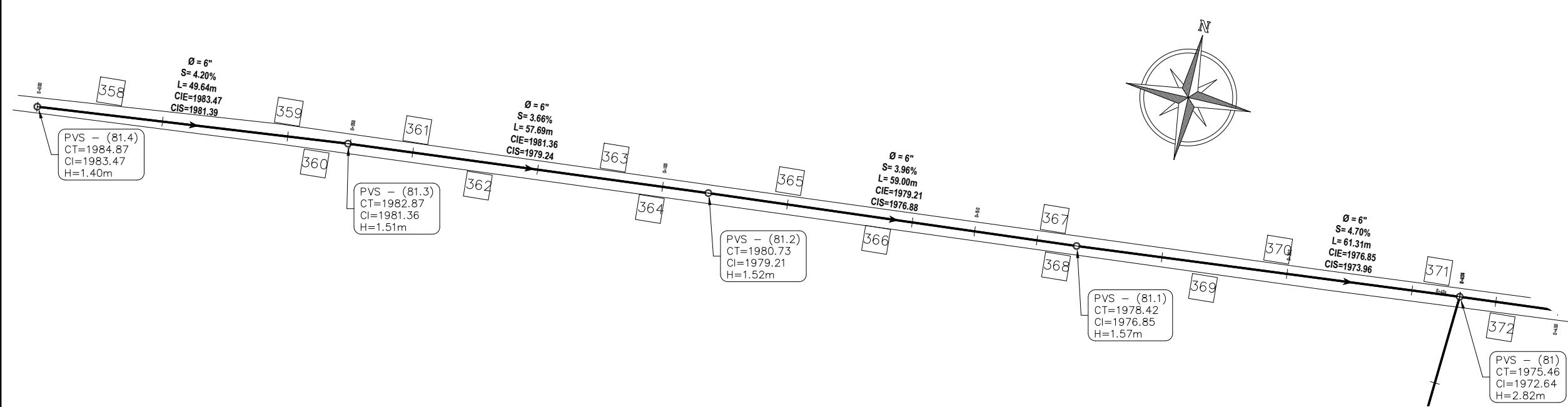
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 79.4-79

ESCALA 1/750



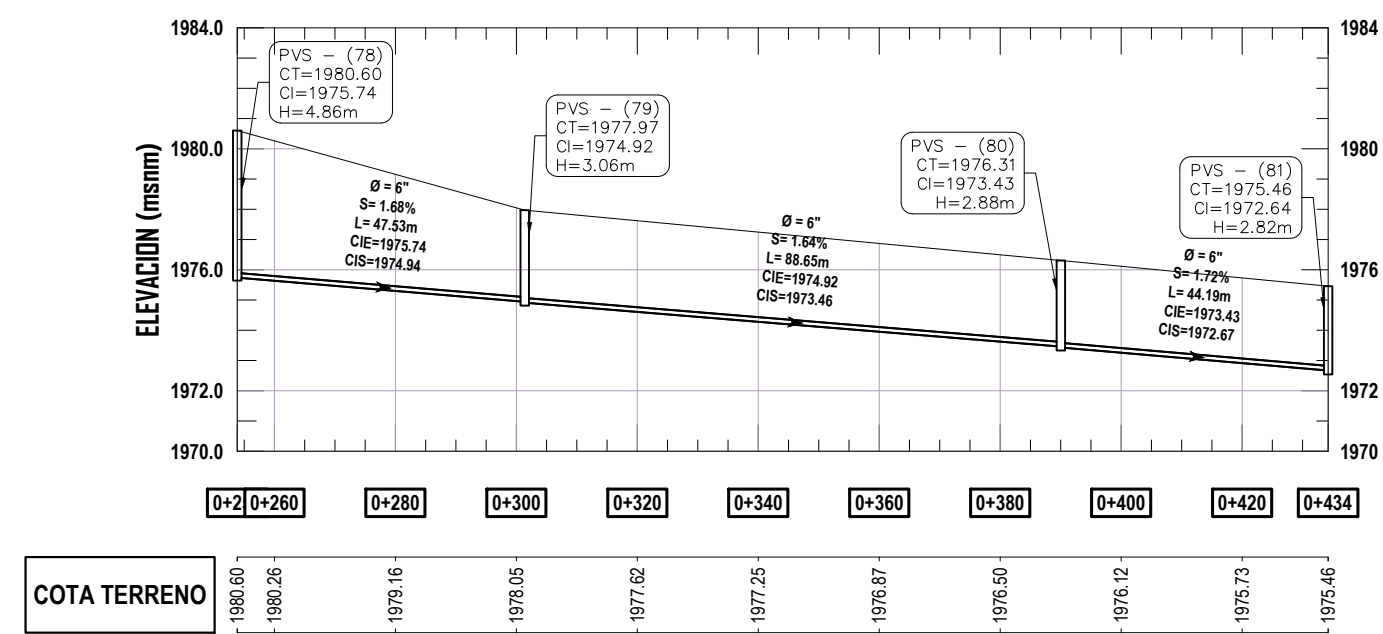
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 80.3-80

ESCALA 1/750



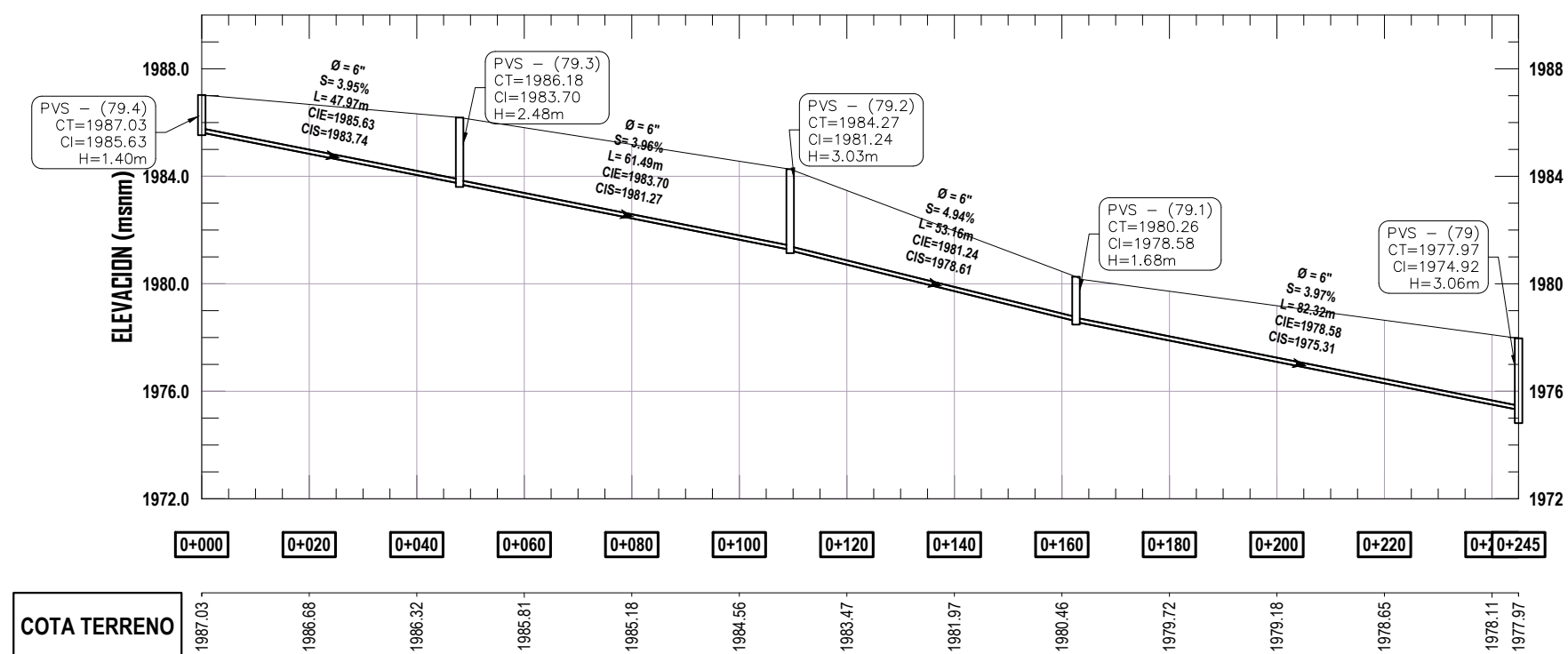
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 81.4-81

ESCALA 1/750



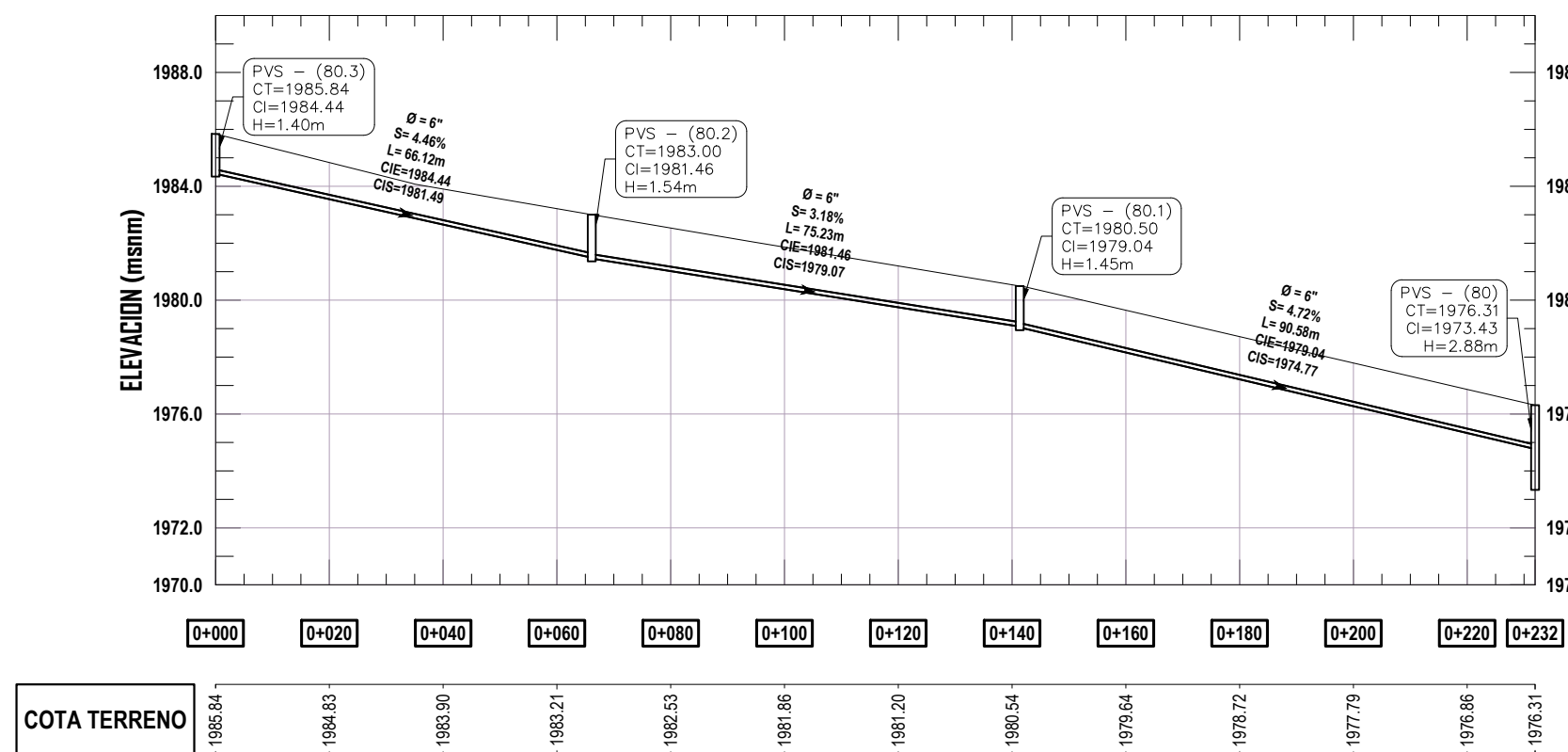
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 78-81

ESCALA 1/1250



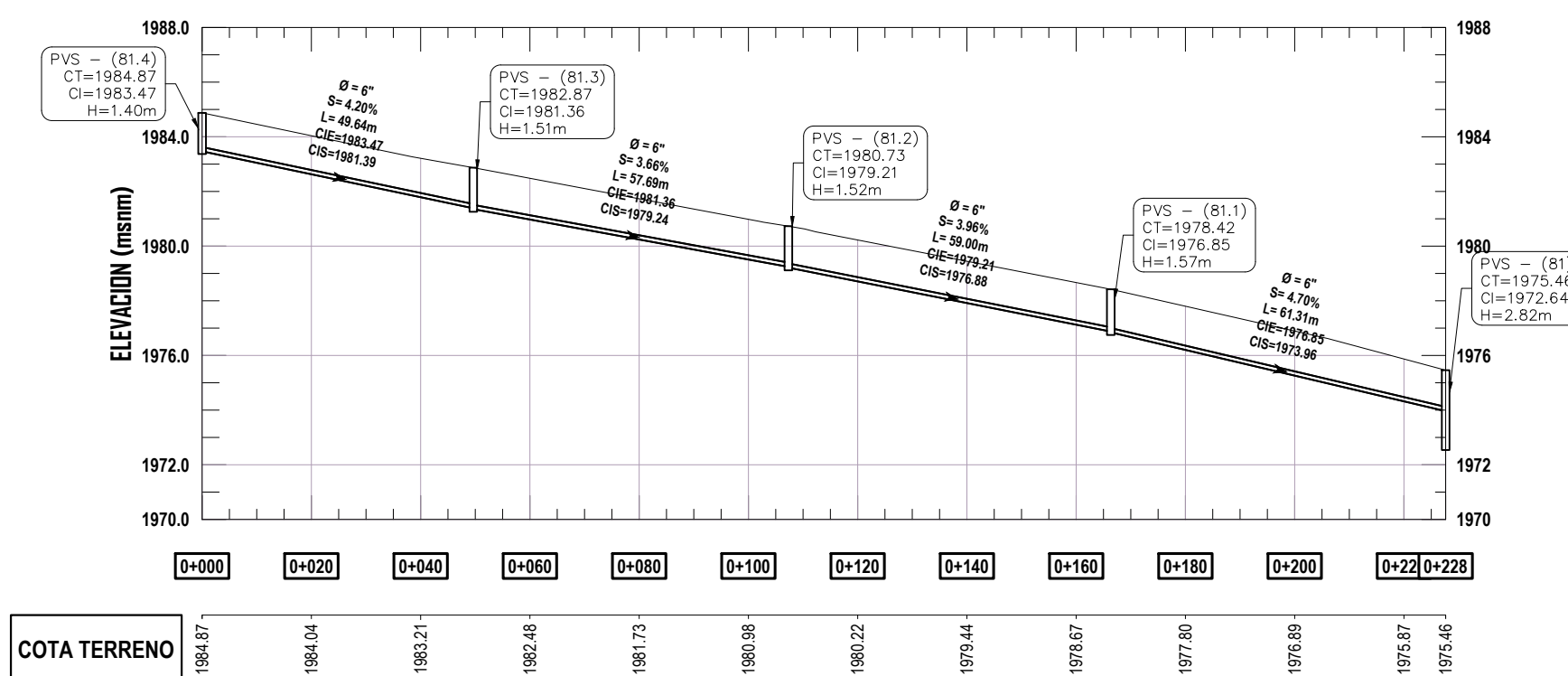
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 79.4-79

ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 80.3-80

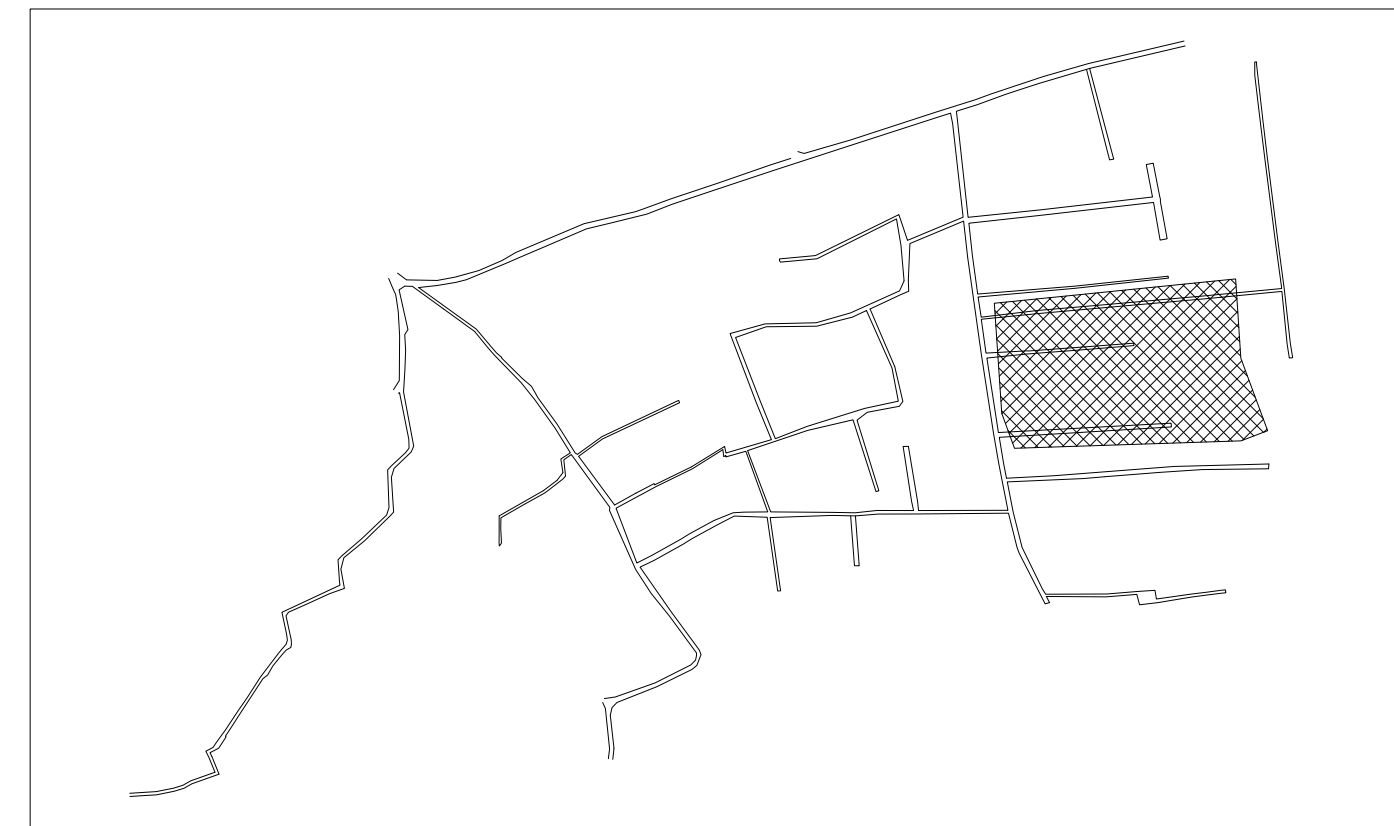
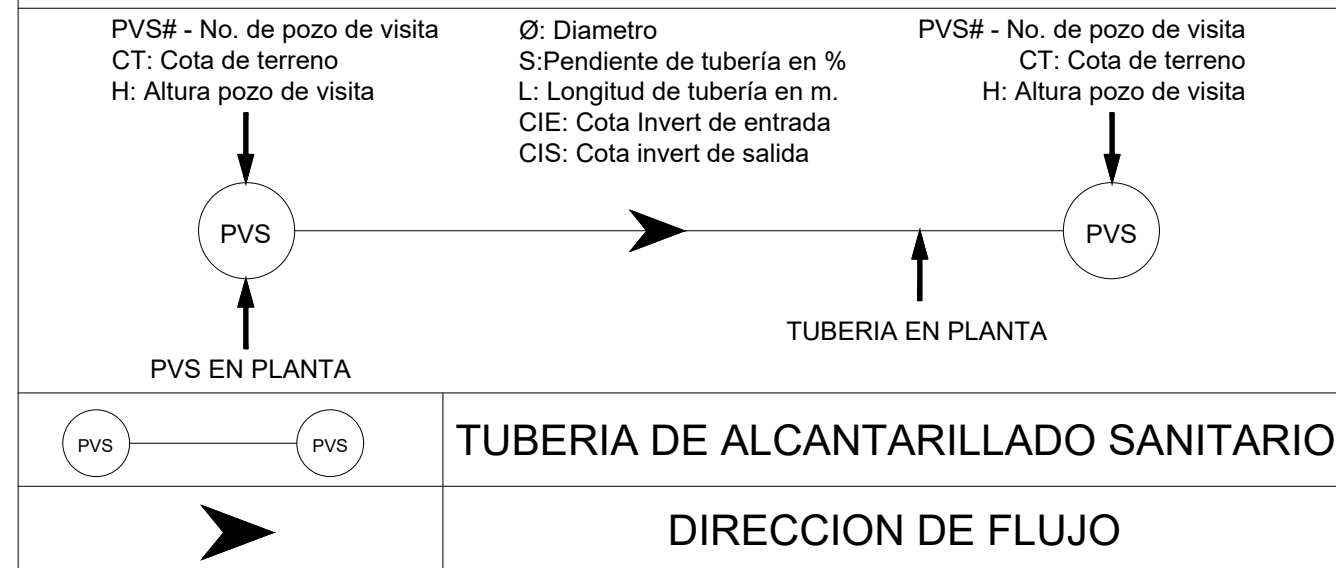
ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 81.4-81

ESCALA 1/1250

REFERENCIA EN PLANTA



SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 78 - PVS 81, TRAMO PVS 79.4 - PVS 79
TRAMO PVS 80.3 - PVS 80, TRAMO PVS 81.4 - PVS 81

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20190427

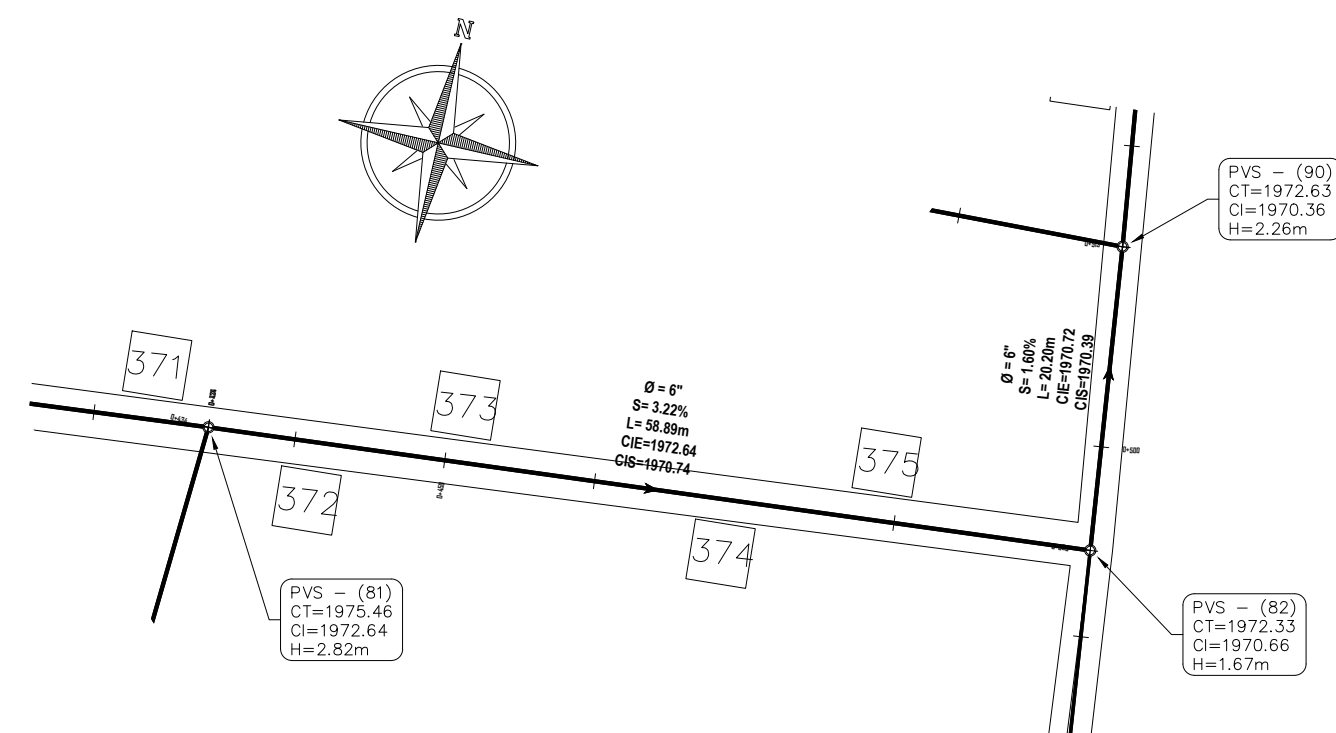
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

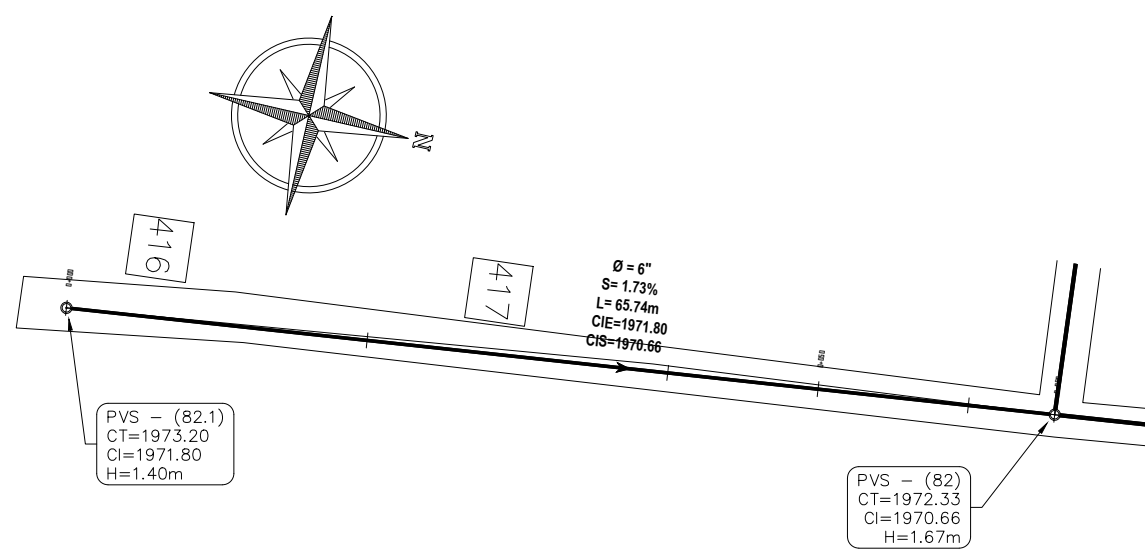
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
14
18



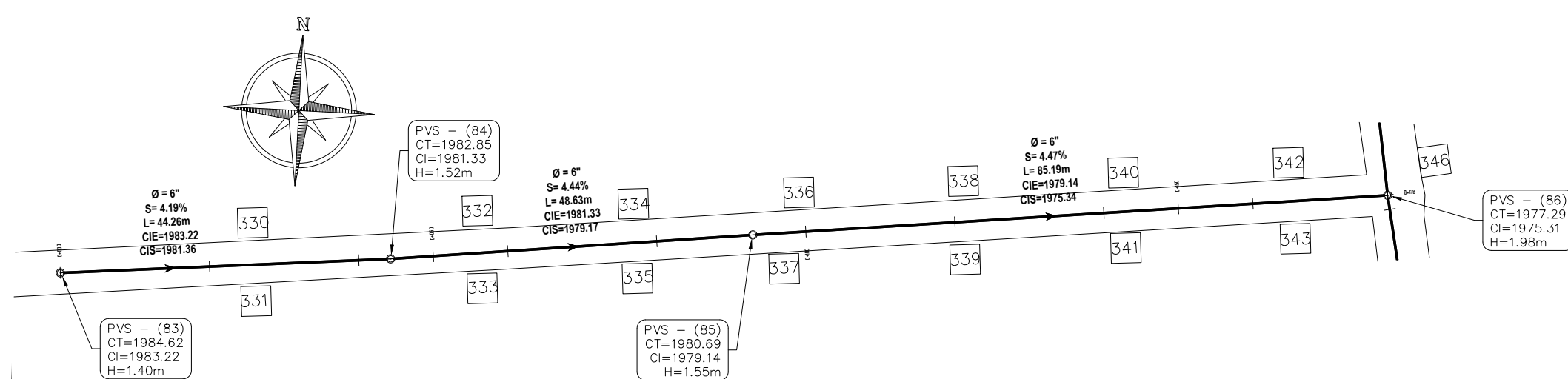
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 81–82

ESCALA 1/500



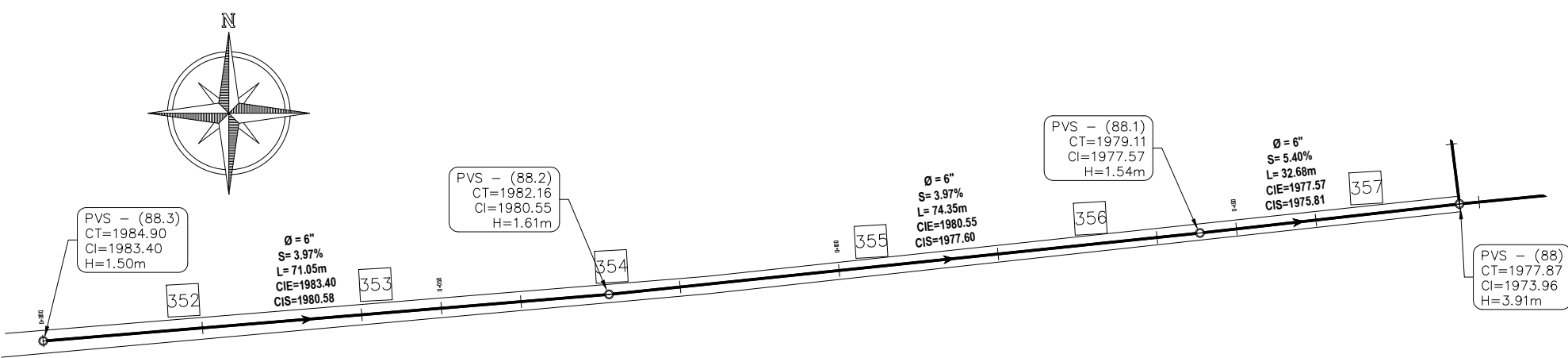
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 82.1–82

ESCALA 1/500



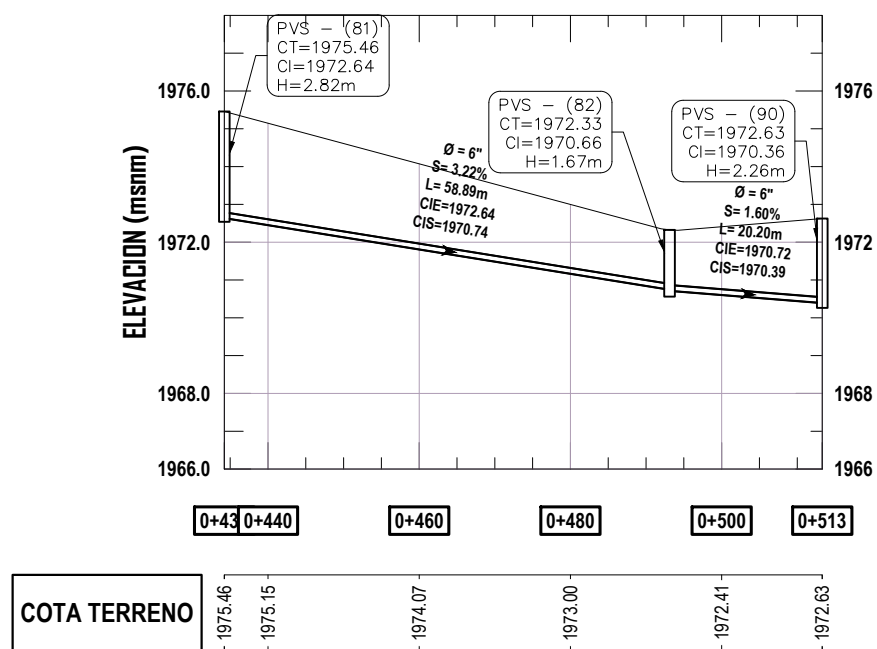
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 83–86

ESCALA 1/750



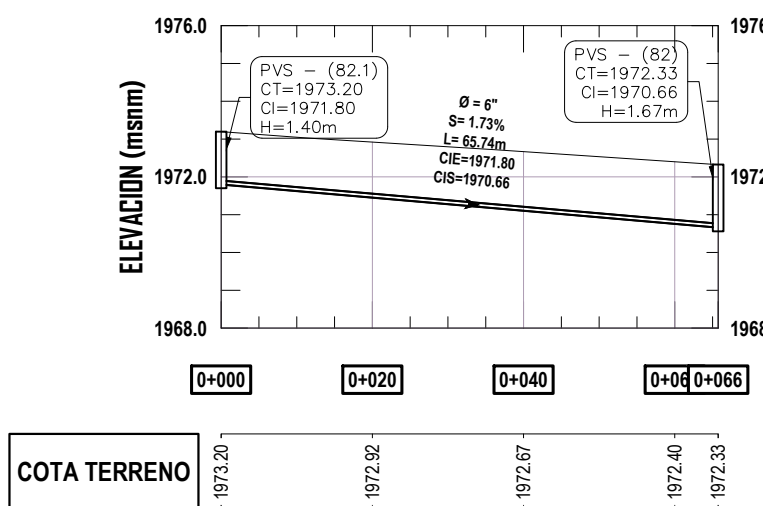
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 88.3–88

ESCALA 1/750



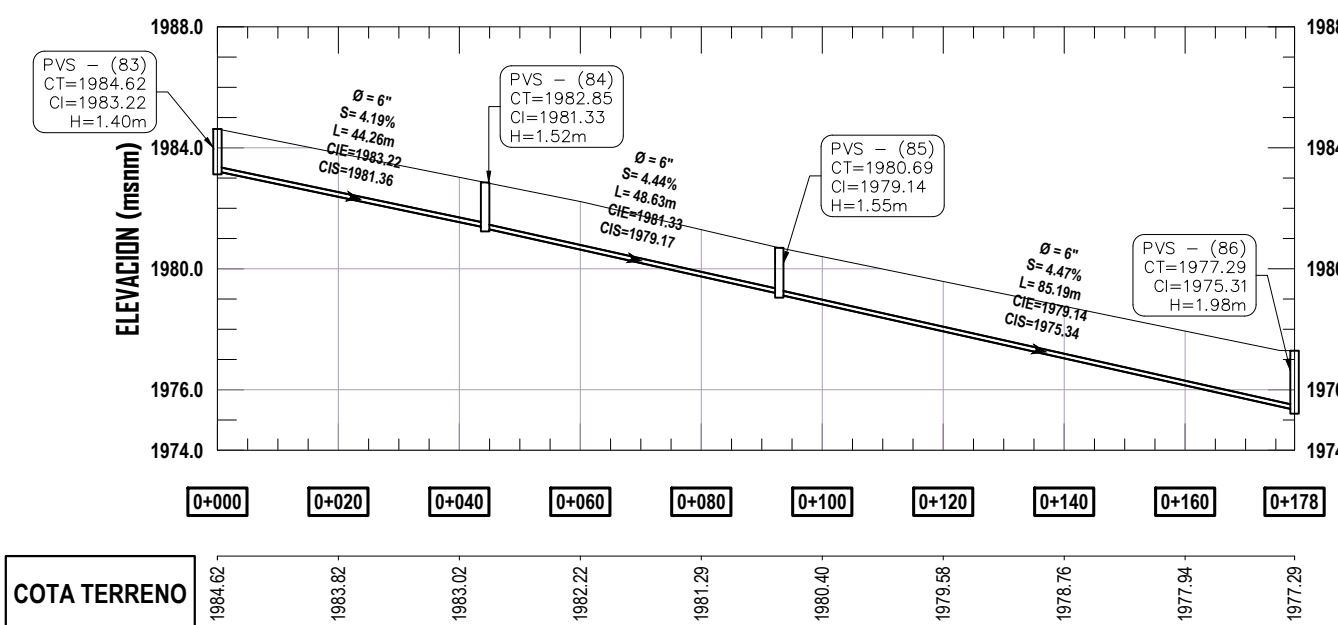
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 81–82

ESCALA 1/1000



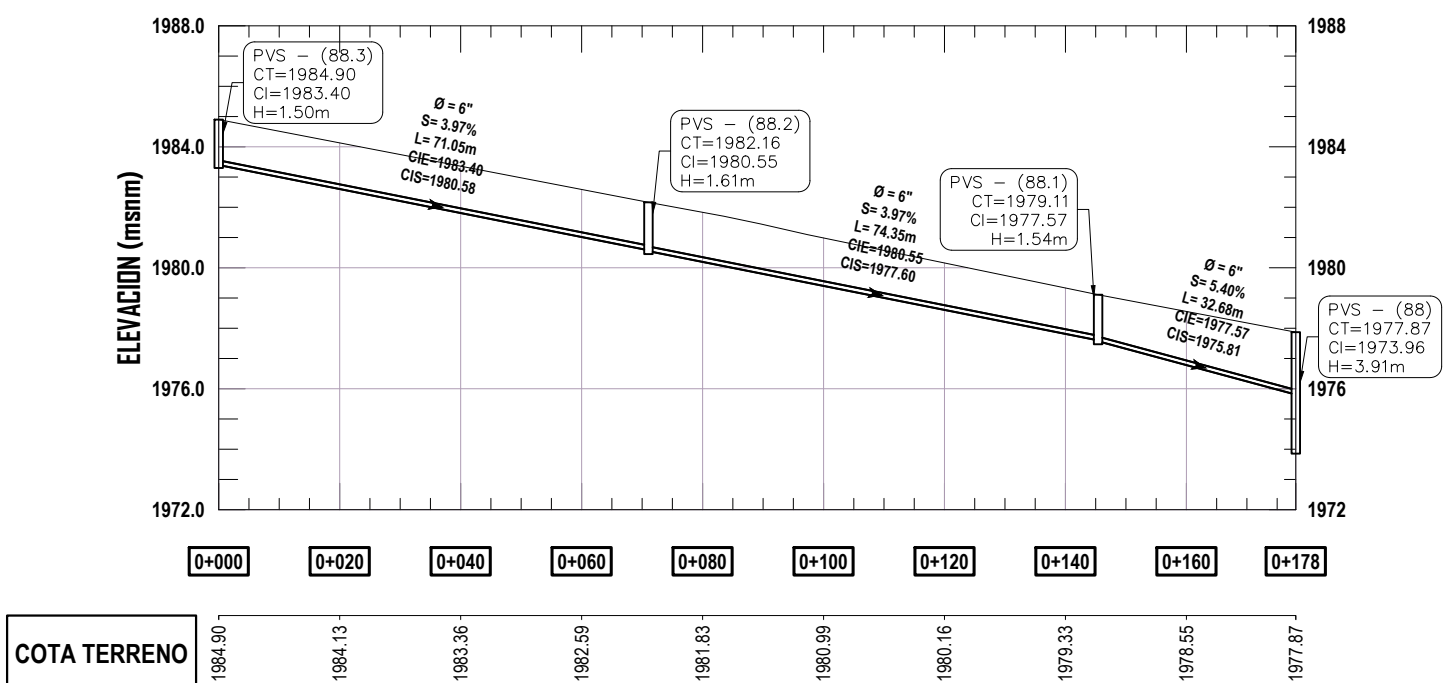
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 82.1–82

ESCALA 1/1000



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 83–86

ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 88.3–88

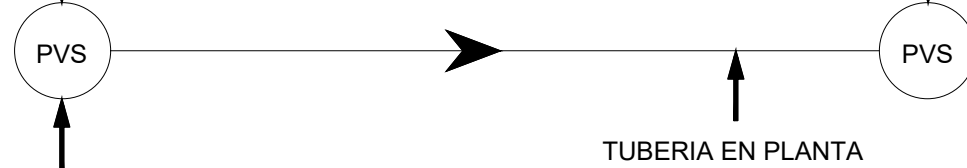
ESCALA 1/1250

REFERENCIA EN PLANTA

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita

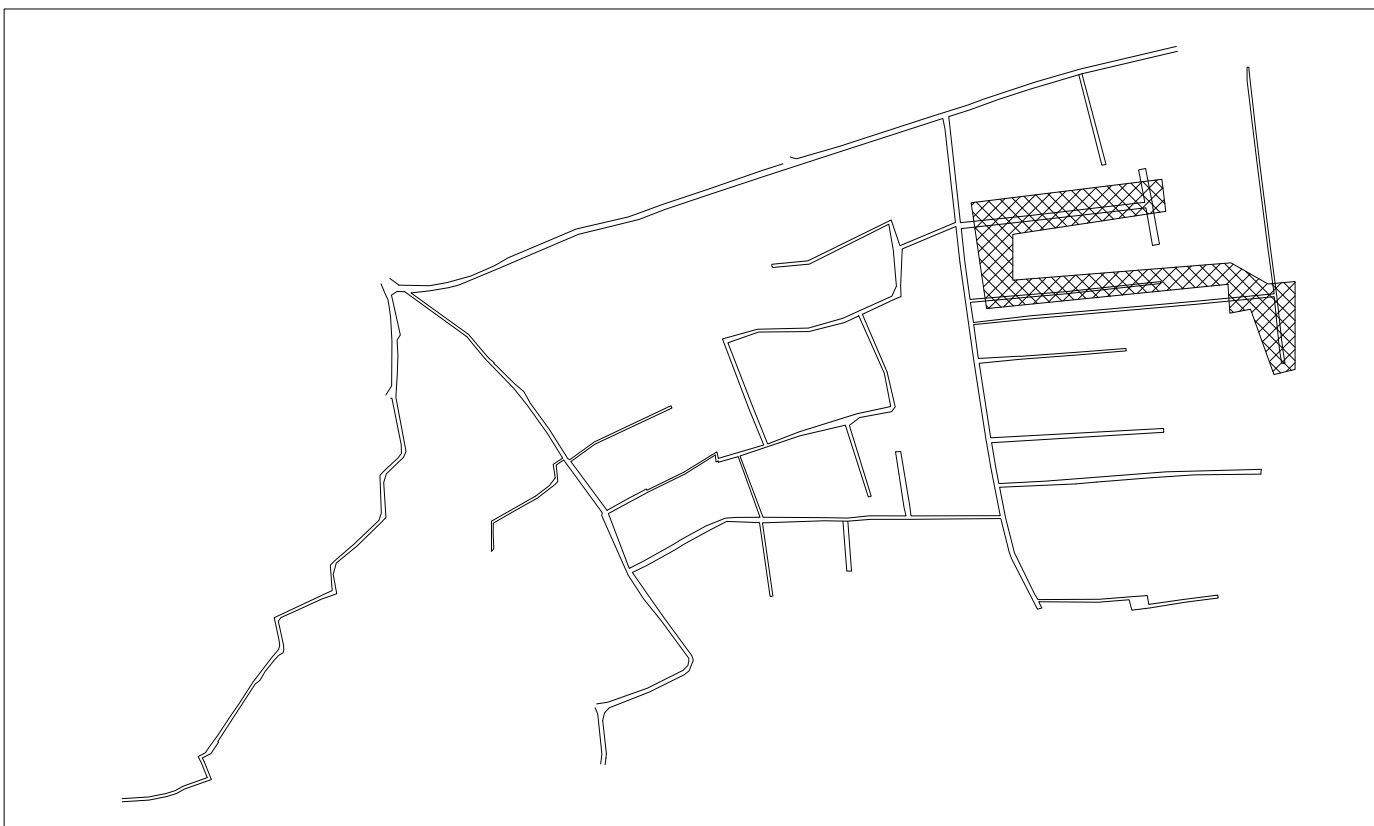
Ø: Diametro
S: Pendiente de tubería en %
L: Longitud de tubería en m.
CIE: Cota Invert de entrada
CIS: Cota invert de salida

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita



TUBERIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

DIRECCION DE FLUJO



SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 81 - PVS 82 TRAMO PVS 82.1 - PVS 82
TRAMO PVS 83 - PVS 86, TRAMO PVS 88.3 - PVS 88

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20190427

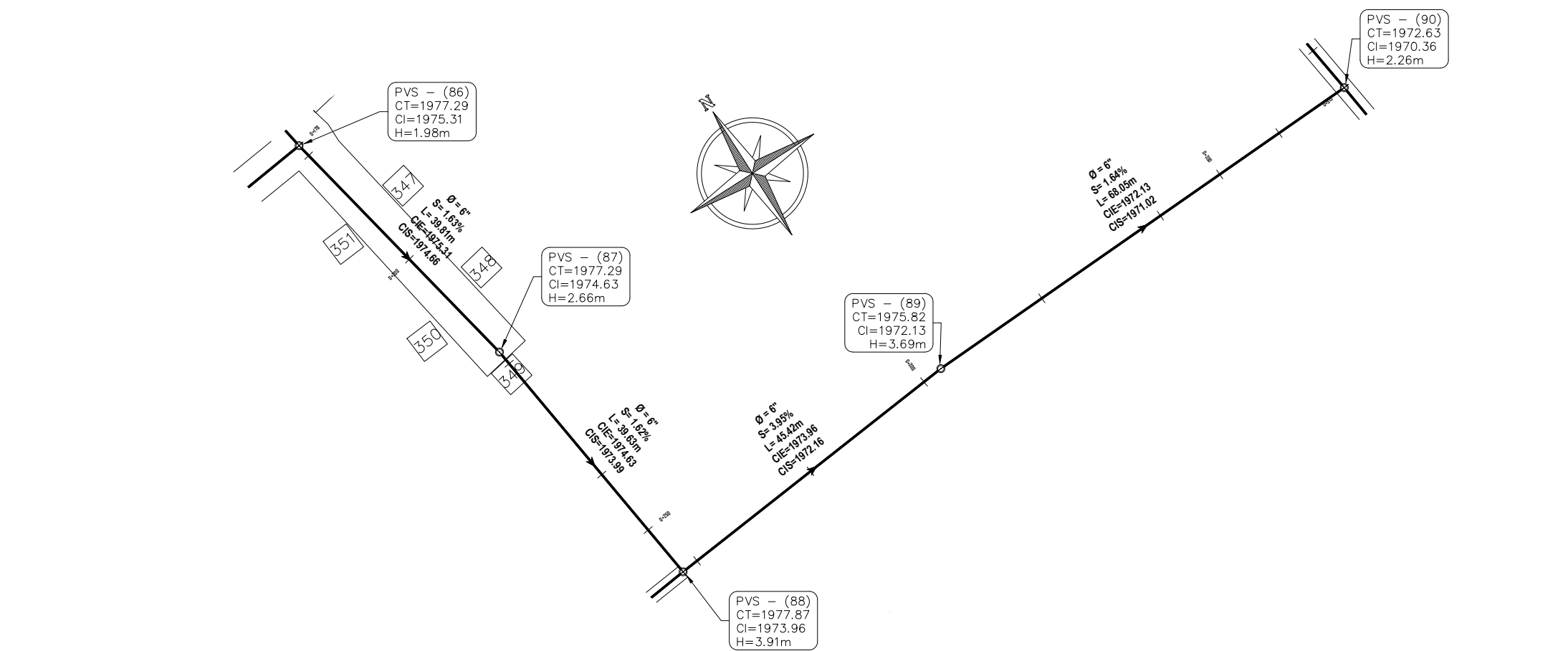
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

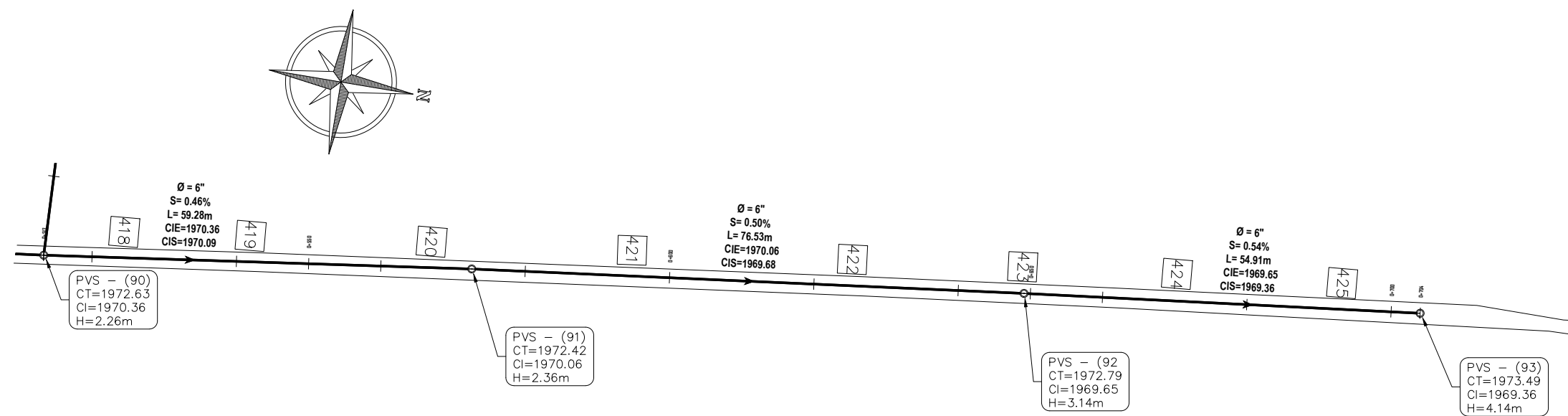
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
15
18



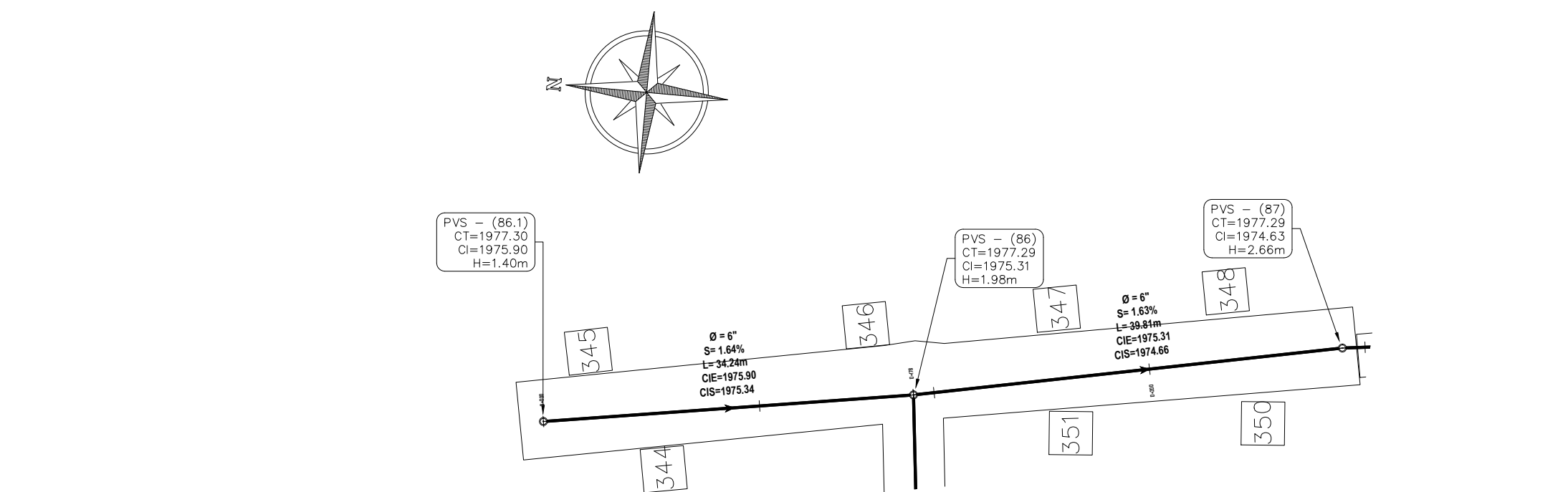
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 86–90

ESCALA 1/750



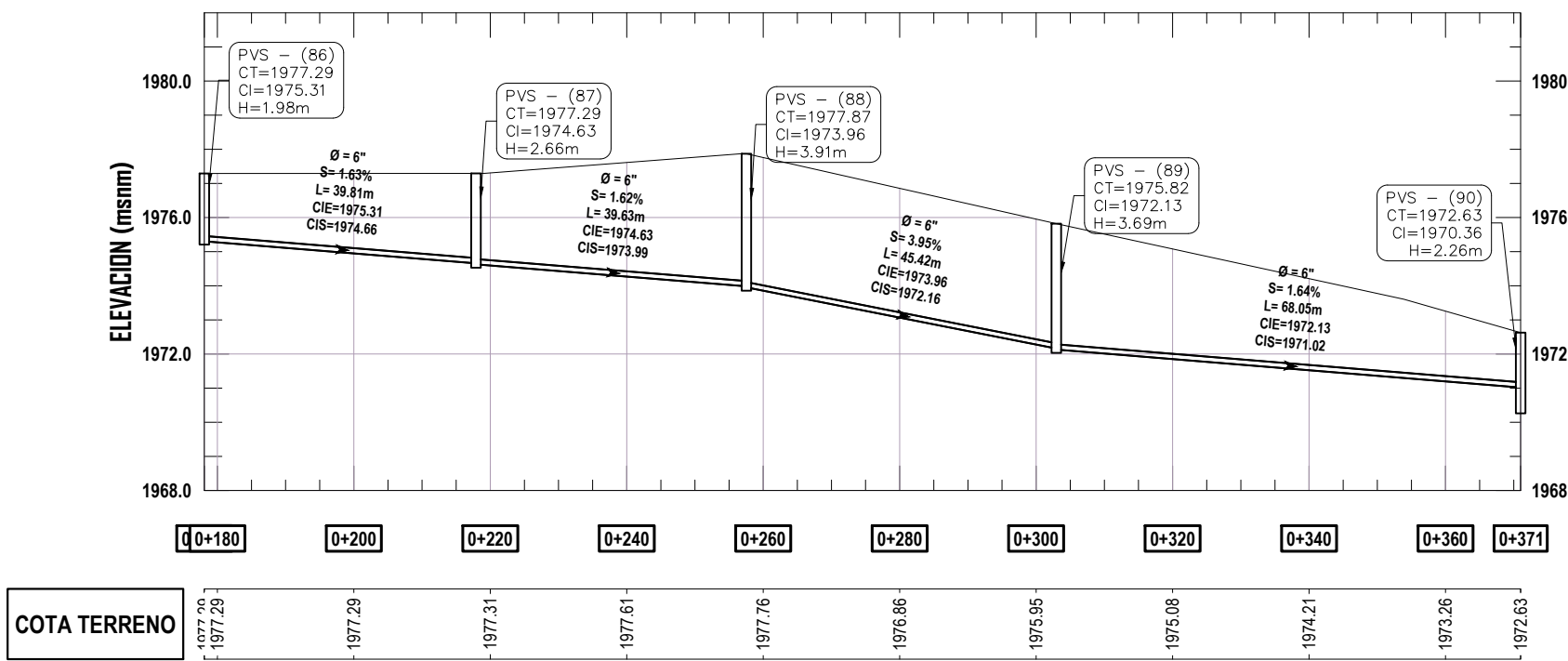
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 90–93

ESCALA 1/750



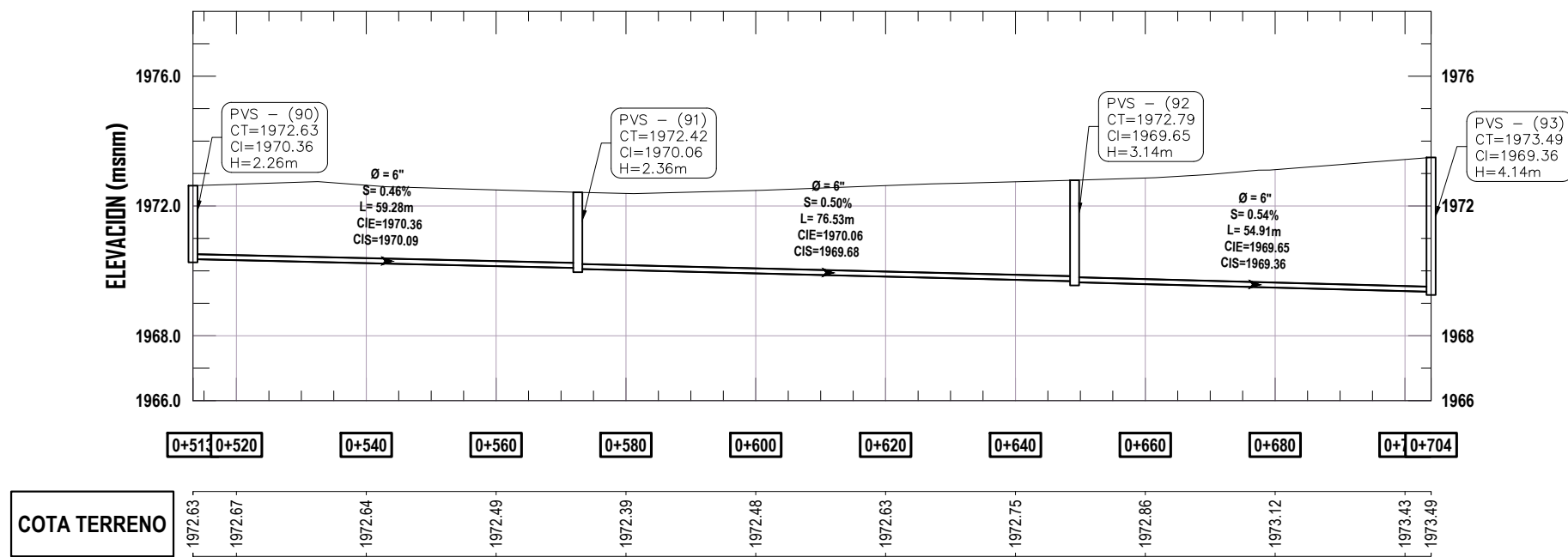
PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 86.1–86

ESCALA 1/500



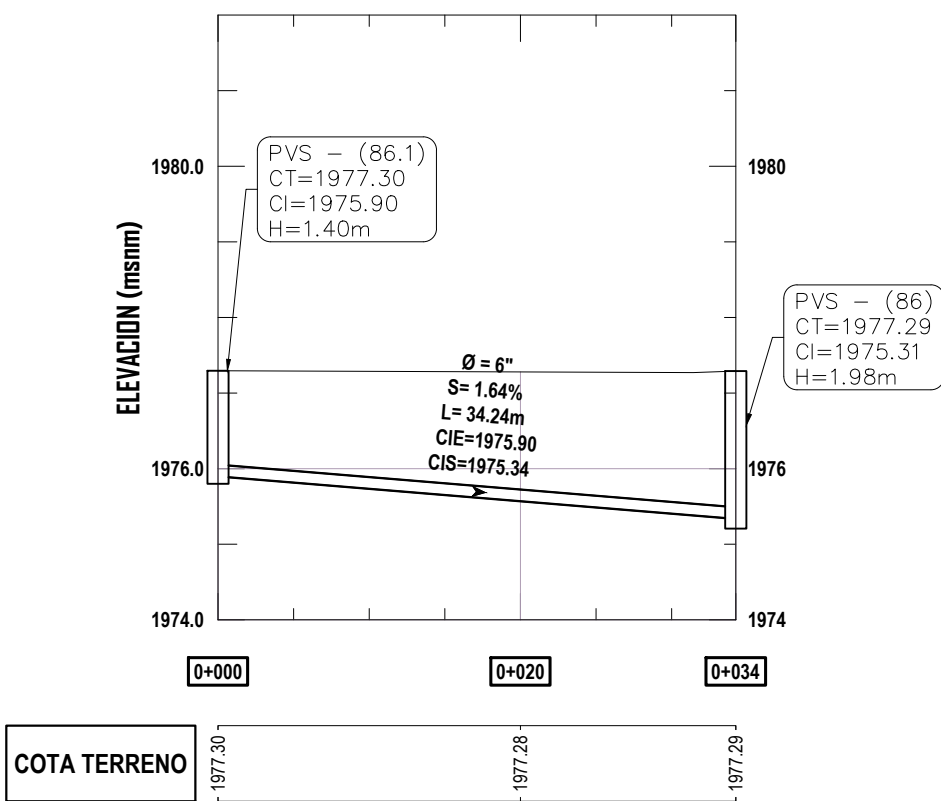
PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 86–90

ESCALA 1/1250



PERFIL DRENAJE SANITARIO PVS 90–93

ESCALA 1/1000



PLANTA DRENAJE SANITARIO PVS 86.1–86

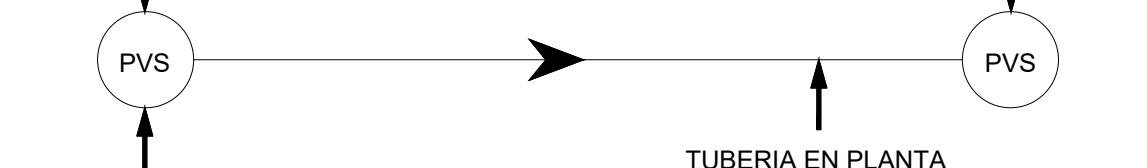
ESCALA 1/1000

REFERENCIA EN PLANTA

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita

Ø: Diametro
S: Pendiente de tubería en %
L: Longitud de tubería en m.
CIE: Cota Invert de entrada
CIS: Cota Invert de salida

PVS# - No. de pozo de visita
CT: Cota de terreno
H: Altura pozo de visita



PVS EN PLANTA

TUBERIA EN PLANTA

TUBERIA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

DIRECCION DE FLUJO



SIMBOLOGIA

No	CASA
○	POZO DE VISITA
S	PENDIENTE
L	LONGITUD TUBERIA
—	TUBERIA
0+000	CAMINAMIENTO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
Ø	DIAMETRO
H	PROFUNDIDAD DE POZO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
TRAMOS PVS 86 - PVS 90, TRAMO PVS 90 - PVS 93
TRAMO PVS 86.1 - PVS 86

DIBUJO:
ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20104227

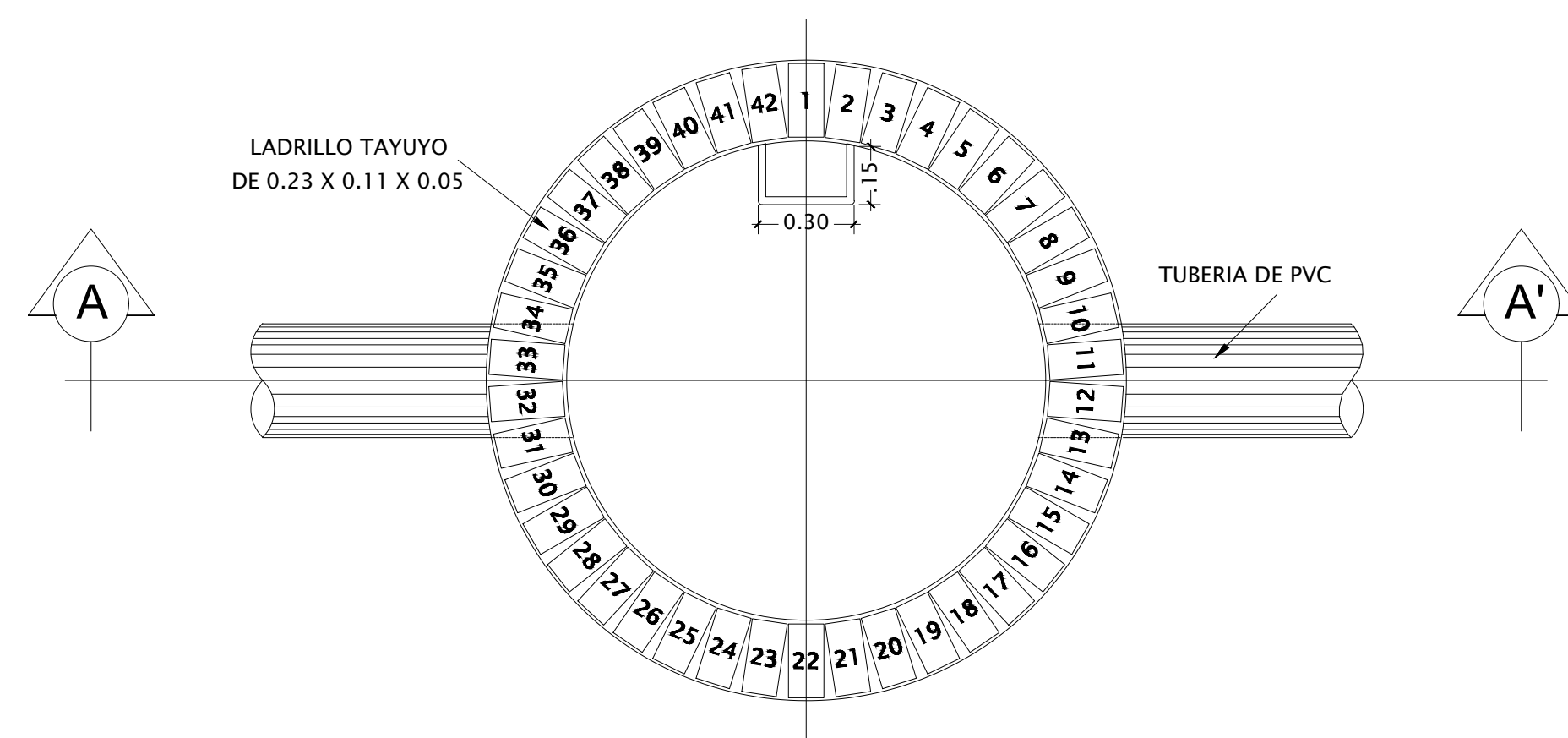
REVISÓ:
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO. MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

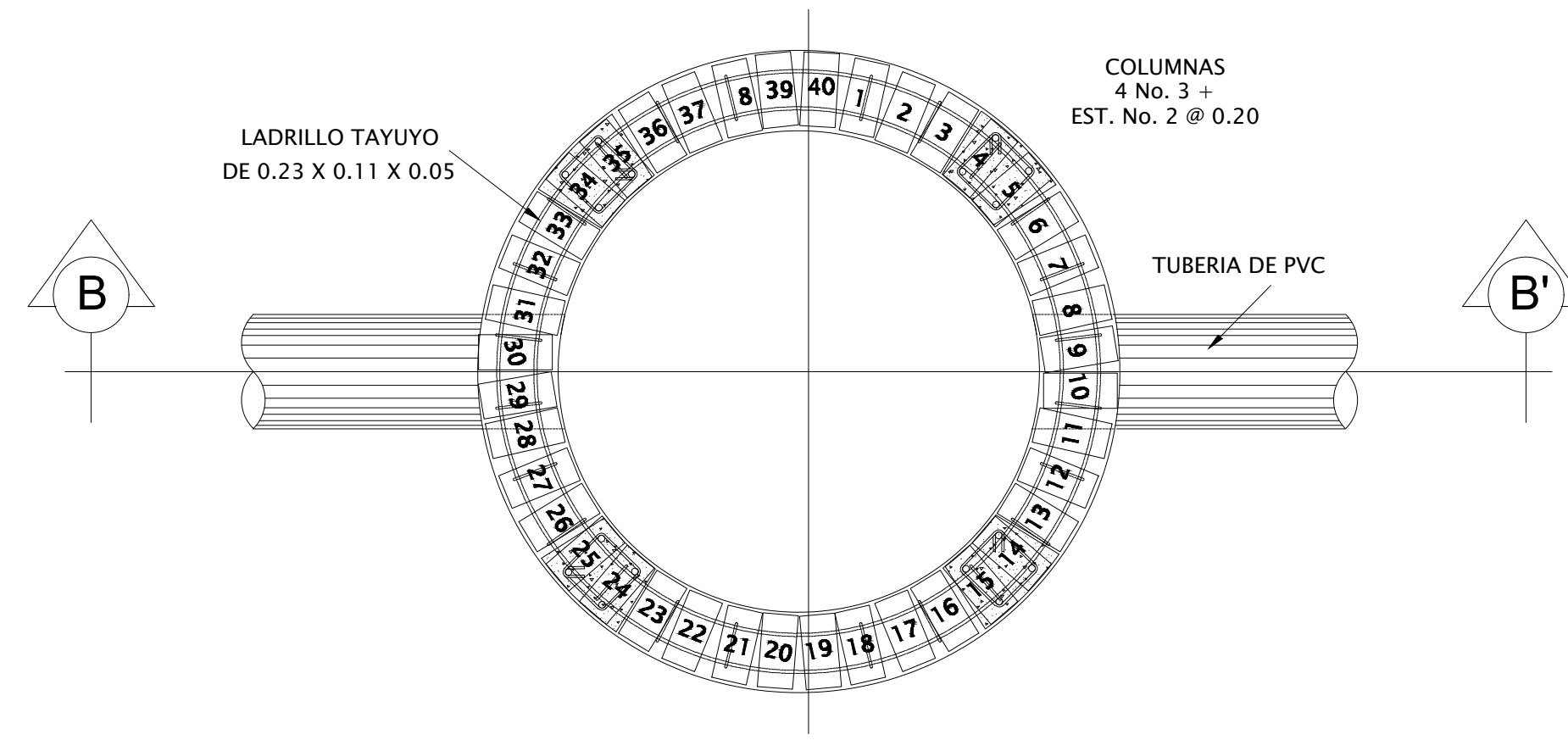
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
16
18



PLANTA POZO DE VISITA A

ESCALA 1/20

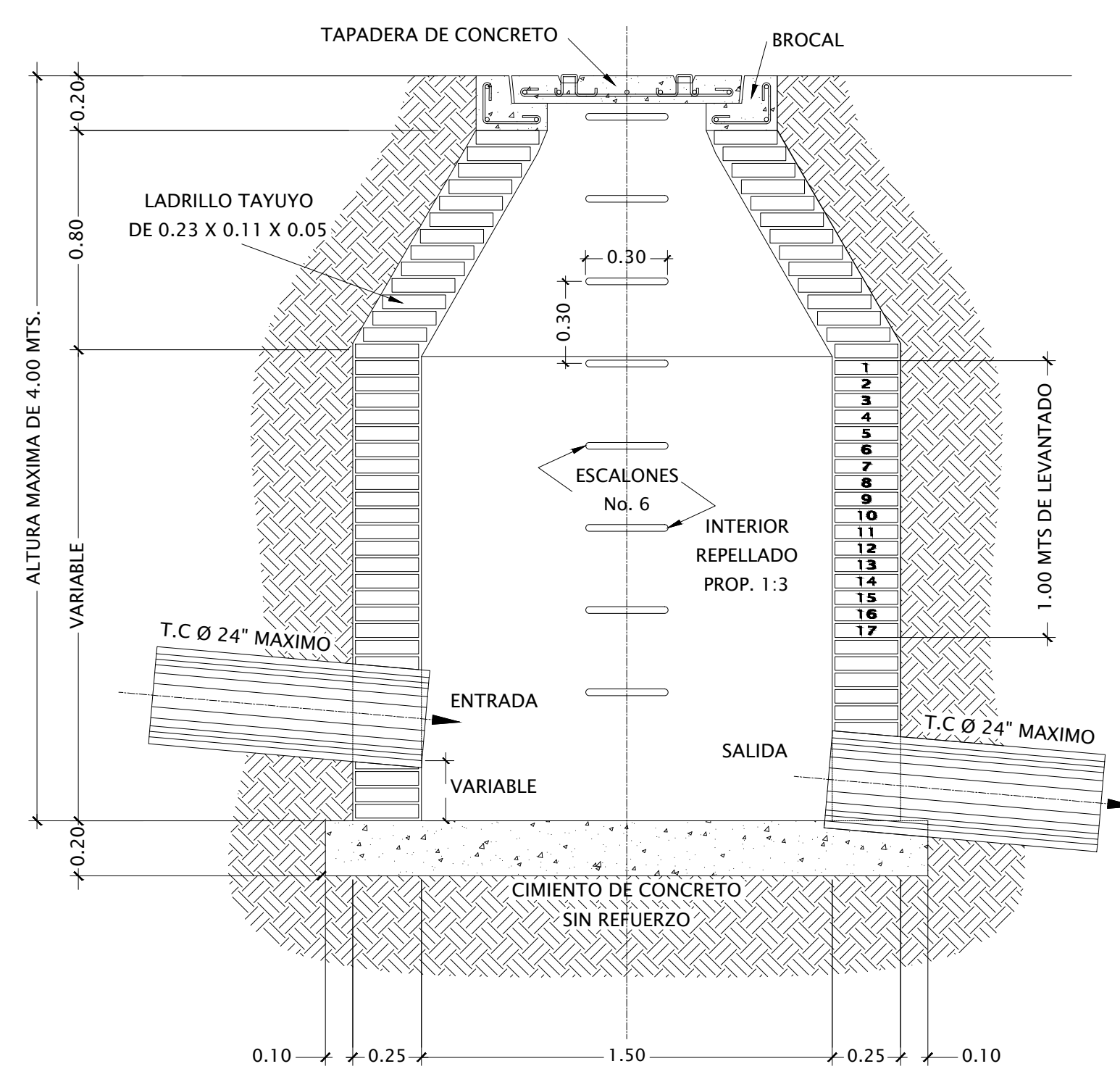


PLANTA POZO DE VISITA B

ESCALA 1/20

NOTAS:
EN CASO DE QUE LA DIFERENCIA ENTRE LA COTA INVERT DE ENTRADA Y LA DE SALIDA SEA MAYOR DE 0.20 MTS. DEBE DEJARSE EN EL FONDO DEL POZO UN COLCHON DE AGUA DE 0.20 MTS. DE ALTURA

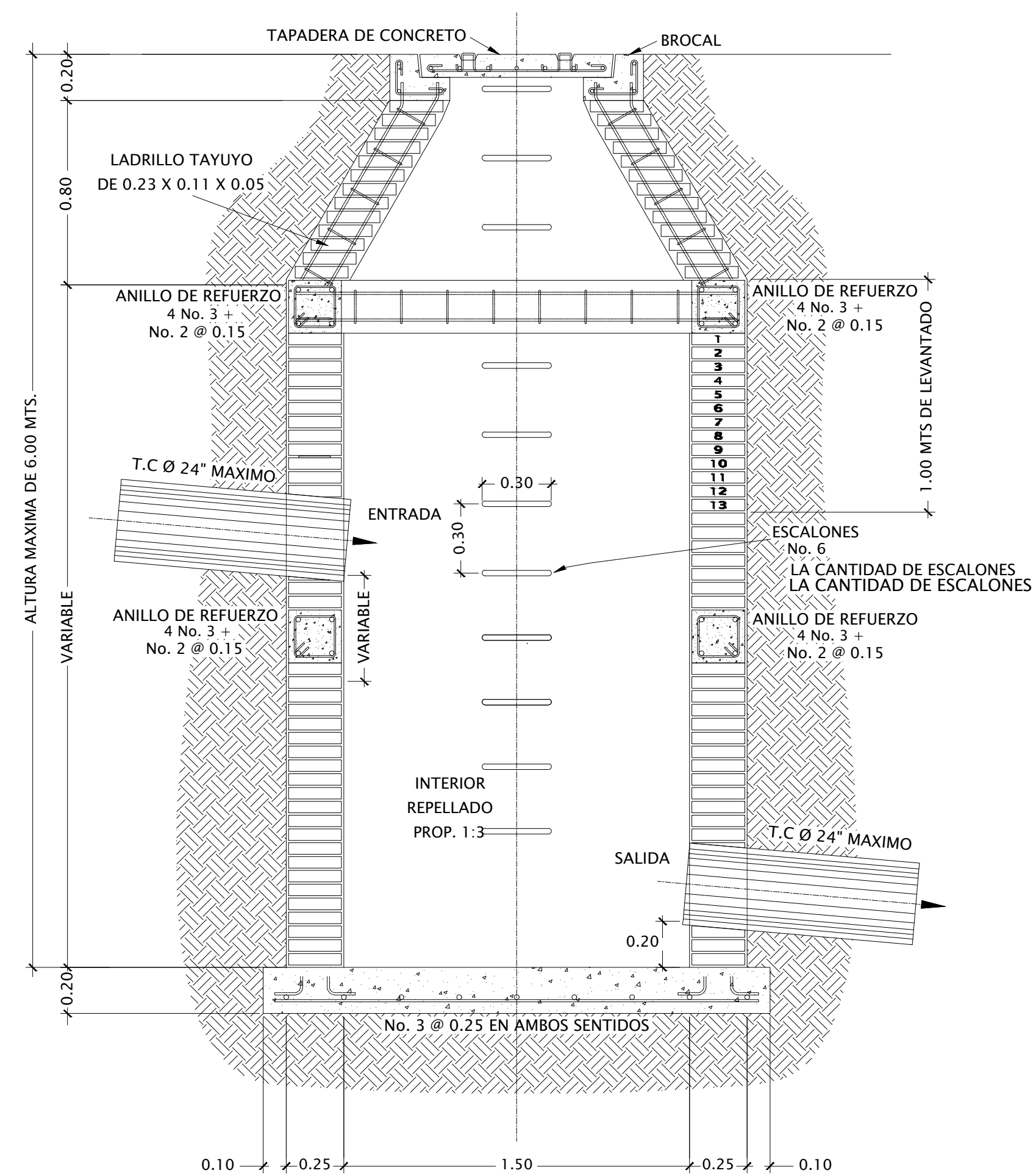
EL DIAMETRO DEL POZO A CONSTRUIR DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON EL DIAMETRO MAXIMO DE ENTRADA INDICADO EN ESTA HOJA, PERO LOS POZOS MAYORES DE 4.00 MTS. DEBERAN TENER POR LO MENOS 1.50 MTS. DE DIAMETRO Y LOS MAYORES DE 6.00 MTS. POR LO MENOS 1.75 MTS. DE DIAMETRO



SECCION A-A' POZO DE VISITA

ESCALA 1/20

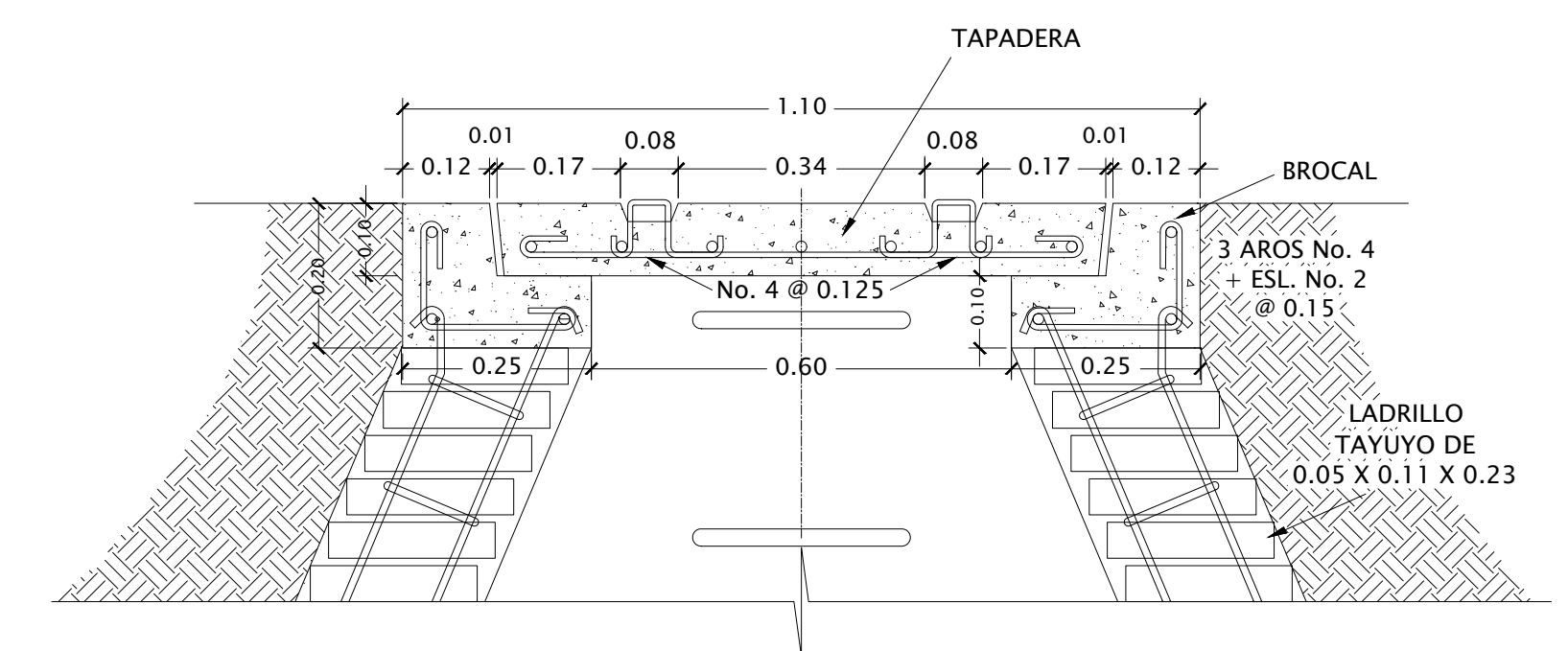
DETALLE DE POZO DE VISITA TIPO A PARA ALTURAS ENTRE 0.00 Y 4.00 MTS Y DIAMETRO DE T.PVC MAXIMO DE 24"



SECCION B-B' POZO DE VISITA

ESCALA 1/20

DETALLE DE POZO DE VISITA TIPO B PARA ALTURAS ENTRE 4.00 Y 6.00 MTS Y DIAMETRO DE T.PVC MAXIMO DE 24"



DETALLE TIPICO DE BROCAL Y TAPADERA

ESCALA 1/10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: DETALLE DE POZOS DE VISITA

DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20150427

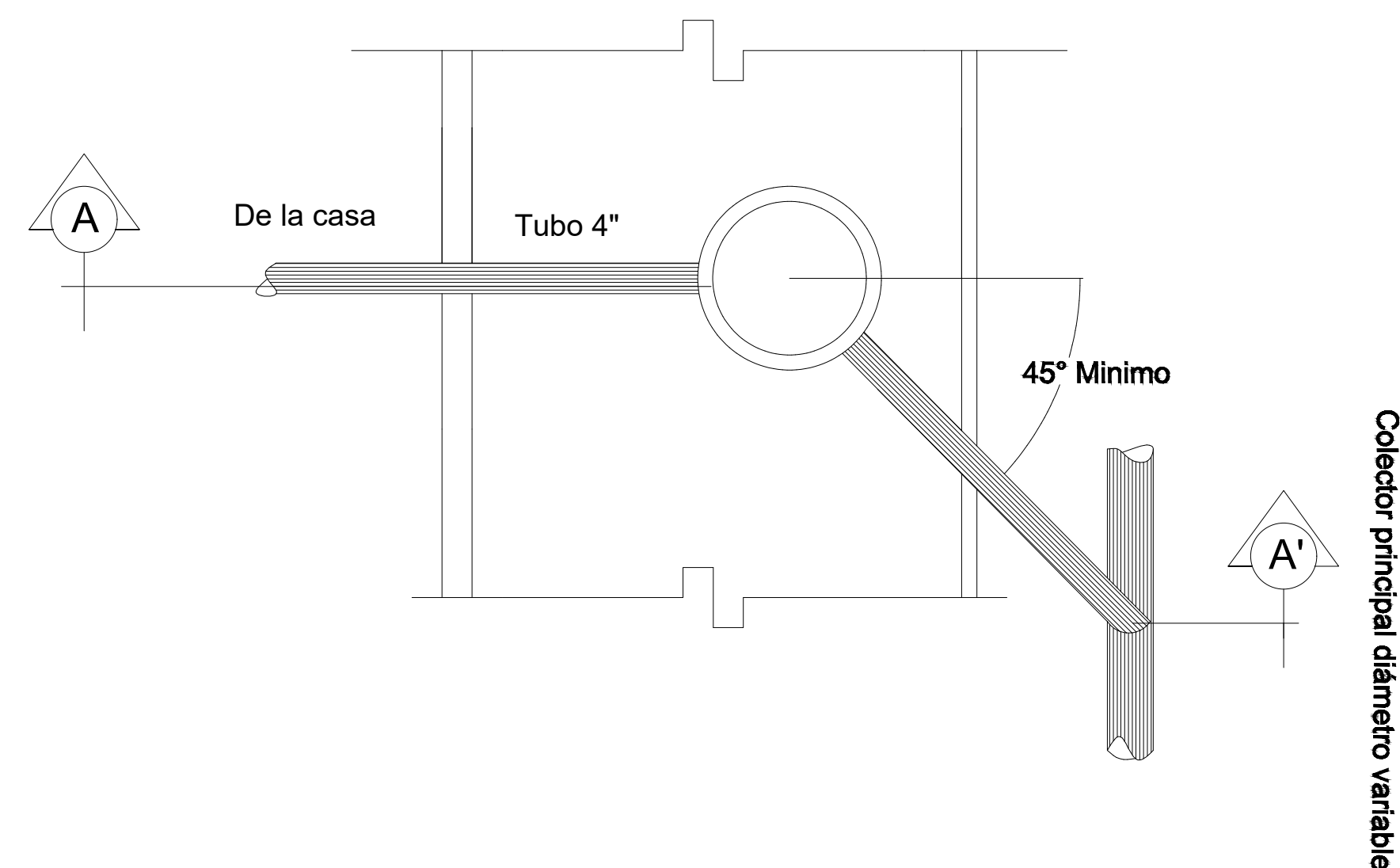
REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

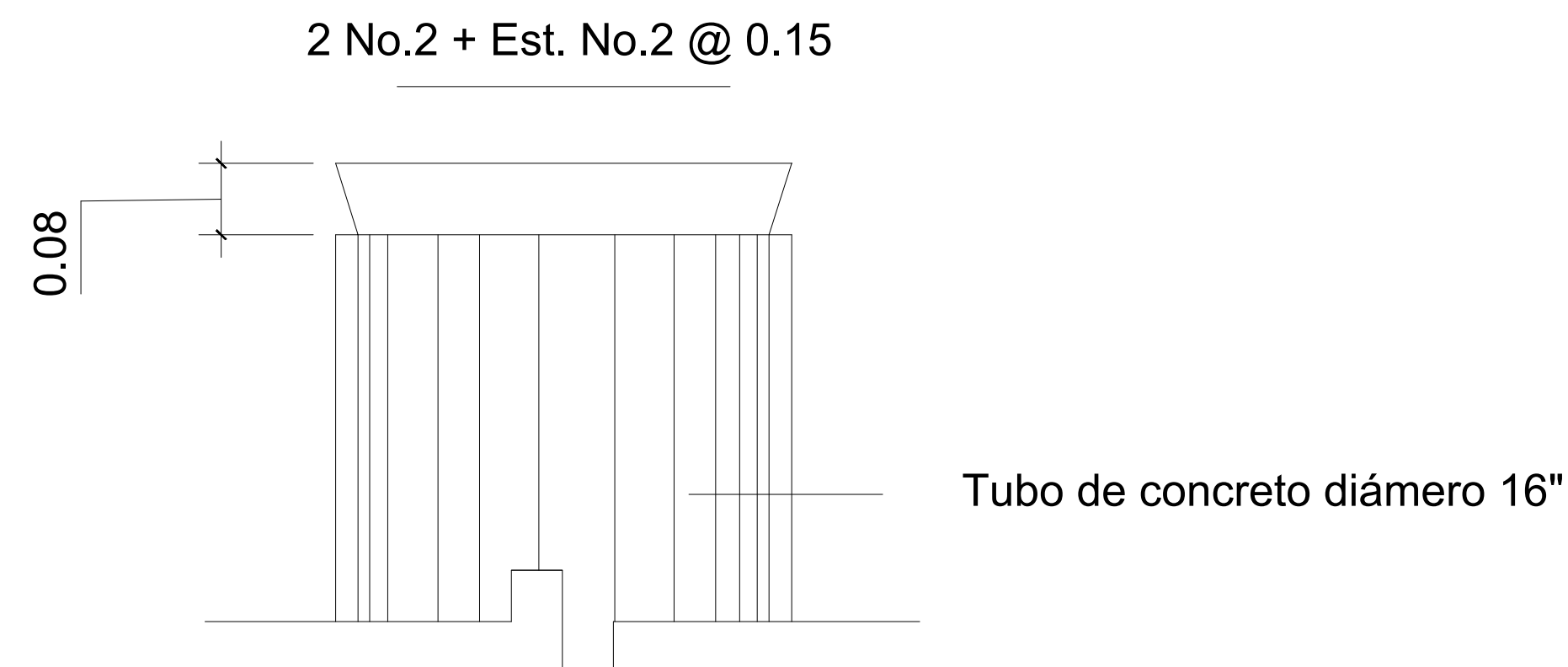
FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
17
18



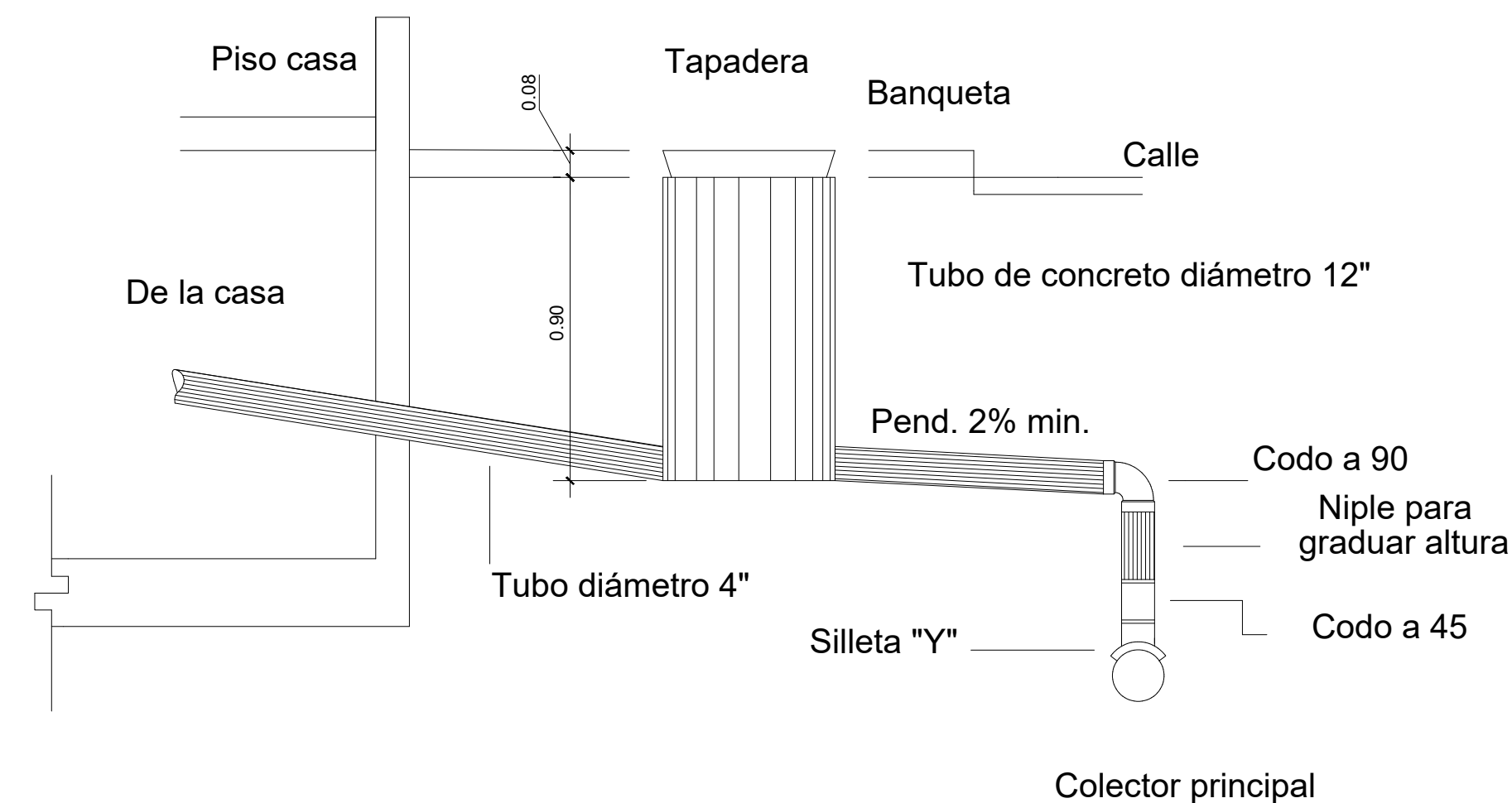
PLANTA CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA



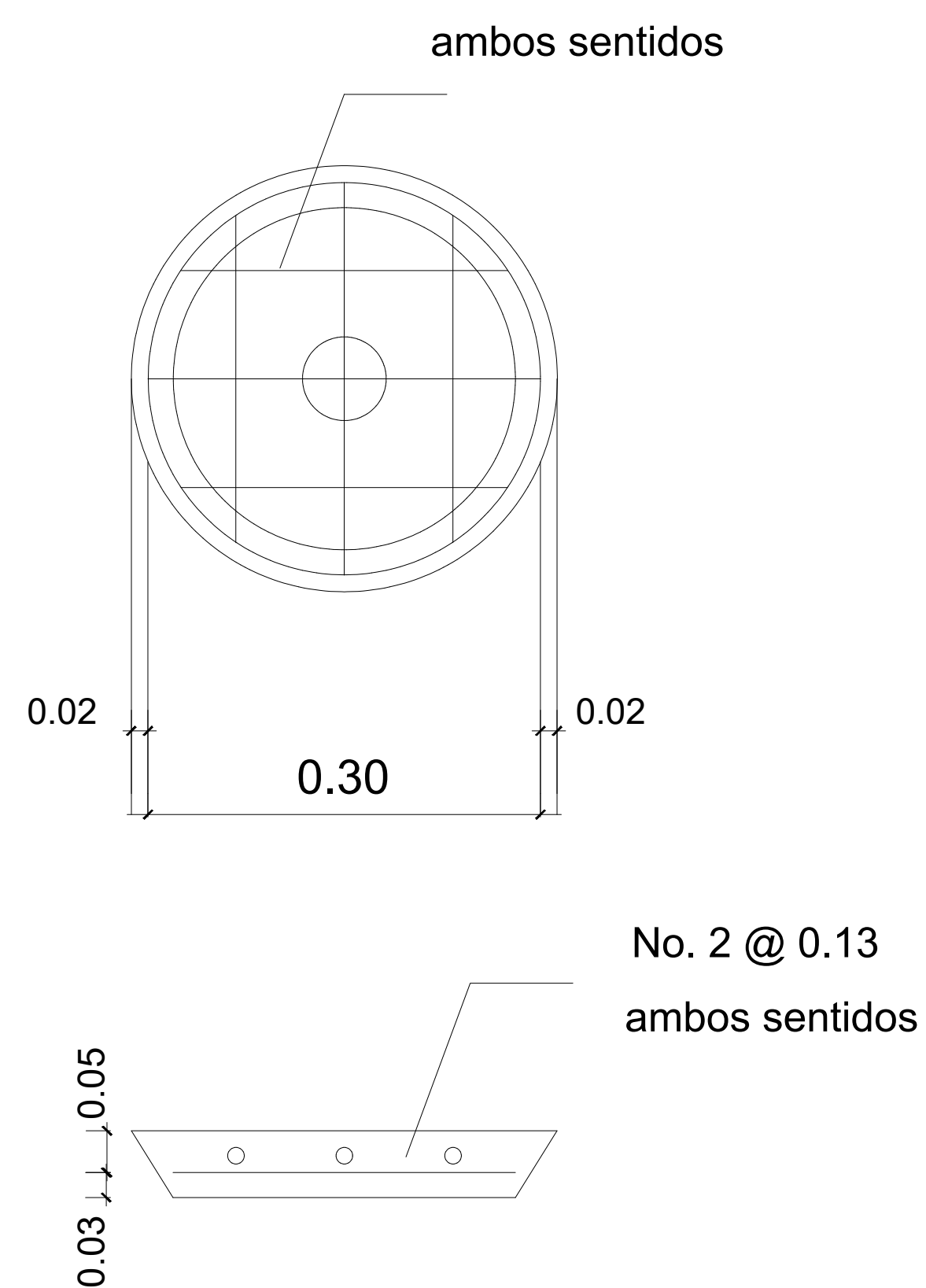
PERFIL CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA



SECCION A—A' CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA



TAPADERA CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO

- El concreto deberá tener una resistencia a la compresión de 210 kg/cm².
- El agregado grueso deberá tener un diámetro de 1/2".
- El recubrimiento mínimo para la base será de 7.5 cm y de 3 a 5 cm para la tapadera.

ACERO:

- El acero deberá tener un $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
- El agregado grueso deberá tener un diámetro de 1/2".

MAMPOSTERÍA:

- El ladrillo a usar en pozos de visita será de barro cocido tipo tayuyo de 6.5x11x23 cm.

MORTERO:

- El agua a utilizar debe ser limpia y libre de cualquier sustancia dañina
- El cemento a utilizar debe ser Portland tipo I, ASTM C-150
- Se utilizará arena de río seca, ASTM C-144C

TUBERIA:

- Toda tubería deberá cumplir con la norma ASTM F-949.
- No debe utilizarse tubería de diámetro menor a lo especificado en planos.
- Toda tubería se colorá alineada y con la pendiente especificada en planos.

CANDELA:

- La caja de registro debe ser un tubo de concreto diámetro 12" con su respectiva base y tapadera.
- La profundidad mínima debe ser de 1 metro
- La tubería para conexiones domiciliars debe ser tubería ADS de diámetro 4" para alcantarillado sanitario segun Norma ASTM D3034.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR

DIBUJO: ROLANDO DAVID RAMOS LÓPEZ
CARNE: 20109427

REVISÓ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR

FECHA:
ABRIL 2024

VO: BO MUNICIPALIDAD DE SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS

FJ: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

HOJA:
18
18

ANEXOS

Anexo 1.

Tablas de coeficientes para momentos del método 3 del ACI

TABLA 12.3

Coeficientes para momentos negativos en losas^a

$$M_{a,neg} = C_{a,neg} w l_a^2$$

donde w = carga muerta más viva uniforme total

$$M_{b,neg} = C_{b,neg} w l_b^2$$

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50	$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$	0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Continuación del Anexo 1.

TABLA 12.4

Coefficientes para momentos positivos debidos a carga muerta en losas"

$$M_{a,pos,dl} = C_{a,dl} w l_a^2$$

donde w = carga muerta uniforme total

$$M_{b,pos,dl} = C_{b,dl} w l_b^2$$

Relación l_b	Caso1	Caso2	Caso3	Caso4	Caso5	Caso6	Caso7	Caso8	Caso9
									
1.00	$C_{a,dl}$ 0.036	0.018	0.018	0.027	0.027	0.033	0.027	0.020	0.023
	$C_{b,dl}$ 0.036	0.018	0.027	0.027	0.018	0.027	0.033	0.023	0.020
0.95	$C_{a,dl}$ 0.040	0.020	0.021	0.030	0.028	0.036	0.031	0.022	0.024
	$C_{b,dl}$ 0.033	0.016	0.025	0.024	0.015	0.024	0.031	0.021	0.017
0.90	$C_{a,dl}$ 0.045	0.022	0.025	0.033	0.029	0.039	0.035	0.025	0.026
	$C_{b,dl}$ 0.029	0.014	0.024	0.022	0.013	0.021	0.028	0.019	0.015
0.85	$C_{a,dl}$ 0.050	0.024	0.029	0.036	0.031	0.042	0.040	0.029	0.028
	$C_{b,dl}$ 0.026	0.012	0.022	0.019	0.011	0.017	0.025	0.017	0.013
0.80	$C_{a,dl}$ 0.056	0.026	0.034	0.039	0.032	0.045	0.045	0.032	0.029
	$C_{b,dl}$ 0.023	0.011	0.020	0.016	0.009	0.015	0.022	0.015	0.010
0.75	$C_{a,dl}$ 0.061	0.028	0.040	0.043	0.033	0.048	0.051	0.036	0.031
	$C_{b,dl}$ 0.019	0.009	0.018	0.013	0.007	0.012	0.020	0.013	0.007
0.70	$C_{a,dl}$ 0.068	0.030	0.046	0.046	0.035	0.051	0.058	0.040	0.033
	$C_{b,dl}$ 0.016	0.007	0.016	0.011	0.005	0.009	0.017	0.011	0.006
0.65	$C_{a,dl}$ 0.074	0.032	0.054	0.050	0.036	0.054	0.065	0.044	0.034
	$C_{b,dl}$ 0.013	0.006	0.014	0.009	0.004	0.007	0.014	0.009	0.005
0.60	$C_{a,dl}$ 0.081	0.034	0.062	0.053	0.037	0.056	0.073	0.048	0.036
	$C_{b,dl}$ 0.010	0.004	0.011	0.007	0.003	0.006	0.012	0.007	0.004
0.55	$C_{a,dl}$ 0.088	0.035	0.071	0.056	0.038	0.058	0.081	0.052	0.037
	$C_{b,dl}$ 0.008	0.003	0.009	0.005	0.002	0.004	0.009	0.005	0.003
0.50	$C_{a,dl}$ 0.095	0.037	0.080	0.059	0.039	0.061	0.089	0.056	0.038
	$C_{b,dl}$ 0.006	0.002	0.007	0.004	0.001	0.003	0.007	0.004	0.002

* Un borde **achurado** indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Continuación del Anexo 1.

TABLA 12.5
Coefficientes para momentos positivos debidos a carga viva en losas^a

$$M_{a,pos,II} = C_{a,II} w_a^2$$

donde w = carga viva uniforme total

$$M_{b,pos,II} = C_{b,II} w_b^2$$

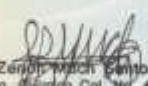
Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
									
1.00	$C_{a,II}$ 0.036	$C_{a,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.027	$C_{a,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.032	$C_{a,II}$ 0.028	$C_{a,II}$ 0.030
	$C_{b,II}$ 0.036	$C_{b,II}$ 0.027	$C_{b,II}$ 0.032	$C_{b,II}$ 0.032	$C_{b,II}$ 0.027	$C_{b,II}$ 0.032	$C_{b,II}$ 0.035	$C_{b,II}$ 0.030	$C_{b,II}$ 0.028
0.95	$C_{a,II}$ 0.040	$C_{a,II}$ 0.030	$C_{a,II}$ 0.031	$C_{a,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.034	$C_{a,II}$ 0.038	$C_{a,II}$ 0.036	$C_{a,II}$ 0.031	$C_{a,II}$ 0.032
	$C_{b,II}$ 0.033	$C_{b,II}$ 0.025	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.024	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.032	$C_{b,II}$ 0.027	$C_{b,II}$ 0.025
0.90	$C_{a,II}$ 0.045	$C_{a,II}$ 0.034	$C_{a,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.039	$C_{a,II}$ 0.037	$C_{a,II}$ 0.042	$C_{a,II}$ 0.040	$C_{a,II}$ 0.035	$C_{a,II}$ 0.036
	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.022	$C_{b,II}$ 0.027	$C_{b,II}$ 0.026	$C_{b,II}$ 0.021	$C_{b,II}$ 0.025	$C_{b,II}$ 0.029	$C_{b,II}$ 0.024	$C_{b,II}$ 0.022
0.85	$C_{a,II}$ 0.050	$C_{a,II}$ 0.037	$C_{a,II}$ 0.040	$C_{a,II}$ 0.043	$C_{a,II}$ 0.041	$C_{a,II}$ 0.046	$C_{a,II}$ 0.045	$C_{a,II}$ 0.040	$C_{a,II}$ 0.039
	$C_{b,II}$ 0.026	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.024	$C_{b,II}$ 0.023	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.022	$C_{b,II}$ 0.026	$C_{b,II}$ 0.022	$C_{b,II}$ 0.020
0.80	$C_{a,II}$ 0.056	$C_{a,II}$ 0.041	$C_{a,II}$ 0.045	$C_{a,II}$ 0.048	$C_{a,II}$ 0.044	$C_{a,II}$ 0.051	$C_{a,II}$ 0.051	$C_{a,II}$ 0.044	$C_{a,II}$ 0.042
	$C_{b,II}$ 0.023	$C_{b,II}$ 0.017	$C_{b,II}$ 0.022	$C_{b,II}$ 0.020	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.023	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.017
0.75	$C_{a,II}$ 0.061	$C_{a,II}$ 0.045	$C_{a,II}$ 0.051	$C_{a,II}$ 0.052	$C_{a,II}$ 0.047	$C_{a,II}$ 0.055	$C_{a,II}$ 0.056	$C_{a,II}$ 0.049	$C_{a,II}$ 0.046
	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.019	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.013	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.020	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.013
0.70	$C_{a,II}$ 0.068	$C_{a,II}$ 0.049	$C_{a,II}$ 0.057	$C_{a,II}$ 0.057	$C_{a,II}$ 0.051	$C_{a,II}$ 0.060	$C_{a,II}$ 0.063	$C_{a,II}$ 0.054	$C_{a,II}$ 0.050
	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.012	$C_{b,II}$ 0.016	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.013	$C_{b,II}$ 0.017	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.011
0.65	$C_{a,II}$ 0.074	$C_{a,II}$ 0.053	$C_{a,II}$ 0.064	$C_{a,II}$ 0.062	$C_{a,II}$ 0.055	$C_{a,II}$ 0.064	$C_{a,II}$ 0.070	$C_{a,II}$ 0.059	$C_{a,II}$ 0.054
	$C_{b,II}$ 0.013	$C_{b,II}$ 0.010	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.010	$C_{b,II}$ 0.014	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.009
0.60	$C_{a,II}$ 0.081	$C_{a,II}$ 0.058	$C_{a,II}$ 0.071	$C_{a,II}$ 0.067	$C_{a,II}$ 0.059	$C_{a,II}$ 0.068	$C_{a,II}$ 0.077	$C_{a,II}$ 0.065	$C_{a,II}$ 0.059
	$C_{b,II}$ 0.010	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.008	$C_{b,II}$ 0.011	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.007
0.55	$C_{a,II}$ 0.088	$C_{a,II}$ 0.062	$C_{a,II}$ 0.080	$C_{a,II}$ 0.072	$C_{a,II}$ 0.063	$C_{a,II}$ 0.073	$C_{a,II}$ 0.085	$C_{a,II}$ 0.070	$C_{a,II}$ 0.063
	$C_{b,II}$ 0.008	$C_{b,II}$ 0.006	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.005	$C_{b,II}$ 0.006	$C_{b,II}$ 0.009	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.006
0.50	$C_{a,II}$ 0.095	$C_{a,II}$ 0.066	$C_{a,II}$ 0.088	$C_{a,II}$ 0.077	$C_{a,II}$ 0.067	$C_{a,II}$ 0.078	$C_{a,II}$ 0.092	$C_{a,II}$ 0.076	$C_{a,II}$ 0.067
	$C_{b,II}$ 0.006	$C_{b,II}$ 0.004	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.005	$C_{b,II}$ 0.004	$C_{b,II}$ 0.005	$C_{b,II}$ 0.007	$C_{b,II}$ 0.005	$C_{b,II}$ 0.004

^a Un borde achurado indica que la losa continúa a través o se encuentra empotrada en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo donde la resistencia torsional es despreciable.

Nota. Tablas de coeficientes de momentos del método 3 del ACI 318-11 y análisis realizados a muestras tomadas a los nacimientos de agua en el sector la Zarcita como también al pozo mecánico ubicado en la zona 3. Obtenido de A. Nilson (2001). *Diseño de estructuras de concreto*. (p. 380). McGraw-Hill.

Anexo 2.

Análisis bacteriológico sector La Zarcita

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 41060	No. 10650 IM- No. HAC 01-22		
INTERESADO ROLANDO DAVID RAMOS LOPEZ, CARNE 201504257	PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACIÓN EPS "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DISEÑO SANITARIO ZONA 1 SAN BARTOLOME MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ"		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Intercedido</u>	DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA DE LA USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Avenida Municipal Bosque zona 1</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2022-02-21, 08:05am		
FUENTE: <u>Nacimiento de agua</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2022-02-21, 10h 30am		
MUNICIPIO: <u>San Bartolomé Milpas Altas</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Sacatepéquez</u>			
SABOR: <u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>		
ASPECTO: <u>Claro</u>	COLOR RESIDUAL: <u>----</u>		
OLOR: <u>Inodora</u>			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENOS)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++
01,00 cm ³	+++ -	+++	- -
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		80,0	4,0
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: BACTERIOLÓGICAMENTE EL AGUA "NO" ES POTABLE, SEGÚN NORMA COGUANOR NTG 29001.			
Guatemala, 2022-03-01			
Vo.Bo. INGA TELMA MARICELA CANO MORALES DIRECTORA CIUSAC		 Zoraida Mich Ceballos Ing. Químico Col. No. 4203 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	
FACULTAD DE INGENIERIA -USAC- Edificio T-8, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 38209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://ci.usac.edu.gt			

Nota. Resultados. Obtenido de Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2022). *Examen bacteriológico*. (p. 1).

Anexo 3.

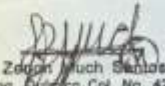
Análisis bacteriológico zona 3

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 41060	No. 10651 Inf. No. BAC 02-22		
INTERESADO ROLANDO DAVID RAMOS LOPEZ, CARNÉ 201504257	PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACIÓN EPS "DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL SISTEMA DE DRENAJE ZONA 3, SAN BARTOLOME MILPAS, ALTAS SACATEPEQUEZ		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERIA DE LA USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Sector El Ciprés zona 3</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2022-02-21 08:35min.</u>		
FUENTE: <u>Pozo Mecánico</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2022-02-21 10:35min.</u>		
MUNICIPIO: <u>San Bartolomé Milpas Altas</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Sacatepéquez</u>			
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>		
ASPECTO: <u>Clara</u>	COLOR RESIDUAL: <u>----</u>		
OLOR: <u>Inodora</u>			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		<2,0	<2,0
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 ^{ra} NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: <u>BACTERIOLÓGICAMENTE EL AGUA ES POTABLE, SEGÚN NORMA COGUANOR NTG 29001.</u>			
Guatemala, 2022-03-01			
Vc.Bo.  ING. TELMA MARICELA CANO MORALES DIRECTORA CIE/USAC		  Zona 3 Ing. Quenda Col. No. 4202 MSc. en Ingeniería Sanitarias Jefe Técnico Laboratorio	
FACULTAD DE INGENIERIA -USAC- Edificio T-6, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8090 Ext. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://ci.usac.edu.gt			

Nota. Resultados. Obtenido de Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2022). *Examen bacteriológico*. (p. 1).

Anexo 4.

Análisis fisicoquímico sector La Zarcita

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No. 41000		D.C. No. 02/01-21	
INTERESADO: ROLANDO DAVID RAMOS LOPEZ, CARNÉ 201504257		PROYECTO: No. 10546 TRABAJO DE GRADUACIÓN E.P.S. DENOMINADO: DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS SACATEPÉQUEZ	
RECOLECTADA POR:	Interesado ANERRADERO MUNICIPAL RESERVA ZONA 3 SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA /USAC/
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2022-02-21, 08 h 05 min
FUENTE:	Nacimiento de Agua	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB:	2022-02-21, 10 h 50 min
MUNICIPIO:	San Bartolomé Milpas Altas	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	En refrigeración
DEPARTAMENTO:	Sacatepéquez		
RESULTADOS			
1. ASPECTO: Clara	4. OLORES: Inodora	5. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) --	
2. COLOR: 1.00 Unidades	5. SABOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 172.00 $\mu\text{mhos/cm}$	
3. TURBIDEZ: 0.58 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 07.10 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS: 91.0 mg/L	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	10.00	6. CLORUROS (Cl)	13.50
2. NITRITOS (NO ₂)	00.015	7. MAGNESIO (Mg)	20.00
3. NITRATOS (NO ₃)	46.40	8. SULFATOS (SO ₄)	06.00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00.05
5. MANGANESO (Mn)	00.010	10. DUREZA TOTAL	144.00
HIDROXIDOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00.00		52.00	
CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00.00		52.00	
OTRAS DETERMINACIONES: Amoníaco 0.0 mg/L			
OBSERVACIONES: Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la norma COGUANOR NTG 29801, Agua Potable.			
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21 ^{ra} EDITION 2 005, NORMAS: COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29801 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.			
Guatemala, 2022-03-01			
Visto INGA. TELMA MARCELA CANO MORALES DIRECTORA GENERAL		  Zedon Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorios	
FACULTAD DE INGENIERIA -USAC- Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 13 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-1030 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://oi.usac.edu.gt			

Nota. Resultados. Obtenido de Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2022). *Examen bacteriológico*. (p. 1).

Anexo 5.

Análisis fisicoquímico zona 3

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO-SANITARIO			
O.T. No. 41068		P.Q. No. 10546	
INTERESADO: ROLANDO DAVID RAMOS LOPEZ, CARNÉ 201504257		PROYECTO: TRABAJO DE GRADUACIÓN E.P.S. DENOMINADO: DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DEL DRENAJE SANITARIO DE LA ZONA 3, SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ.	
RECOLECTADA POR: Interesado		DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA /USAC/	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: ANERRADERO MUNICIPAL RESERVA ZONA 3 SAN BARTOLOMÉ MILPAS ALTAS		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2022-02-21, 08 h 05 min	
FUENTE: Nacimiento de Agua		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB: 2022-02-21, 10 h 50 min	
MUNICIPIO: San Bartolomé Milpas Altas		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: En refrigeración	
DEPARTAMENTO: Sacatepéquez			
RESULTADOS			
1. ASPECTO: Clara	4. OLORES: Inodora	5. TEMPERATURA: — (En el momento de recolección)	
2. COLOR: 1.00 Unidades	3. SABOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 172.00 μmhos/cm	
3. TURBIDEZ: 0.58 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 07.10 unidades	9. SÓLIDOS DISUELTOS: 91.0 - mg/L	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. CALCIO (Ca)	10.00	6. CLORUROS (Cl)	13.50
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00.015	7. MAGNESIO (Mg)	29.00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	46.40	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	06.00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00.05
5. MANGANESO (Mn)	00.010	10. DUREZA TOTAL	144.00
HIDROXIDOS mg/L		ALCALINIDAD TOTAL mg/L	
00.00		52.00	
CARBONATOS mg/L		BICARBONATOS mg/L	
00.00		52.00	
OTRAS DETERMINACIONES: Amoníaco 0.0 mg/L			
OBSERVACIONES: Los resultados de los análisis fisicoquímicos realizados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles de la norma COGUA/ANUR NTG 29801, Agua Potable.			
TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21^{ra} EDITION 2 005, NORMAS: COGUA/ANUR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29801 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.			
Guatemala, 2022-03-01			
 Ing. Inés TELMA MARCELA CANO MORALES DIRECTORA GENERAL		 Zedon MUCH SANTOS Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	
FACULTAD DE INGENIERIA —USAC— Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 13 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-3000 Exts. 60209 y 60221 Fax: 2418-9121 Página web: http://ol.usac.edu.gt			

Nota. Resultados. Obtenido de Centro de Investigaciones de Ingeniería. (2022). *Examen bacteriológico*. (p. 1).

Anexo 6.

Relaciones hidráulicas para sección circular

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.0100	0.0017	0.0880	0.00015	0.1025	0.0540	0.4080	0.02202
0.0125	0.00237	0.1030	0.00024	0.1050	0.0558	0.4140	0.02312
0.0150	0.0031	0.1160	0.00036	0.1075	0.0578	0.4200	0.02429
0.0175	0.0039	0.1290	0.00050	0.1100	0.0599	0.4260	0.02550
0.0200	0.0048	0.1410	0.00067	0.1125	0.0619	0.4320	0.02672
0.0225	0.0057	0.1520	0.00087	0.1150	0.0639	0.4390	0.02804
0.0250	0.0067	0.1630	0.00108	0.1175	0.0659	0.4440	0.02926
0.0275	0.0077	0.1740	0.00134	0.1200	0.0680	0.4500	0.03059
0.0300	0.0087	0.1840	0.00161	0.1225	0.0701	0.4560	0.03194
0.0325	0.0099	0.1940	0.00191	0.1250	0.0721	0.4630	0.03340
0.0350	0.0110	0.2030	0.00223	0.1275	0.0743	0.4680	0.03475
0.0375	0.0122	0.2120	0.00258	0.1300	0.0764	0.4730	0.03614
0.0400	0.0134	0.2210	0.00223	0.1325	0.0786	0.4790	0.03763
0.0425	0.0147	0.2300	0.00338	0.1350	0.0807	0.4840	0.03906
0.0450	0.0160	0.2390	0.00382	0.1375	0.0829	0.4900	0.04062
0.0475	0.0173	0.2480	0.00430	0.1400	0.0851	0.4950	0.04212
0.0500	0.0187	0.2560	0.00479	0.1425	0.0873	0.5010	0.04375
0.0525	0.0201	0.2640	0.00531	0.1450	0.0895	0.5070	0.04570
0.0550	0.0215	0.2730	0.00588	0.1475	0.0913	0.5110	0.04665
0.0575	0.0230	0.2710	0.00646	0.1500	0.0941	0.5170	0.04863
0.0600	0.0245	0.2890	0.00708	0.1525	0.0964	0.5220	0.05031
0.0625	0.0260	0.2970	0.00773	0.1550	0.0986	0.5280	0.05208
0.0650	0.0276	0.3050	0.00841	0.1575	0.1010	0.5330	0.05381
0.0675	0.0292	0.3120	0.00910	0.1600	0.1033	0.5380	0.05556
0.0700	0.0308	0.3200	0.00985	0.1650	0.1080	0.5480	0.05916
0.0725	0.0323	0.3270	0.01057	0.1700	0.1136	0.5600	0.06359
0.0750	0.0341	0.3340	0.01138	0.1750	0.1175	0.5680	0.06677
0.0775	0.0358	0.3410	0.01219	0.1800	0.1224	0.5770	0.07063
0.0800	0.0375	0.3480	0.01304	0.1850	0.1273	0.5870	0.07474
0.0825	0.0392	0.3550	0.01392	0.1900	0.1323	0.6960	0.07885
0.0850	0.0410	0.3610	0.01479	0.1950	0.1373	0.6050	0.08304
0.0875	0.0428	0.3680	0.01574	0.2000	0.1424	0.6150	0.08756
0.0900	0.0446	0.3750	0.01672	0.2050	0.1475	0.6240	0.09104
0.0925	0.0464	0.3810	0.01792	0.2100	0.1527	0.6330	0.09663

Continuación del Anexo 6.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.2200	0.1631	0.6510	0.10619	0.5900	0.6140	1.0700	0.65488
0.2250	0.1684	0.6590	0.11098	0.6000	0.6265	1.0700	0.64157
0.2300	0.1436	0.6690	0.11611	0.6100	0.6389	1.0800	0.68876
0.2350	0.1791	0.6760	0.12109	0.6200	0.6513	1.0800	0.70537
0.2400	0.1846	0.6840	0.12623	0.6300	0.6636	1.0900	0.72269
0.2450	0.1900	0.6920	0.13148	0.6400	0.6759	1.0900	0.73947
0.2500	0.1955	0.7020	0.13726	0.6500	0.6877	1.1000	0.75510
0.2600	0.2066	0.7160	0.14793	0.6600	0.7005	1.1000	0.77339
0.2700	0.2178	0.7300	0.15902	0.6700	0.7122	1.1100	0.78913
0.3000	0.2523	0.7760	0.19580	0.7000	0.7477	1.1200	0.85376
0.3100	0.2640	0.7900	0.20858	0.7100	0.7596	1.1200	0.86791
0.3200	0.2459	0.8040	0.22180	0.7200	0.7708	1.1300	0.88384
0.3300	0.2879	0.8170	0.23516	0.7300	0.7822	1.1300	0.89734
0.3400	0.2998	0.8300	0.24882	0.7400	0.7934	1.1300	0.91230
0.3500	0.3123	0.8430	0.26327	0.7500	0.8045	1.1300	0.92634
0.3600	0.3241	0.8560	0.27744	0.7600	0.8154	1.1400	0.93942
0.3700	0.3364	0.8680	0.29197	0.7700	0.8262	1.1400	0.95321
0.3800	0.3483	0.8790	0.30649	0.7800	0.8369	1.3900	0.97015
0.3900	0.3611	0.8910	0.32172	0.7900	0.8510	1.1400	0.98906
0.4000	0.3435	0.9020	0.33693	0.8000	0.8676	1.1400	1.00045
0.4100	0.3860	0.9130	0.35246	0.8100	0.8778	1.1400	1.00045
0.4200	0.3986	0.9210	0.36709	0.8200	0.8776	1.1400	1.00965
0.4400	0.4238	0.9430	0.39963	0.8400	0.8967	1.1400	1.03100
0.4500	0.4365	0.9550	0.41681	0.8500	0.9059	1.1400	1.04740
0.4600	0.4491	0.9640	0.43296	0.8600	0.9149	1.1400	1.04740
0.4800	0.4745	0.9830	0.46647	0.8800	0.9320	1.1300	1.06030
0.4900	0.4874	0.9910	0.48303	0.8900	0.9401	1.1300	1.06550
0.5000	0.5000	1.0000	0.50000	0.9000	0.9480	1.1200	1.07010
0.5100	0.5126	1.0090	0.51719	0.9100	0.9554	1.1200	1.07420
0.5200	0.5255	1.0160	0.53870	0.9200	0.9625	1.1200	1.07490
0.5300	0.5382	1.0230	0.55060	0.9300	0.9692	1.1100	1.07410
0.5400	0.5509	1.0290	0.56685	0.9400	0.9755	1.1000	1.07935
0.5500	0.5636	1.0330	0.58215	0.9500	0.9813	1.0900	1.07140

Nota. Tabla de relaciones hidráulicas para chequeo. Obtenido de R. López (2003). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. (p. 35). Escuela Colombiana de Ingeniería.