



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

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS
ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

Yadir Antonio Barrios Arias

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, septiembre de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS
ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

YADIR ANTONIO BARRIOS ARIAS

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS
ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**

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


Yadir Antonio Barrios Arias



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 20 de mayo de 2015
Ref.EPS.DOC.386.05.15

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Yadir Antonio Barrios Arias** con carné No. **200714483**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA, MAGDALENA 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"

Inga. Mayra Rebecca García Sorio de Sierra
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
MRGSdS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
23 de julio de 2015

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Yadir Antonio Barrios Arias, con Carnet No. 200714483, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

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

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua
/bbdeb.





FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 31 de julio de 2015

Ref.EPS.D.374.07.15

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Yadir Antonio Barrios Arias, carné 200714483**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Mayra Rebeca García Soria y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Yadir Antonio Barrios Arias, titulado **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2015.

/bbdeb.

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





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LAS ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Yadir Antonio Barrios Arias**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, septiembre de 2015

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por permitirme la vida y guiar mis pasos para culminar con éxito mi vida académica.

Mis padres

Freddy Barrios de León y Emilzen del Pilar Arias Alonzo, por el apoyo incondicional, y por ser el ejemplo más importante en mi vida.

Mis hermanos

Frydda y Mauricio Barrios Arias, quienes me animaron y depositaron toda su confianza para lograr este triunfo.

AGRADECIMIENTOS A:

Mis padres	Por creer en mí, por apoyarme y ser el pilar principal para lograr mi sueño.
Mis hermanos	Por contribuir con mi formación y estar presentes en todo momento de mi vida.
Mis familiares	Por formar parte de mi vida.
Michelle Girón	Por marcar una etapa hermosa de mi vida.
Mis amigos y compañeros	Por todos los momentos que hemos convivido y compartido, hasta crear un lazo de amistad muy fuerte.
Municipalidad de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez	Por recibirme y darme la oportunidad de realizar mi EPS en este bello municipio; a mis compañeros de trabajo y en especial al personal del departamento de DMP, por compartir sus conocimientos conmigo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ETAPA DE INVESTIGACIÓN. MONOGRAFÍA DE LAS ALDEAS	
SAN MIGUEL Y BUENA VISTA	1
1.1. Aspectos físicos.....	1
1.2. Suelo y topografía	2
1.3. Clima	2
1.4. Vías de acceso	4
1.5. Aspectos históricos.....	4
1.6. Actividades económicas	5
1.7. Aspectos sociales.....	6
1.7.1. Población.....	6
1.7.2. Educación.....	6
1.7.3. Salud	7
1.7.4. Servicios	7
1.8. Diagnóstico sobre necesidades en servicios básicos e	
infraestructura.....	8
1.8.1. Descripción de las necesidades	8
1.8.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	9

2.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	11
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San Miguel, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.	11
2.1.1.	Descripción del proyecto	11
2.1.2.	Datos preliminares	12
2.1.2.1.	Fuentes de abastecimiento	12
2.1.2.2.	Aforo de fuentes	12
2.1.2.2.1.	Aforo de nacimientos	12
2.1.2.3.	Calidad del agua	13
2.1.2.3.1.	Exámenes físicoquímicos y bacteriológicos	14
2.1.2.4.	Levantamiento topográfico	15
2.1.2.4.1.	Planimetría	15
2.1.2.4.2.	Altimetría	15
2.1.3.	Diseño hidráulico	16
2.1.3.1.	Período de diseño	16
2.1.3.2.	Dotación	17
2.1.3.3.	Cálculo poblacional	17
2.1.3.3.1.	Población actual	17
2.1.3.3.2.	Población futura	18
2.1.3.4.	Factores de variación	18
2.1.3.4.1.	Factor día máximo (FDM)	18
2.1.3.4.2.	Factor hora máximo (FHM)	19
2.1.3.5.	Caudales de diseño	19

	2.1.3.5.1.	Caudal medio diario.....	20
	2.1.3.5.2.	Caudal máximo diario...	20
	2.1.3.5.3.	Caudal máximo horario	21
2.1.3.6.		Velocidades	21
2.1.3.7.		Presiones.....	22
2.1.3.8.		Captación.....	22
2.1.3.9.		Línea de conducción.....	23
	2.1.3.9.1.	Cálculo de la línea de conducción	23
	2.1.3.9.2.	Caja rompepresión	26
	2.1.3.9.3.	Caja unificadora de caudal.....	27
	2.1.3.9.4.	Caja desarenadora.....	27
2.1.4.		Tanque de almacenamiento	28
	2.1.4.1.	Diseño de la estructura	28
2.1.5.		Línea de distribución.....	49
2.1.6.		Red de distribución	51
	2.1.6.1.	Cálculo del sistema.....	51
	2.1.6.2.	Obras de arte.....	54
	2.1.6.2.1.	Válvulas	55
2.1.7.		Operación y mantenimiento	55
	2.1.7.1.	Sistema de desinfección.....	56
	2.1.7.2.	Gastos de operación.....	57
	2.1.7.3.	Gastos de mantenimiento	57
	2.1.7.4.	Propuesta de tarifa	58
2.1.8.		Presupuesto del proyecto	59
	2.1.8.1.	Cuantificación de materiales y mano de obra	59

	2.1.8.2.	Cronograma de ejecución	60
2.1.9.		Evaluación de impacto ambiental	61
2.1.10.		Evaluación socioeconómica	63
	2.1.10.1.	Valor presente neto	63
	2.1.10.2.	Tasa interna de retorno	65
2.2.		Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez	66
2.2.1.		Descripción del proyecto	66
2.2.2.		Datos preliminares	67
	2.2.2.1.	Fuentes de abastecimiento	67
	2.2.2.2.	Aforo de fuentes	67
		2.2.2.2.1. Aforo de nacimientos	67
	2.2.2.3.	Calidad del agua	68
		2.2.2.3.1. Exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos	69
	2.2.2.4.	Levantamiento topográfico	70
		2.2.2.4.1. Planimetría	70
		2.2.2.4.2. Altimetría	70
2.2.3.		Diseño hidráulico	71
	2.2.3.1.	Período de diseño	71
	2.2.3.2.	Dotación	72
	2.2.3.3.	Cálculo poblacional	72
		2.2.3.3.1. Población actual	72
		2.2.3.3.2. Población futura	72
	2.2.3.4.	Factores de variación	73
		2.2.3.4.1. Factor día máximo (FDM)	73

	2.2.3.4.2.	Factor hora máximo (FHM)	74
2.2.3.5.		Caudales de diseño	74
	2.2.3.5.1.	Caudal medio diario.....	74
	2.2.3.5.2.	Caudal máximo diario...	75
	2.2.3.5.3.	Caudal máximo horario	75
2.2.3.6.		Velocidades	76
2.2.3.7.		Presiones.....	76
2.2.3.8.		Captación.....	76
2.2.3.9.		Línea de conducción.....	77
	2.2.3.9.1.	Cálculo de la línea de conducción	77
	2.2.3.9.2.	Caja rompepresión	80
	2.2.3.9.3.	Caja unificadora de caudal.....	81
	2.2.3.9.4.	Caja desarenadora.....	81
2.2.4.		Tanque de almacenamiento	82
	2.2.4.1.	Diseño de la estructura	82
2.2.5.		Línea de distribución.....	103
2.2.6.		Red de distribución	105
	2.2.6.1.	Cálculo del sistema.....	105
	2.2.6.2.	Obras de arte.....	108
	2.2.6.2.1.	Válvulas.....	109
2.2.7.		Operación y mantenimiento	109
	2.2.7.1.	Sistema de desinfección.....	110
	2.2.7.2.	Gastos de operación.....	111
	2.2.7.3.	Gastos de mantenimiento.....	111
	2.2.7.4.	Propuesta de tarifa	112

2.2.8.	Presupuesto del proyecto	113
2.2.8.1.	Cuantificación de materiales y mano de obra	113
2.2.8.2.	Cronograma de ejecución	114
2.2.9.	Evaluación de impacto ambiental	115
2.2.10.	Evaluación socioeconómica	117
2.2.10.1.	Valor presente neto	117
2.2.10.2.	Tasa interna de retorno	118
CONCLUSIONES		121
RECOMENDACIONES		123
BIBLIOGRAFÍA.....		125
APÉNDICES.....		127
ANEXOS.....		219

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de isoyetas de la República de Guatemala.....	3
2.	Caja unificadora de caudal San Miguel.....	27
3.	Losa crítica San Miguel.....	29
4.	Diagrama de momentos en la losa San Miguel.....	31
5.	Valores de momentos en losa crítica San Miguel	33
6.	Área tributaria de la losa a la viga San Miguel.	35
7.	Diagrama del momento en viga San Miguel.	37
8.	Refuerzo de acero viga San Miguel.	40
9.	Muro del tanque San Miguel.	42
10.	Caja unificadora de caudal Buena Vista.	81
11.	Losa crítica Buena Vista.	83
12.	Diagrama de momentos en la losa Buena Vista.	85
13.	Valores de momentos en losa crítica Buena Vista.....	87
14.	Área tributaria de la losa a la viga Buena Vista.....	89
15.	Diagrama del momento en viga Buena Vista.	91
16.	Refuerzo de acero viga Buena Vista.....	94
17.	Muro del tanque Buena Vista.....	96

TABLAS

I.	Aforo de nacimientos San Miguel.....	13
II.	Área de acero en momentos positivos y negativos San Miguel.	39
III.	Áreas del muro San Miguel	44

IV.	Integración de gastos de operación y mantenimiento San Miguel.	59
V.	Renglones de presupuesto general San Miguel.	60
VI.	Cronograma de ejecución San Miguel.	61
VII.	Aforo de nacimientos Buena Vista.	68
VIII.	Área de acero en momentos positivos y negativos Buena Vista	93
IX.	Áreas del muro Buena Vista.	98
X.	Integración de gastos de operación y mantenimiento Buena Vista. .	113
XI.	Renglones de presupuesto general Buena Vista.	114
XII.	Cronograma de ejecución Buena Vista.	115

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Q	Caudal en litros sobre segundos
CMD	Caudal máximo diario
CMH	Caudal máximo horario
cm	Caudal medio
PVC	Cloruro de polivinilo
C	Coeficiente de fricción
Fqm	Factor de caudal medio
L/Hab./día	Litros por habitante al día
L/s	Litros por segundo
m.c.a.	Metro columna de agua
Hf	Pérdida por fricción en la tubería
Pf	Población futura en un tiempo

GLOSARIO

Aforo	Operación que consiste en medir un caudal de agua; es la producción de una fuente.
Acometida	Es el conjunto de elementos interconectados que unen la red de distribución con la instalación de un cliente.
Agua potable	Agua sanitariamente segura, que debe ser además, inodora, insípida, incolora y agradable a los sentidos.
Alcalinidad	La alcalinidad del agua se puede definir como una medida de su capacidad para neutralizar ácidos.
Bacteria	Organismo microscópico sin clorofila, de varias especies, y algunas patógenas.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo; su simbología significa litros por segundo.
Ciclópeo	Método constructivo que consiste en agregarle piedras de diferentes tamaños al concreto para economizar material.

Clima	Conjunto de condiciones atmosféricas consideradas durante tiempos muy prolongados, que definen a una región.
Cocode	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Coliforme	Designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución.
Croquis	Diseño o dibujo que plasma de forma simple una forma o una idea.
Dotación	Es el consumo diario de agua, que sirve para calcular los caudales de diseño.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
Mampostería	Sistema tradicional de construcción que consiste en erigir muros mediante la colocación manual de elementos como ladrillos o bloques.

Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Presión estática	Distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento y la caja rompepresión o tanque de distribución; el punto de descarga libre se mide en metros columna de agua (mca).
Presión dinámica	Es la altura que alcanzaría el agua en un tubo piezométrico a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.
Sedimentos	Materiales sólidos acumulados sobre la superficie terrestre, derivados de las acciones de fenómenos y procesos que actúan en la atmosfera.
Unepar	Unidad Ejecutora del programa para Acueductos Rurales.

RESUMEN

El agua es un recurso esencial en la vida de cualquier ser humano, por eso, en los proyectos de ingeniería civil siempre se realizan estudios para la captación, conducción, almacenamiento y distribución del agua potable.

Para poder llevar el agua a los diferentes hogares de las aldeas San Miguel y Buena Vista del municipio de Magdalena Milpas Altas, se realizó un estudio hídrico, el cual consiste en el diseño de líneas de conducción, tanques de almacenamiento y desinfección, así como la red de distribución.

Dada la topografía de las aldeas, todo el sistema se diseñó por gravedad. La localización de nacimientos se facilita en estas regiones por el área boscosa que los rodea; lo importante es saber aprovecharla y darle un uso correcto.

La población beneficiada será de 2500 habitantes de la aldea Buena Vista y los 3 000 habitantes de la aldea San Miguel, tomando en cuenta el crecimiento poblacional y un período de diseño aproximado de 20 años.

Se tomó como base para realizar este proyecto la *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*, del Instituto de Fomento Municipal.

OBJETIVOS

General

Diseñar una estructura que permita llevar el agua de una forma equitativa a las aldeas San Miguel y Buena Vista, del municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

Específicos

1. Llevar agua potable a cualquier punto de las aldeas, para abastecer al 100% de la población.
2. Contribuir, al implementar el servicio de agua potable, a mejorar su calidad de vida, por contar con este recurso en su propia vivienda.
3. Implementar el servicio de agua potable para que la población goce de este recurso y pueda hacer un uso correcto del mismo.

INTRODUCCIÓN

Se detectó la necesidad de priorizar una red de abastecimiento de agua potable en las aldeas de San Miguel y Buena Vista, y dadas las circunstancias y topografía del lugar, se determinó realizar el proyecto.

Se empezó con el reconocimiento de terreno y los nacimientos de agua de dichas aldeas, el lugar más alto para establecer los tanques de almacenamiento, así como la topografía de las aldeas y el censo poblacional.

Se estableció un porcentaje de crecimiento poblacional y la dotación correspondiente para calcular el caudal de día máximo, comparando con el caudal que proporcionaron los nacimientos.

Luego se dibujaron los croquis de las aldeas para diseñar y distribuir correctamente las líneas de conducción y la red de distribución de agua potable a toda la población.

Se diseñaron las líneas de conducción, las redes de distribución y los tanques de almacenamiento, siendo un tanque para cada aldea, dos redes de agua potable para cada una y sus líneas de conducción.

Por último, se procedió a realizar los planos finales y el presupuesto de la realización de todo el proyecto.

1. ETAPA DE INVESTIGACIÓN. MONOGRAFÍA DE LAS ALDEAS SAN MIGUEL Y BUENA VISTA

1.1. Aspectos físicos

La superficie de Magdalena Milpas Altas es de 8 km², desglosándose en 3 km² de la aldea San Miguel y 2 1/2 km² aldea Buena Vista; esa altitud varía desde 1950 msnm en la aldea San Miguel hasta 2445 msnm en la región montañosa del municipio.

Las aldeas San Miguel y Buena Vista pertenecen a Magdalena Milpas Altas, que es un municipio del departamento de Sacatepéquez, catalogado como de cuarta categoría.

Nombre geográfico oficial: aldea San Miguel Milpas Altas, con una elevación de 1953 metros sobre el nivel del mar. El municipio colinda al norte con las aldeas San Mateo Milpas Altas y San Juan Gascón, al sur con Santa María de Jesús; al oriente Santo Tomás Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas y al poniente aldea Santa Ana y Antigua Guatemala; su latitud es 14°33'16" y su longitud, 90°41'30".

Nombre geográfico oficial: aldea Buena Vista, con una elevación de 2012 metros sobre el nivel del mar. El municipio colinda al norte con la aldea Santo Tomás Milpas Altas, al sur con Amatitlán, al oriente con Villa Nueva, Guatemala y al poniente con Magdalena Milpas Altas; su latitud es 14°32'48" y su longitud, 90°39'32".

1.2. Suelo y topografía

La topografía del municipio de Magdalena Milpas Altas está directamente influenciada por los conos de origen volcánico de los cerros de Carmona, El Cucurucho, Las Minas y Monterrico; las pendientes en los taludes o laderas varían de moderadas a fuertes, de 15% a 60%, con patrones de drenaje superficial del orden radial.

Los valles son poco profundos y las rocas predominantes son piroclastos como cenizas, tobas y piedra pómez de origen cuaternario.

Los suelos del área son un sistema natural desarrollado a partir de minerales y restos orgánicos.

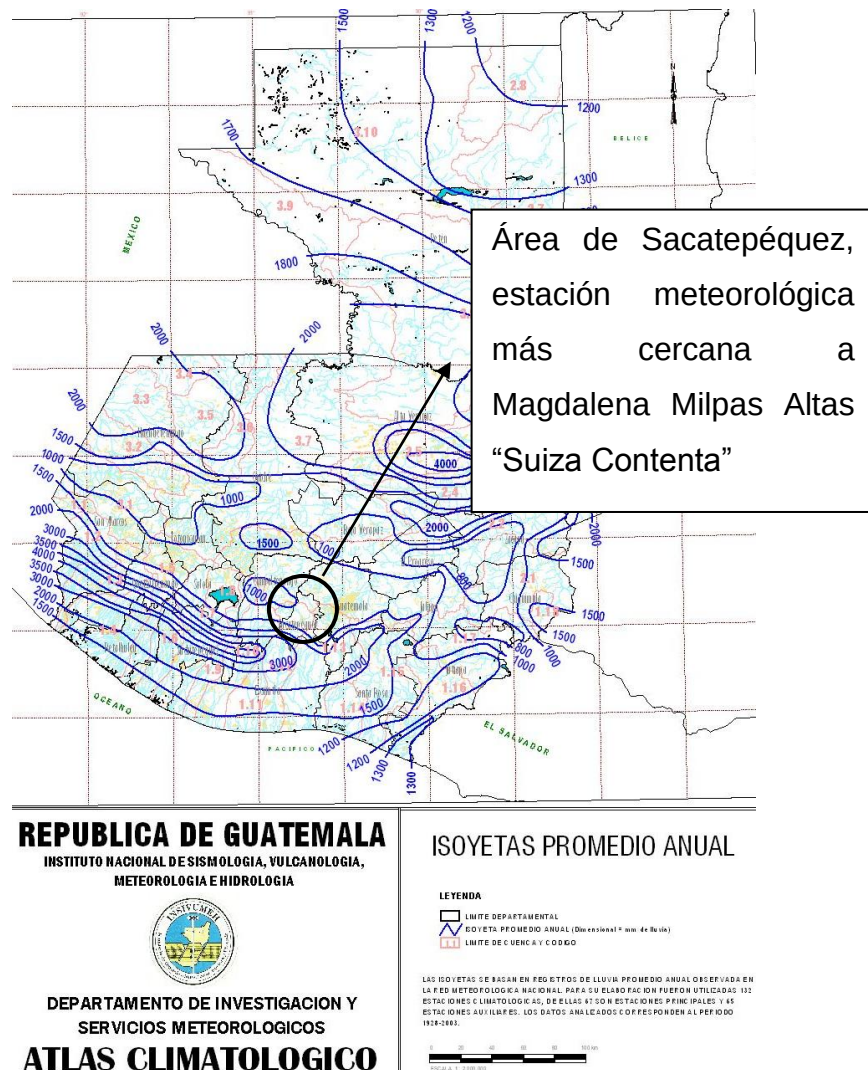
1.3. Clima

Las aldeas, al igual que la cabecera, se encuentran en una región montañosa a una altura mayor a los 1950 metros sobre el nivel del mar, por lo que predomina un clima templado, con lluvias regulares a lo largo del año, siendo septiembre el mes más lluvioso. La zona de vida es bosque húmedo subtropical; debido a estas características se considera que en el municipio se encuentra una sola zona de vida.

Tomando como base los datos climáticos de la estación meteorológica más cercana, la estación Suiza Contenta está ubicada en la finca del mismo nombre en el municipio de San Lucas Sacatepéquez (14°37'8" N, 90°39'40" W, 2105 msnm), con una temperatura promedio anual de 17,5 °C, temperatura máxima 21,7 °C y mínima 8,1 °C, con promedio de precipitación de 1141,9 mm, de los cuales las precipitaciones son de 128 días al año, con una evaporación

de tanque de 2,6 mm promedio anual, un porcentaje de humedad media de 80%, humedad máxima de 96% y mínima de 48%, y una velocidad del viento promedio de 3,3 km/h al año.

Figura 1. Mapa de isoyetas de la República de Guatemala



Fuente: Atlas

climatológico.http://www.insivumeh.gob.gt/hidrologia/ATLAS_HIDROMETEOROLOGICO/Atlas_hidro.htmConsulta: marzo de 2015.

1.4. Vías de acceso

Tiene acceso desde la ciudad de Guatemala por la carretera asfaltada CA-1, hasta el km. 29 a la altura de San Lucas Sacatepéquez, por la ruta nacional núm. 13; posteriormente, se toma la ruta departamental núm. 5, hasta llegar al municipio de Santa Lucía Milpas Altas en el km. 35; en este punto se toma el camino que atraviesa este municipio con rumbo al sur, pasando por el parque ecológico Florencia, Santo Tomás Milpas Altas, para finalmente llegar a la cabecera de Magdalena Milpas Altas, haciendo un recorrido aproximado de 38 kms.

De la cabecera se aborda un bus hacia San Miguel, con recorrido aproximadamente de 4 kms., haciendo un recorrido total de 42 kms., aproximadamente.

Asimismo, en este lugar se puede abordar un bus hacia Buena Vista, a una distancia de 2 kms., teniendo un recorrido total de 40 kms. aproximadamente.

1.5. Aspectos históricos

Magdalena Milpas Altas fue fundada en 1585, recibiendo el nombre de Santa María Magdalena de la Real Corona; no existen datos que establezcan realmente quiénes fundaron el primer asentamiento humano, aunque se han encontrado vestigios indígenas precolombinos en los conos de origen volcánico de Carmona, El Pilar, El Cucurucho, Monterrico y Las Minas. En relación con el adjetivo de Milpas Altas, se cuenta con dos versiones respecto de su origen; la primera data de 1760, la proporcionó don Francisco Fuentes y Guzmán en su obra *Recordación Florida*, en donde citan a este municipio como el pueblo de

las Milpas Altas, de acuerdo con una referencia hecha por el cura y párroco fraile Agustín Cano.

Magdalena Milpas Altas se constituyó como municipio el 11 de octubre de 1825, a petición de los pobladores de lo que hoy es la aldea de San Miguel Milpas Altas, y ese mismo año se celebraron las primeras elecciones populares. La segunda versión señala que pocos años después de la independencia, estuvo como jefe de un destacamento militar en un pueblo vecino, un capitán de apellido Milpas Altas, que se caracterizó como amigo y benefactor de los pueblos vecinos en su jurisdicción; en honor a él, varios pueblos agregaron este apellido, como San Bartolomé, San Mateo, Santa Lucía y Magdalena.

También existen otras citas relacionadas con el municipio, hechas por Fray Francisco Ximenes en su obra *Historias de la Provincia de San Vicente de Chiapas y Guatemala*, y también por el arzobispo de la ciudad de Guatemala, Dr. Pedro Cortés y Larraz en 1720.

Actualmente, el municipio cuenta con un pueblo que es la cabecera, cinco colonias y dos aldeas. La cabecera tiene las colonias siguientes: Mirasol, El Nazareno, Vista Hermosa, El Membrillal, y la 11 de Agosto. Las aldeas son: Buena Vista y San Miguel Milpas Altas.

1.6. Actividades económicas

En lo concerniente a la economía familiar en el municipio, esta varía en dos ejes principales y se complementan uno con el otro, la agricultura de cultivos tradicionales y no tradicionales; la otra es la prestación de su fuerza de trabajo en otras actividades productivas, dentro del municipio o en empresas aledañas, que representan una fuente de ingreso familiar.

Dentro de los cultivos tradicionales se encuentran la siembra de maíz y frijol, y en los no tradicionales están las especies de duraznos, peras, aguacate, brócoli, coliflor, lechuga, repollo, remolacha, nabo, papa, rábano y tomate los cuales son trasladados hacia la capital y a la cabecera departamental, para ser vendidos en los mercados locales.

1.7. Aspectos sociales

Son los relativos a la sociedad. Se entiende por sociedad al conjunto de individuos que comparten una misma cultura e interactúan entre sí para conformar una comunidad. Tiene por objeto resolver los problemas de la sociedad como educación, salud y sus servicios.

1.7.1. Población

En el 2002, Magdalena Milpas Altas contaba con 8331 habitantes. En la cabecera se contabilizó una población de 5352 habitantes. La aldea San Miguel cuenta con una población aproximada de 2500 habitantes, y la aldea Buena Vista con una población total de 2000 habitantes; se puede considerar al municipio como una población privilegiada, ya que cuenta con el 54,11 % de población joven.

1.7.2. Educación

La aldea San Miguel cuenta con dos escuelas que funcionan en jornada matutina para primaria, y vespertina para básicos, y una escuelita de preprimaria. En la aldea Buena Vista se encuentra ubicada una escuela pública con jornada matutina para primaria, y vespertina para básicos; además de una

escuela administrada por una cooperación norteamericana, en la cual cuentan con educación preprimaria, primaria y básica.

Ninguna de las aldeas tiene carreras de bachillerato o carreras técnicas, por lo cual los alumnos migran a la aldea Santo Tomás, de Santa Lucía Milpas Altas a Antigua Guatemala o a San Lucas Sacatepéquez.

1.7.3. Salud

En las dos aldeas de Magdalena Milpas Altas no hay servicios médicos las 24 horas del día, solo existen los centros de convergencia, en los cuales funcionan jornadas médicas en días específicos, por lo que la población debe acudir al centro de salud ubicado en la cabecera municipal, o ir a la Antigua Guatemala a los hospitales correspondientes. Además, en la cabecera se encuentran médicos particulares y farmacias que ayudan a la salud de la población.

1.7.4. Servicios

Las dos aldeas del municipio de Magdalena Milpas Altas cuentan con los servicios públicos siguientes: agua potable, sistema de drenajes, energía eléctrica, campo de fútbol y canchas deportivas. Carecen de estación de bomberos y centro de salud, estación de policía, mercado y parque municipal. Todos los servicios que presta la municipalidad no cubren la totalidad de la población; debido al crecimiento poblacional, el porcentaje de población beneficiada llega a un 82%.

1.8. Diagnóstico sobre necesidades en servicios básicos e infraestructura

El diagnóstico es una exploración concreta de la situación actual de la población, las necesidades que más aquejan a los habitantes, en cuanto a servicios e infraestructura se refiere.

1.8.1. Descripción de las necesidades

- Construcción de un centro de salud, en el cual la población pueda acudir sin necesidad de ir a la cabecera o a los pueblos aledaños. También los bomberos municipales ubicados en la cabecera no cuentan con una estación adecuada, para responder a las emergencias que la población necesite.
- Un sistema de agua potable, que abastezca a toda la población de forma equitativa y constante. La población sabe la riqueza que tiene en el recurso hídrico, debido a que en las montañas que rodea la población, las precipitaciones pluviales son constantes, y conocen que utilizando bien este recurso tendrán suficiente agua para sus pobladores.
- Un sistema de alcantarillados sanitarios y pluviales, ya que las aldeas cuentan con un 80% de este servicio, el cual se encuentra combinado. Existen muchos hogares que no están conectados a la red de drenajes; se dan también otros casos en donde no existe un desfogue para los drenajes, por ello es que no se construyen. Además, las constantes lluvias y la topografía de las aldeas con pendientes muy pronunciadas hacen obligatoria la construcción de drenajes pluviales que se conectan con la red de aguas servidas.

- Un mercado con una infraestructura adecuada, un lugar donde los mercaderes puedan ofrecer sus productos en condiciones óptimas y limpias, y no en la calle. Donde las personas puedan acercarse en cualquier momento, y no esperar los miércoles y viernes para hacer sus compras, o ya sea comprar en los pueblos aledaños.

1.8.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Se llegó a un acuerdo con las autoridades municipales y la población de las aldeas San Miguel y Buena Vista, para priorizar los proyectos de la manera siguiente:

- Sistema de agua potable
- Sistema de alcantarillado sanitario y pluvial
- Hospital o centro de salud
- Mercado municipal

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea San Miguel, Magdalena Milpas Altas Sacatepéquez

El servicio técnico que se le brinda a la comunidad de San Miguel es el diseño de un sistema de agua potable, el cual consta del diseño de línea de conducción, tanque de almacenamiento y la red de distribución del agua.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar la red de agua potable en la aldea, desde la localización de los nacimientos, transportar el agua por medio de una línea de conducción hasta el tanque de almacenamiento, y luego dividirla en dos redes de agua para su distribución.

La tubería que se utilizará varía en su diámetro, pero todas serán de PVC que resisten hasta 250psi; el tanque de almacenamiento será de concreto ciclópeo y losa tradicional. En los nacimientos se harán unas cajas que permitan aprovechar todo el caudal que salga de ellos.

Las dos redes de agua diseñadas serán distintas, una será un ramal abierto y la otra combinada entre red abierta y circuito cerrado; esto se determinó así por la distribución de la población que impedía que todo sea circuito cerrado.

Dada la topografía del lugar, todo el sistema se hizo por gravedad.

2.1.2. Datos preliminares

Es la recopilación de datos que ayudan a tener una idea del panorama y dictará las pautas para poder dar inicio al diseño del proyecto.

2.1.2.1. Fuentes de abastecimiento

Debido a la región montañosa que rodea la aldea San Miguel, las precipitaciones son constantes, por lo tanto, es muy frecuente encontrar nacimientos de agua. Para esta aldea en particular se detectaron cuatro nacimientos, los cuales son:

- Nacimiento atrás de Magdalena
- Nacimiento San Miguel
- Nacimiento El Pilar
- Nacimiento 57 (por el año en que se descubrió)

2.1.2.2. Aforo de fuentes

Aforar las fuentes de agua potable consiste en utilizar un bote de 5 galones de volumen, equivalente a 18,9 litros y tomar el tiempo de llenado del mismo, para determinar el caudal de estos.

2.1.2.2.1. Aforo de nacimientos

Se visitó cada uno de los nacimientos ubicados en la parte alta de la montaña y se realizó el trabajo respectivo para poder aforar la fuente.

Tabla I. **Aforo de nacimientos San Miguel**

Tiempo de llenado			Tiempo de llenado		
	Nacimiento Magdalena	Nacimiento San Miguel		Nacimiento El Pilar	Nacimiento 57
1	38,98	19,34	1	18,43	10,78
2	38,43	18,42	2	19,34	9,95
3	38,72	19,63	3	18,54	10,37
4	37,32	18,46	4	18,87	10,14
5	38,21	19,99	5	19,37	9,32
6	37,30	19,68	6	18,63	10,67
7	38,04	19,23	7	18,79	9,99
8	38,99	18,43	8	18,74	10,54
9	38,32	18,53	9	18,56	9,35
10	37,43	19,21	10	18,86	10,67
P	38,174	19,092	P	18,813	10,178
	0,4951014	0,9899434		1,0046244	1,8569464
Q	0,5	0,99	Q	1	1,86
Qt	1,49	L/s	Qt	2,86	L/s

Caudal total		
Q	1,49	2,86
Qt	4,35	L/s

Fuente: elaboración propia.

2.1.2.3. Calidad del agua

Para determinar si el agua es potable se deben realizar las prácticas correspondientes, entre ellas estudios, químicos y físicos avalados por la entidad correspondiente.

2.1.2.3.1. Exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos

El examen fisicoquímico determina las características físicas del agua, las cuales son percibidas a través de los sentidos por medio del olor, color, sabor, potencial hidrógeno (pH), que determina la acidez o alcalinidad del agua y la turbidez que es el efecto óptico como consecuencia de la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través del agua, la que contiene pequeñas partículas en suspensión.

El examen químico es de gran importancia, ya que permite determinar las cantidades de materia mineral y orgánica que se encuentran en el agua y que pueden afectar su calidad; proporciona datos acerca de su contaminación, y también puede mostrar variaciones ocasionadas por el tratamiento, lo cual es indispensable para controlar el proceso de purificación del agua.

Las sustancias minerales químicas contenidas en el agua deben encontrarse en concentraciones inferiores a ciertos límites permisibles y aceptables; de lo contrario pueden afectar la salud, le dan mal olor y sabor al agua, y además dañan la tubería y equipo; entre las sustancias a determinar se tienen: la alcalinidad, la dureza, los aniones (hierro, calcio, magnesio, entre otros) y los cationes (cloruro, flúor, nitritos, sulfatos, entre otros).

Mediante el examen bacteriológico es posible determinar la presencia del grupo coliforme total, representado por la *Escherichia coli*, la cual es una bacteria que no es patógena, pero se encuentra presente en los intestinos de los seres vivos.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, por medio de la Dirección de Área de Salud de Sacatepéquez, realiza los respectivos exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos a los abastecimientos de agua potable, y emite los certificados de calidad del agua correspondientes. Estos exámenes de calidad se realizan cada seis meses, aproximadamente, para llevar el control de la potabilidad del agua.

2.1.2.4. Levantamiento topográfico

Es un conjunto de operaciones y medidas efectuadas en el terreno para obtener su representación gráfica en un plano.

2.1.2.4.1. Planimetría

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geometría), prescindiendo de su relieve; se representa en una proyección horizontal.

2.1.2.4.2. Altimetría

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o "cota" de cada punto respecto de un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno, (planos de curvas de nivel, perfiles, entre otras).

La topografía de la aldea San Miguel se realizó con GPS Garmin Map 62sc, utilizando coordenadas geográficas del sistema de coordenadas WGS84. Se tomaron cuatro puntos de referencia con sus distancias entre ellos para tomar una referencia y colocarlo a una escala adecuada. Se plotearon esos puntos en AutoCAD para darle forma a la planta y al perfil de la aldea. Se verificaron los puntos en el programa Google Earth, dando la exacta ubicación de los puntos sobre la superficie de la tierra.

2.1.3. Diseño hidráulico

En el diseño hidráulico se determinan todos los componentes y dimensiones de tal manera que el sistema se comporte conforme a los parámetros establecidos y su funcionamiento sea el esperado.

2.1.3.1. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual una obra va a prestar un servicio satisfactorio, y se empieza a contar desde el momento en que entra en servicio la misma. Para fijarlo se tomarán en cuenta varios factores que influyen en el período de diseño.

Tomando en cuenta la vida útil de los materiales de construcción, el crecimiento poblacional de la aldea, así como el tiempo que estén en funcionamiento los nacimientos encontrados, además de las especificaciones que da el Infom-Unepar para obras civiles, se optó por escoger 20 años como el período de diseño.

2.1.3.2. Dotación

Según las normas del Infom-Unepar, la dotación asignada para cada usuario se expresa en litros por habitante por día (L/hab/día), y tomando en cuenta factores como clima, nivel de vida, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, administración del sistema y presiones del mismo, se toma en cuenta el siguiente rango de valores: servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 – 120 litros.

Se tomó un valor de este rango 100L/hab/día, ya que el servicio será racionado, y el estilo de vida de las personas no es de altos consumidores de agua potable.

2.1.3.3. Cálculo poblacional

El cálculo poblacional proporciona un dato que establece la población actual y brinda un aproximado de la población futura en un tiempo determinado.

2.1.3.3.1. Población actual

Se realizó un censo poblacional tomando en cuenta el número de casas, puntos de reunión como iglesias, escuelas y otros inmuebles sobresalientes, para llegar a un total de 3594 habitantes. Para la red 1 se censó un total de 1872 habitantes y para la red 2, 1782 habitantes.

2.1.3.3.2. Población futura

Para el cálculo de la población futura, se utilizó la fórmula del método geométrico:

$$P = P_i * (1 + R)^n$$

Donde:

P=población futura

P_i= población inicial

R= tasa de crecimiento. Se utilizó una tasa de crecimiento de 2,5%

n = número de años (período de diseño = 20 años)

$$P_{Red1} = 1\ 872 * (1 + 0,025)^{20}$$

$$P_{Red1} = 3\ 067 \text{ habitantes}$$

$$P_{Red2} = 1\ 782 * (1 + 0,025)^{20}$$

$$P_{Red2} = 2\ 920 \text{ habitantes}$$

2.1.3.4. Factores de variación

Estos factores se determinaron dependiendo de la cantidad de usuarios que utilicen el agua, así como el tipo de uso que se le dará a este.

2.1.3.4.1. Factor día máximo (FDM)

El factor de día máximo se usará pequeño cuando las poblaciones sean muy grandes, y se utilizará un factor grande cuando las poblaciones sean pequeñas, ya que el mismo es para prever el uso simultáneo del servicio. Este

se usará para determinar el caudal de conducción. Es la relación caudal frente a tiempo; tiene la relación del máximo consumo de un día por diferentes circunstancias en el transcurso de un año.

El factor de día máximo oscila entre 1,2 y 1,8. El factor a utilizar dependerá del tamaño de la población a servir. En este caso se utilizó el factor 1,2 por la topografía de la aldea, la cual ayuda a que se distribuya el caudal en todos los lugares; por más lejanos que estén, llegará con buena presión.

2.1.3.4.2. Factor hora máximo (FHM)

Este factor indica que durante el día hay horas en que los consumos son máximos, debido al uso simultáneo del servicio por parte de la mayoría de los habitantes de una comunidad. El factor de hora máximo se usará pequeño cuando las poblaciones sean muy grandes, y se utilizará un factor grande cuando las poblaciones sean pequeñas, ya que el mismo es para prever el uso simultáneo del servicio. Este se usará para determinar el caudal de distribución.

El factor de hora máximo se encuentra entre 2 y 3. El factor a utilizar dependerá del tamaño de la población a servir. En este caso se utilizará el factor 2.

2.1.3.5. Caudales de diseño

Estos se determinan para tener la idea del caudal que consuma una determinada población, en condiciones donde toda la población utilice el servicio al mismo tiempo.

2.1.3.5.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario es el producto de multiplicar la dotación adoptada por el número de habitantes que se haya estimado para el final del período de diseño, dividido entre el número de segundos que tiene un día.

$$\begin{aligned} \text{cmd} &= \frac{\text{Dotación} * \text{población}}{86,400} \\ \text{cmd}_{R1} &= \frac{100 \text{ L/hab/día} * 1\,872 \text{ hab}}{86\,400} \\ \text{cmd}_{R1} &= 2,17 \text{ L/s} \\ \text{cmd}_{R2} &= \frac{100 \text{ L/hab/día} * 1\,782 \text{ hab}}{86\,400} \\ \text{cmd}_{R2} &= 2,06 \text{ L/s} \end{aligned}$$

2.1.3.5.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o caudal de conducción es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año. Es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo.

$$\begin{aligned} \text{CMD} &= \text{cmd} * \text{FDM} \\ \text{CMD}_{R1} &= 2,17 * 1,2 \\ \text{CMD}_{R1} &= 2,6 \text{ L/s} \\ \text{CMD}_{R2} &= 2,06 * 1,2 \\ \text{CMD}_{R2} &= 2,47 \text{ L/s} \end{aligned}$$

2.1.3.5.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o caudal de distribución, es el máximo caudal producido durante una hora en un período de observación de un año, y este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima.

$$CMH = cmd * FHM$$

$$CMH_{R1} = 2,17 * 2$$

$$CMH_{R1} = 4,34 \text{ L/s}$$

$$CMH_{R2} = 2,06 * 2$$

$$CMH_{R2} = 4,12 \text{ L/s}$$

2.1.3.6. Velocidades

La velocidad mínima en ningún caso será menor de 0,3 m/s, y deberá garantizar la autolimpieza del sistema. En general, se recomienda un rango de velocidad de 0,3 – 3,00 m/s. Por otro lado, la velocidad máxima en la red de distribución no excederá los 3 m/s.

$$V = \frac{1,974 * Q_{md}}{D^2}$$

Donde:

V= velocidad (m/s)

Q_{md} = caudal medio diario (L/s)

D= diámetro de tubería (plg)

El sistema se diseña garantizando que los valores de la velocidad estén dentro del rango, sin embargo, hay situaciones críticas donde es difícil cumplir

con estos valores; tal es el caso del tramo que va de la estación 175 a la 176, en donde el caudal es de $Q=0,01$ L/s, por lo cual, la velocidad es de $v= 0,08$ m/s, utilizando un diámetro de tubería de $d= 1/2"$, entre otros puntos.

2.1.3.7. Presiones

La presión hidrostática máxima en líneas de conducción y redes de distribución debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería a utilizar, aunque hay que tomar en cuenta la calidad de los accesorios y las válvulas, para evitar fugas cuando el acueducto esté en servicio.

Las presiones en las redes de distribución van a depender de las diferentes alturas que tenga el terreno, pero por medidas de seguridad se tomará un rango entre 10 y 40 metros columna de agua (mca), aunque dependiendo de los casos, se admiten valores fuera de este rango.

Tal es el caso del punto crítico ubicado de la estación 175 a 176 donde la presión en ese punto es de 8,43 mca; además de otros puntos donde las presiones superan levemente los 40 mca.

2.1.3.8. Captación

Consiste en una estructura colocada directamente en el nacimiento encontrado; para poder captar el agua necesaria para el sistema de distribución de agua potable; se optó por una excavación en unos cortes naturales en la montaña, dándole forma a una poza tapada con cedazo; esta obra sirve para captar el agua que brota de la montaña, y conducirla por medio de una línea de conducción hacia el tanque de almacenamiento.

2.1.3.9. Línea de conducción

En la línea de conducción se diseña un conjunto de tuberías que conducen el agua que viene desde las obras de captación al tanque de almacenamiento. De acuerdo con la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad. Por la topografía de la aldea y la riqueza en el recurso hídrico, se diseñó la línea de conducción por gravedad, tomando en cuenta varios factores.

2.1.3.9.1. Cálculo de la línea de conducción

Para garantizar la conducción del agua debe existir una diferencia de altura positiva entre la captación y el tanque de distribución. El nacimiento El Pilar se encuentra a una altura de 2145 msnm; y el tanque de almacenamiento a 2076 msnm; por lo que hay una diferencia de altura de 69 m, lo que garantiza que el agua llegará al último punto sin ningún problema. La selección del diámetro de la tubería deberá ser el que cumpla con los requisitos de caudal y presión del sistema. Se utilizaron las fórmulas de Hazen-Williams para determinar el diámetro de la tubería, así como la pérdida real del sistema.

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

Donde:

H_f= pérdida de carga por fricción (m)

Q_{md}= caudal máximo diario (lt/seg)

L= longitud de tubería más el 5% del mismo por la topografía del terreno (m)

D= diámetro interno de la tubería (plg.)

C= coeficiente de capacidad hidráulica, se usará C=150 para tubería de PVC.

Para determinar el diámetro se despeja el mismo de la ecuación anterior, y para este caso se utiliza una pérdida H_f que consiste en la diferencia de cotas entre los dos puntos analizados. Luego de ver el resultado, se aproxima a un diámetro comercial.

Se analiza del punto 1 al 17 donde se encuentra ubicado el nacimiento El Pilar, el cual tiene un caudal $Q_{md} = 0,85$ L/s, las cotas de terreno son de $CT_1 = 2145$ msnm, $CT_{17} = 2121$ msnm, la longitud con un 5% más es de $L = 317,28$ m.

La diferencia de cotas es de:

$$\begin{aligned}H_f &= CT_1 - CT_2 \\H_f &= 2\,142 - 2\,121 \\H_f &= 21\text{ m}\end{aligned}$$

Se utiliza la fórmula Hazen-Williams:

$$\begin{aligned}H_f &= \frac{1\,743,811 * L * Q_m^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}} \\D &= \frac{1\,743,811 * L * Q_m^{1,85}}{C^{1,85} * H_f} \\D &= \frac{1\,743,811 * 317,28\text{ m} * 0,85\text{ L/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 21\text{ m}} \\D &= 1,1\text{ plg} = 1\frac{1}{2}\text{ plg}\end{aligned}$$

Luego se determina la pérdida real:

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

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 317,28 \text{ m} * 0,85 \text{ L/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 1 \frac{1}{2} \text{ plg}^{4,87}}$$

$$H_f = 5,358 \text{ m}$$

El sistema debe cumplir con el parámetro de velocidad $0,3 \text{ m/s} \leq V \leq 3 \text{ m/s}$

$$V = \frac{1,974 * Q_{md}}{D^2}$$

Donde:

V= velocidad (m/s)

Q_{md} = caudal medio diario (L/s)

D= diámetro de tubería (plg)

Se tomó de la estación 1 a la estación 17 con un caudal de 0.85 L/s y un diámetro comercial de 4 plg.

$$V = \frac{1,974 * 0,85 \text{ L/s}}{1 \frac{1}{2}^2 \text{ plg}}$$

$$V = 0,75 \text{ m/s}$$

Para determinar la cota piezométrica se le agrega un valor de 10 m a la cota de terreno de la estación; luego, a ese valor se le resta la pérdida real; con eso se obtiene la cota piezométrica.

Se utiliza la estación 1 con una altura de 2145 msnm y la estación 17 con altura de 2121 msnm. La pérdida real de ese tramo es $H_f = 5.358$ m.

$$\begin{aligned}CP &= CT_1 + 10 - H_f \\CP &= 2\,145 + 10 - 5,358 \\CP &= 2\,149,64 \text{ m}\end{aligned}$$

La presión está dada por la resta de la cota piezométrica y la cota de terreno del punto observado.

$$\begin{aligned}P &= CP - CT_{po} \\P &= 2\,149,64 - 2\,121 = 28,64 \text{ mca} = 40,67 \text{ psi}\end{aligned}$$

2.1.3.9.2. Caja rompepresión

Este tipo de obras se utiliza cuando en un tramo de tubería se tiene un fuerte desnivel, esto se hace con el fin de que cada tramo trabaje con la presión adecuada, que se rige por el rango de 10 a 40 m.c.a.

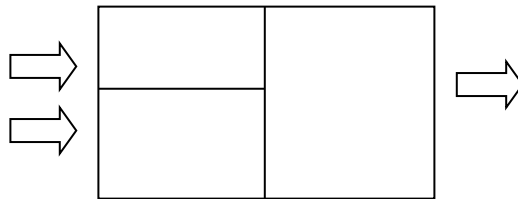
Las cajas rompepresión que se utilizan en una línea de conducción deben favorecer al recorrido que este tenga, para que el agua fluya sin ningún inconveniente, porque la presión se volverá cero en este punto.

Estas cajas se colocarán en las estaciones 37, 86, 94 y 102.

2.1.3.9.3. Caja unificadora de caudal

Es la caja que sirve para reunir dos o más caudales previamente captados. Su capacidad será de acuerdo al número de fuentes a reunir y al caudal de cada una de ellas.

Figura 2. **Caja unificadora de caudal San Miguel**



Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 99.

Estas cajas se colocarán en las estaciones 17, 67 y 56.

2.1.3.9.4. Caja desarenadora

Los desarenadores son estructuras hidráulicas que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar; se utilizan en tomas para acueductos, en centrales hidroeléctricas (pequeñas), plantas de tratamiento y en sistemas industriales.

La caja desarenadora se construirá en el punto antes del tanque de almacenamiento, estación 57.

2.1.4. Tanque de almacenamiento

El tanque es un elemento estructural diseñado para almacenar el agua y poder tratarlo químicamente para su potabilidad.

2.1.4.1. Diseño de la estructura

Es un depósito que sirve para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo. Este tipo de obra es de suma importancia para el sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, como para funcionamiento hidráulico y del almacenamiento. Un tanque de distribución tiene los siguientes componentes:

El volumen de los tanques de distribución se calculará de acuerdo con el criterio que propone Unepar; en sistemas por gravedad se adoptará del 25% al 40% del consumo medio diario estimado de la población. Se proporciona la fórmula siguiente:

$$\text{Vol} = \frac{X\% * \text{cmd} * 86\ 400}{1\ 000\ \text{L/s}}$$

Vol= volumen del tanque

X%= porcentaje del consumo medio diario. (se optará el 40%)

Cmd= caudal medio diario de la red mayor. Cmd_{red1}= 2,17 L/s

$$\text{Vol} = \frac{0,40 * 2,17\ \text{L/s} * 86\ 400}{1\ 000\ \text{L/s}}$$
$$\text{Vol} = 74,99\ \text{m}^3$$

En este caso se tomará una capacidad mayor a la prevista anteriormente, por lo que el volumen del tanque quedará de 80 m^3 . Por motivos constructivos, las dimensiones del tanque quedarán de la manera siguiente:

Largo= 7 m

Ancho= 4,4 m

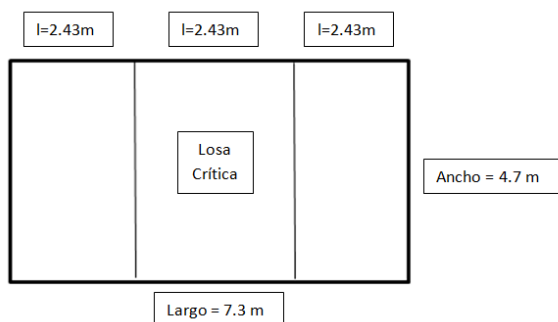
Alto= 2,6 m

Por lo que el volumen final sería de:

$$\text{Vol} = 80,08 \text{ m}^3$$

Para ahorrar costos y evitar elementos estructurales grandes se determinó dividir la losa en tres partes iguales, diseñando la losa crítica que sería la de en medio por ser una losa continua en los extremos. Además, se le agregan 30 centímetros en los extremos para que descansen sobre el muro perimetral del tanque; quedando de la manera siguiente:

Figura 3. **Losa crítica San Miguel**



Fuente: elaboración propia.

Espesor de losa (t):

Se toma el lado a como el lado corto y el lado b como el lado largo de la losa a diseñar.

$$a = 2,43 \text{ m}$$

$$b = 4,7 \text{ m}$$

m = factor de losa

si $m < 0,5$ losa en un sentido $\rightarrow$

si $m > 0,5$ losa en dos sentidos $\uparrow \rightarrow$

$$m = \frac{a}{b} = \frac{2,43}{4,7} = 0,52 \uparrow \rightarrow$$

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2(2,43 + 4,7)}{180} = 0,1 \text{ m}$$

Integración de cargas:

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

$$\text{Carga muerta (CM)} = 8_c * t + S_c$$

$$\text{Peso específico del concreto (8}_c\text{)} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$S_c = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 2400 * 0,10 + 50 = 290 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU):

$$CU = 1,6 \text{ CV} + 1,2 \text{ CM}$$

$$\text{Carga última viva (CUV)} = 1,6 \text{ CV}$$

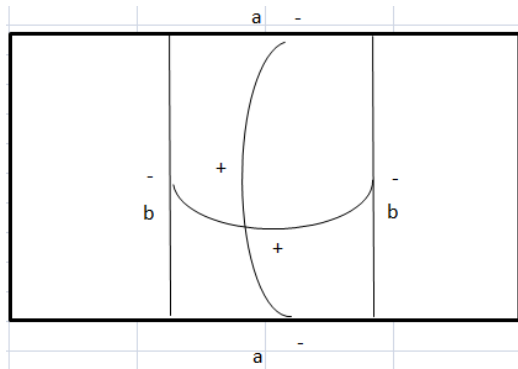
Carga última muerta (CUM) = 1,2CM

$$CU = 1,6(100) + 1,2(290)$$

$$CU = 160 + 348 = 508 \text{ kg/m}^2$$

Se utiliza el caso de elemento doblemente empotrado.

Figura 4. **Diagrama de momentos en la losa San Miguel**



Fuente: elaboración propia.

CM⁺

Caso 5  0,50

$$Ca_{CM} = 0,039$$

$$Cb_{CM} = 0,001$$

CV⁺

Caso 5  0,50

$$Ca_{CV} = 0,067$$

$$Cb_{CV} = 0,004$$

Momento M^-

Caso 5  0,50 $Ca_M = 0,09$
 $Cb_M = 0$

Momentos positivos en A Ma^+ :

$$Ma^+ = Ca^+ * CUV * a^2 + Ca^+ * CUM * a^2$$
$$Ma^+ = 0,67 * 160 * 2,43^2 + 0,039 * 348 * 2,43^2$$
$$Ma^+ = 63,3 + 80,14$$
$$Ma^+ = 143,44 \text{ kg} - \text{m}$$

Momento negativo en A Ma^- :

$$Ma^- = Ca^- * CU * a^2$$
$$Ma^- = 0,09 * 508 * 2,43^2$$
$$Ma^- = 269,97 \text{ kg} - \text{m}$$

Momento positivo en B Mb^+ :

$$Mb^+ = Cb^+ * CUV * b^2 + Cb^+ * CUM * b^2$$
$$Mb^+ = 0,004 * 160 * 4,7^2 + 0,001 * 348 * 4,7^2$$
$$Mb^+ = 14,14 + 7,69$$
$$Mb^+ = 21,83 \text{ kg} - \text{m}$$

Momento negativo en B Mb^- :

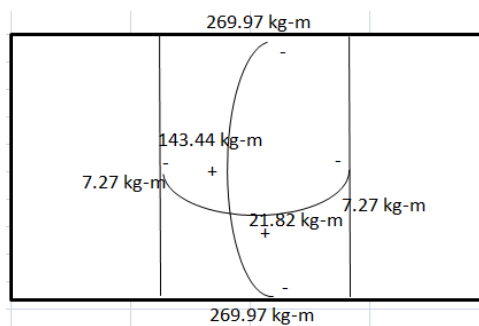
$$Mb^- = 0$$

Como $M_b^- = 0$ se utilizará:

$$M_b^- = \frac{1}{3} M_b^+$$

$$M_b^- = \frac{1}{3} 21.83 = 7.27 \text{ kg-m}$$

Figura 5. **Valores de momentos en losa crítica San Miguel**



Fuente: elaboración propia.

Refuerzo de losa:

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

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

$$r = 2.50 \text{ cm}$$

$$\text{Franja unitaria (b)} = 100 \text{ cm}$$

Peralte (d)

$$d = t - r \frac{\phi_{\text{varilla}}}{2}$$

$$\phi_{\text{varilla}} = \# 3 = 3/8" = 0.95 \text{ cm}$$

$$d = 10 - 2.5 \frac{0.95}{2} = 7.025 = 7 \text{ cm}$$

Acero mínimo ($A_{s_{min}}$) :

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$
$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2810} * 100 * (7)$$
$$A_{s_{min}} = 3,51 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste con el $A_{s_{min}}$:

$$M_{A_{s_{min}}} = 0,9 A_s * f_y * (d - \frac{A_{s_{min}} * f_y}{1,7 * f'_c * b})$$
$$M_{A_{s_{min}}} = 0,9 3,51 * 2810 * (7 - \frac{3,51 * 2810}{1,7 * 210 * 100})$$
$$M_{A_{s_{min}}} = 59685,07 \text{ kg} - \text{cm} = 59,68 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento que resiste la losa con el acero mínimo es mayor a los momentos actuantes sobre la losa, por lo que la cantidad de acero está bien y se diseñará con base en eso.

Cantidad de varillas por franja unitaria:

$$\#varillas = \frac{A_{s_{min}}}{A_{var \#3}}$$
$$\#varillas = \frac{3,51 \text{ cm}^2}{0,71 \text{ cm}^2} = 4,95 = 5 \text{ varillas}$$

5 varillas número 3 en ambos sentidos por cada metro de losa.

Diseño de vigas:

Se predimensiona la viga que actuará como solera corona alrededor del tanque.

Altura (h)

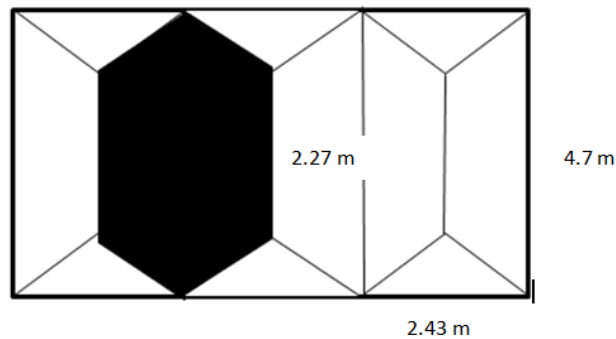
$L = 4,7 \text{ m}$

$$h = \frac{L}{21} = \frac{4,7}{21} = 0,2238 = 0,25 \text{ cm}$$

$$h = 2b$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{0,25}{2} = ,125 = 0,15 \text{ cm}$$

Figura 6. **Área tributaria de la losa a la viga San Miguel**



Fuente: elaboración propia.

El área tributaria que soportará la viga será el área de dos trapecios.

$$A_{\text{Trapezio}} = \frac{1}{2} b + B * h$$

$b = 2,27 \text{ m}$

$B = 4,7 \text{ m}$

$h = 1,215 \text{ m}$

$$A_{\text{Trapezio}} = \frac{1}{2} (2,27 + 4,7) \cdot 1,215$$

$$A_{\text{tributaria}} = 4,23 \text{ m}^2 \cdot 2 = 8,46 \text{ m}^2$$

Carga distribuida en la viga:

$$W_{\text{Distribuida}} = \frac{A_{\text{tributaria}} \cdot CU}{\text{Largo de la viga}}$$

$$W_{\text{Distribuida}} = \frac{8,43 \cdot 508}{4,7} = 914,4 \text{ kg/m}$$

Peso de la viga:

$$W_{\text{viga}} = \gamma_c \cdot b \cdot d$$

$$d = h - r$$

$$d = 25 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

$$W_{\text{viga}} = 2400 \cdot 0,15 \cdot 0,21$$

$$W_{\text{viga}} = 75,6 \text{ kg/m}$$

Carga total que soporta la viga, es igual al peso distribuido, más el peso de la viga.

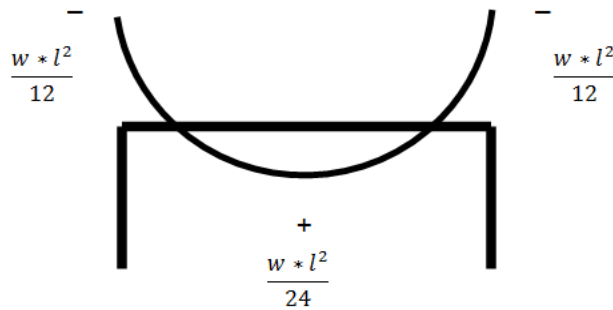
$$W_{\text{TV}} = W_{\text{Distribuida}} + W_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{TV}} = 914,4 + 75,6$$

$$W_{\text{TV}} = 990 \text{ kg/m}$$

Momentos de la viga:

Figura 7. Diagrama del momento en viga San Miguel



Fuente: elaboración propia.

Momentos negativos (-):

$$M_{\text{viga}}^{-} = \frac{w * l^2}{12} = \frac{990 * 4,7^2}{12} = 1822,42 \text{ kg} - \text{m}$$

Momento positivo (+):

$$M_{\text{viga}}^{+} = \frac{w * l^2}{24} = \frac{990 * 4,7^2}{24} = 911,21 \text{ kg} - \text{m}$$

Acero mínimo ($A_{s_{\min}}$):

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2810} * 15 * 21 = 1,58 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_{s_{\min}}}{A_{s_{\text{var}}}} = \frac{1,58}{0,71} = 2,22 = 3 \text{ varillas \#3}$$

Acero máximo ($A_{s_{\max}}$) :

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

$$\rho_{\max} = F_{zs} * \rho_b$$

F_{zs} = factor de zona sísmica = 0,5

$$\rho_b = 0,85 * \beta * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6120}{(f_y + 6120)}$$

$$\beta = 0,85$$

$$\rho_b = 0,85 * 0,85 * \frac{210}{2810} * \frac{6120}{(2810 + 6120)}$$

$$\rho_b = 0,037$$

$$\rho_{\max} = 0,5 * 0,037 = 0,0185 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,0185 * 15 * 21 = 5,83 \text{ cm}^2$$

Acero calculado: aquí se calculan las áreas para los momentos positivos y negativos de la viga.

$$A_{s-} = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u^- * b}{0,003825 * f'_c} * \frac{\phi * f'_c}{f_y}}$$

$$A_{s-} = 15 * 21 - \sqrt{(15 * 21)^2 - \frac{1822,42 * 15}{0,003825 * 210} * \frac{0,85 * 210}{2810}}$$

$$A_{s-} = 3,70 \text{ cm}^2$$

$$As^+ = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu^+ * b}{0,003825 * f'c} * \frac{\phi * f'c}{fy}}$$

$$As^- = 15 * 21 - \sqrt{(15 * 21)^2 - \frac{911,21 * 15}{0,003825 * 210} * \frac{0,85 * 210}{2810}}$$

$$As^+ = 1,79 \text{ cm}^2$$

Tabla II. **Área de acero en momentos positivos y negativos San Miguel**

	AS_{min}	AS_{calc}	AS_{max}
M^-	$1,58 \text{ cm}^2$	$3,70 \text{ cm}^2$	$5,83 \text{ cm}^2$
M^+	$1,58 \text{ cm}^2$	$1,79 \text{ cm}^2$	$5,83 \text{ cm}^2$

Fuente: elaboración propia.

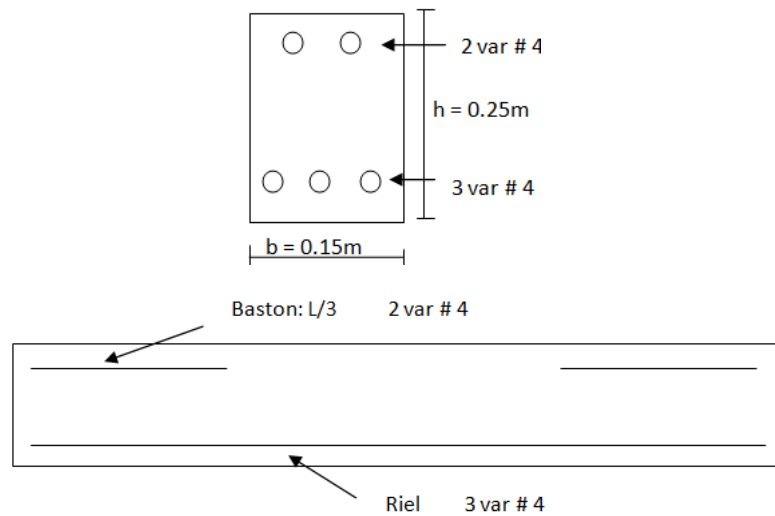
Cama inferior se diseña con el momento negativo $M^- = 3,70 \text{ cm}^2$

3 varillas # 4

Cama superior se diseña con el momento positivo $M^+ = 1,79 \text{ cm}^2$

2 varillas # 4

Figura 8. **Refuerzo de acero viga San Miguel**



Fuente: elaboración propia.

Refuerzo por corte en viga:

Se calcula el esfuerzo de corte del concreto y el esfuerzo de corte actuante sobre la viga, el cual para confinar estribos debe cumplir lo siguiente:

$$V_{ac} > V_c$$

Esfuerzo del concreto (V_c):

$$V_c = \phi * 0,53 * \overline{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \overline{210} * 15 * 21$$

$$V_c = 2056,4 \text{ kg} = 2,056 \text{ Ton}$$

Esfuerzo actuante (Vac):

$$V_{ac} = \frac{W_{TV} * l}{2}$$
$$V_{ac} = \frac{990 * 4,7}{2} = 2326,5 \text{ kg} = 2,32 \text{ Ton}$$

Como $V_{ac} > V_c$ se confinan estribos de la manera siguiente:

$$S = \frac{A_{var} * \phi * f_y * d}{(V_{ac} - \phi * V_c)}$$
$$S = \frac{0,71 * 0,85 * 2810 * 21}{(2326,5 - 0,85 * 2056,5)} = 61,56 \text{ cm}$$

El espaciamiento requerido es muy alto, por lo tanto, se seguirán las especificaciones del ACI que dice que en los extremos de la viga el espaciamiento máximo será de $d/4$ hasta una distancia de $2h$ y en el centro será de $d/2$, quedando el confinamiento de la manera siguiente:

$$2h = 2 * 0,25 = 0,5 \text{ m}$$
$$\frac{d}{4} = \frac{21}{4} = 5,25$$

El espaciamiento entre estribos en los extremos hasta una distancia de 0,5 m será de 5 cm.

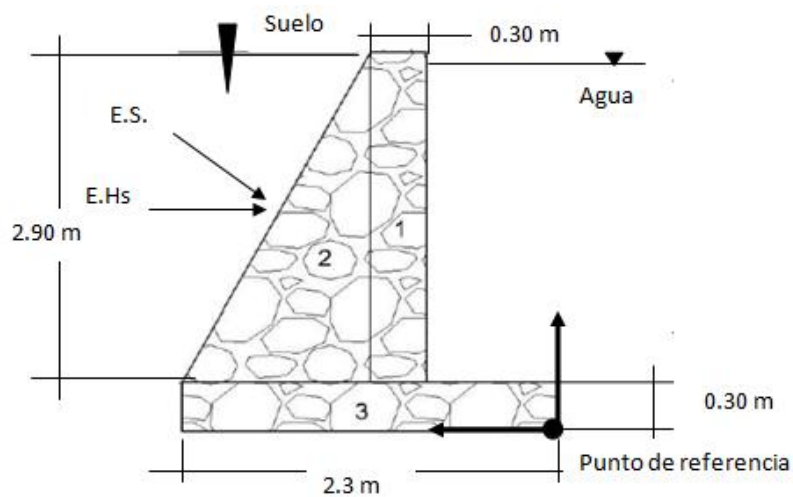
$$\frac{d}{2} = \frac{21}{2} = 10,5$$

Quedando el espaciamiento entre estribos en el medio de 10 cm con una distancia total de 3,7 m de la viga, utilizando para los estribos varillas número 3.

Diseño del muro del tanque:

Para diseñar el muro se proponen las dimensiones del mismo, y se revisan las fuerzas y los momentos para verificar que el muro resiste.

Figura 9. **Muro del tanque San Miguel**



Fuente: elaboración propia.

Se determina el coeficiente del empuje activo del suelo (k_a):

$$k_a = \frac{(1 - \sin\beta)}{(1 + \sin\beta)}$$

β = ángulo de fricción interna = 30°

$$k_a = \frac{(1 - \sin 30^\circ)}{(1 + \sin 30^\circ)} = 0,33$$

Empuje del suelo (E.S.):

$$E.S. = \frac{\rho_s * h_T^2}{2} * k_a$$

ρ_s = densidad del suelo = 1,6 ton/m³

h_T = altura total del muro = 3,2 m

$$E.S. = \frac{1,6 * 3,2^2}{2} * 0,33 = 2,7 \text{ ton/m}$$

Empuje horizontal del suelo (E.Hs):

$$E.Hs. = E.S. * \cos\beta * (\text{franja unitaria})$$

$$E.Hs. = 2,73 * \cos 30^\circ * 1 = 2,36 \text{ ton}$$

Momento del empuje del suelo (Ms):

$$M_s = \frac{E.Hs. * h_T}{3}$$

$$M_s = \frac{2,36 * 3,2}{3} = 2,52 \text{ ton} - \text{m}$$

Momentos estabilizantes del muro:

Se debe obtener el peso de muro; para ello se multiplica cada área del muro por el peso específico del material del que está hecho, y se agrega la parte de suelo que está por encima del muro. El peso total del muro es igual a la sumatoria del peso específico por el área.

$$W_m = \gamma_c * A$$

γ_c = peso específico del concreto = 2400 kg/m³

γ_s = peso específico del suelo = 1600 kg/m³

El momento provocado por el muro es igual a la sumatoria de la multiplicación de peso por el brazo, tomando en cuenta el punto de referencia antes descrito:

$$M_m = W_m * \text{Brazo}$$

Para obtener estos valores se tomó por separado cada elemento del muro, formando varias figuras geométricas, facilitando la multiplicación del área por el peso específico, por lo cual se obtiene la tabla siguiente:

Tabla III. **Áreas del muro San Miguel**

Fig	Área	γ_{mat}	W_m	Brazo	Mm
1	$b * h = 0,3 * 2,9 = 0,87$	2,4	2,09	0,95	1,99
2	$\frac{1}{2} * b * h = \frac{1}{2} * 2,9 * 1,2 = 1,74$	2,4	4,18	1,5	6,27
3	$b * h = 0,3 * 2,3 = 0,69$	2,4	1,66	1,15	1,91
4	$\frac{1}{2} * b * h = \frac{1}{2} * 2,9 * 1,2 = 1,74$	1,6	2,78	1,9	5,28
			10,71 ton		15,45 ton – m

Fuente: elaboración propia.

Carga que resiste por la losa:

$$CL = \frac{CU * A_{\text{Trapecio}}}{l}$$
$$CL = \frac{508 * 4,23}{4,7} = 457,20 \text{ kg/m}$$

Carga que resiste por la viga:

$$Cvi = \gamma_c * b * h$$
$$Cvi = 2400 * 0,15 * 0,25 = 90 \text{ kg/m}$$

Carga total que resiste el muro:

$$C_{\text{muro}} = CL + Cvi$$
$$C_{\text{muro}} = 457,20 + 90 = 547,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga distribuida en el muro, para obtener una carga puntal se debe multiplicar por la franja unitaria:

$$Cp = 547,20 \text{ kg}$$

Momento ejercido sobre el muro por la carga puntal:

$$M_{cp} = \text{brazo} * Cp$$
$$M_{cp} = 0,95 * 547,20 = 519,84 \text{ kg} - \text{m}$$

Carga total del muro al suelo:

$$Ct_{\text{muro}} = CU + Cv + W_m$$
$$Ct_{\text{muro}} = 508 + 90 + 10710 = 11308 \text{ kg}$$

Para garantizar que el muro resiste, se debe cumplir con las revisiones que se presentan a continuación.

Estabilidad contra el volteo (F_{sv}) $F_{sv} > F_s$

$$F_s = 1,5$$

$$F_{sv} = \frac{M_m + M_{cp}}{M_s}$$
$$F_{sv} = \frac{15,45 + 0,519}{2,52} = 6,34$$
$$6,34 > 1,5$$

Sí cumple; quiere decir que el suelo resiste las fuerzas de torsión que provoca el peso del muro.

Deslizamiento (F_{sd}): $F_{sd} > F_s$

$$F_{sd} = \frac{0,9 * \tan \beta * W_m}{E. S.}$$
$$F_{sd} = \frac{0,9 * \tan 30 * 10,71}{2,7} = 2,06$$
$$2,06 > 1,5$$

Sí cumple; quiere decir que no habrá deslizamiento del muro.

Presión del suelo: $3a > B_m$

$$a = \frac{M_m + M_{cp} - M_s}{C_{t_{muro}}}$$
$$a = \frac{15450 + 519,84 - 2520}{11293,6} = 1,19$$

$B_m = \text{base del muro} = 2,30\text{m}$

$$3 * 1,19 > 2,3$$

$$3,57 > 2,3$$

Sí cumple; por lo que no existen presiones negativas.

Excentricidad (e):

$$e = \frac{B_m}{2} - a$$

$$e = \frac{2,3}{2} - 1,19 = -0,04$$

Módulo de sección (S_x):

$$S_x = \frac{1}{6} * B_m^2 * \text{franja unitaria}$$

$$S_x = \frac{1}{6} * 2,3^2 * 1 = 0,88$$

$$q = \frac{C_{t_{muro}}}{B_m * f_u} \pm \frac{C_{t_{muro}} * e}{S_x}$$

$$q = \frac{11308}{2,3 * 1} \pm \frac{11308 * 0,04}{0,88}$$

$$q = \frac{11293,6}{2,3 * 1} \pm \frac{11293,6 * 0,04}{0,88}$$

$$0 < q < V_{ss}$$

Vss= valor soporte del suelo= 5,5 ton/m³

$$q_{\max} = 5,42 \text{ ton/m}^3$$

$$q_{\min} = 4,39 \text{ ton/m}^3$$

Estos valores quedan dentro del rango propuesto, por lo que se concluye que el suelo resistirá el peso del muro.

Diseño de losa inferior:

$$\text{Vol} = 7 * 4,4 * 2,6$$

$$\text{Vol} = 80,08 \text{ m}^3$$

Peso del agua (Pa):

$$Pa = \gamma_{\text{agua}} * \text{Vol}$$

$$Pa = 1000 * 80,08 = 80,08 \text{ ton}$$

Peso del agua por metro cuadrado (Wa):

$$Wa = \frac{Pa}{A_{\text{llosa}}}$$

$$Wa = \frac{80,08}{7 * 4,4} = 2,6 \text{ ton/m}^2$$

$$Wa < V_{ss}$$

$$2,6 < 5,5$$

Por lo tanto, el suelo resiste el volumen de agua

Refuerzo de acero para la losa:

$$d = h - 2r - \frac{\phi_{\text{var}}}{2}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$r = 4 \text{ cm}$$

$$\phi_{\text{var}} = \text{var \#4} = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$d = 30 - 8 - \frac{1,27}{2} = 21,36 = 21 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14,1}{2810} * 1 * 21 = 10,79 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_{s_{\text{min}}}}{A_{s_{\text{var}}}} = \frac{10,79}{1,27} = 8,49 = 9 \text{ varillas \#4 por metro}$$

$$\text{espaciamiento} = \frac{100}{9} = 11,11 = 10 \text{ cm}$$

Para la losa inferior quedará varilla # 4 @ 10 cm en ambos sentidos $\uparrow \rightarrow$

2.1.5. Línea de distribución

La línea de distribución se inicia, generalmente, en el tanque de agua tratada, además, consta de otros componentes importantes.

Las tuberías son un conjunto de conductos de sección circular y un sistema de unión o ensamble, se denomina tubería al conducto, comprendido entre dos secciones transversales del mismo.

La línea de distribución o red de distribución está formada por un conjunto de tuberías que se unen en diversos puntos denominados nudos o uniones.

Las piezas especiales son todos aquellos accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros; como por ejemplo tees, codo a 90° o reductores de diámetros.

Las tomas domiciliarias son el conjunto de piezas y tubos que permiten el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor. Es la parte de la red que demuestra la eficiencia y calidad del sistema de distribución, pues es la que abastece de agua directamente al consumidor.

Las redes de distribución de agua potable en los pueblos y ciudades son generalmente redes que forman circuitos cerrados. Por el contrario, las redes de distribución de agua en las comunidades rurales dispersas son ramificadas en algunos casos.

Para las distribuciones del agua en la aldea San Miguel, se hicieron dos redes, una que recorre toda la aldea es una línea de distribución o ramal, y por otro lado se encuentra la red que combina circuito cerrado con ramificaciones.

2.1.6. Red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías que permite que el agua llegue desde un punto de almacenamiento hasta cada uno de los usuarios.

2.1.6.1. Cálculo del sistema

Diseño del punto 103 al punto 109 con base en el método de Cross.

Cotas del terreno:

$$CT_{103} = 2047 \text{ msnm}$$

$$CT_{109} = 2019 \text{ msnm}$$

$$\text{Diferencias de cotas} = 2047 - 2019 = 28 \text{ m}$$

Longitud entre los dos puntos:

$$Long_{103-109} = 349,57 \text{ m}$$

Longitud entre los dos puntos con el 5% de aumento por el terreno:

$$Long_{+5\%(103-109)} = 367,05 \text{ m}$$

Las viviendas a las que abastecerá este tramo son 13; con un promedio de seis habitantes cada una.

Para viviendas futuras se utiliza la fórmula del crecimiento poblacional:

$$P = P_i * 1 + R^n$$
$$V_f = V_i * 1 + R^n$$
$$V_f = 13 * 1 + 0,025^{20}$$
$$V_f = 21 \text{ viviendas}$$

Se calcula el caudal medio diario:

$$cmd = \frac{\text{Dotación} * \text{población}}{86400}$$
$$cmd = \frac{100 * 13 * 6}{86400}$$
$$cmd = 0,09 \text{ L/s}$$

Se calcula el caudal máximo diario:

$$CMD = cmd * FDM$$
$$CMD = 0,09 * 1,2$$
$$CMD = 0,108 \text{ L/s}$$

Se calcula el caudal máximo horario:

$$CMH = cmd * FDH$$
$$CMH = 0,09 * 2$$
$$CMH = 0,18 \text{ L/s}$$

El caudal utilizado como consumo de este tramo es 0,18 L/s, pasando por este tramo un caudal total de 4,34 L/s, menos el consumo de 0,18 L/s, y saliendo de este tramo un total de 4,16 L/s.

Para el cálculo del diámetro a utilizar se aplica la fórmula de Hazen-Williams.

$$D = \frac{1743,811 * L * Q_m^{1,85}}{C^{1,85} * H_f}$$

$$D = \frac{1743,811 * 367,05 * 4,34^{1,85}}{150^{1,85} * 28}$$

$$D = 2,044 = 3"$$

Se calcula la velocidad del agua en el tramo:

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

$$V = \frac{1,974 * 4,34 \text{ L/s}}{3''^2}$$

$$V = 0,95 \text{ m/s}$$

Se calcula la pérdida real del tramo:

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

$$H_f = \frac{1743,811 * 367,05 \text{ m} * 4,34 \text{ L/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 3''^{4,87}}$$

$$H_f = 4,3274 \text{ m}$$

Se le agrega el 10% de la pérdida por la tubería y accesorios utilizados.

$$H_{f_{Tot}} = 10\% * H_f + H_f$$

$$H_{f_{Tot}} = 0,10 * 4,3274 + 4,3274$$

$$H_{f_{Tot}} = 4.76 \text{ m}$$

Se determina la cota piezométrica; al punto inicial se asume una presión mínima de 10 mca, por lo que la cota del primer punto quedaría de la manera siguiente:

Cotas del terreno:

$$CT_{103} = 2047 \text{ msnm} + 10 \text{ m por la presión} = 2057 \text{ msnm}$$

La cota piezométrica quedaría de la manera siguiente:

$$CP = CT_{Est} - Hf_{real}$$

$$CP = 2057 - 4,76$$

$$CP = 2052,24 \text{ m}$$

Por último, se calcula la presión en ese tramo:

$$P = CP - CT_{PO}$$

$$CT_{109} = 2019 \text{ msnm}$$

$$P = 2052,24 - 2019$$

$$P = 33,24$$

En este tramo la presión se encuentra dentro del rango de 10 a 40 m.c.a.

2.1.6.2. Obras de arte

Son estructuras que se realizan para cubrir las válvulas utilizadas en los diferentes tramos del sistema.

2.1.6.2.1. Válvulas

- Válvulas de limpieza: estas válvulas se utilizan para extraer sedimentos que se pudieran depositar en las partes bajas de las tuberías. Todos estos sedimentos que acarrea el agua impiden el libre movimiento del agua hasta el punto de tapar la tubería por completo, por eso se deben abrir estas válvulas y limpiar la tubería.
- Válvulas de aire: son válvulas que permiten el escape del aire que se acumula en las tuberías. Si no se permite la liberación del aire acumulado, se creará una obstrucción al libre flujo del caudal, impidiendo en muchos casos el libre flujo del agua. Todas las válvulas de aire se colocarán en las partes más altas de la línea de conducción.
- Válvula de control: las válvulas de control sirven para aislar alguna sección del sistema, con el fin de ejecutar alguna reparación, inspección o mantenimiento. Estas son obras de arte que se diseñan como cajas hechas de mampostería con tapaderas. Se colocarán válvulas de control en la salida del tanque de almacenamiento para separar la red que se vaya a utilizar.

2.1.7. Operación y mantenimiento

Estos gastos son los contemplados después de realizada la obra, y que pueden variar dependiendo del estado del mismo.

2.1.7.1. Sistema de desinfección

La desinfección del agua para uso humano tiene por finalidad la eliminación de los microorganismos dañinos contenidos en el agua.

La desinfección del agua es necesaria para un sistema de abastecimiento de agua potable, para prevenir que esta sea dañina para la salud. Muchas veces, tratándose de agua de nacimientos, la desinfección es el único tratamiento que se le da al agua para obtener agua potable.

La desinfección puede hacerse por medios químicos o físicos. En este caso se utilizará un método químico por medio de cloro. Es el sistema más efectivo y económico utilizado en Guatemala. Se utilizarán pastillas de cloro de 3" de diámetro y 1" de espesor, con una solución de cloro al 90 % y un 10 % de estabilizador; el peso de la pastilla es de 200 gramos, y la velocidad a la que se disuelve es de 15 gramos en 24 horas.

Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal total, se hace mediante la siguiente ecuación, determinada por la guía para la desinfección del agua para consumo en sistemas de abastecimientos de agua por gravedad y bombeo, por la Organización Panamericana de la Salud:

$$G = \frac{m * a * d}{\% \text{ Cl}}$$

G = gramos de tricloro

m = miligramos por litros deseados

a = litros de agua a tratarse por día

N = número de días

% Cl = concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 y 0,15 por ciento; este depende del caudal total; para este proyecto es de 4.35 l/s = 375 840 l/día) se utilizará un valor del 0,1 %, por lo que se tiene:

$$G = \frac{0,001 * 375840 * 30}{0,9} = 12528 \text{ gramos}$$
$$\frac{12528 \text{ gramos}}{200 \text{ gramos}} = 62,64$$

Aproximadamente 63 pastillas al mes se deben colocar gradualmente en el tanque para desinfectarlo.

2.1.7.2. Gastos de operación

Entre los gastos de operación se debe contemplar el cambio de tubería o accesorios que se dañen, cambio periódico de las válvulas y llaves de paso.

Se debe contemplar la compra mensual de pastillas de cloro y compra de materiales de PVC para reparaciones o nuevas instalaciones.

El cobro mensual del servicio, para los gastos antes contemplados y pagos de trabajadores.

2.1.7.3. Gastos de mantenimiento

Para el mantenimiento del sistema se debe hacer el trabajo siguiente: primero, dar limpieza periódica a los nacimientos, por lo menos una vez al mes, así como hacer un recorrido por la línea de conducción, para descartar fugas o posibles conexiones ilícitas. Se debe limpiar la caja desarenadora y obras de arte cada 15 días, y por lo menos una vez al mes se debe revisar el tanque de

almacenamiento, verificando que no tenga fisuras o que esté limpio de material sedimentable. Se debe colocar semanalmente el número indicado de pastillas de cloro al tanque. Para este trabajo se necesita por lo menos un trabajador que esté al pendiente a tiempo completo del buen funcionamiento del sistema.

2.1.7.4. Propuesta de tarifa

Se debe hacer del conocimiento de la población el tipo de cobro a realizarse, para el buen funcionamiento del sistema.

En los gastos de operación se asigna una cantidad de dinero para los materiales y herramientas, siendo un estimado de Q 9000,00, el gasto en desinfección, se cobrará el cloro, 63 unidades a Q 378,00; además, se deben unir los gastos de mantenimiento, los cuales constan del sueldo del trabajador encargado, asumiendo un sueldo mínimo de Q 3500,00; también, se incluye un porcentaje a la municipalidad por gastos administrativos, siendo un 10% de los gastos antes mencionados, quedando en Q 1 287,80.

La tarifa por domicilio quedaría de la manera siguiente: se suman los gastos de operación, mantenimiento y administración y se divide por el total de conexión en la aldea.

Tabla IV. **Integración de gastos de operación y mantenimiento San Miguel**

Descripción	Monto
Gastos de operación	Q 9 000,00
Gastos de mantenimiento	Q 3 500,00
Gastos de desinfección	Q 378,00
Gastos administrativos	Q 1 287,80
Total	Q 14 165,80

Fuente: elaboración propia.

Total de conexiones: 606 viviendas

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{\text{Q } 14165,80}{606} = \text{Q } 23,37$$

Se deberá cobrar un mínimo de Q 25,00 por vivienda.

2.1.8. Presupuesto del proyecto

En él se muestran los costos por renglones de los materiales y mano de obra por sección del proyecto total y el cronograma de cómo se irá ejecutando el proyecto.

2.1.8.1. Cuantificación de materiales y mano de obra

Se muestran los renglones de ejecución de los trabajos y el precio unitario para luego integrarlo y obtener el costo total de la obra.

Tabla V. **Renglones de presupuesto general San Miguel**

CUADRO RESUMEN DE PRESUPUESTO				
PROYECTO: Abastecimiento de agua potable para la aldea San Miguel				
UBICACIÓN: Aldea San Miguel, Magdalena Milpas Altas, Sac.				Enero de 2015
Renglones	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal Q
Trabajos preliminares	7 955,94	ml	Q 17,83	Q 141 860,44
Línea de conducción	2 854,33	ml	Q 49,42	Q 141 064,77
Red de distribución 1	2 663,98	ml	Q 45,53	Q 121 296,95
Red de distribución 2	2 835,46	ml	Q 43,07	Q 122 136,73
Tanque de almacenamiento	80,00	m ³	Q 2 348,05	Q 187 843,82
Caja rompepresión, unificadora de caudal, válvulas y desarenadora	22,00	Unidad	Q 8 053,38	Q 177 174,35
Mantenimiento de nacimientos	4,00	Unidad	Q 638,72	Q 2 554,88
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 893 931,94

Fuente: elaboración propia.

2.1.8.2. Cronograma de ejecución

Muestra un cronograma ideal para ejecutar el proyecto en el tiempo establecido y los montos que esto conlleva en el presupuesto.

Tabla VI. **Cronograma de ejecución San Miguel**

No.	REGLON	TIEMPO (Semanas)																				Monto
		Primer				Segund				Tercer Mes				Cuarto Mes				Quinto Mes				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1	Trabajos preliminares																					Q 141 860,44
2	Linea de conducción																					Q 141 064,77
3	Red de distribución 1																					Q 121 296,95
4	Red de distribución 2																					Q 122 136,73
5	Tanque de almacenamiento																					Q 187 843,82
6	Caja rompepresión, unificadora de caudal, valvulas y desarenadora																					Q 177 174,35
7	Mantenimiento de nacimientos																					Q 2 554,88
	Costo total del proyecto																					Q 893 931,94

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Evaluación de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es un instrumento técnico-legal de carácter predictivo que sirve para identificar, comprender, conocer y gestionar los impactos ambientales del proyecto a realizar. Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, explicando cada una de las etapas del mismo.

- Etapa de construcción: se realizarán trabajos constructivos de zanjeo y acarreo de material, se empezará en la montaña para colocar la tubería que servirá para conducir el agua hacia el tanque. La construcción del tanque se realizará en los linderos de la aldea, por lo que la población no se verá afectada. Por último, la excavación para la red de distribución sí afectará a la población en general, así como la elaboración de la misma;

para ello serán necesarios los materiales y la mano de obra, obstaculizando el libre paso vehicular y peatonal.

- Etapa de operación: en esta etapa la población no se verá afectada directamente, solo en ocasiones en donde el personal de la municipalidad tenga que hacer trabajos de reparaciones, pero por lo general, solo son trabajos de mantenimiento.
- Etapa de abandono: este es un hecho poco probable, sin embargo, se deben tomar las precauciones necesarias; si la obra queda inconclusa se debe señalizar bien para evitar accidentes, y en caso de suspenderla por completo, se debe reparar el trabajo realizado, principalmente la excavación.

A continuación se explican e identifican los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto.

- Aire: el impacto que tendrá el proyecto con el aire será por medio de partículas de polvo durante el zanjeo, transporte y compactación de la tierra, y los más afectados serán los vecinos del lugar. Para mitigar este problema se debe realizar el trabajo de tal manera que el proceso de zanjeo, colocar tubería y compactar, sea rápido y ordenado, tomando medidas de seguridad como protección de los trabajadores, y evitar la erosión del suelo sobrante.
- Agua: el abastecimiento de agua en los nacimientos se debe realizar de forma eficaz para evitar desperdiciarla, la elaboración de los nacimientos se debe hacer de forma limpia para no ensuciarla con tierra u hojas

caídas. El agua utilizada en la construcción será únicamente en la elaboración de obra gris. Para evitar la contaminación del agua en los lugares donde se encuentran los nacimientos, se debe cubrir con malla, así se evita la contaminación por hojas, además de que caigan animales muertos.

- **Biodiversidad:** en este caso, la colocación de la línea de conducción afectará a la flora del municipio, ya que serán podadas varias plantas para poder colocar la tubería, así también se deberán quitar plantaciones de maíz o arveja para hacer el mismo trabajo. Parte del agua que se precipita sobre estas tierras será utilizado para abastecer de agua potable a la población. Para aprovechar bien el recurso hídrico, se debe hacer conciencia a la población para que utilice bien el agua, que no la desperdicien, y así asegurar que este recurso alcanzará para varios años.

2.1.10. Evaluación socioeconómica

Esta evaluación indica si es factible realizar el proyecto y si el valor del mismo cumple con los ingresos mínimos para su autosostenibilidad.

2.1.10.1. Valor presente neto

El valor presente neto es utilizado para verificar la factibilidad del proyecto, determinando si este generará ingresos, o si habrá pérdidas, para tomar una decisión a tiempo. Es muy utilizado en proyectos de infraestructura y da una noción del comportamiento económico general a raíz de la ejecución del proyecto deseado. El resultado de este estudio es muy sencillo, se busca determinar si los ingresos son mayores que los egresos.

Las ecuaciones del VPN son:

$$P = F \frac{1}{1 + i^n - 1}$$

$$P = A \frac{1 + i^n - 1}{i}$$

Donde:

P= valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F= valor de pago único al final del período de la operación, o de pago futuro

A= valor de pago uniforme en un período determinado o de pago constante

i= tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión

n= período de tiempo que pretende la duración de la operación

Costo total del proyecto Q:

$$VPN = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$VPN = 0 - Q \quad 893\,931,94$$

$$VPN = - Q \quad 893\,931,94$$

Como el VPN es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos. Los cobros que se realizarán serán utilizados solamente para el buen funcionamiento del sistema, sin generar ganancias.

2.1.10.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

La tasa interna de retorno se calcula de la manera siguiente:

$$I = P - L * R_{p,i\%,n} + L * i + D$$

Donde:

P = inversión inicial

L = valor de rescate

D = serie uniforme de todos los costos

I = ingresos anuales

O bien que cumpla con lo siguiente:

Valor presente de costos = Valor presente de ingresos

Costo anual = Ingreso anual

Con lo anteriormente descrito, el objetivo es satisfacer las igualdades a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que logre cumplir la igualdad, es la tasa interna de retorno.

Como se mencionó anteriormente, este proyecto no genera ingresos, y debido a que las igualdades anteriores necesitan de un valor de ingresos, no se puede determinar el valor del interés.

Para determinar este porcentaje se toma en cuenta lo que el gobierno central aporta a las municipalidades para inversión en obras públicas, que es igual al 10% del presupuesto asignado al municipio.

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez

El servicio técnico que se le brinda a la comunidad de Buena Vista es el diseño de un sistema de agua potable, el cual consta del diseño de línea de conducción, tanque de almacenamiento y la red de distribución del agua.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consta de realizar la red de distribución de agua potable en la aldea, desde la localización de los nacimientos, transportar el agua por medio de una línea de conducción hasta el tanque de almacenamiento, y luego dividir la aldea en dos redes de agua para su distribución.

Las tuberías que se utilizarán varían en su diámetro, pero todas serán de PVC, que resisten hasta 250psi, el tanque de almacenamiento será de concreto ciclópeo y losa tradicional. En los nacimientos se harán unas cajas que permitan aprovechar todo el caudal que salga de ellos.

Las dos redes de agua diseñadas serán combinadas entre red abierta y red de circuito cerrado; esto se determinó así por la distribución de la población, la cual permitía realizar este diseño.

Dada la topografía del lugar, todo el sistema se hizo por gravedad.

2.2.2. Datos preliminares

Es la recopilación de datos que ofrecen una idea del panorama y que dictarán las pautas para dar inicio al diseño del proyecto.

2.2.2.1. Fuentes de abastecimiento

Por la región montañosa que rodea la aldea Buena Vista, las precipitaciones son constantes, por lo tanto, es muy frecuente encontrar nacimientos de agua. Para esta aldea en particular se detectaron dos nacimientos, los cuales son:

- Nacimiento 84 (encontrado en 1984)
- Nacimiento 52 (encontrado en 1952)

2.2.2.2. Aforo de fuentes

Aforar las fuentes de agua potable consiste en utilizar un bote de 5 galones de volumen, equivalente a 18,9 litros y tomar el tiempo de llenado del mismo, para determinar el caudal de estos.

2.2.2.2.1. Aforo de nacimientos

Se visitó cada uno de los nacimientos ubicados en la parte alta de la montaña y se realizó el trabajo respectivo para poder aforar la fuente.

Tabla VII. **Aforo de nacimientos Buena Vista**

	Nac. 84	Nac. 52
1	14,66	8,29
2	15,56	8,24
3	15,89	7,96
4	16,20	7,86
5	15,77	8,33
6	14,78	7,79
7	15,75	8,42
8	15,53	7,11
9	15,67	8,13
10	16,01	8,27
P	15,58	8,04

Caudales

Q	1,21	2,35
Qt	3,56	L/s

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.3. Calidad del agua

Para determinar si el agua es potable se deben realizar las prácticas correspondientes, entre ellas estudios químicos y físicos avalados por la entidad correspondiente.

2.2.2.3.1. Exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos

El examen fisicoquímico determina las características físicas del agua, las cuales son percibidas a través de los sentidos por medio del olor, color, sabor, el potencial hidrógeno (pH), que determina la acidez o alcalinidad del agua, y la turbidez que es el efecto óptico que es consecuencia de la dispersión o interferencias de los rayos luminosos que pasan a través del agua, la que contiene pequeñas partículas en suspensión.

El examen químico es de gran importancia, ya que permite determinar las cantidades de materia mineral y orgánica que se encuentran en el agua que pueden afectar su calidad; proporciona datos acerca de su contaminación, y también puede mostrar variaciones ocasionadas por el tratamiento, lo cual es indispensable para controlar el proceso de purificación del agua.

Las sustancias minerales químicas contenidas en el agua deben encontrarse en concentraciones inferiores a ciertos límites permisibles y aceptables, de lo contrario, pueden afectar la salud, le dan mal olor y sabor al agua, y además dañan la tubería y equipo; entre las sustancias a determinar se tienen: la alcalinidad, la dureza, los aniones (hierro, calcio, magnesio, entre otros) y los cationes (cloruro, fluor, nitritos, sulfatos, entre otros).

Mediante el examen bacteriológico es posible determinar la presencia del grupo coliforme total, representado por la *Escherichia coli*, la cual es una bacteria no patógena, pero que se encuentra presente en los intestinos de los seres vivos.

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, por medio de la Dirección de Área de Salud de Sacatepéquez, realiza los respectivos exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos a los abastecimientos de agua potable y emite los certificados de calidad del agua correspondientes. Estos exámenes de calidad se realizan cada seis meses aproximadamente, para llevar el control de la potabilidad del agua.

2.2.2.4. Levantamiento topográfico

Es un conjunto de operaciones y medidas efectuadas en el terreno para obtener su representación gráfica en un plano.

2.2.2.4.1. Planimetría

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno sobre una superficie plana (plano geometría), prescindiendo de su relieve; se representa en una proyección horizontal.

2.2.2.4.2. Altimetría

La altimetría es la rama de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o "cota" de cada punto respecto de un plano de referencia. Con la altimetría se consigue representar el relieve del terreno, (planos de curvas de nivel, perfiles, entre otros).

La topografía de la aldea Buena Vista se realizó con GPS Garmin Map 62sc, utilizando coordenadas geográficas del sistema de coordenadas WGS84. Se tomaron cuatro puntos de referencia con sus distancias, entre ellos, para tomar una referencia, y colocarlos a una escala adecuada. Se plotearon esos puntos en AutoCAD para darle forma a la planta y al perfil de la aldea. Se verificaron los puntos en el programa *Google Earth*, dando la exacta ubicación de los puntos sobre la superficie de la Tierra.

2.2.3. Diseño hidráulico

En el diseño hidráulico se determinan todos los componentes y dimensiones, de tal manera que el sistema se comporte conforme a los parámetros establecidos y su funcionamiento sea el esperado.

2.2.3.1. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual una obra va a prestar un servicio satisfactorio, y se empieza a contar desde el momento en que entra en servicio la obra. Para fijarlo se tomarán en cuenta varios factores que influyen en él.

Tomando en cuenta la vida útil de los materiales de construcción, el crecimiento poblacional de la aldea, así como el tiempo que estén en funcionamiento los nacimientos encontrados, además de las especificaciones que da el Infom-Unepar para obras civiles, se optó por escoger 20 años como el período de diseño.

2.2.3.2. Dotación

Según las normas del Infom-Unepar, la dotación asignada para cada usuario se expresa en litros por habitante por día (L/hab/día), se toman en cuenta factores como clima, nivel de vida, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad del agua, administración del sistema y presiones del mismo. Se aplica el rango de valores siguiente: servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 – 120 litros. Se tomó un valor de este rango 100L/hab/día, ya que el servicio será racionado, y el estilo de vida de las personas no es de altos consumidores de agua potable.

2.2.3.3. Cálculo poblacional

El cálculo poblacional proporciona un dato establecido por la población actual y brinda un aproximado de la población futura en un tiempo determinado.

2.2.3.3.1. Población actual

Se realizó un censo poblacional, tomando en cuenta el número de casas, puntos de reunión como iglesias, escuelas y otros inmuebles sobresalientes, para llegar a un total de 3 012 habitantes. Para la red 1 se censó un total de 1 512 habitantes, y para la red 2 fue de 1 500 habitantes.

2.2.3.3.2. Población futura

Para el cálculo de la población futura, se utilizó la fórmula del método geométrico:

$$P = P_i * (1 + R)^n$$

Donde:

P= población futura

Pi= población inicial

R= tasa de crecimiento. Se utilizó una tasa de crecimiento de 2,5%

n= número de años (período de diseño= 20 años)

$$P_{Red1} = 1512 * 1 + 0,025^{20}$$

$$P_{Red1} = 2478 \text{ habitantes}$$

$$P_{Red2} = 1500 * 1 + 0,025^{20}$$

$$P_{Red2} = 2458 \text{ habitantes}$$

2.2.3.4. Factores de variación

Estos factores se determinaron dependiendo de la cantidad de usuarios que utilicen el agua, así como del tipo de uso que se le dará a este.

2.2.3.4.1. Factor día máximo (FDM)

El factor de día máximo se usará pequeño cuando las poblaciones sean muy grandes, y se utilizará un factor grande cuando las poblaciones sean pequeñas, ya que el mismo es para prever el uso simultáneo del servicio. Este se usará para determinar el caudal de conducción. Es la relación caudal frente a tiempo, tiene la relación del máximo consumo de un día por diferentes circunstancias en el transcurso de un año.

El factor de día máximo oscila entre 1,2 y 1,8. El factor a utilizar dependerá del tamaño de la población a servir. En este caso se utilizó el factor 1,2 por la topografía de la aldea, la cual ayuda a que se distribuya el caudal en

todos los lugares; a los cuales, por más lejanos que estén, llegará con buena presión.

2.2.3.4.2. Factor hora máximo (FHM)

Este factor indica que durante el día hay horas en que los consumos son máximos, debido al uso simultáneo del servicio por parte de la mayoría de los habitantes de una comunidad. El factor de hora máximo se usará pequeño cuando las poblaciones sean muy grandes y se utilizará un factor grande cuando las poblaciones sean pequeñas, ya que el mismo es para prever el uso simultáneo del servicio. Este se usará para determinar el caudal de distribución.

El factor de hora máximo se encuentra entre 2 y 3. El factor a utilizar dependerá del tamaño de la población a servir. En este caso se utilizará el factor 2.

2.2.3.5. Caudales de diseño

Estos se determinan para tener la idea del caudal que consuma una determinada población, en condiciones donde toda la población utilice el servicio al mismo tiempo.

2.2.3.5.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario es el producto de multiplicar la dotación adoptada por el número de habitantes que se haya estimado para el final del período de diseño, dividido entre el número de segundos que tiene un día.

$$cmd = \frac{\text{Dotación} * \text{población}}{86400}$$

$$cmd_{R1} = \frac{100 \text{ L/hab/día} * 1512 \text{ hab}}{86400}$$

$$cmd_{R1} = 1,75 \text{ L/s}$$

$$cmd_{R2} = \frac{100 \text{ L/hab/día} * 1500 \text{ hab}}{86400}$$

$$cmd_{R2} = 1,74 \text{ L/s}$$

2.2.3.5.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o caudal de conducción es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año. Es el resultado de multiplicar el consumo medio diario por el factor de día máximo:

$$CMD = cmd * FDM$$

$$CMD_{R1} = 1,75 * 1,2$$

$$CMD_{R1} = 2,1 \text{ L/s}$$

$$CMD_{R2} = 1,74 * 1,2$$

$$CMD_{R2} = 2,09 \text{ L/s}$$

2.2.3.5.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario o caudal de distribución, es el máximo caudal producido durante una hora en un período de observación de un año, y este se calcula multiplicando el caudal medio por el factor de hora máxima:

$$CMH = cmd * FHM$$

$$CMH_{R1} = 1,75 * 2$$

$$CMH_{R1} = 3,5 \text{ L/s}$$

$$CMH_{R2} = 1,74 * 2$$

$$CMH_{R2} = 3,48 \text{ L/s}$$

2.2.3.6. Velocidades

La velocidad mínima en ningún caso será menor de 0,3 m/s y deberá garantizar la autolimpieza del sistema. En general, se recomienda un rango de velocidad de 0,5 – 1,00 m/s. Por otro lado, la velocidad máxima en la red de distribución no excederá los 2 m/s.

$$V = \frac{1,974 * Q_{md}}{D^2}$$

2.2.3.7. Presiones

La presión hidrostática máxima en líneas de conducción y redes de distribución debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería a utilizar, aunque hay que tomar en cuenta la calidad de los accesorios y las válvulas, para evitar fugas cuando el acueducto esté en servicio.

Las presiones en las redes de distribución van a depender de las diferentes alturas que tenga el terreno, pero por medidas de seguridad se tomará un rango entre 10 y 40 metros columna de agua (mca), aunque dependiendo de los casos se admiten valores fuera de este rango.

2.2.3.8. Captación

Consiste en una estructura colocada directamente en el nacimiento encontrado, para poder captar el agua necesaria para el sistema de distribución de agua potable. Se optó por una excavación en unos cortes naturales en la montaña dándole forma a una poza, tapada con cedazo; esta obra sirve para captar el agua que nace de la montaña y conducirla por medio de una línea de conducción hacia el tanque de almacenamiento.

2.2.3.9. Línea de conducción

En la línea de conducción se diseña un conjunto de tuberías que conducen el agua que viene desde las obras de captación al tanque de almacenamiento. De acuerdo con la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad. Por la topografía de la aldea y la riqueza en el recurso hídrico, se diseñó la línea de conducción por gravedad, tomando en cuenta varios factores.

2.2.3.9.1. Cálculo de la línea de conducción

En la línea de conducción se diseña un conjunto de tuberías que conducen el agua que viene desde las obras de captación al tanque de almacenamiento. De acuerdo con la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad. Por la topografía de la aldea y la riqueza en el recurso hídrico se diseñó la línea de conducción por gravedad, tomando en cuenta varios factores.

Debe existir una diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución. El nacimiento 84 se encuentra a una altura de 2097 msnm y el tanque de almacenamiento a una altura de 2072 msnm, por lo que hay una diferencia de altura de 25 m, lo que garantiza que el agua llegará al último punto sin ningún problema.

Se seleccionará del diámetro que cumpla con los requisitos de caudal y presión del sistema.

Se utilizaron las fórmulas de Hazen-Williams para determinar el diámetro de la tubería, así como la pérdida real del sistema:

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

Donde:

H_f = pérdida de carga por fricción (m)

Q_{md} = caudal máximo diario (lt/seg)

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

D = diámetro interno de la tubería (plg.)

C = coeficiente de capacidad hidráulica, se usará $C=150$ para tubería de PVC.

Para determinar el diámetro se despeja el mismo de la ecuación anterior, y para este caso se utiliza una pérdida H_f que consiste en la diferencia de cotas entre los dos puntos analizados. Luego de ver el resultado se aproxima a un diámetro comercial.

Se analiza del punto 1 al 10 donde se encuentra ubicado el nacimiento 84, el cual tiene un caudal $Q_{md}= 1,2$ L/s; las cotas de terreno son de $CT_1= 2097$ msnm, $CT_{10}= 2089$ msnm, la longitud con un 5% más es de $L= 143.30$ m.

La diferencia de cotas es de:

$$\begin{aligned} H_f &= CT_1 - CT_{10} \\ H_f &= 2097 - 2089 \\ H_f &= 8 \text{ m} \end{aligned}$$

Se utiliza la fórmula Hazen-Williams:

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

$$D = \frac{1743,811 * L * Q_m^{1,85}}{C^{1,85} * H_f}$$

$$D = \frac{1743,811 * 143,30 \text{ m} * 1,2 \text{ L/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 8 \text{ m}}$$

$$D = 1,32 \text{ plg} = 1 \frac{1}{2} \text{ plg}$$

Luego se determina la pérdida real:

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

$$H_f = \frac{1743,811 * 143,30 \text{ m} * 1,2 \text{ L/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 1 \frac{1}{2} \text{ plg}^{4,87}}$$

$$H_f = 4,362 \text{ m}$$

El sistema debe cumplir con el parámetro de velocidad $0,3 \text{ m/s} \leq V \leq 3 \text{ m/s}$

$$V = \frac{1,974 * Q_{md}}{D^2}$$

Donde:

V= velocidad (m/s)

Q_{md} = caudal medio diario (L/s)

D= diámetro de tubería (plg)

Se tomó de la estación 1 a la estación 10 con un caudal de 1,2 L/s y un diámetro comercial de 1 1/2 plg.

$$V = \frac{1,974 * 1,2 \text{ L/s}}{1 \text{ 1/2}^2 \text{ plg}}$$

$$V = 1,05 \text{ m/s}$$

Para determinar la cota piezométrica se le agrega un valor de 10 m a la cota de terreno de la estación; luego, a ese valor se le resta la pérdida real; con eso se obtiene la cota piezométrica.

Se utiliza la estación 1 con una altura de 2097 msnm y la estación 10 con altura de 2089 msnm. La pérdida real de ese tramo es $H_f = 4,326 \text{ m}$.

$$CP = CT_1 + 10 - H_f$$

$$CP = 2097 + 10 - 5,358$$

$$CP = 2102,637 \text{ m}$$

La presión está dada por la resta de la cota piezométrica y la cota de terreno del punto observado.

$$P = CP - CT_{po}$$

$$P = 2102,637 - 2089 = 13,637 \text{ mca} = 19,36 \text{ psi}$$

2.2.3.9.2. Caja rompepresión

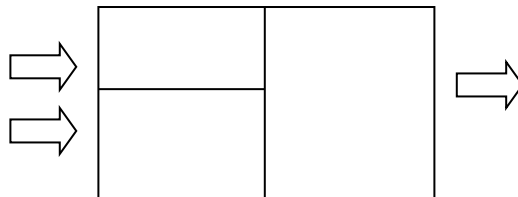
Este tipo de obra se utiliza cuando en un tramo de tubería se tiene un fuerte desnivel, esto se hace con el fin de que cada tramo trabaje con la presión adecuada, que se rige por el rango de 10 a 40 mca. Las cajas rompepresión que se utilizan en una línea de conducción, deben favorecer al recorrido que

este tenga, para que el agua fluya sin ningún inconveniente, porque la presión se volverá cero en este punto.

2.2.3.9.3. Caja unificadora de caudal

Es la caja que sirve para reunir dos o más caudales previamente captados. Su capacidad será de acuerdo con el número de fuentes a reunir, y al caudal de cada una de ellas.

Figura 10. **Caja unificadora de caudal Buena Vista**



Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 99.

Esta caja recaudará los caudales en la estación 10.

2.2.3.9.4. Caja desarenadora

Los desarenadores son estructuras hidráulicas que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño que la captación de una fuente superficial permite pasar; se utilizan en tomas para acueductos, en centrales hidroeléctricas (pequeñas), plantas de tratamiento y en sistemas industriales.

La caja desarenadora se ubicará en el punto antes del tanque de almacenamiento, en la estación 47.

2.2.4. Tanque de almacenamiento

El tanque es un elemento estructural diseñado para almacenar el agua y poder tratarlo químicamente para su potabilidad.

2.2.4.1. Diseño de la estructura

El volumen de los tanques de distribución se calcula con base en el criterio que propone Unepar, en sistemas por gravedad; se adopta del 25% al 40% del consumo medio diario estimado de la población. Se proporciona la fórmula siguiente:

$$\text{Vol} = \frac{X\% * \text{cmd} * 86400}{1000 \text{ L/s}}$$

Vol= volumen del tanque

X%= porcentaje del consumo medio diario. (se opta por el 40%)

Cmd= caudal medio diario de la red mayor. Cmd_{red1}= 1,75 L/s

$$\text{Vol} = \frac{0,40 * 1,75 \text{ L/s} * 86400}{1000 \text{ L/s}}$$

$$\text{Vol} = 60,48 \text{ m}^3$$

En este caso se toma una capacidad mayor a la prevista anteriormente, por lo que el volumen del tanque quedará de 65 m³.

Es un depósito que sirve para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo. Este tipo de obra es de suma importancia para el sistema de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, como para

funcionamiento hidráulico y del almacenamiento. Un tanque de distribución tiene los componentes siguientes:

Largo= 7 m

Ancho= 4,4 m

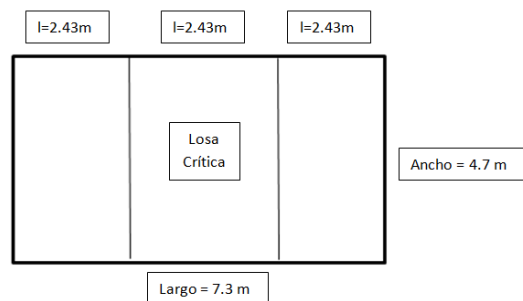
Alto = 2,15 m

Por lo que el volumen final sería de:

$$\text{Vol} = 66,22 \text{ m}^3$$

Para ahorrar costos y evitar elementos estructurales grandes, se determinó dividir la losa en tres partes iguales, diseñando la losa crítica que sería la de en medio por ser una losa continua en los extremos. Además, se le agregan 30 centímetros en los extremos para que descansa sobre el muro perimetral del tanque, quedando de la manera siguiente.

Figura 11. **Losa crítica Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

Espesor de losa (t): se toma el lado a como el lado corto y el lado b como el lado largo de la losa a diseñar.

$$a = 2,43 \text{ m}$$

$$b = 4,7 \text{ m}$$

m = factor de losa

si $m < 0,5$ losa en un sentido $\rightarrow$

si $m > 0,5$ losa en dos sentidos $\uparrow \rightarrow$

$$m = \frac{a}{b} = \frac{2,43}{4,7} = 0,52 \uparrow \rightarrow$$
$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{2(2,43 + 4,7)}{180} = 0,1 \text{ m}$$

Integración de cargas:

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

$$\text{Carga muerta (CM)} = 8_c * t + S_c$$

$$\text{Peso específico del concreto } (8_c) = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$S_c = 50 \text{ kg/m}^2$$

$$CM = 2400 * 0,10 + 50 = 290 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU):

$$CU = 1,6 \text{ CV} + 1,2 \text{ CM}$$

$$\text{Carga última viva (CUV)} = 1,6 \text{ CV}$$

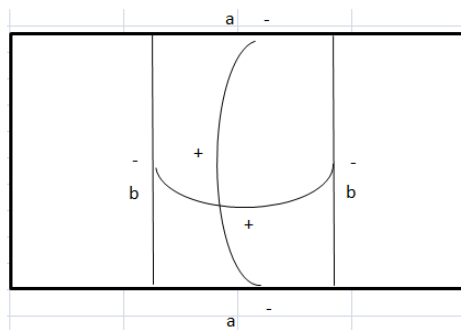
$$\text{Carga última muerta (CUM)} = 1,2 \text{ CM}$$

$$Cu = 1,6(100) + (1,2)290$$

$$Cu = 160 + 348 = 508 \text{ kg/m}^2$$

Se utiliza el caso de elemento doblemente empotrado.

Figura 12. **Diagrama de momentos en la losa Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

CM^+

Caso 5  0,50

$$Ca_{CM} = 0,039$$

$$Cb_{CM} = 0,001$$

CV^+

Caso 5  0,50

$$Ca_{CV} = 0,067$$

$$Cb_{CV} = 0,004$$

Momento M^-

Caso 5  0,50

$$Ca_M = 0,09$$

$$Cb_M = 0$$

Momentos positivos en A Ma^+ :

$$\begin{aligned} Ma^+ &= Ca^+ * CUV * a^2 + Ca^+ * CUM * a^2 \\ Ma^+ &= 0,67 * 160 * 2,43^2 + 0,039 * 348 * 2,43^2 \\ Ma^+ &= 63,3 + 80,14 \\ Ma^+ &= 143,44 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

Momento negativo en A Ma^- :

$$\begin{aligned} Ma^- &= Ca^- * CU * a^2 \\ Ma^- &= 0,09 * 508 * 2,43^2 \\ Ma^- &= 269,97 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Momento positivo en B Mb^+ :

$$\begin{aligned} Mb^+ &= Cb^+ * CUV * b^2 + Cb^+ * CUM * b^2 \\ Mb^+ &= 0,004 * 160 * 4,7^2 + 0,001 * 348 * 4,7^2 \\ Mb^+ &= 14,14 + 7,69 \\ Mb^+ &= 21,83 \text{ kg} - \text{m} \end{aligned}$$

Momento negativo en B Mb^- :

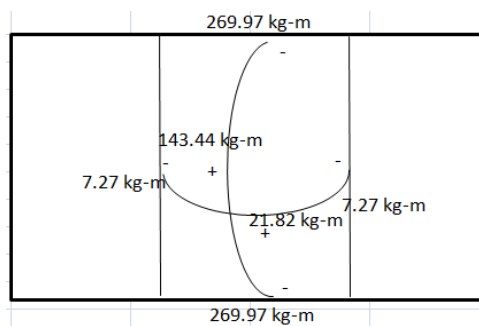
$$Mb^- = 0$$

Como $M_b^- = 0$ se utilizará:

$$M_b^- = \frac{1}{3} M_b^+$$

$$M_b^- = \frac{1}{3} 21,83 = 7,27 \text{ kg-m}$$

Figura 13. **Valores de momentos en losa crítica Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

Refuerzo de losa:

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

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

$$r = 2,50 \text{ cm}$$

$$\text{Franja unitaria (b)} = 100 \text{ cm}$$

Peralte (d):

$$d = t - r \frac{\phi_{\text{varilla}}}{2}$$

$$\phi_{\text{varilla}} = \# 3 = 3/8" = 0,95 \text{ cm}$$

$$d = 10 - 2,5 \frac{0,95}{2} = 7,025 = 7 \text{ cm}$$

Acero mínimo ($A_{s_{\min}}$):

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14,1}{2\,810} * 100 * (7)$$

$$A_{s_{\min}} = 3,51 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste con el $A_{s_{\min}}$:

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,9 A_s * f_y * (d - \frac{A_{s_{\min}} * f_y}{1,7 * f'_c * b})$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 0,9 \cdot 3,51 * 2\,810 * (7 - \frac{3,51 * 2\,810}{1,7 * 210 * 100})$$

$$M_{A_{s_{\min}}} = 59\,685,07 \text{ kg} - \text{cm} = 59,68 \text{ kg} - \text{m}$$

El momento que resiste la losa con el acero mínimo es mayor a los momentos actuantes sobre la losa, por lo que la cantidad de acero está bien, y se diseñará con base en eso.

Cantidad de varillas por franja unitaria:

$$\#Varillas = \frac{A_{s_{\min}}}{A_{\text{var} \# 3}}$$

$$\#Varillas = \frac{3,51 \text{ cm}^2}{0,71 \text{ cm}^2} = 4,95 = 5 \text{ varillas}$$

5 varillas número 3 en ambos sentidos por cada metro de losa.

Diseño de vigas:

Se predimensiona la viga que actuará como solera corona alrededor del tanque:

Altura (h)

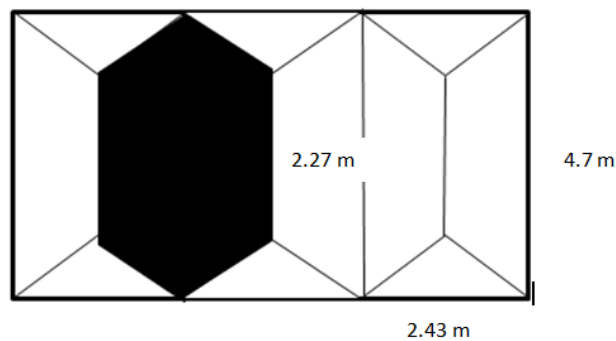
$L = 4,7 \text{ m}$

$$h = \frac{L}{21} = \frac{4,7}{21} = 0,2238 = 0,25 \text{ cm}$$

$$h = 2b$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{0,25}{2} = 0,125 = 0,15 \text{ cm}$$

Figura 14. **Área tributaria de la losa a la viga Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

El área tributaria que soportará la viga será el área de dos trapecios.

$$A_{\text{Trapezio}} = \frac{1}{2} (b + B) * h$$

$b = 2,27 \text{ m}$

$$B = 4,7 \text{ m}$$

$$h = 1,215 \text{ m}$$

$$A_{\text{Trapezio}} = \frac{1}{2} (2,27 + 4,7) \cdot 1,215$$

$$A_{\text{tributaria}} = 4,23 \text{ m}^2 \cdot 2 = 8,46 \text{ m}^2$$

Carga distribuida en la viga:

$$W_{\text{Distribuida}} = \frac{A_{\text{tributaria}} \cdot \text{CU}}{\text{Largo de la viga}}$$

$$W_{\text{Distribuida}} = \frac{8,43 \cdot 508}{4,7} = 914,4 \text{ kg/m}$$

Peso de la viga:

$$W_{\text{viga}} = \gamma_c \cdot b \cdot d$$

$$d = h - r$$

$$d = 25 \text{ cm} - 4 \text{ cm} = 21 \text{ cm}$$

$$W_{\text{viga}} = 2400 \cdot 0,15 \cdot 0,21$$

$$W_{\text{viga}} = 75,6 \text{ kg/m}$$

La carga total que soporta la viga es igual al peso distribuido, más el peso de la viga.

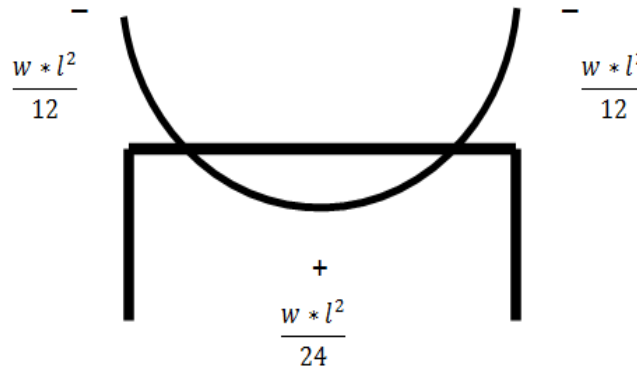
$$W_{\text{TV}} = W_{\text{Distribuida}} + W_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{TV}} = 914,4 + 75,6$$

$$W_{\text{TV}} = 990 \text{ kg/m}$$

Momentos de la viga:

Figura 15. **Diagrama del momento en viga Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

Momentos negativos (-):

$$M_{\text{viga}}^{-} = \frac{w * l^2}{12} = \frac{990 * 4,7^2}{12} = 1\,822,42 \text{ kg} - \text{m}$$

Momento positivo (+):

$$M_{\text{viga}}^{+} = \frac{w * l^2}{24} = \frac{990 * 4,7^2}{24} = 911,21 \text{ kg} - \text{m}$$

Acero mínimo ($A_{S_{\min}}$):

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{S_{\min}} = \frac{14,1}{2\,810} * 15 * 21 = 1,58 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_{s_{\min}}}{A_{s_{\text{var}}}} = \frac{1,58}{0,71} = 2,22 = 3 \text{ varillas \#3}$$

Acero máximo ($A_{s_{\max}}$):

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

$$\rho_{\max} = F_{zs} * \rho_b$$

F_{zs} = factor de zona sísmica = 0,5

$$\rho_b = 0,85 * \beta * \frac{f'_c}{f_y} * \frac{6\,120}{(f_y + 6\,120)}$$

$$\beta = 0,85$$

$$\rho_b = 0,85 * 0,85 * \frac{210}{2\,810} * \frac{6\,120}{(2\,810 + 6\,120)}$$

$$\rho_b = 0,037$$

$$\rho_{\max} = 0,5 * 0,037 = 0,0185 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\max}} = 0,0185 * 15 * 21 = 5,83 \text{ cm}^2$$

Acero calculado: aquí se calculan las áreas para los momentos positivos y negativos de la viga:

$$A_{s-} = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u^- * b}{0,003825 * f'_c} * \frac{\phi * f'_c}{f_y}}$$

$$A_{s-} = 15 * 21 - \sqrt{(15 * 21)^2 - \frac{1822,42 * 15}{0,003825 * 210} * \frac{0,85 * 210}{2810}}$$

$$A_{s-} = 3,70 \text{ cm}^2$$

$$A_s^+ = b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u^+ * b}{0,003825 * f'_c} * \frac{\phi * f'_c}{f_y}}$$

$$A_s^- = 15 * 21 - \sqrt{(15 * 21)^2 - \frac{911,21 * 15}{0,003825 * 210} * \frac{0,85 * 210}{2810}}$$

$$A_s^+ = 1,79 \text{ cm}^2$$

Tabla VIII. **Área de acero en momentos positivos y negativos Buena Vista**

	$A_{s_{min}}$	$A_{s_{calc}}$	$A_{s_{max}}$
M-	1,58 cm ²	3,70 cm ²	5,83 cm ²
M ⁺	1,58 cm ²	1,79 cm ²	5,83 cm ²

Fuente: elaboración propia.

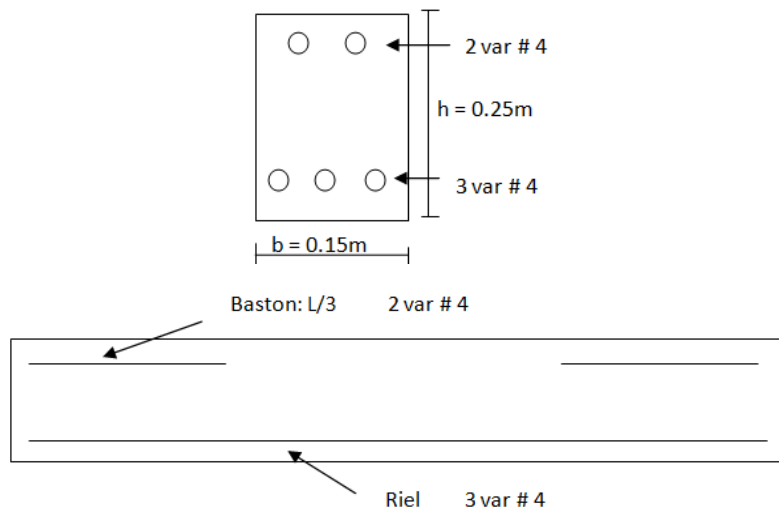
Cama inferior: se diseña con el momento negativo M- = 3,70 cm²

3 varillas # 4

Cama superior: se diseña con el momento positivo M⁺ = 1,79 cm²

2 varillas # 4

Figura 16. **Refuerzo de acero viga Buena Vista**



Fuente: elaboración propia.

Refuerzo por corte en viga:

Se calcula el esfuerzo de corte del concreto y el esfuerzo de corte actuante sobre la viga, el cual para confinar estribos debe cumplir con lo siguiente:

$$V_{ac} > V_c$$

Esfuerzo del concreto (V_c):

$$V_c = \phi * 0,53\sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 15 * 21$$

$$V_c = 2\,056,4\text{ kg} = 2,056\text{ Ton}$$

Esfuerzo actuante (Vac):

$$V_{ac} = \frac{W_{TV} * l}{2}$$
$$V_{ac} = \frac{990 * 4,7}{2} = 2\,326,5 \text{ kg} = 2,32 \text{ Ton}$$

Como $V_{ac} > V_c$ se confinan estribos de la manera siguiente:

$$S = \frac{A_{var} * \phi * f_y * d}{(V_{ac} - \phi * V_c)}$$
$$S = \frac{0,71 * 0,85 * 2\,810 * 21}{(2\,326,5 - 0,85 * 2\,056,5)} = 61,56 \text{ cm}$$

El espaciamiento requerido es muy alto, por lo tanto, se seguirán las especificaciones del ACI que señala que en los extremos de la viga el espaciamiento máximo será de $d/4$ hasta una distancia de $2h$, y en el centro será de $d/2$, quedando el confinamiento de la manera siguiente:

$$2h = 2 * 0,25 = 0,5 \text{ m}$$
$$\frac{d}{4} = \frac{21}{4} = 5,25$$

El espaciamiento entre estribos en los extremos hasta una distancia de 0,5 m será de 5 cm.

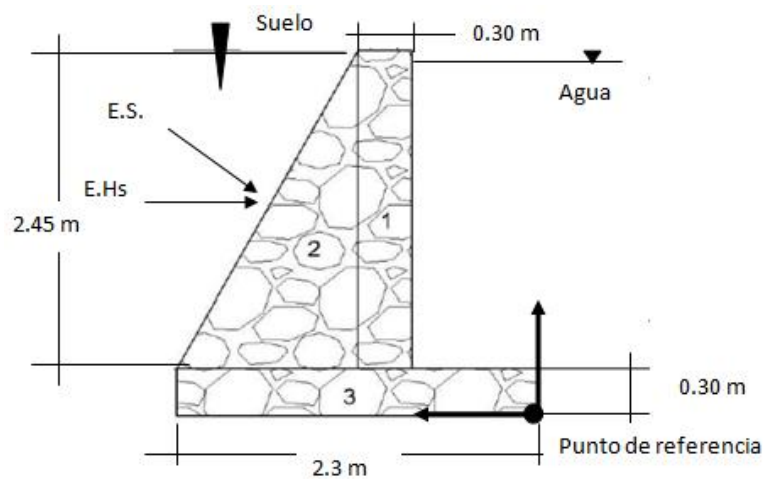
$$\frac{d}{2} = \frac{21}{2} = 10,5$$

Quedando el espaciamiento entre estribos en el medio de 10 cm con una distancia total de 3,7 m de la viga, utilizando para los estribos varillas número 3.

Diseño del muro del tanque:

Para diseñar el muro se proponen las dimensiones del mismo, y se revisan las fuerzas y los momentos para verificar que el muro resiste.

Figura 17. Muro del tanque Buena Vista



Fuente: elaboración propia.

Se determina el coeficiente del empuje activo del suelo (k_a):

$$k_a = \frac{(1 - \text{sen}\beta)}{(1 + \text{sen}\beta)}$$

β = ángulo de fricción interna = 30°

$$k_a = \frac{(1 - \text{sen}30^\circ)}{(1 + \text{sen}30^\circ)} = 0.33$$

Empuje del suelo (E.S.):

$$E.S. = \frac{\rho_s * h_T^2}{2} * k_a$$

ρ_s = densidad del suelo = 1,6 ton/m³

h_T = altura total del muro = 2,15 m

$$E.S. = \frac{1,6 * 2,15^2}{2} * 0,33 = 1,99 \text{ ton/m}$$

Empuje horizontal del suelo (E.Hs):

$$E.Hs. = E.S. * \cos\beta * (\text{franja unitaria})$$

$$E.Hs. = 1,99 * \cos 30^\circ * 1 = 1,72 \text{ ton}$$

Momento del empuje del suelo (Ms):

$$M_s = \frac{E.Hs. * h_T}{3}$$

$$M_s = \frac{1,72 * 2,75}{3} = 1,58 \text{ ton} - \text{m}$$

Momentos estabilizantes del muro: se debe obtener el peso del muro; para ello se multiplica cada área del muro por el peso específico del material del que está hecho, y se agrega la parte de suelo que está por encima del muro.

El peso total del muro es igual a la sumatoria del peso específico por el área.

$$W_m = \gamma_c * A$$

γ_c = peso específico del concreto = 2 400 kg/m³

γ_s = peso específico del suelo = 1 600 kg/m³

El momento provocado por el muro es igual a la sumatoria de la multiplicación de peso por el brazo, tomando en cuenta el punto de referencia antes descrito:

$$M_m = W_m * \text{Brazo}$$

Para obtener estos valores se tomó por separado cada elemento del muro, formando varias figuras geométricas, facilitando la multiplicación del área por el peso específico, por lo cual se obtiene la tabla siguiente.

Tabla IX. **Áreas del muro Buena Vista**

Fig	Área	γ_{mat}	W_m	Brazo	Mm
1	$b * h = 0.3 * 2.45 = 0.73$	2.4	1.76	0.95	1.67
2	$\frac{1}{2} * b * h = \frac{1}{2} * 2.45 * 1.2$ $= 1.74$	2.4	3.53	1.5	5.29
3	$b * h = 0.3 * 2.3 = 0.69$	2.4	1.66	1.15	1.91
4	$\frac{1}{2} * b * h = \frac{1}{2} * 2.45 * 1.2$ $= 1.74$	1.6	2.35	1.9	4.46
			9.3 ton		13.33 ton — m

Fuente: elaboración propia.

Carga que resiste por la losa:

$$CL = \frac{CU * A_{\text{Trapecio}}}{l}$$
$$CL = \frac{508 * 4,23}{4,7} = 457,20 \text{ kg/m}$$

Carga que resista por la viga:

$$Cvi = \gamma_c * b * h$$
$$Cvi = 2\,400 * 0,15 * 0,25 = 90 \text{ kg/m}$$

Carga total que resiste el muro:

$$C_{\text{muro}} = CL + Cvi$$
$$C_{\text{muro}} = 457,20 + 90 = 547,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga distribuida en el muro: para obtener una carga puntal se debe multiplicar por la franja unitaria.

$$Cp = 547,20 \text{ kg}$$

Momento ejercido sobre el muro por la carga puntal:

$$M_{cp} = \text{brazo} * Cp$$
$$M_{cp} = 0,95 * 547,20 = 519,84 \text{ kg} - \text{m}$$

Carga total del muro al suelo:

$$Ct_{\text{muro}} = CU + Cv + W_m$$
$$Ct_{\text{muro}} = 508 + 90 + 9\,200 = 9\,898 \text{ kg}$$

Para garantizar que el muro resiste debe cumplir con los chequeos que se presentan a continuación.

Estabilidad contra el volteo (F_{sv}) $F_{sv} > F_s$:

$$F_s = 1.5$$

$$F_{sv} = \frac{M_m + M_{cp}}{M_s}$$
$$F_{sv} = \frac{13,33 + 0,519}{1,58} = 8,77$$
$$8,77 > 1,5$$

Sí cumple; quiere decir que el suelo resiste las fuerzas de torsión que provoca el peso del muro.

Deslizamiento (F_{sd}) $F_{sd} > F_s$

$$F_{sd} = \frac{0,9 * \tan \beta * W_m}{E. S.}$$
$$F_{sd} = \frac{0,9 * \tan 30 * 9,3}{1,99} = 2,43$$
$$2,43 > 1,5$$

Sí cumple; quiere decir que no habrá deslizamiento del muro.

Presión del suelo: $3a > B_m$

$$a = \frac{M_m + M_{cp} - M_s}{C_{t_{muro}}}$$
$$a = \frac{13\,330 + 519,84 - 1\,580}{9\,898} = 1,24$$

$B_m = \text{base del muro} = 2,30\text{m}$

$$3 * 1,24 > 2,3$$

$$3,72 > 2,3$$

Sí cumple; por lo que no existen presiones negativas.

Excentricidad (e):

$$e = \frac{B_m}{2} - a$$
$$e = \frac{2,3}{2} - 1,24 = -0,09$$

Módulo de sección (S_x):

$$S_x = \frac{1}{6} * B_m^2 * \text{franja unitaria}$$

$$S_x = \frac{1}{6} * 2,3^2 * 1 = 0,88$$

$$q = \frac{C_{t_{muro}}}{B_m * f_u} \pm \frac{C_{t_{muro}} * e}{S_x}$$

$$q = \frac{11\,308}{2,3 * 1} \pm \frac{11\,308 * 0,04}{0,88}$$

$$q = \frac{11\,293,6}{2,3 * 1} \pm \frac{11\,293,6 * 0,04}{0,88}$$

$$0 < q < V_{ss}$$

V_{ss} = valor soporte del suelo= 5,5 ton/m³

$$q_{\max} = 5,31 \text{ ton/m}^3$$

$$q_{\min} = 3,29 \text{ ton/m}^3$$

Estos valores quedan dentro del rango propuesto, por lo que se concluye que el suelo resistirá el peso del muro.

Diseño de losa inferior:

$$Vol = 7 * 4,4 * 2,15$$

$$Vol = 80,08 \text{ m}^3$$

Peso del agua (Pa):

$$Pa = \gamma_{\text{agua}} * Vol$$

$$Pa = 1\,000 * 66,22 = 66,22 \text{ ton}$$

Peso del agua por metro cuadrado (Wa):

$$Wa = \frac{Pa}{A_{\text{llosa}}}$$

$$Wa = \frac{66,22}{7 * 4,4} = 2,15 \text{ ton/m}^2$$

$$Wa < V_{ss}$$

$$2,15 < 5,5$$

Por lo tanto, el suelo resiste el volumen de agua.

Refuerzo de acero para la losa:

$$d = h - 2r - \frac{\phi_{\text{var}}}{2}$$

$$h = 30 \text{ cm}$$

$$r = 4 \text{ cm}$$

$$\phi_{\text{var}} = \text{var \#4} = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$d = 30 - 8 - \frac{1,27}{2} = 21,36 = 21 \text{ cm}$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\text{min}}} = \frac{14,1}{2810} * 1 * 21 = 10,79 \text{ cm}^2$$

$$\# \text{ varillas} = \frac{A_{s_{\text{min}}}}{A_{s_{\text{var}}}} = \frac{10,79}{1,27} = 8,49 = 9 \text{ varillas \#4 por metro}$$

$$\text{Espaciamiento} = \frac{100}{9} = 11,11 = 10 \text{ cm}$$

Para la losa inferior quedará varilla # 4 @ 10 cm en ambos sentidos ↑→

2.2.5. Línea de distribución

La línea de distribución se inicia, generalmente, en el tanque de agua tratada; además, consta de otros componentes importantes.

Las tuberías son un conjunto de conductos de sección circular y un sistema de unión o ensamble; se denomina tubería al conducto comprendido entre dos secciones transversales del mismo.

La línea de distribución o red de distribución está formada por un conjunto de tuberías que se unen en diversos puntos denominados nudos o uniones.

Las piezas especiales son todos aquellos accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros; como por ejemplo tees, codo a 90°, o reductores de diámetros.

Las tomas domiciliarias son el conjunto de piezas y tubos que permiten el abastecimiento desde una tubería de la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor. Es la parte de la red que demuestra la eficiencia y calidad del sistema de distribución, pues es la que abastece de agua directamente al consumidor.

Las redes de distribución de agua potable en los pueblos y ciudades son generalmente redes que forman circuitos cerrados. Por el contrario, las redes de distribución de agua en las comunidades rurales dispersas son ramificadas en algunos casos.

Para las distribuciones del agua en la aldea San Miguel se hicieron dos redes; una que recorre toda la aldea es una línea de distribución o ramal, y por otro lado se encuentra la red que combina circuito cerrado con ramificaciones.

2.2.6. Red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías que permite que el agua llegue desde un punto de almacenamiento hasta cada uno de los usuarios.

2.2.6.1. Cálculo del sistema

Diseño del punto 110 al punto 52 con base en el método de Cross:

Cotas del terreno:

$$CT_{110} = 2070 \text{ msnm}$$

$$CT_{52} = 2056 \text{ msnm}$$

$$\text{Diferencias de cotas} = 2070 - 2056 = 14 \text{ m}$$

Longitud entre los dos puntos:

$$Long_{110-52} = 141,43 \text{ m}$$

Longitud entre los dos puntos con el 5% de aumento por el terreno:

$$Long_{+5\%(110-52)} = 148,5 \text{ m}$$

Las viviendas a las que abastecerá este tramo son ocho, con un promedio de seis habitantes por cada una.

Para viviendas futuras se utiliza la fórmula del crecimiento poblacional:

$$\begin{aligned}P &= P_i * 1 + R^n \\V_f &= V_i * 1 + R^n \\V_f &= 8 * 1 + 0,025^{20} \\V_f &= 13 \text{ viviendas}\end{aligned}$$

Se calcula el caudal medio diario:

$$\begin{aligned}\text{cmd} &= \frac{\text{Dotación} * \text{población}}{86\,400} \\ \text{cmd} &= \frac{100 * 13 * 6}{86\,400} \\ \text{cmd} &= 0,056 \text{ L/s}\end{aligned}$$

Se calcula el caudal máximo diario:

$$\begin{aligned}\text{CMD} &= \text{cmd} * \text{FDM} \\ \text{CMD} &= 0,056 * 1,2 \\ \text{CMD} &= 0,067 \text{ L/s}\end{aligned}$$

Se calcula el caudal máximo horario:

$$\begin{aligned}\text{CMH} &= \text{cmd} * \text{FDM} \\ \text{CMH} &= 0,056 * 2 \\ \text{CMH} &= 0,11 \text{ L/s}\end{aligned}$$

El caudal utilizado como consumo de este tramo es 0,11 L/s, pasando por este tramo un caudal total de 3,5 L/s menos el consumo de 0,11 L/s, y saliendo un total de 3,39 L/s.

Para el cálculo del diámetro a utilizar se utiliza la fórmula de Hazen-Williams:

$$D = \frac{1\,743,811 * L * Q_m^{1,85}}{C^{1,85} * H_f}$$

$$D = \frac{1\,743,811 * 148,5 * 3,5^{1,85}}{150^{1,85} * 14}$$

$$D = 1,8 = 3"$$

Se calcula la velocidad del agua en el tramo:

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

$$V = \frac{1,974 * 3,5 \text{ L/s}}{3''^2}$$

$$V = 0,77 \text{ m/s}$$

Se calcula la pérdida real del tramo:

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

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 148,5 \text{ m} * 3,5 \text{ L/s}^{1,85}}{150^{1,85} * 3''^{4,87}}$$

$$H_f = 1,176 \text{ m}$$

Se le agrega el 10% de la pérdida por la tubería y accesorios utilizados:

$$H_{f_{Tot}} = 10 \% * H_f + H_f$$

$$H_{f_{Tot}} = 0,10 * 1,176 + 1,176$$

$$H_{f_{Tot}} = 0,027 \text{ m}$$

Se determina la cota piezométrica: al punto inicial se asume una presión mínima de 10 m.c.a.; por lo que la cota del primer punto quedaría de la manera siguiente.

Cotas del terreno:

$$CT_{48} = 2072 \text{ msnm} + 10 \text{ m por la presión} = 2082 \text{ msnm}$$

La cota piezométrica quedaría de la manera siguiente:

$$\begin{aligned} CP &= CP_{Ant} - H_{f_{real}} \\ CP &= 2\,081,97 - 1,29 \\ CP &= 2\,080,68 \text{ m} \end{aligned}$$

Por último, se calcula la presión en ese tramo:

$$\begin{aligned} P &= CP - CT_{PO} \\ CT_{52} &= 2\,056 \text{ msnm} \\ P &= 2\,080,68 - 2\,056 \\ P &= 24,68 \text{ m. c. a.} \end{aligned}$$

En este tramo la presión se encuentra dentro del rango de 10 a 40 m.c.a.

2.2.6.2. Obras de arte

Son estructuras que se realizan para cubrir las válvulas utilizadas en los diferentes tramos del sistema.

2.2.6.2.1. Válvulas

- Válvulas de limpieza: estas válvulas se utilizan para extraer sedimentos que se pudieran depositar en las partes bajas de las tuberías. Todos estos sedimentos que acarrea el agua impiden el libre movimiento del agua hasta el punto de tapar la tubería por completo, por eso se debe abrir dichas válvulas y limpiar la tubería.
- Válvulas de aire: son válvulas que permiten el escape del aire que se acumula en las tuberías. Si no se permite la liberación del aire acumulado se creará una obstrucción al libre flujo del caudal, impidiendo en muchos casos el libre flujo del agua. Todas las válvulas de aire se colocarán en las partes más altas de la línea de conducción.
- Válvula de control: las válvulas de control sirven para aislar alguna sección del sistema, con el fin de ejecutar alguna reparación, inspección o mantenimiento. Estas son obras de arte diseñadas como cajas hechas de mampostería con tapaderas. Se colocarán válvulas de control en la salida del tanque de almacenamiento para separar la red que se vaya a utilizar. Para la construcción de las cajas donde se colocarán las válvulas, estas serán de base cuadrada de 1,50 m y 1 m de altura.

2.2.7. Operación y mantenimiento

Estos gastos son los contemplados después de realizada la obra, y que pueden variar dependiendo del estado del mismo.

2.2.7.1. Sistema de desinfección

La desinfección del agua para uso humano tiene por finalidad la eliminación de los microorganismos dañinos contenidos en el agua.

La desinfección del agua es necesaria para un sistema de abastecimiento de agua potable, para prevenir que esta sea dañina para la salud. Muchas veces, tratándose de agua de nacimientos, la desinfección es el único tratamiento que se le da para obtener agua potable. La desinfección puede hacerse por medios químicos o físicos.

En este caso se utilizará un método químico por medio de cloro. Es el sistema más efectivo y económico utilizado en Guatemala. Se utilizarán pastillas de cloro de 3" de diámetro y 1" de espesor, con una solución de cloro al 90 % y un 10 % de estabilizador; el peso de la pastilla es de 200 gramos y la velocidad a la que se disuelve es de 15 gramos en 24 horas.

Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal total, se hace mediante la siguiente ecuación, determinada por la guía para la desinfección del agua para consumo en sistemas de abastecimientos de agua por gravedad y bombeo, elaborada por la Organización Panamericana de la Salud:

$$G = \frac{m * a * d}{\%Cl}$$

G = gramos de tricloro

m = miligramos por litros deseados

a = litros de agua a tratarse por día

N = número de días

% Cl = concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 y 0,15 por ciento; este depende del caudal total. Para este proyecto es de 3.56 l/s = 307,584 l/día) se utilizará un valor del 0,1 %, por lo que se tiene:

$$G = \frac{0,001 * 307\,584 * 30}{0,9} = 10\,252,8 \text{ gramos}$$
$$\frac{10\,252,8 \text{ gramos}}{200 \text{ gramos}} = 51,26$$

Aproximadamente 52 pastillas al mes se deben colocar gradualmente en el tanque para desinfectarlo.

2.2.7.2. Gastos de operación

Entre los gastos de operación se debe contemplar el cambio de tubería o accesorios que se dañen, cambio periódico de las válvulas y llaves de paso.

Se debe contemplar la compra mensual de pastillas de cloro y compra de materiales de PVC para reparaciones o nuevas instalaciones, así como el cobro mensual del servicio, para los gastos antes contemplados, y pago de trabajadores.

2.2.7.3. Gastos de mantenimiento

Para el mantenimiento del sistema se debe hacer el trabajo siguiente: primero, dar limpieza periódica a los nacimientos, por lo menos una vez al mes, así como hacer un recorrido por la línea de conducción, para descartar fugas o posibles conexiones ilícitas. Se debe limpiar la caja desarenadora y obras de

arte cada 15 días y por lo menos una vez al mes se debe revisar el tanque de almacenamiento, verificando que no tenga fisuras o que esté limpio de material sedimentable.

Se debe colocar semanalmente el número indicado de pastillas de cloro al tanque. Para este trabajo se necesita, por lo menos, un trabajador que esté pendiente a tiempo completo del buen funcionamiento del sistema.

2.2.7.4. Propuesta de tarifa

Se debe hacer del conocimiento de la población el tipo de cobro a realizarse para el buen funcionamiento del sistema.

En los gastos de operación se toma una cantidad de dinero para los materiales y herramientas, siendo un estimado de Q 8000,00, el gasto en desinfección; se cobrará el cloro, 52 unidades a Q 312,00; además, se debe unir los gastos de mantenimiento, el cual consta del sueldo del trabajador encargado, asumiendo un sueldo mínimo de Q 3500,00; también se incluye un porcentaje a la municipalidad por gastos administrativos, siendo un 10% de los gastos antes mencionados, quedando en Q 1 187,80.

La tarifa por domicilio quedaría de la manera siguiente: se suman los gastos de operación, mantenimiento y administración y se divide por el total de conexión en la aldea.

Tabla X. **Integración de gastos de operación y mantenimiento Buena Vista**

Descripción	Monto
Gastos de operación	Q 7000,00
Gastos de mantenimiento	Q 3500,00
Gastos de desinfección	Q 312,00
Gastos administrativos	Q 1 087,80
Total	Q 11 965,80

Fuente: elaboración propia.

Total de conexiones: 502 viviendas:

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{\text{Q } 11\,965,80}{502} = \text{Q } 23,83$$

Se deberá cobrar un mínimo de Q 25,00 por vivienda.

2.2.8. Presupuesto del proyecto

En él se muestran los costos por renglones de los materiales y mano de obra por sección del proyecto total y el cronograma de cómo se irá ejecutando el proyecto.

2.2.8.1. Cuantificación de materiales y mano de obra

Se muestran los renglones de ejecución de los trabajos y el precio unitario para luego integrarlo, para obtener el costo total de la obra.

Tabla XI. **Renglones de presupuesto general Buena Vista**

CUADRO RESUMEN DE PRESUPUESTO				
PROYECTO: abastecimiento de agua potable para la aldea Buena Vista				
UBICACIÓN: Aldea Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sac.			Enero de 2015	
REGLONES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNIT.	SUBTOTAL Q
Trabajos preliminares	7 955,94	ml	Q 25,42	Q 101 694,28
Línea de conducción	945,36	ml	Q 69,53	Q 65 730,46
Red de distribución 1	985,55	ml	Q 48,29	Q 47 587,63
Red de distribución 2	2 263,59	ml	Q 47,80	Q 108 207,36
Tanque de almacenamiento	65,00	m ³	Q 2 437,81	Q 158 457,72
Caja rompepresión, unificadora de caudal, válvulas y desarenadora	8,00	Unidad	Q 9 229,77	Q 73 838,18
Mantenimiento de nacimientos	2,00	Unidad	Q 811,09	Q 1 622,18
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 557 137,81

Fuente: elaboración propia.

2.2.8.2. Cronograma de ejecución

Muestra un cronograma ideal para ejecutar el proyecto en el tiempo establecido y los montos que esto conlleva en el presupuesto.

Tabla XII. **Cronograma de ejecución Buena Vista**

No.	REGLON	TIEMPO (Semanas)																Monto
		Primer Mes				Segundo				Tercer Mes				Cuarto Mes				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Trabajos preliminares																	Q 101 694,28
2	Línea de conducción																	Q 65 730,46
3	Red de distribución 1																	Q 47 587,63
4	Red de distribución 2																	Q 108 207,36
5	Tanque de almacenamiento																	Q 158 457,72
6	Caja rompedpresión, unificadora de caudal, válvulas y desarenadora																	Q 73 838,18
7	Mantenimiento de nacimientos																	Q 1 622,18
	Costo total del proyecto																	Q 557 137,81

Fuente: elaboración propia.

2.2.9. Evaluación de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental es un instrumento técnico-legal de carácter predictivo que sirve para identificar, comprender, conocer y gestionar los impactos ambientales del proyecto a realizar.

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, explicando cada una de las etapas del mismo.

- Etapa de construcción: se realizarán trabajos constructivos de zanjeo y acarreo de material, se empezará en la montaña para colocar la tubería que servirá para conducir el agua hacia el tanque. La construcción del tanque se realizará en los linderos de la aldea, por lo que la población no se verá afectada. Por último, la excavación para la red de distribución sí

afectará a la población en general, así como la elaboración de la misma, para ello será necesaria mano de obra y materiales, obstaculizando el libre paso vehicular y peatonal.

- Etapa de operación: en esta etapa la población no se verá afectada directamente, solo en ocasiones en donde el personal de la municipalidad tenga que hacer trabajos de reparaciones, pero por lo general, solo son trabajos de mantenimiento.
- Etapa de abandono: este es un hecho poco probable, sin embargo, se deben tomar las precauciones necesarias; si la obra queda inconclusa se debe señalizar bien para evitar accidentes, y en caso de suspenderla por completo, se debe reparar el trabajo realizado, principalmente la excavación.

A continuación se explican e identifican los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto.

- Aire: el impacto que tendrá el proyecto con el aire será por medio de partículas de polvo durante el zanjeo, transporte y compactación de la tierra; los más afectados serán los vecinos del lugar. Para mitigar este problema se debe realizar el trabajo de tal manera que el proceso de zanjeo, colocar tubería y compactar sea rápido y ordenado, tomando medidas de seguridad como protección de los trabajadores, y evitar la erosión del suelo sobrante.
- Agua: el abastecimiento de agua en los nacimientos se debe realizar de forma eficaz para evitar desperdiciarla, la elaboración de los nacimientos

se debe hacer de forma limpia para no ensuciarla con tierra u hojas caídas. El agua utilizada en la construcción será únicamente en la elaboración de obra gris. Para evitar la contaminación del agua en los lugares donde se encuentran los nacimientos, se debe cubrir con malla; primero se evita la contaminación por hojas, además de que caigan animales muertos.

- **Biodiversidad:** en este caso, para la colocación de la línea de conducción afectará a la flora del municipio, ya que serán podadas varias plantas para colocar la tubería, así también se deberán quitar plantaciones de maíz o arveja para hacer el mismo trabajo. Parte del agua que se precipita sobre estas tierras será utilizada para abastecer de agua potable a la población. Para aprovechar bien el recurso hídrico se debe hacer conciencia a la población para que utilice bien el agua, que no la desperdicien y así asegurar que este recurso alcanzará para varios años.

2.2.10. Evaluación socioeconómica

Esta evaluación indica si es factible realizar el proyecto y si su valor cumple con los ingresos mínimos para su autosostenibilidad.

2.2.10.1. Valor presente neto

El valor presente neto es utilizado para determinar la factibilidad del proyecto, verificando si este generará ingresos, o si en caso contrario generará pérdidas, y poder tomar una decisión a tiempo. Es muy utilizado en proyectos de infraestructura, y da una noción del comportamiento económico general a raíz de la ejecución del proyecto deseado. El resultado de este estudio es muy sencillo, se busca determinar si los ingresos son mayores que los egresos.

Las ecuaciones del VPN son:

$$P = F \frac{1}{1 + i^n - 1}$$
$$P = A \frac{1 + i^n - 1}{i}$$

Donde:

P= valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F= valor de pago único al final del período de la operación, o de pago futuro

A= valor de pago uniforme en un período determinado o de pago constante

i= tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión

N = período de tiempo que pretende la duración de la operación

Costo total del proyecto Q:

$$\text{VPN} = \text{ingresos} - \text{egresos}$$

$$\text{VPN} = 0 - Q \ 557 \ 137,81$$

$$\text{VPN} = - Q \ 557 \ 137,81$$

Como el VPN es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos. Los cobros que se realizarán serán utilizados solamente para el buen funcionamiento del sistema, sin generar ganancias.

2.2.10.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

La tasa interna de retorno se calcula de la manera siguiente:

$$I = P - L * R_{p,i\%,n} + L * i + D$$

Donde:

P = inversión inicial

L = valor de rescate

D = serie uniforme de todos los costos

I = ingresos anuales

O bien que cumpla con lo siguiente:

Valor presente de costos = Valor presente de ingresos

Costo anual = Ingreso anual

Con lo anteriormente descrito, el objetivo es satisfacer las igualdades, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que logre cumplir la igualdad, es la tasa interna de retorno.

Como se mencionó anteriormente, este proyecto no genera ingresos, y debido a que las igualdades anteriores necesitan de un valor de ingresos, no se puede determinar el valor del interés.

Para determinar este porcentaje se toma en cuenta lo que el gobierno central aporta a las municipalidades para inversión en obras públicas, que es igual al 4,5% del presupuesto asignado al municipio.

CONCLUSIONES

1. Debido a las diferencias de altura que presenta el terreno de las aldeas de Magdalena Milpas Altas, se realizaron ambos diseños, los cuales cumplen con las demandas de toda la población.
2. Al suministrar el servicio de agua en los hogares se colaborará con el desarrollo de la población, mejorando su calidad de vida.
3. La topografía de las aldeas ayudó a diseñar el proyecto por gravedad, ya que los nacimientos se encontraban en la parte alta de la montaña y la población se extendía hacia la parte baja.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez:

1. Al momento de implementar el proyecto, se deben seguir las normas establecidas para construcción y los controles de calidad.
2. Crear la cultura del uso adecuado del agua, dando charlas informativas y capacitaciones constantes e informando sobre el proceso y el costo que tiene el agua para que sea de consumo humano.
4. Dar mantenimiento preventivo a los nacimientos y al sistema en general, para garantizar su buen funcionamiento.
5. Luego de certificarse la calidad del agua ante el Ministerio de Salud Pública, se debe supervisar la misma semestralmente.
6. Hacerles conciencia del uso correcto del agua, para que toda la población goce de este servicio y hacer uso correcto del mismo.

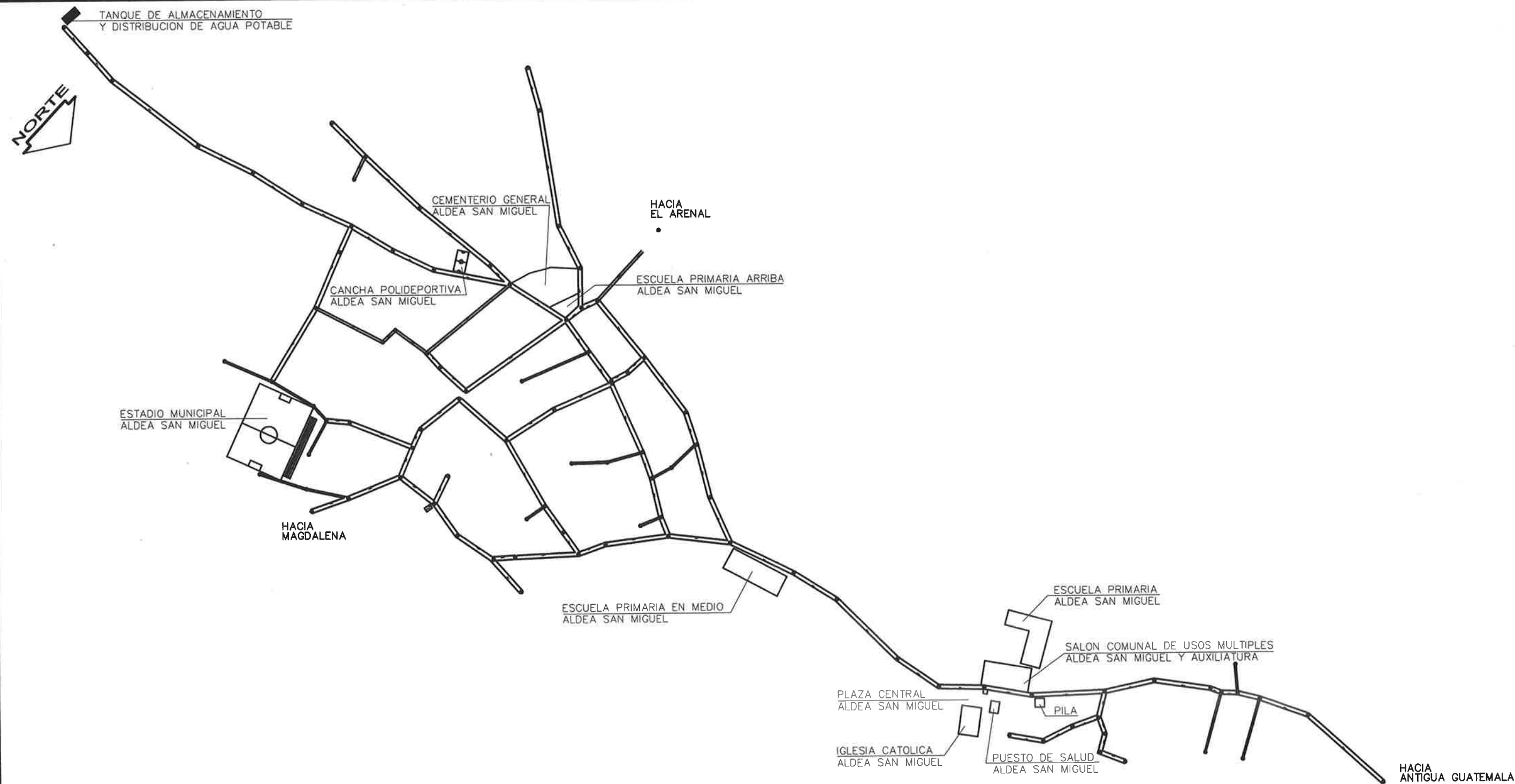
BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*
1.Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 178 p.
2. ALCOR AJUCHÁN, José Ramiro. *Diseño de la red del sistema de drenaje de aguas residuales del municipio de Magdalena Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 116 p.
3. ARGUETA MORATAYA, Brian Dario. *Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para la colonia San Jorge y carretera de la aldea El Durazno, hacia la aldea Los Humitos, Amatitlán Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2013. 175 p.
4. FUENTES PATZÁN, Edi Manolo. *Estudio de impacto ambiental y su aplicación a un proyecto de urbanización en el municipio de Magdalena Milpas Altas del departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 69 p.

5. Instituto de Fomento Municipal. Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: Infom, 1997. 67 p.
6. NIMATUJ GÓMEZ, Edy Wilfrido. *Proceso metodológico para la construcción de cajas de captación y tanques de distribución de sistemas de agua potable rural*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 115 p.
7. OROZCO ARENAS, Oswaldo José. *Diseño de edificio de dos niveles para el mercado municipal, en el municipio de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 138 p.
8. TORRES MÉNDEZ, José Ancelmo. *Estudio y diseño para el mejoramiento del sistema de distribución de agua potable, en la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, departamento de Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 149 p.

APÉNDICES

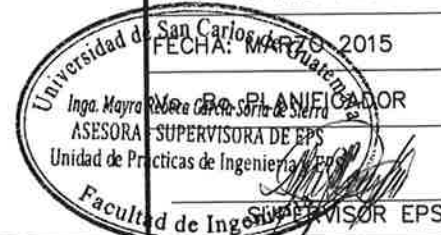
Apéndice 1. Planos de los proyectos



**CROQUIS
ALDEA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ**

ESCALA 1/4000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: CROQUIS
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
ASESORA SUPERVISORA DE EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ

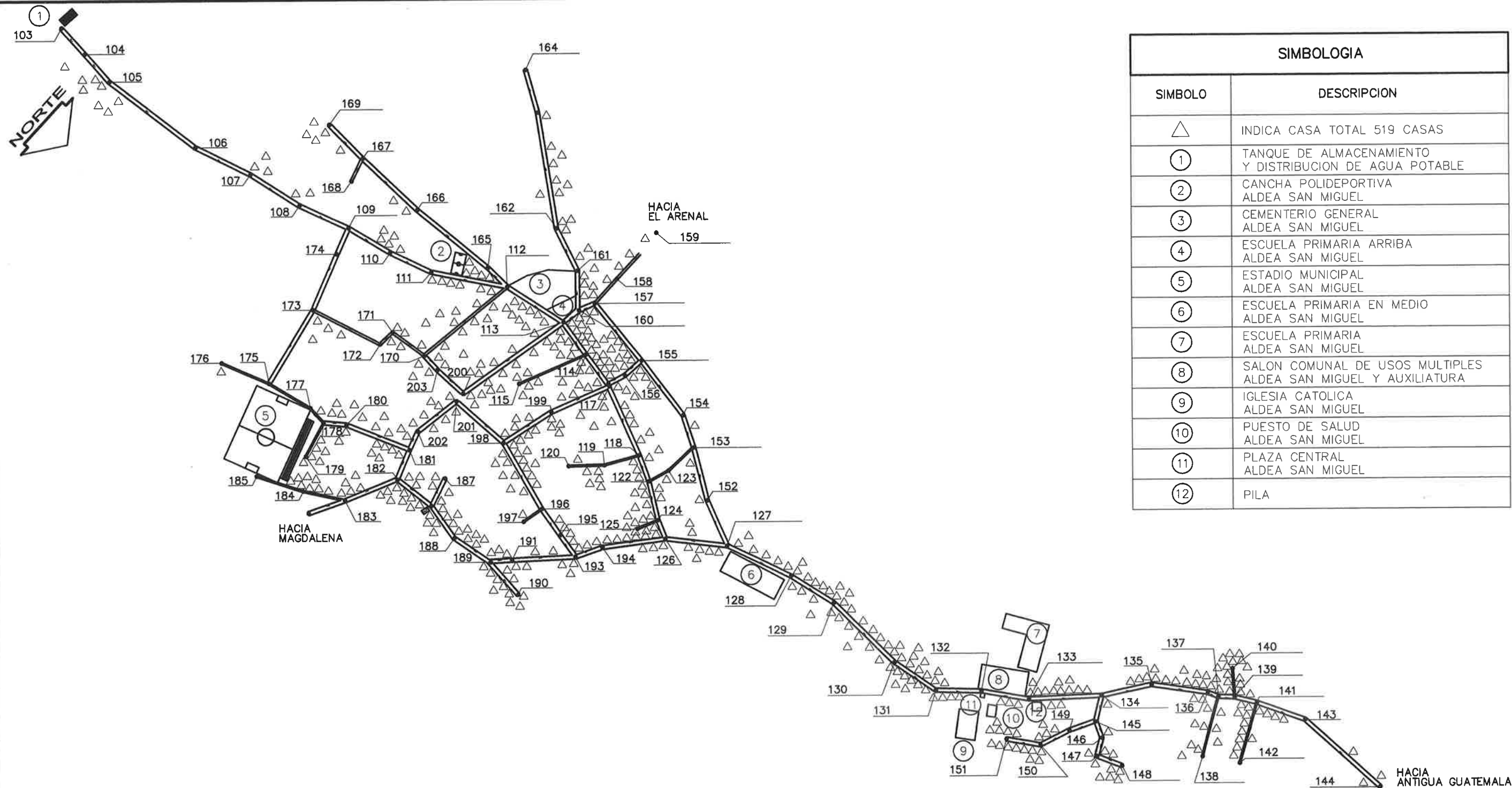


DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

HOJA:

1

26



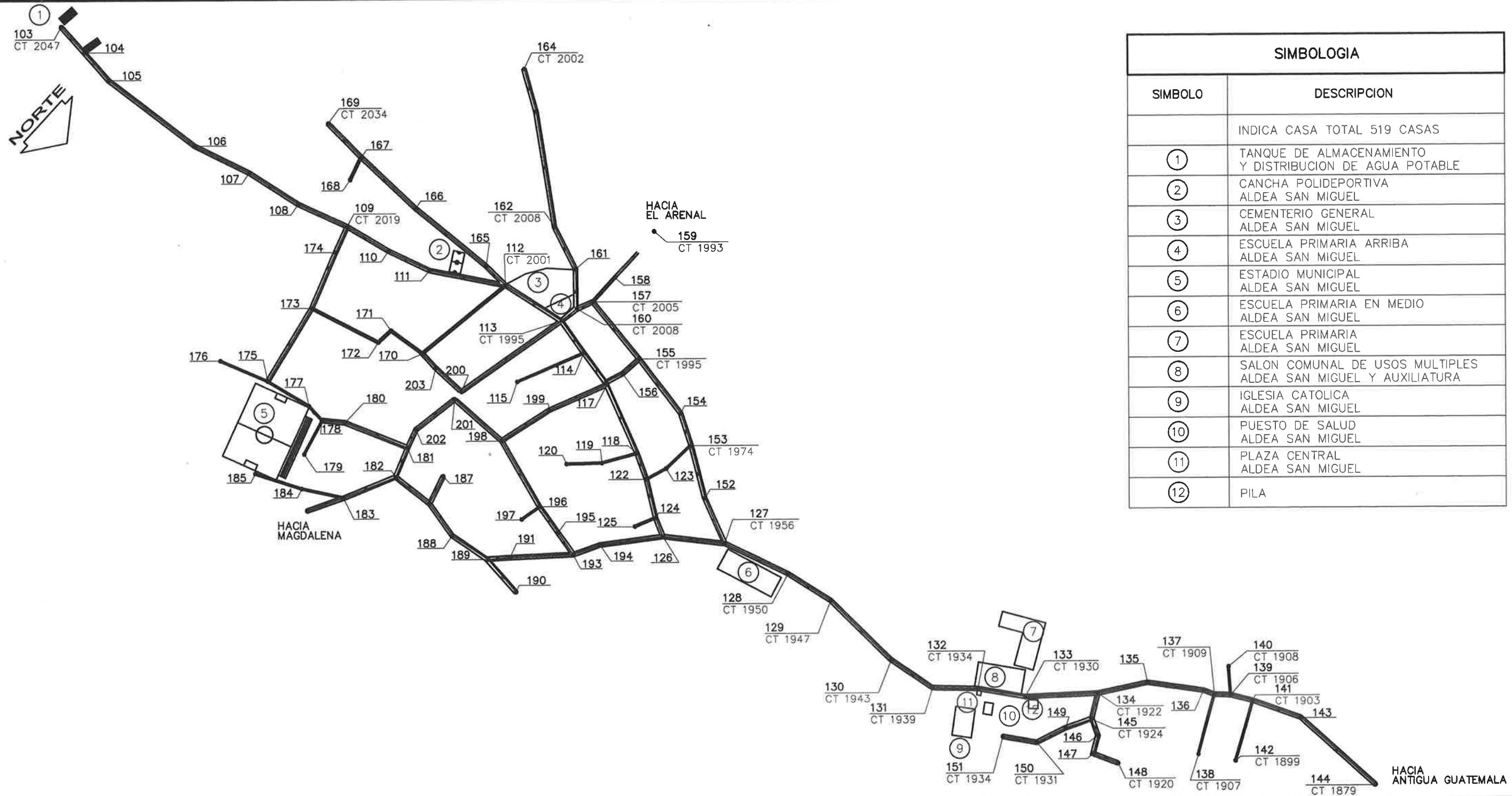
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
△	INDICA CASA TOTAL 519 CASAS
①	TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
②	CANCHA POLIDEPORTIVA ALDEA SAN MIGUEL
③	CEMENTERIO GENERAL ALDEA SAN MIGUEL
④	ESCUELA PRIMARIA ARRIBA ALDEA SAN MIGUEL
⑤	ESTADIO MUNICIPAL ALDEA SAN MIGUEL
⑥	ESCUELA PRIMARIA EN MEDIO ALDEA SAN MIGUEL
⑦	ESCUELA PRIMARIA ALDEA SAN MIGUEL
⑧	SALON COMUNAL DE USOS MULTIPLES ALDEA SAN MIGUEL Y AUXILIATURA
⑨	IGLESIA CATOLICA ALDEA SAN MIGUEL
⑩	PUESTO DE SALUD ALDEA SAN MIGUEL
⑪	PLAZA CENTRAL ALDEA SAN MIGUEL
⑫	PILA

PLANTA DE DENSIDAD POBLACIONAL
ALDEA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

ESCALA 1/4000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PLANTA DE DENSIDAD POBLACIONAL
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2013	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ





SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA CASA TOTAL 519 CASAS
①	TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
②	CANCHA POLIDEPORTIVA ALDEA SAN MIGUEL
③	CEMENTERIO GENERAL ALDEA SAN MIGUEL
④	ESCUELA PRIMARIA ARRIBA ALDEA SAN MIGUEL
⑤	ESTADIO MUNICIPAL ALDEA SAN MIGUEL
⑥	ESCUELA PRIMARIA EN MEDIO ALDEA SAN MIGUEL
⑦	ESCUELA PRIMARIA ALDEA SAN MIGUEL
⑧	SALON COMUNAL DE USOS MULTIPLES ALDEA SAN MIGUEL Y AUXILIATURA
⑨	IGLESIA CATOLICA ALDEA SAN MIGUEL
⑩	PUESTO DE SALUD ALDEA SAN MIGUEL
⑪	PLAZA CENTRAL ALDEA SAN MIGUEL
⑫	PILA

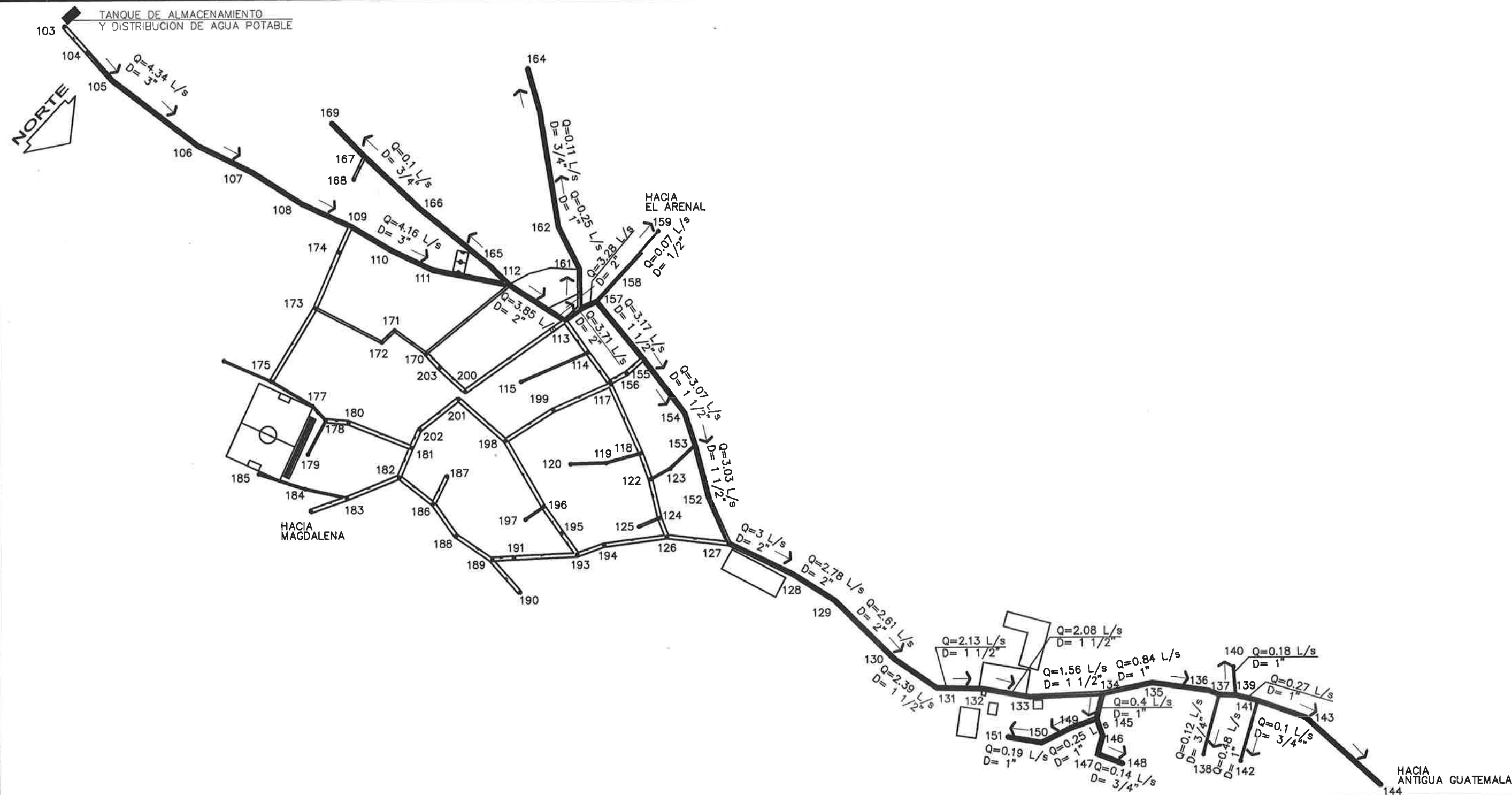
PLANTA TOPOGRAFICA
ALDEA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

ESCALA 1/4000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PLANTA TOPOGRAFICA
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
ING. YADIR BARRIOS ASISOR - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ



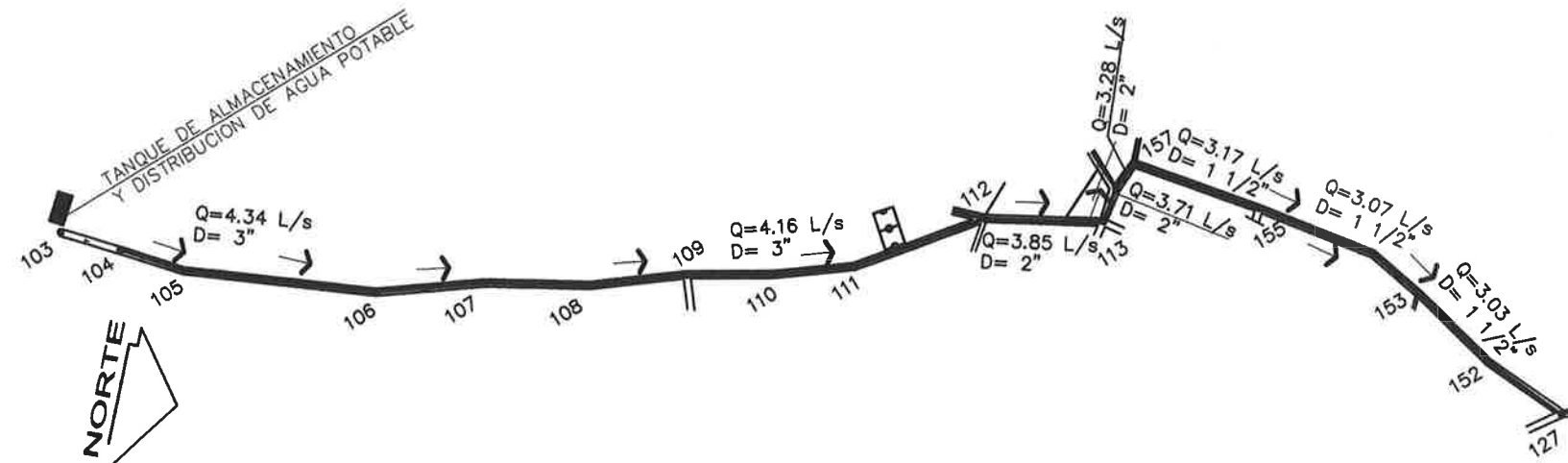
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



DISEÑO DE RED No. 1
ALDEA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

ESCALA 1/4000

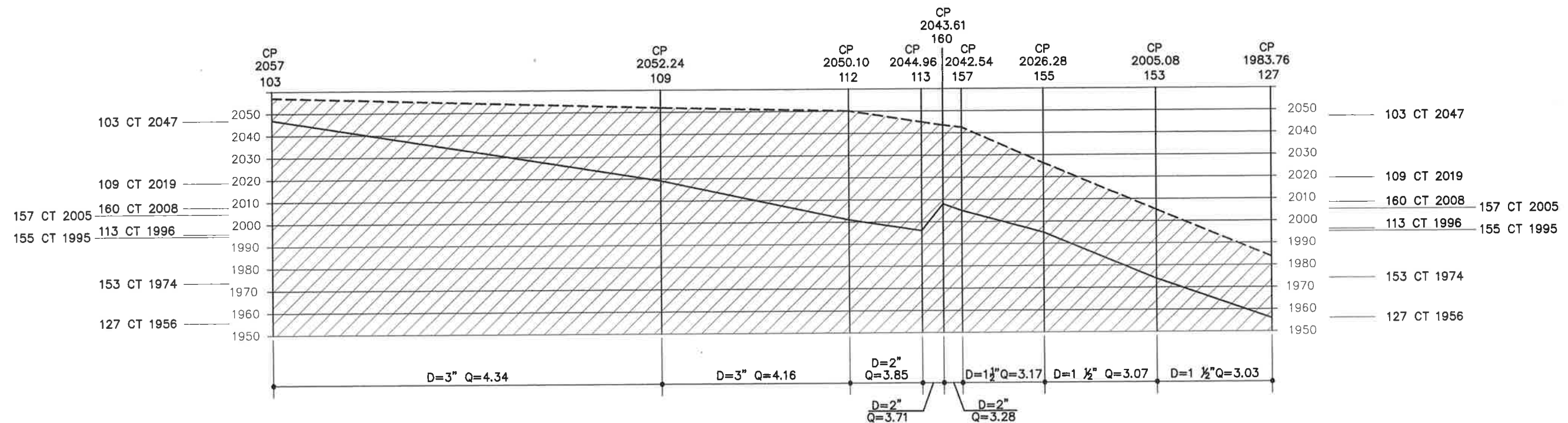
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: DISEÑO DE RED No. 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: 14 de MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
Ing. Mayra Noelia García Soría de Sierra PLANIFICADOR ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
Ing. Yadir Barrios SUPERVISOR EPS	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION HOJA: 4 26



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
-----	COTA PILZOMETRICA
————	TUBERIA Ø INDICADO

PLANTA TRAMO PERFIL A RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA 1/4000



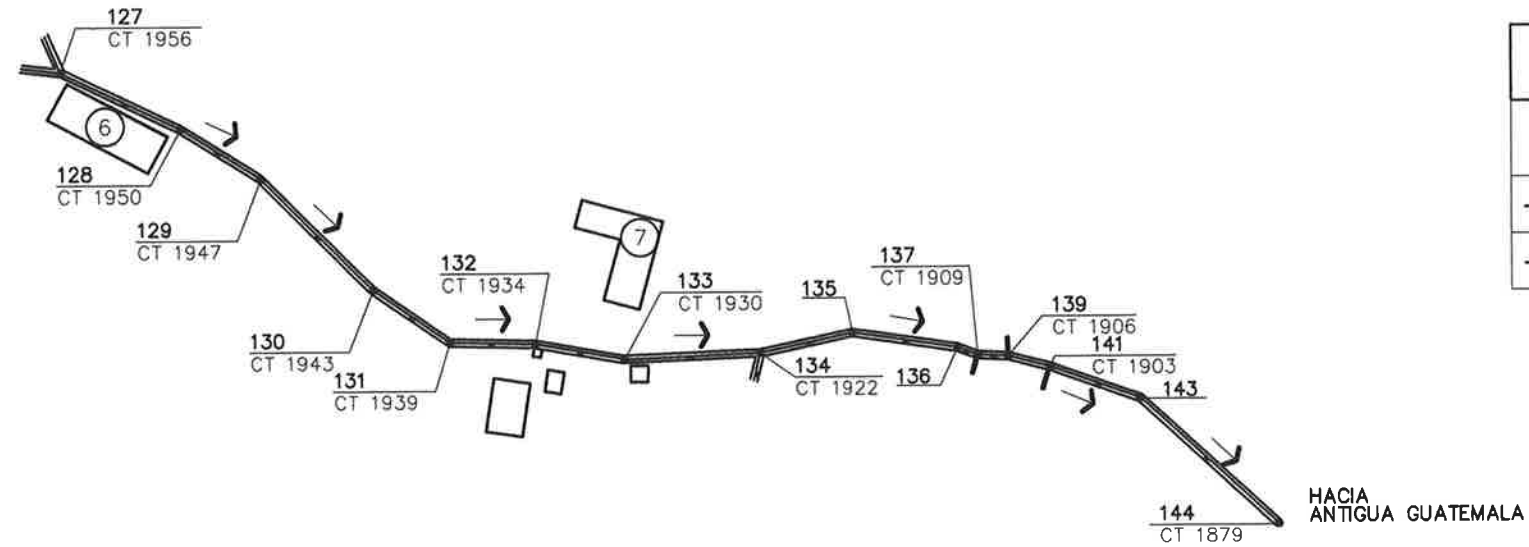
PERFIL A RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFIL A RED 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: 14/02/2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
BO PLANIFICADOR Ing. Mayra Rebeca Carra-Soria de Sierra	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ

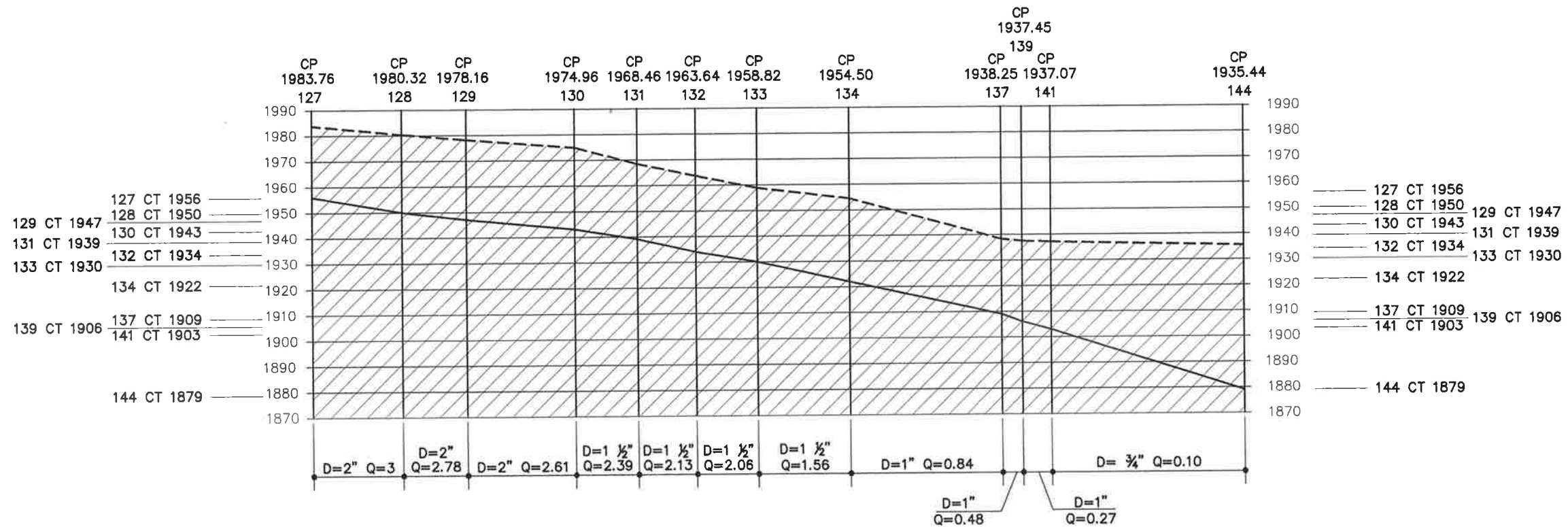


DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



PLANTA TRAMO PERFIL B RED DE DISTRIBUCION 1

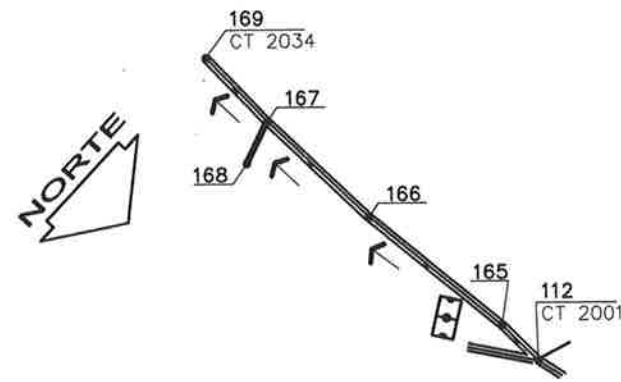
ESCALA 1/4000



PERFIL B RED DE DISTRIBUCION 1

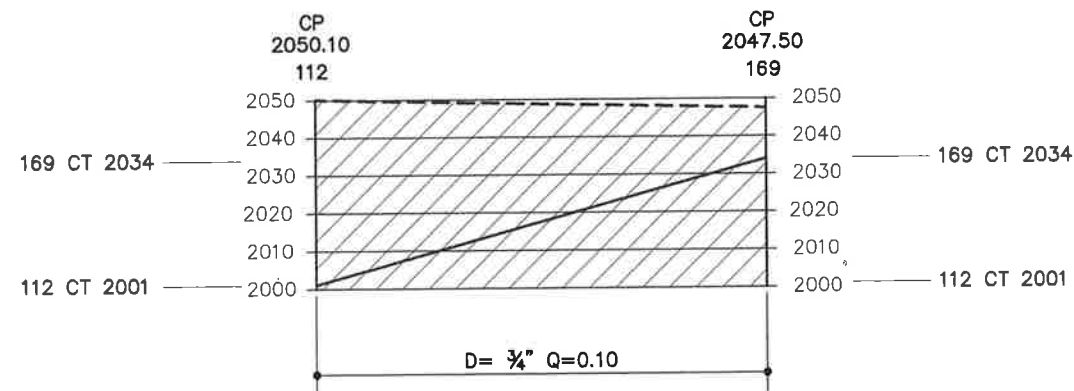
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFIL B RED 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
HOJA: 7	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION 26



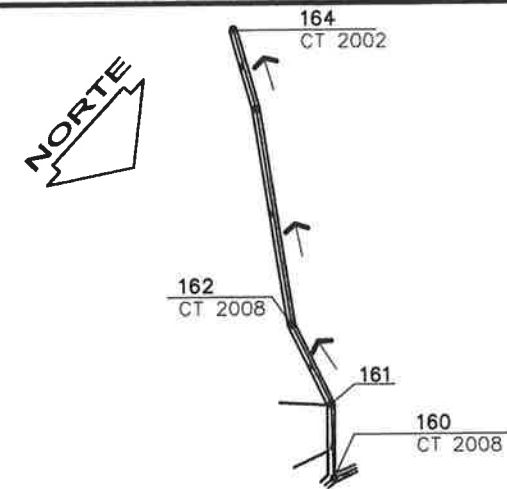
PLANTA TRAMO PERFIL C RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA 1/4000



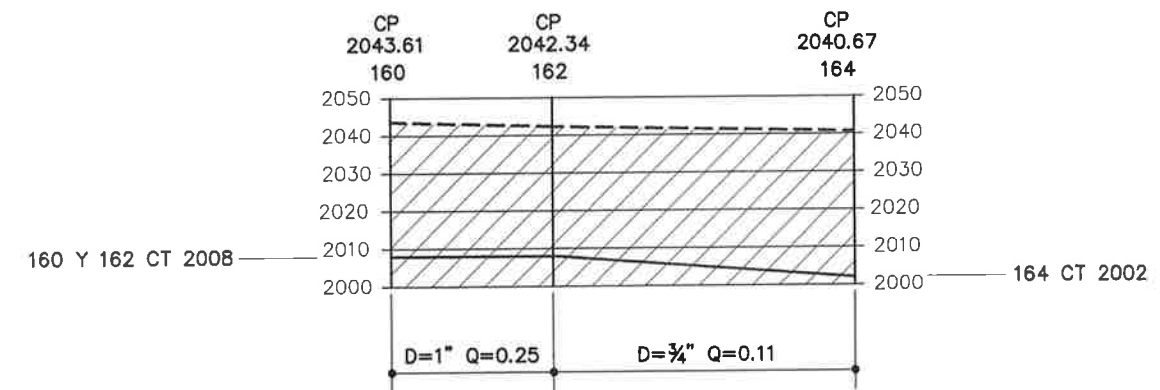
PERFIL C RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



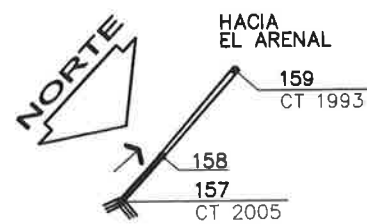
PLANTA TRAMO PERFIL D RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA 1/4000



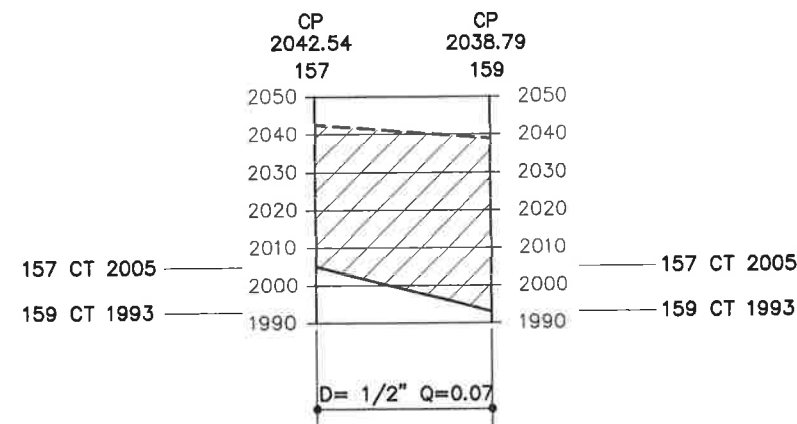
PERFIL D RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



PLANTA TRAMO PERFIL E RED DE DISTRIBUCION 1

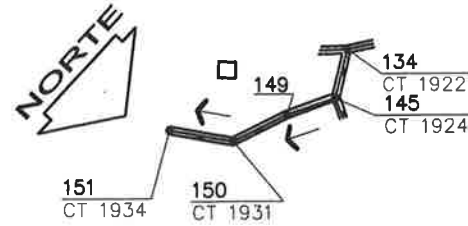
ESCALA 1/4000



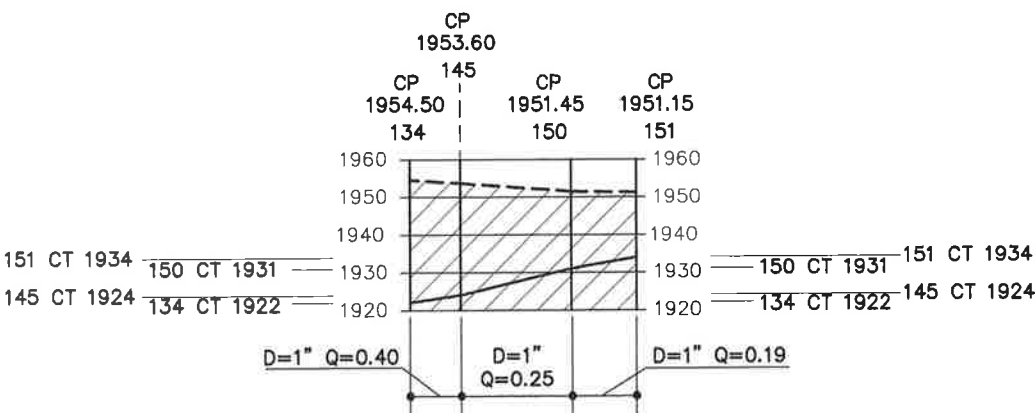
PERFIL E RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

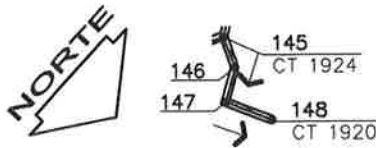
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFILES C,D Y E RED 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
PLANIFICADOR: M. Y. B. PLANIFICADOR	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS: M. Y. B. PLANIFICADOR	HOJA: 8
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA: FACULTAD DE INGENIERÍA	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



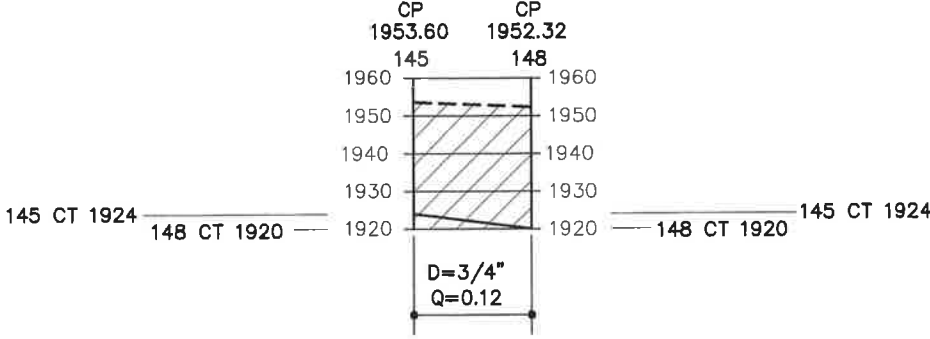
PLANTA TRAMO PERFIL F RED DE DISTRIBUCION 1
ESCALA 1/4000



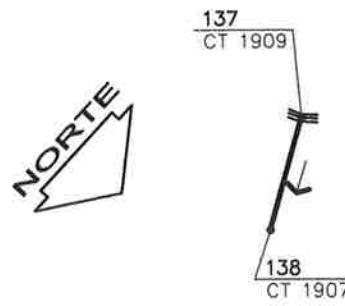
PERFIL F RED DE DISTRIBUCION 1
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



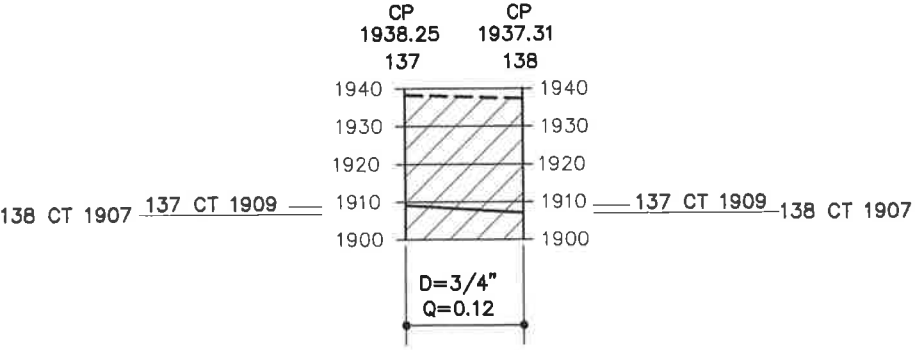
PLANTA TRAMO PERFIL G RED DE DISTRIBUCION 1
ESCALA 1/4000



PERFIL G RED DE DISTRIBUCION 1
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



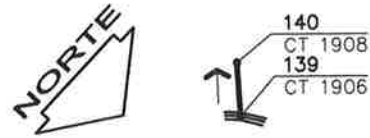
PLANTA TRAMO PERFIL H RED DE DISTRIBUCION 1
ESCALA 1/4000



PERFIL H RED DE DISTRIBUCION 1
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

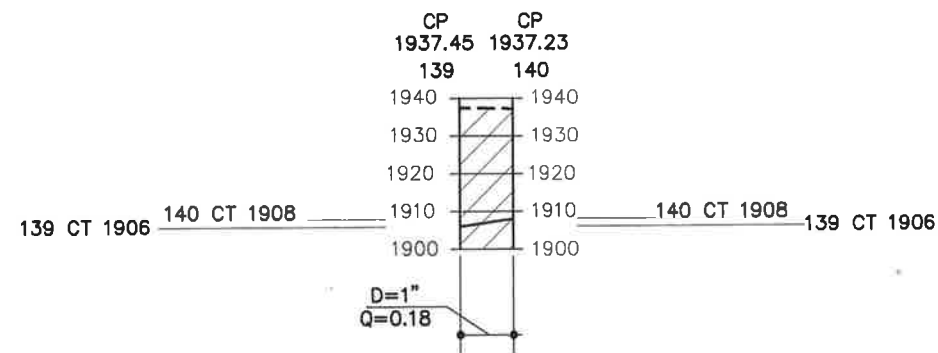
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFILES F,G Y H RED 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2012	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ





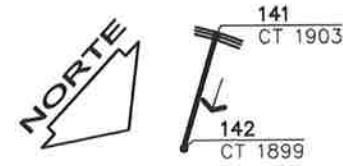
PLANTA TRAMO PERFIL I RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA 1/4000



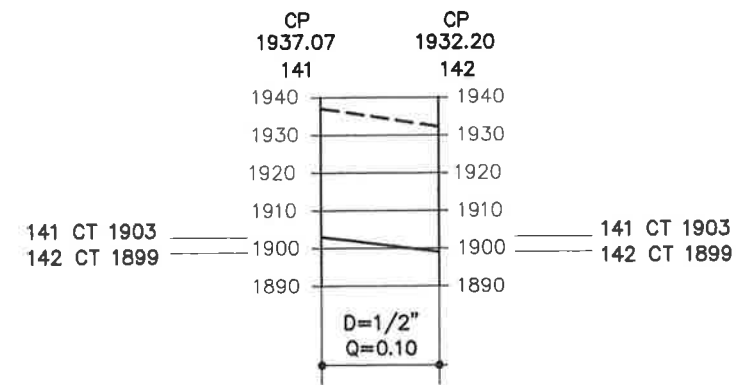
PERFIL I RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



PLANTA TRAMO PERFIL J RED DE DISTRIBUCION 1

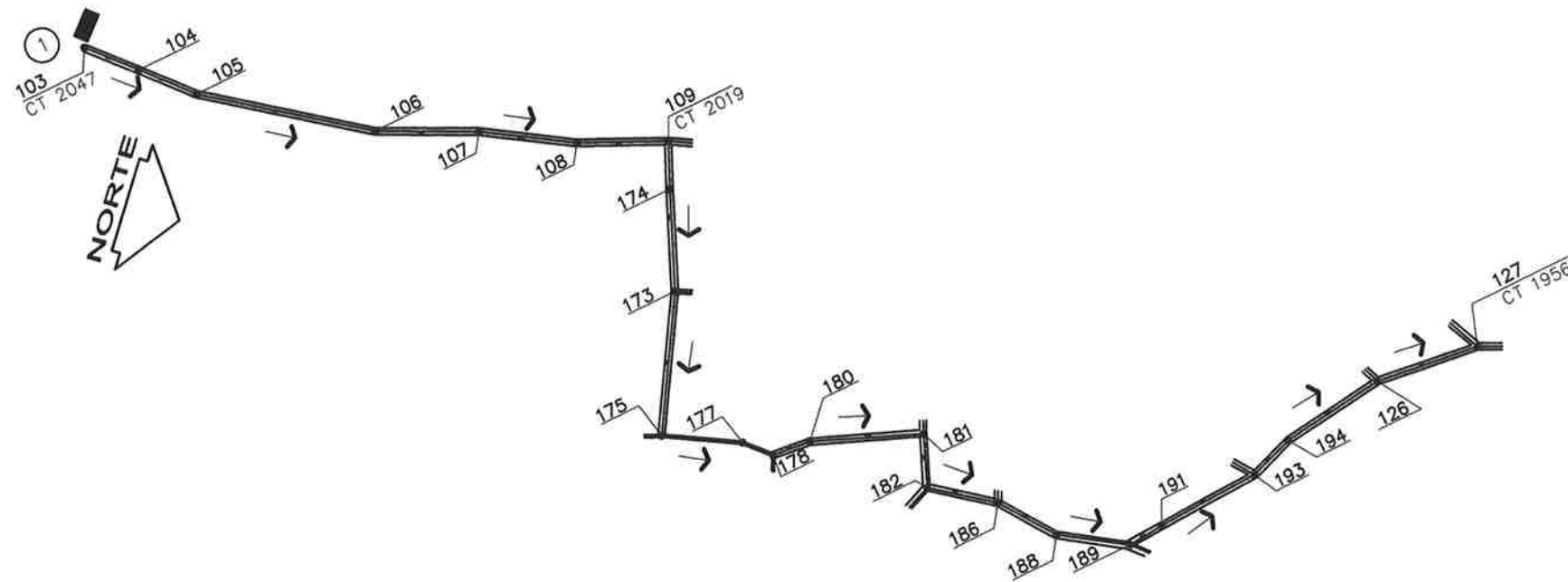
ESCALA 1/4000



PERFIL J RED DE DISTRIBUCION 1

ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

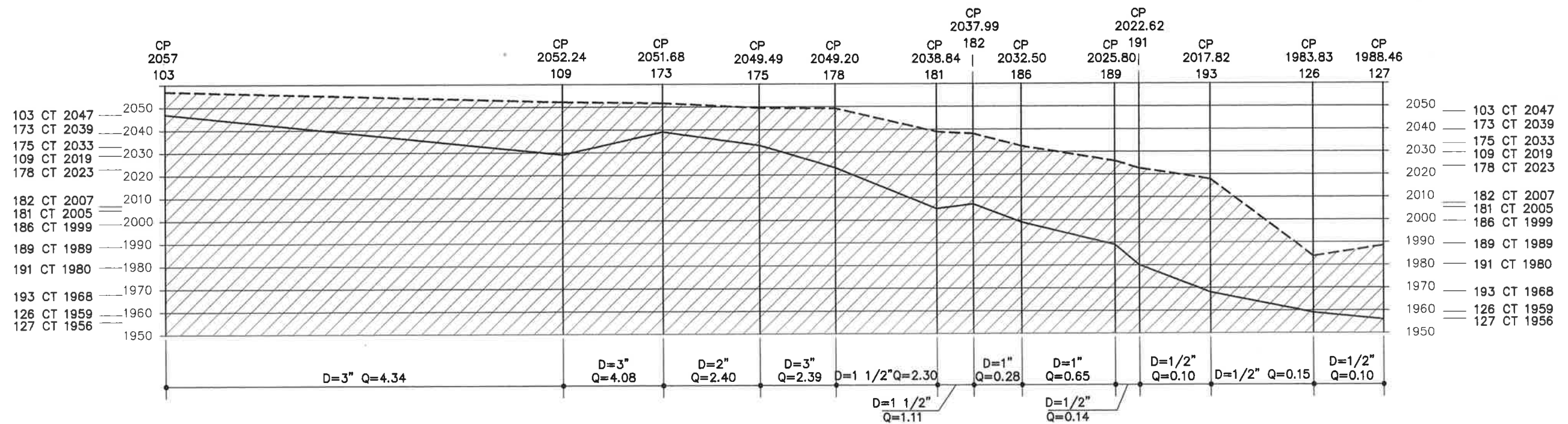
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFILES I Y J RED 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
PLANIFICADOR ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
SUPERVISOR EPS	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
HOJA: 10	26



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
-----	COTA PILZOMETRICA
————	TUBERIA Ø INDICADO

PLANTA TRAMO PERFIL A RED DE DISTRIBUCION 2

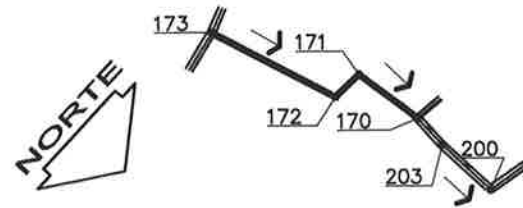
ESCALA 1/4000



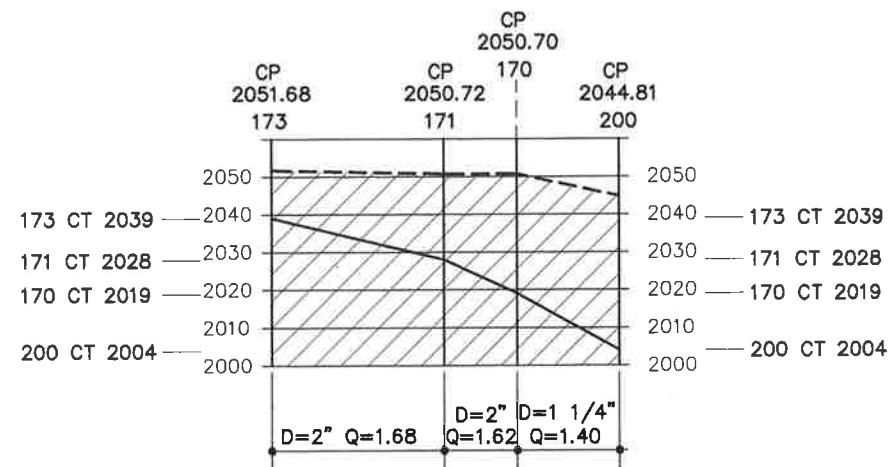
PERFIL A RED DE DISTRIBUCION 2

ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

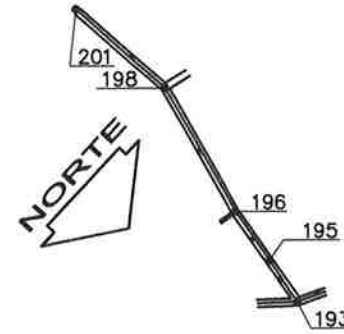
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFIL A RED 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
PLANIFICADOR SESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
SUPERVISOR EPS	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
HOJA: 11	26



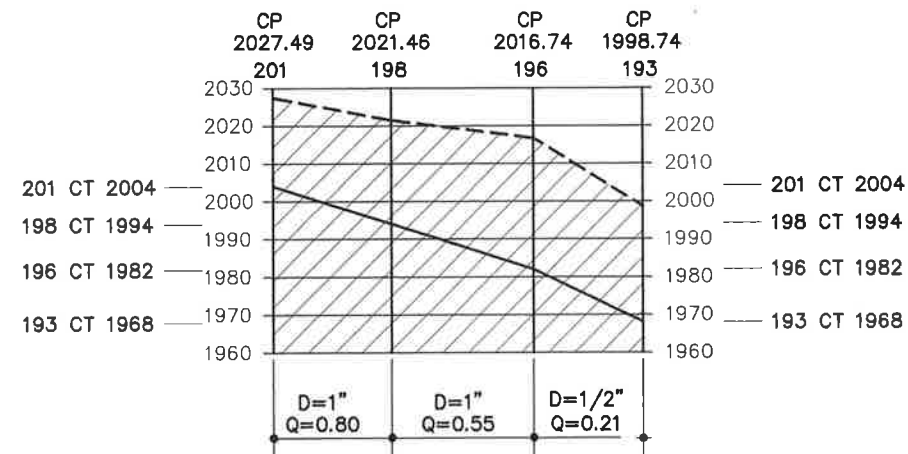
PLANTA TRAMO PERFIL "B" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



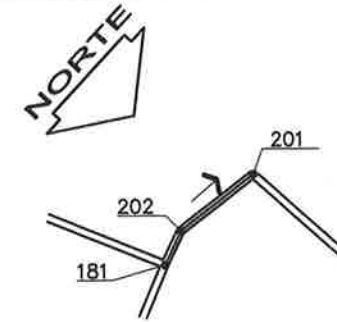
PERFIL "B" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



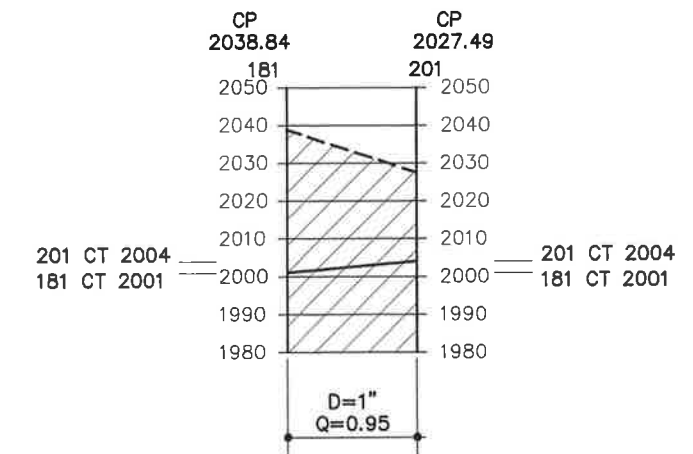
PLANTA TRAMO PERFIL "C" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



PERFIL "C" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

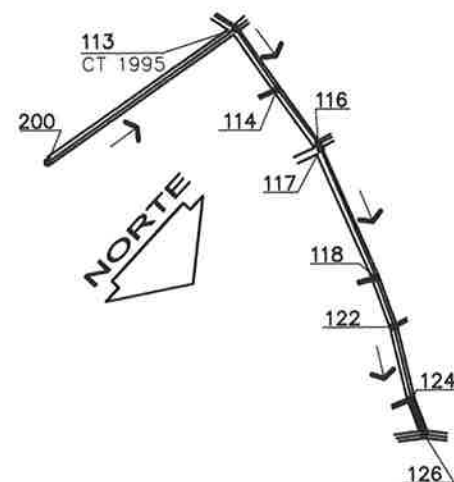


PLANTA TRAMO PERFIL "C'" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000

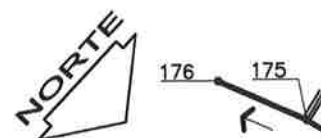


PERFIL "C'" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

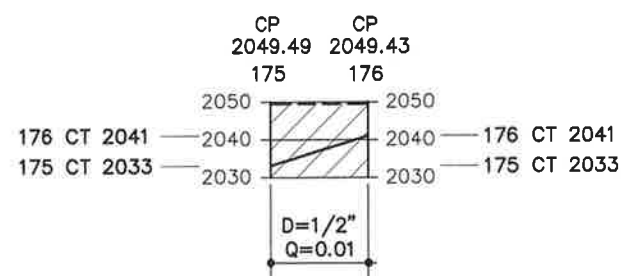
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFILES B Y C RED 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
Ing. Merys PLANIFICADOR Ing. Rosalva García Soria de Sierra ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería Facultad de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	HOJA: 12 26



PLANTA TRAMO PERFIL "D" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



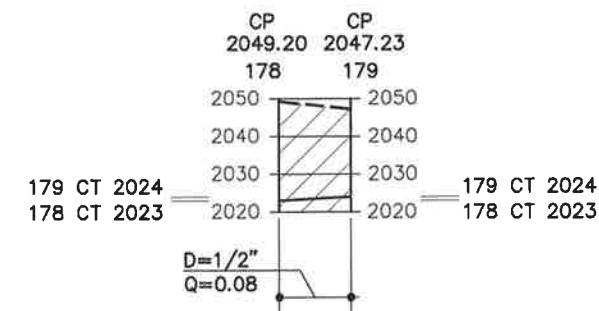
PLANTA TRAMO PERFIL "E" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



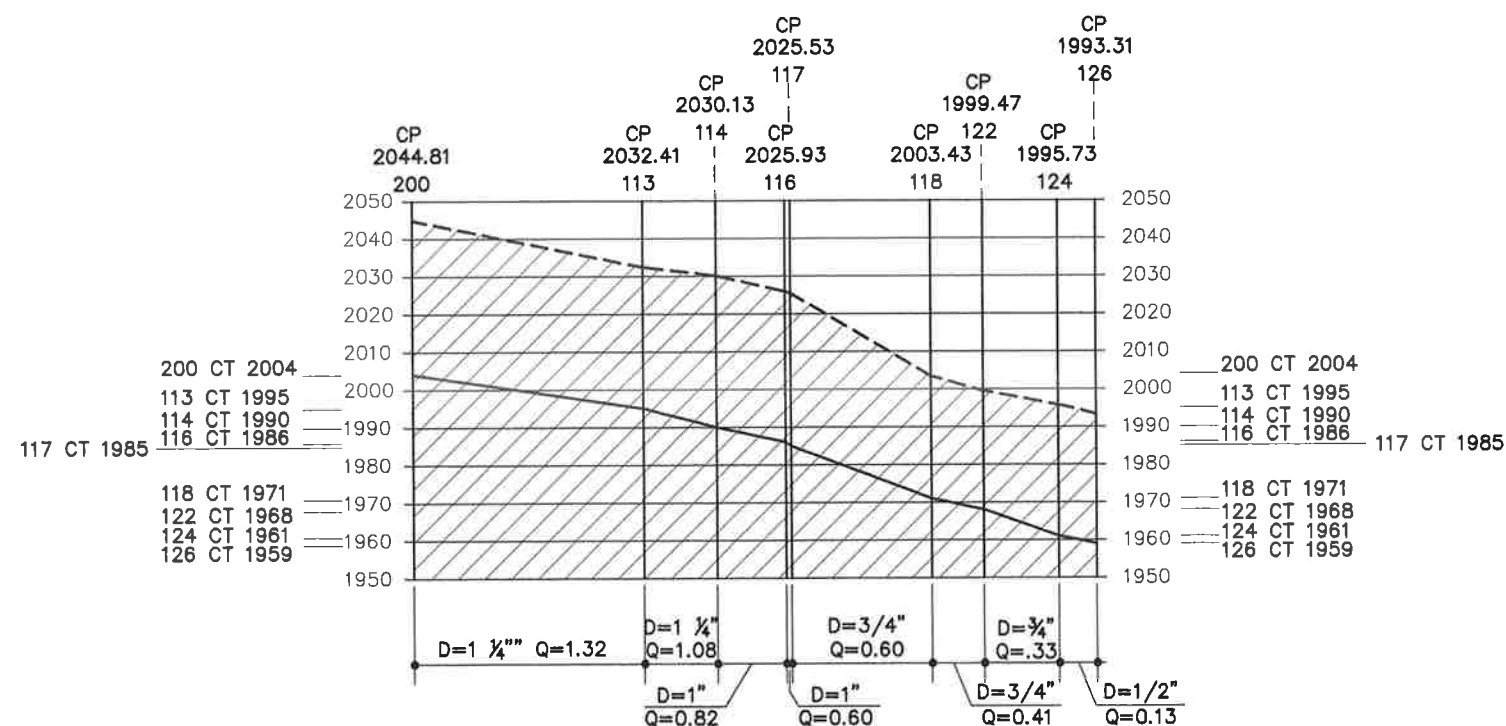
PERFIL "E" RED DE DISTRIBUCION 2 ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



PLANTA TRAMO PERFIL "F" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000

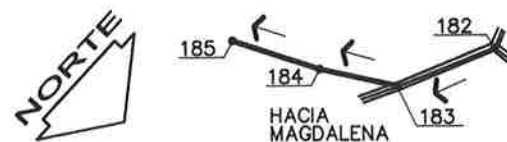


PERFIL "F" RED DE DISTRIBUCION 2 ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

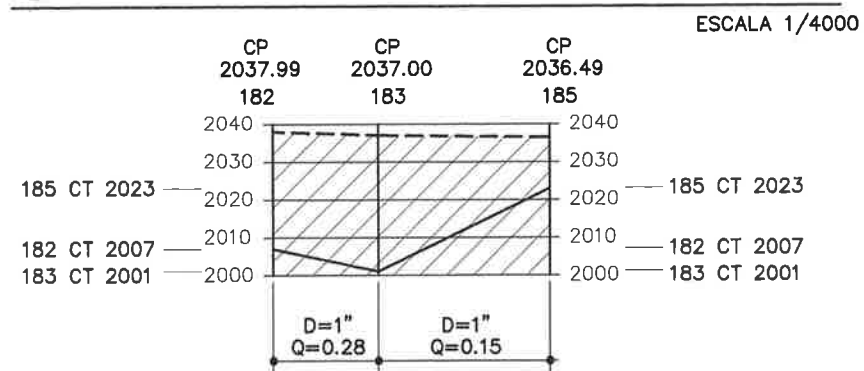


PERFIL "D" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

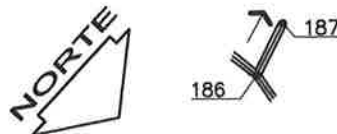
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFILES D,E Y F RED 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS: Ing. YADIR BARRIOS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
FECHA: MARZO 2015	HOJA: 13
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	26



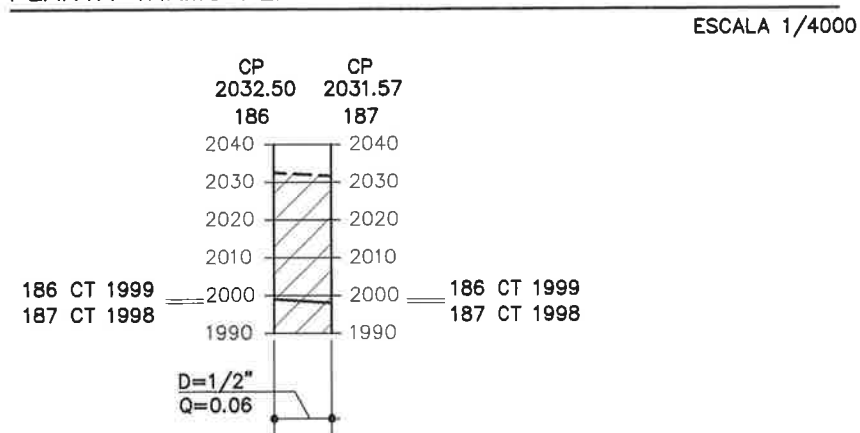
PLANTA TRAMO PERFIL "G" RED DE DISTRIBUCION 2



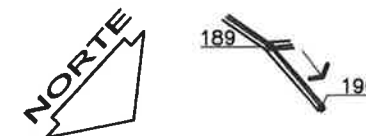
PERFIL "G" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



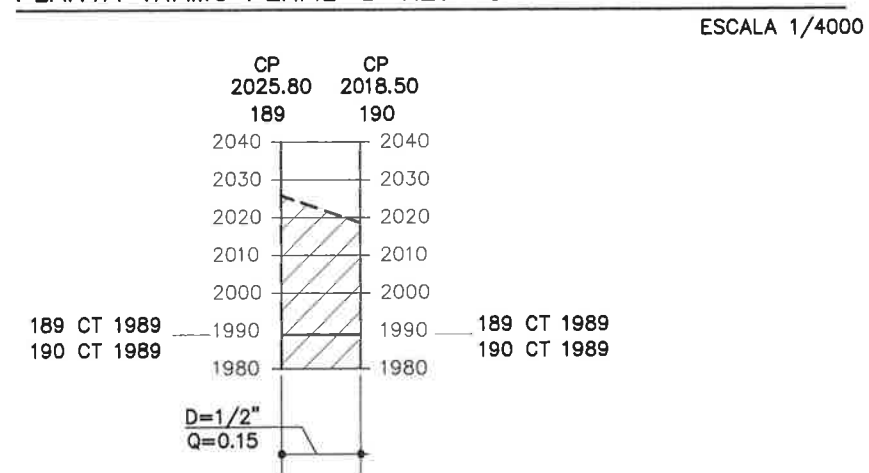
PLANTA TRAMO PERFIL "H" RED DE DISTRIBUCION 2



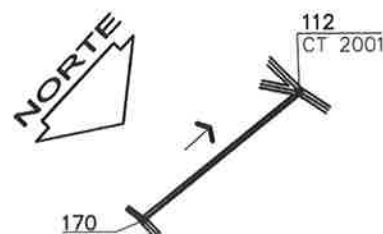
PERFIL "H" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



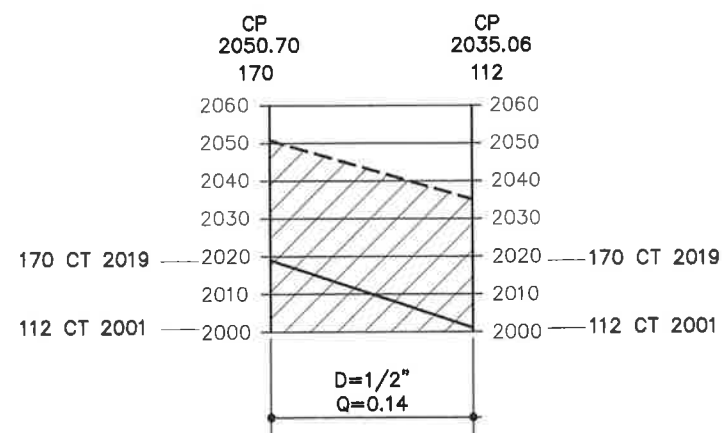
PLANTA TRAMO PERFIL "I" RED DE DISTRIBUCION 2



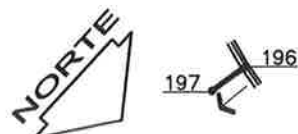
PERFIL "I" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



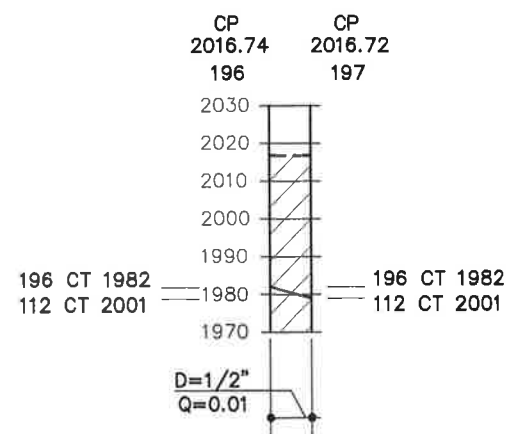
PLANTA TRAMO PERFIL "J" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



PERFIL "J" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



PLANTA TRAMO PERFIL "K" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000

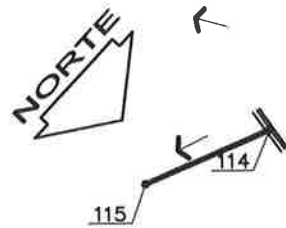


PERFIL "K" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

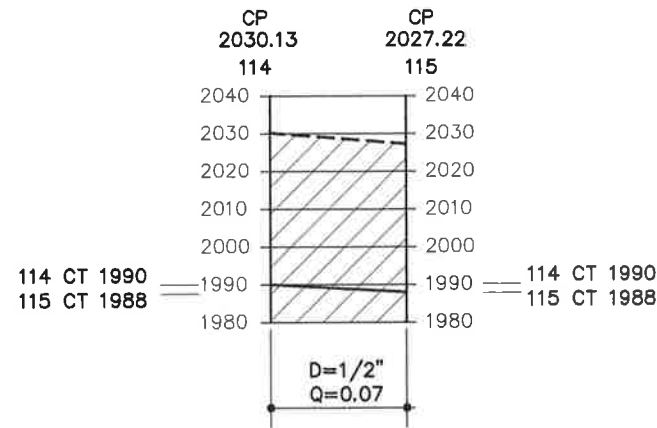
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFILES G,H,I,J Y K RED 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ



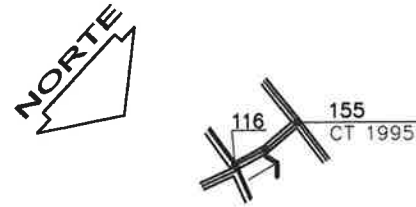
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



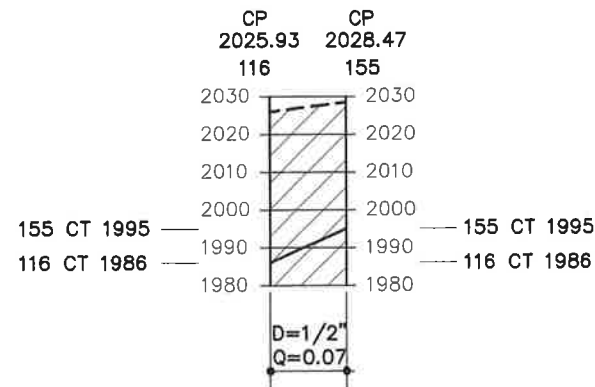
PLANTA TRAMO PERFIL "L" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



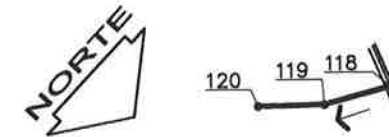
PERFIL "L" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



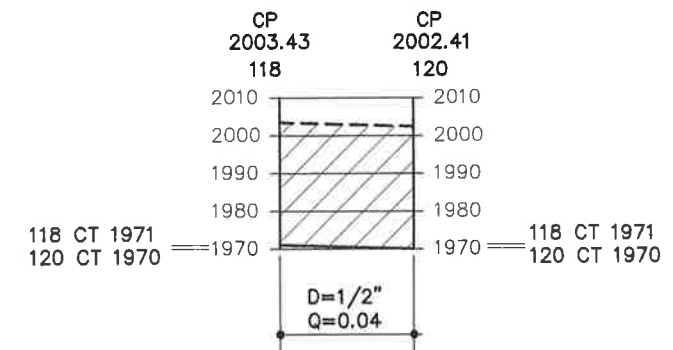
PLANTA TRAMO PERFIL "M" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



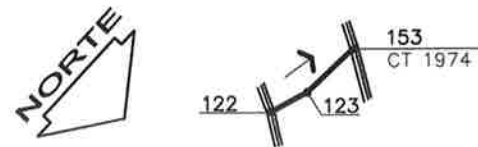
PERFIL "M" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



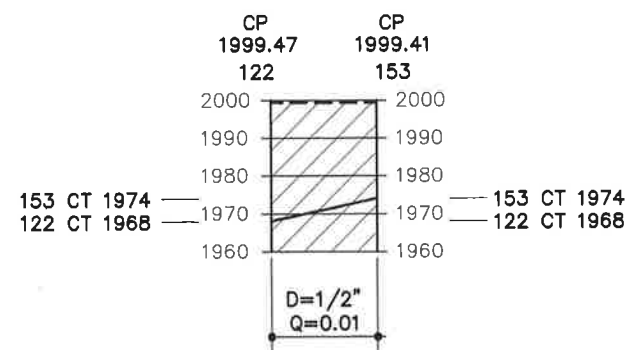
PLANTA TRAMO PERFIL "N" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



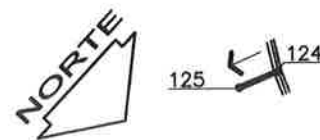
PERFIL "N" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



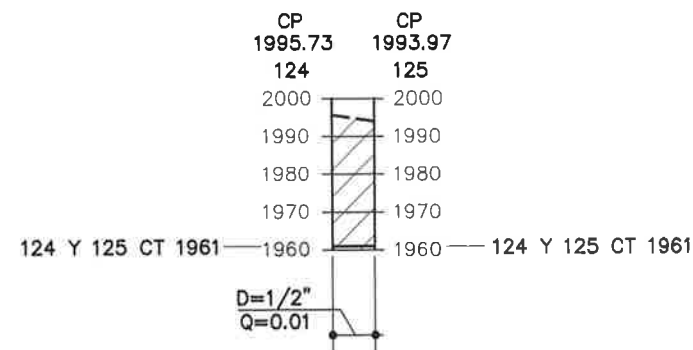
PLANTA TRAMO PERFIL "O"
RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



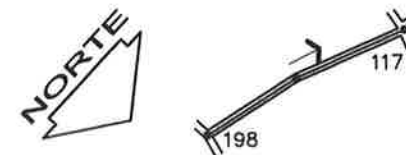
PERFIL "O" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



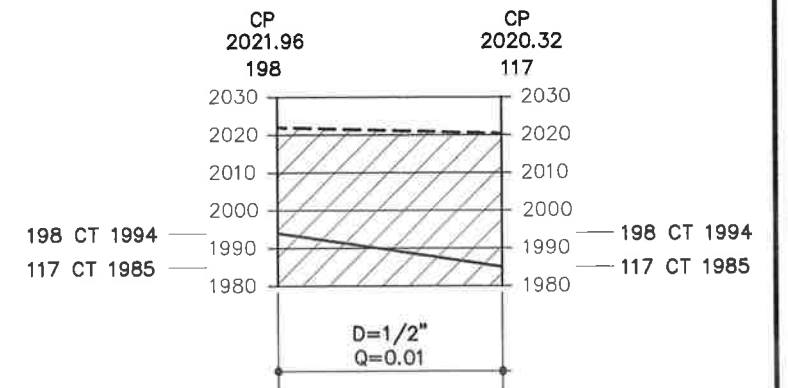
PLANTA TRAMO PERFIL "P"
RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



PERFIL "P" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000



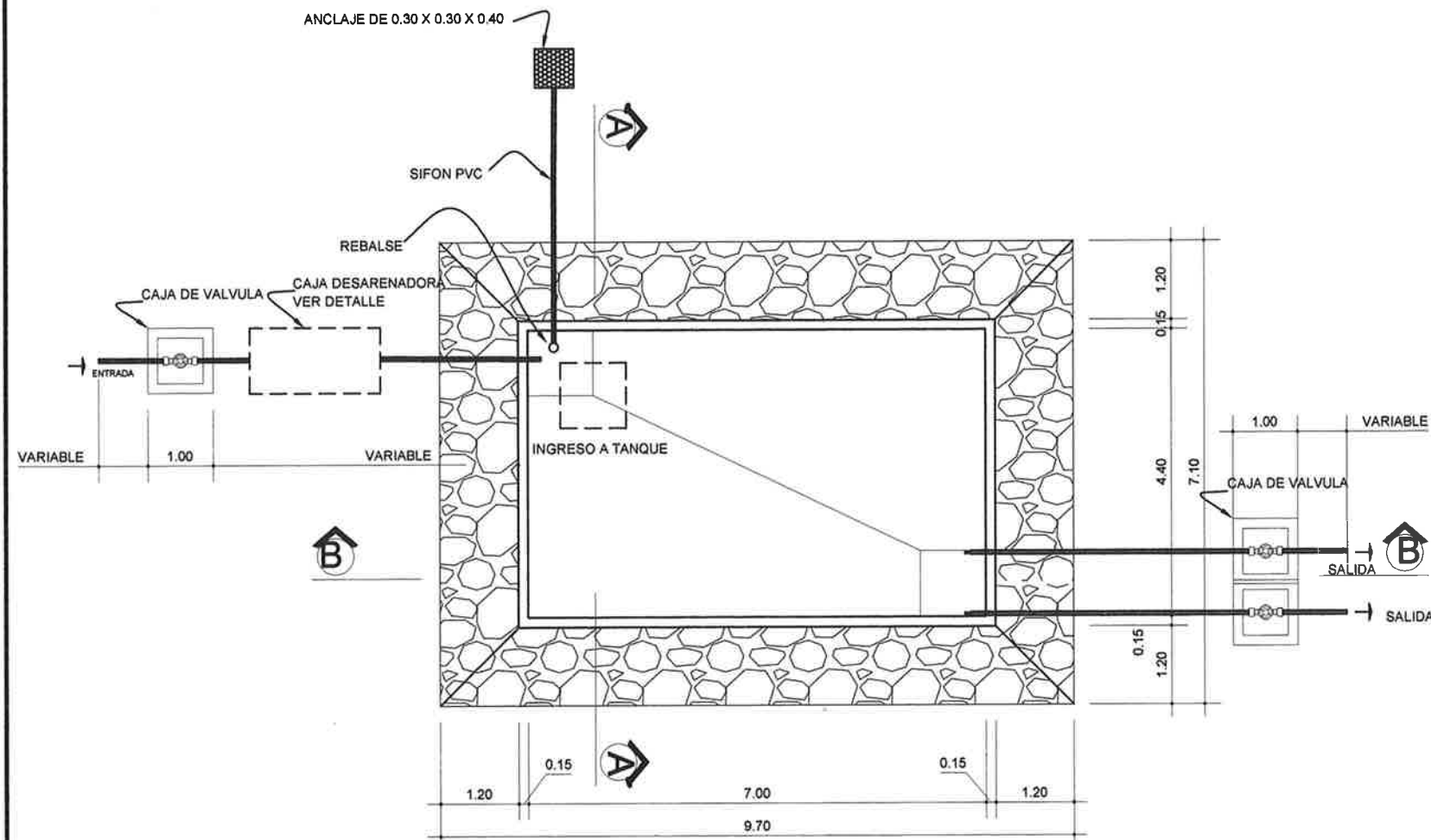
PLANTA TRAMO PERFIL "Q"
RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA 1/4000



PERFIL "Q" RED DE DISTRIBUCION 2
ESCALA HORIZONTAL 1/4000
ESCALA VERTICAL 1/8000

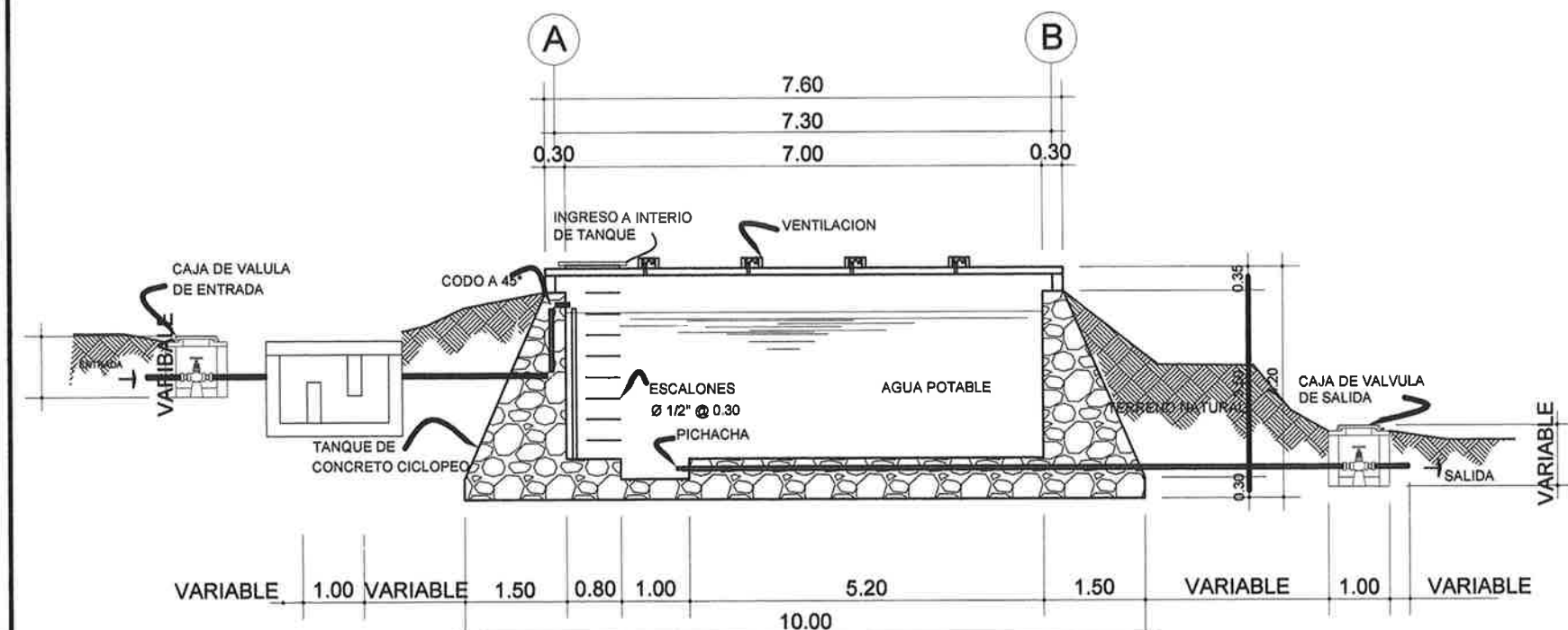
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFILES L,M,N,O,P Y Q RED 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: 15 MARZO 2012	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
ELABORADO POR: YADIR BARRIOS ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería de EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
HOJA: 15	
26	

HOJA:



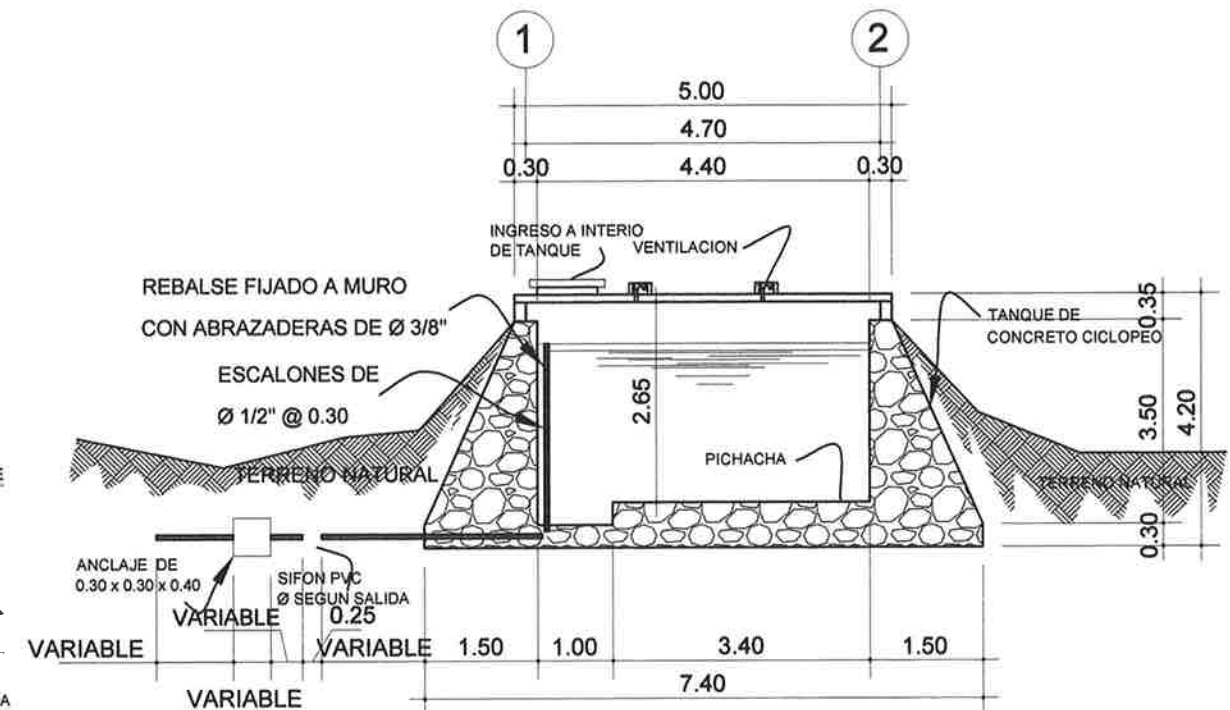
PLANTA GENERAL DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DITRIBUCION DE AGUA POTABLE ALDEA SAN MIGUEL

ESCALA 1/25



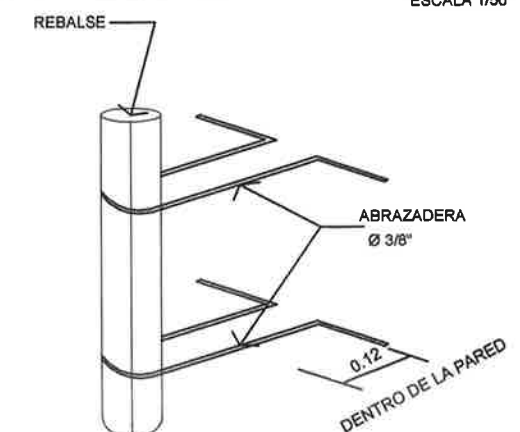
SECCION B - B' DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DITRIBUCION DE AGUA POTABLE ALDEA SAN MIGUEL

ESCALA 1/25



SECCION A - A' DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DITRIBUCION DE AGUA POTABLE ALDEA SAN MIGUEL

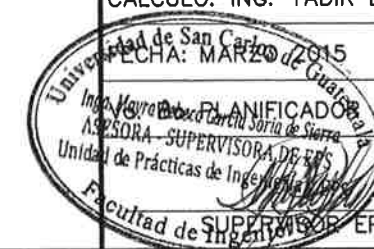
ESCALA 1/50



DETALLE DE ABRAZADERA

ESCALA 1/20

UNIDAD DE EPS:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE:	DETALLE DE TANQUE
DIBUJO:	YADIR BARRIOS	PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO:	ING. YADIR BARRIOS	ALDEA:	SAN MIGUEL
FECHA:	MARZO 2015	MUNICIPIO:	SAN MIGUEL, MILPAS ALTAS
DEPARTAMENTO:	SACATEPEQUEZ		

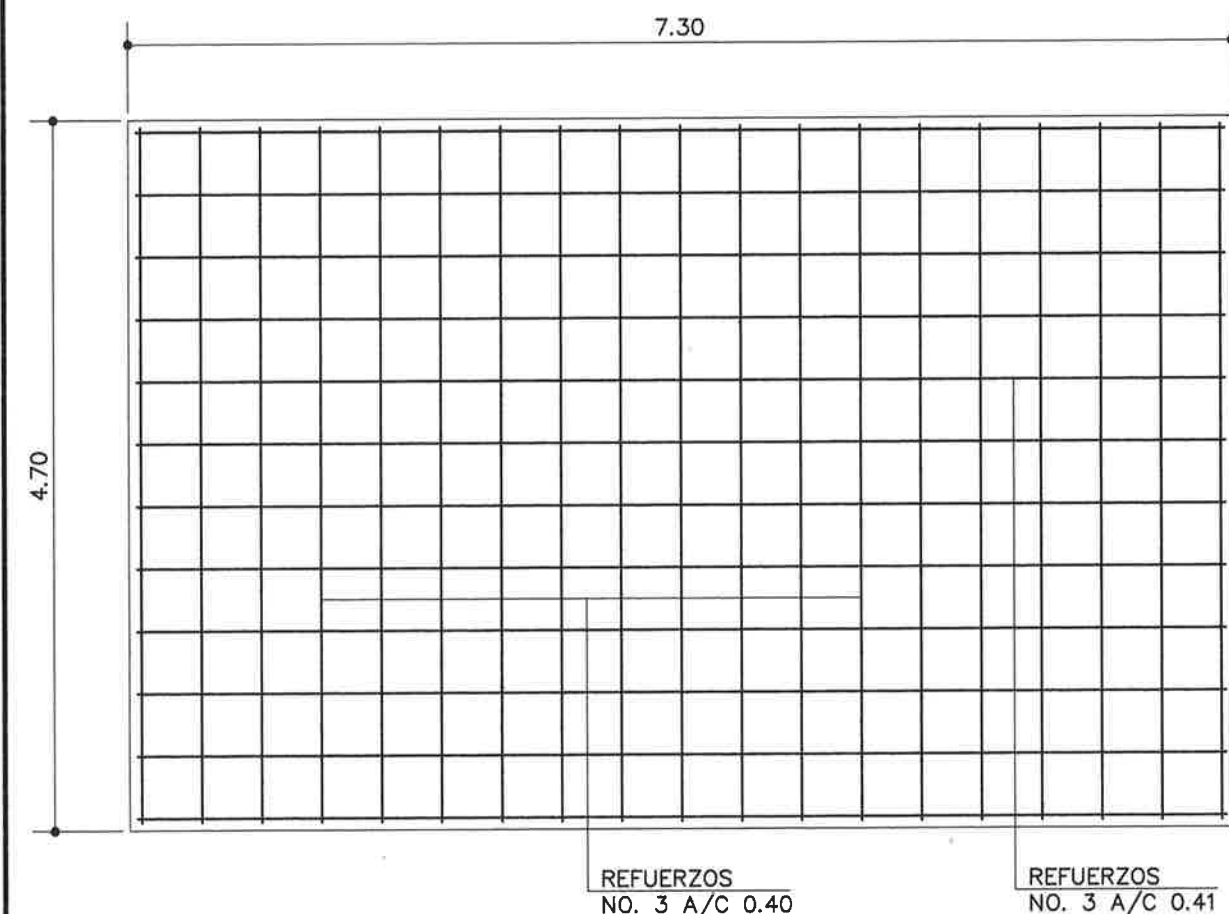


DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

HOJA:

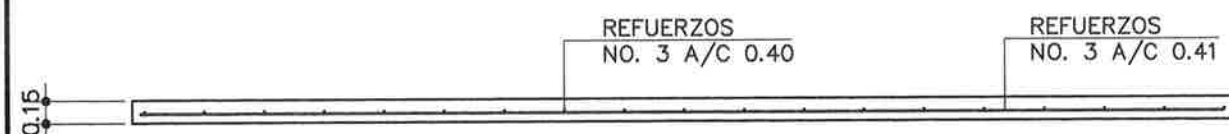
17

26



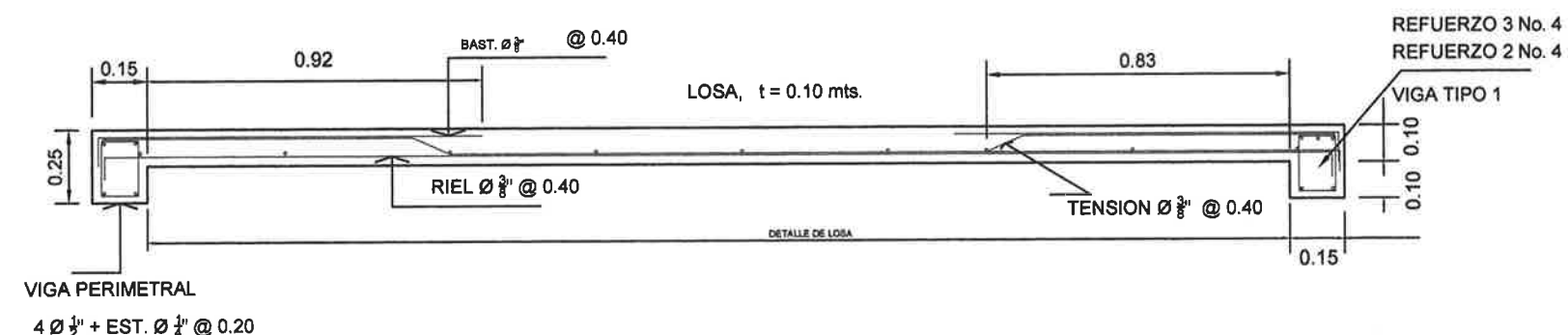
PLANTA DE LOSA

ESCALA 1/50



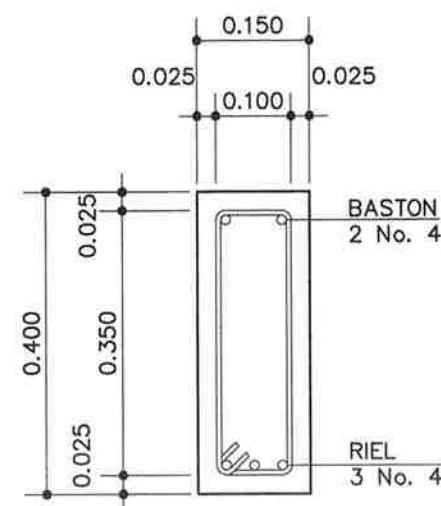
SECCION DE LOSA

ESCALA 1/50



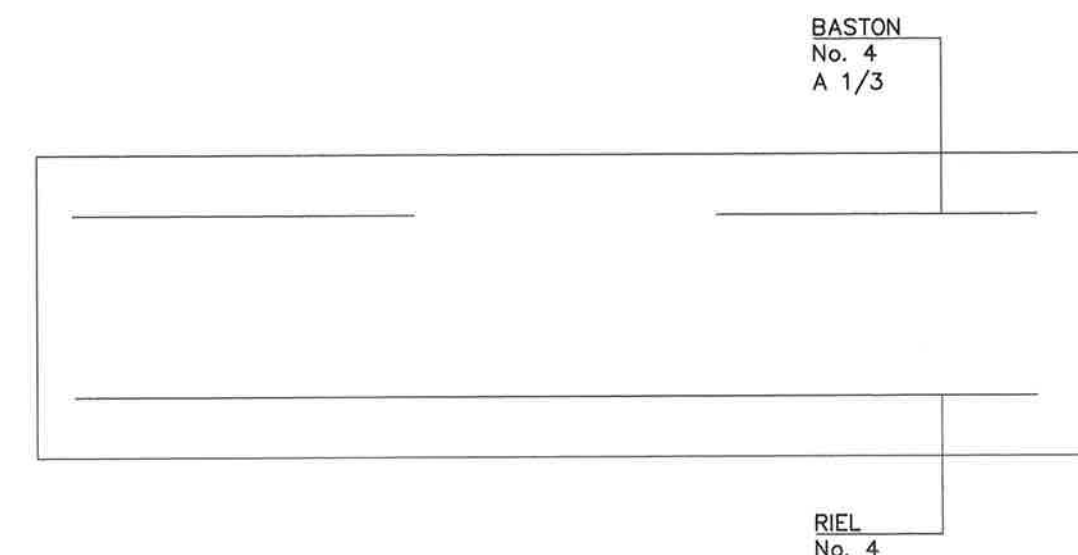
DETALLE DE LOSA

ESCALA 1: 20



DETALLE DE VIGA

ESCALA 1/10



DETALLE DE VIGA

ESCALA 1/10

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: DETALLE DE LOSA Y VIGAS
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: SAN MIGUEL, MILPAS ALTAS
ING. YADIR BARRIOS PLANIFICADOR	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ

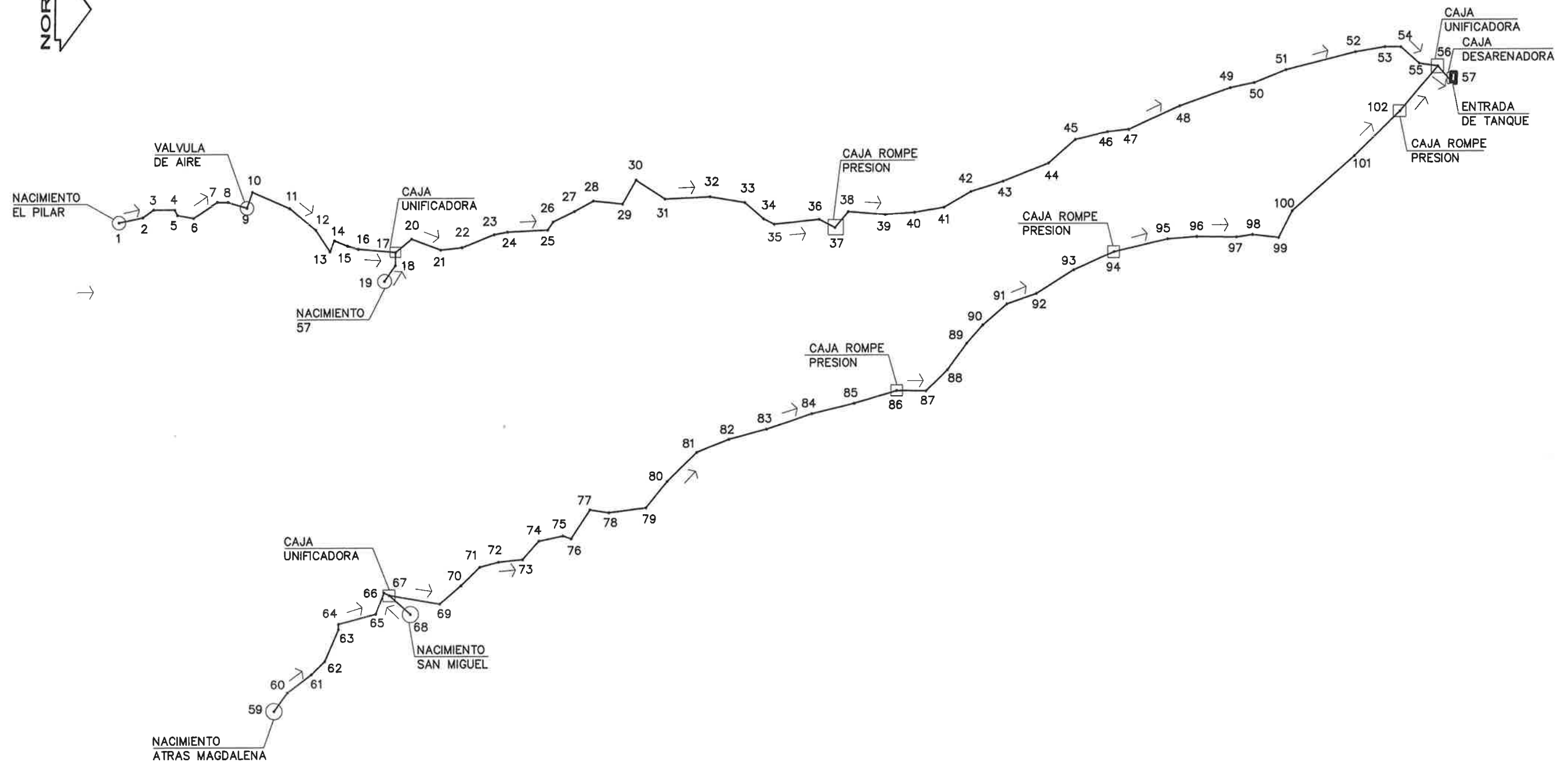


DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

HOJA:

18

26



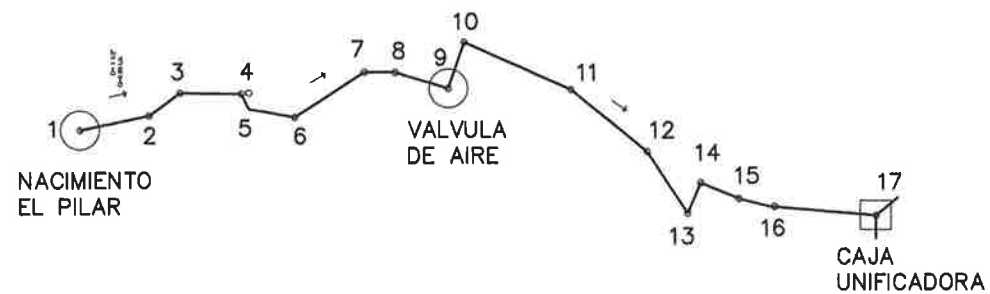
PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCION
ALDEA SAN MIGUEL MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

ESCALA 1/4000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCION
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
PLANIFICADOR	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ



DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



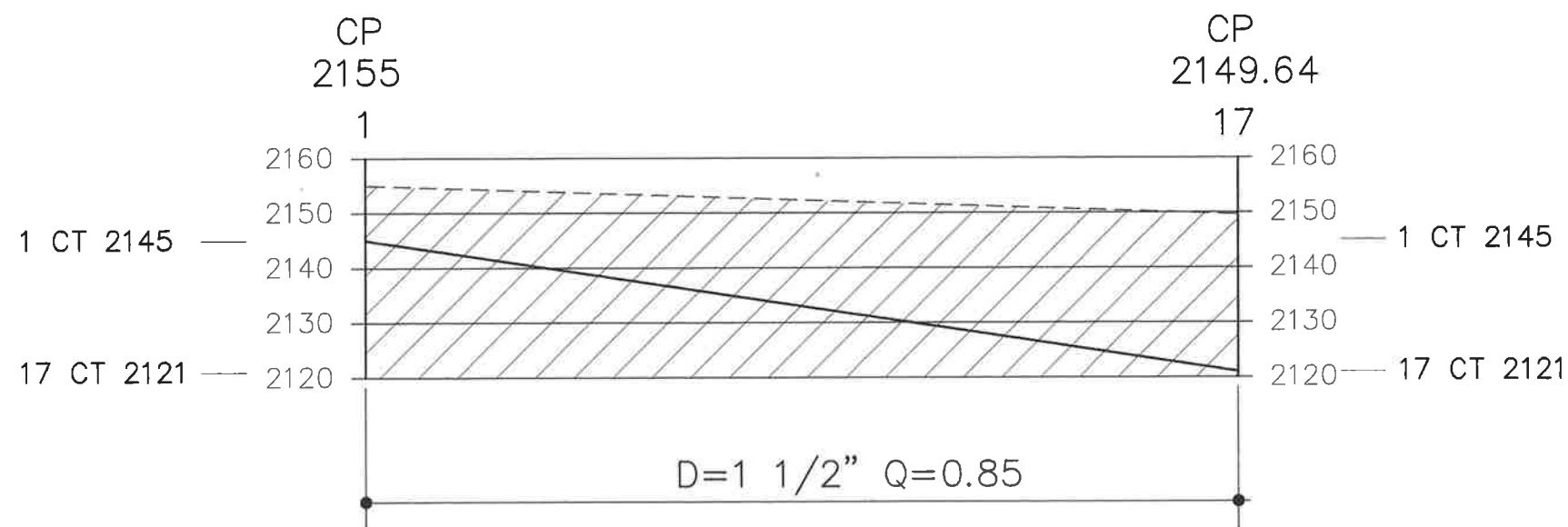
PLANTA LINEA DE CONDUCCION 1 A 17

ESCALA 1/2500



PLANTA LINEA DE CONDUCCION 19 A 17

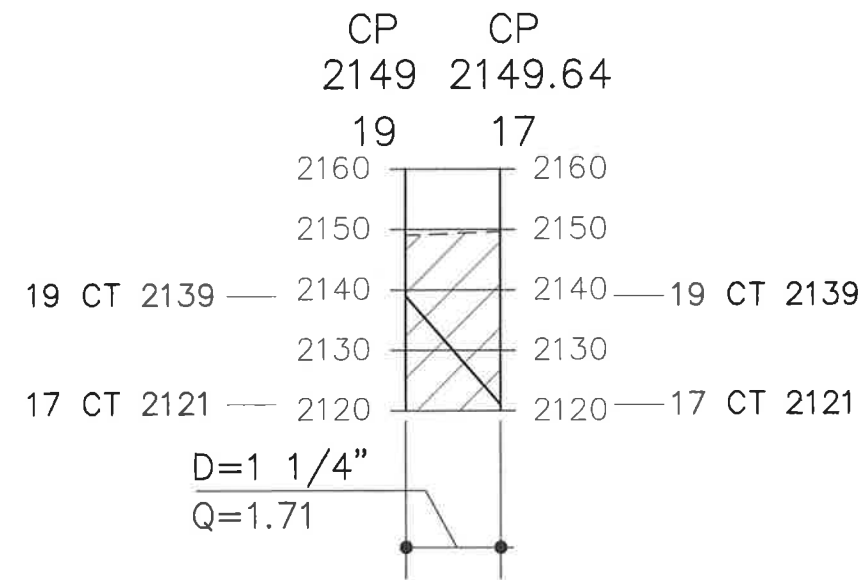
ESCALA 1/2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 1 A 17

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

ESCALA VERTICAL 1/5000

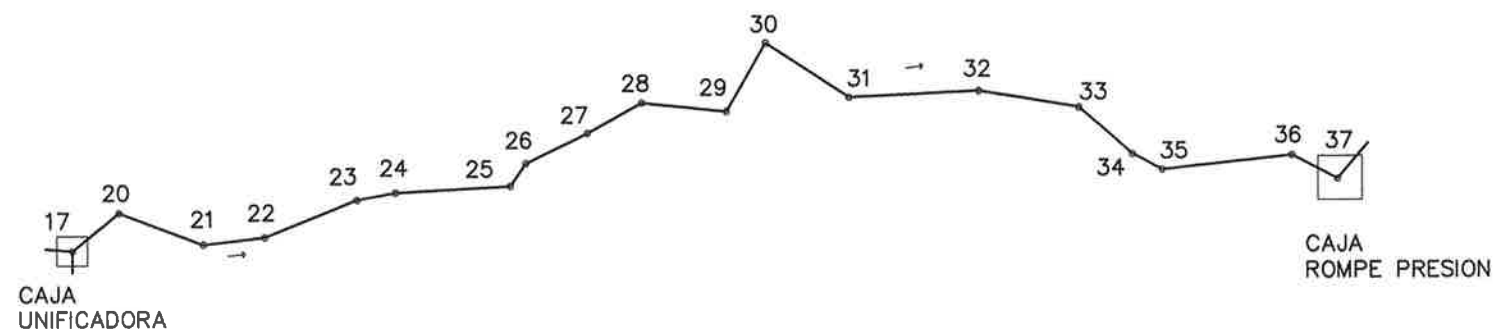


PERFIL LINEA DE CONDUCCION 19 A 17

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

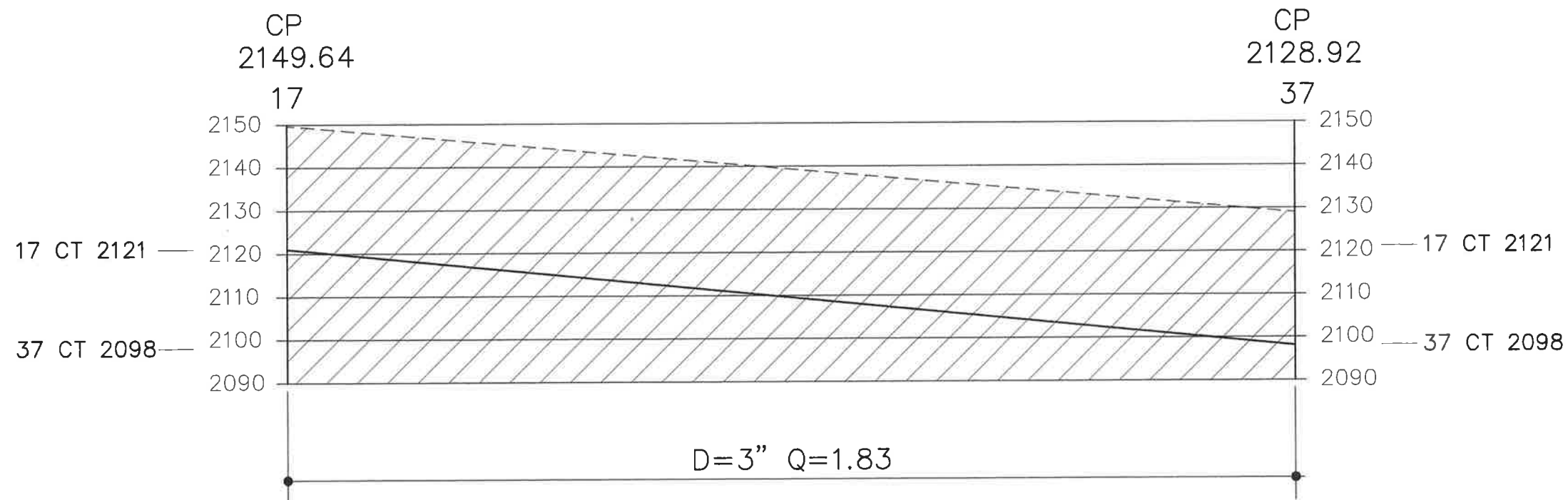
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: LINEA DE CONDUCCION 1 A 17 Y 19 A 17
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
PLANIFICADOR: YADIR BARRIOS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
SUPERVISOR EPS: YADIR BARRIOS	HOJA: 20
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	26



PLANTA LINEA DE CONDUCCION 17 A 37

ESCALA 1/2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 17 A 37

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: LINEA DE CONDUCCION 17 A 37
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
PLANIFICADOR ASESORA - SUPERVISORA DTPS Unidad de Prácticas de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ

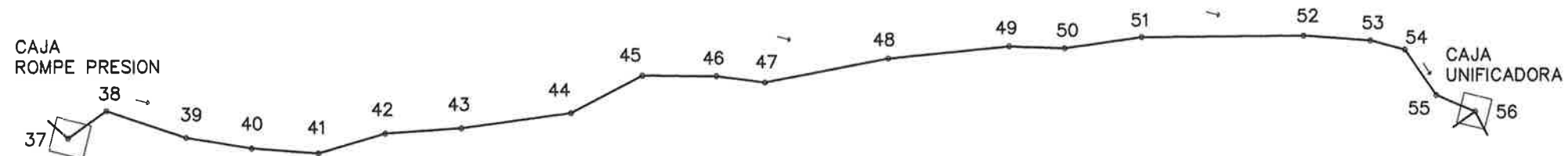


DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

HOJA:

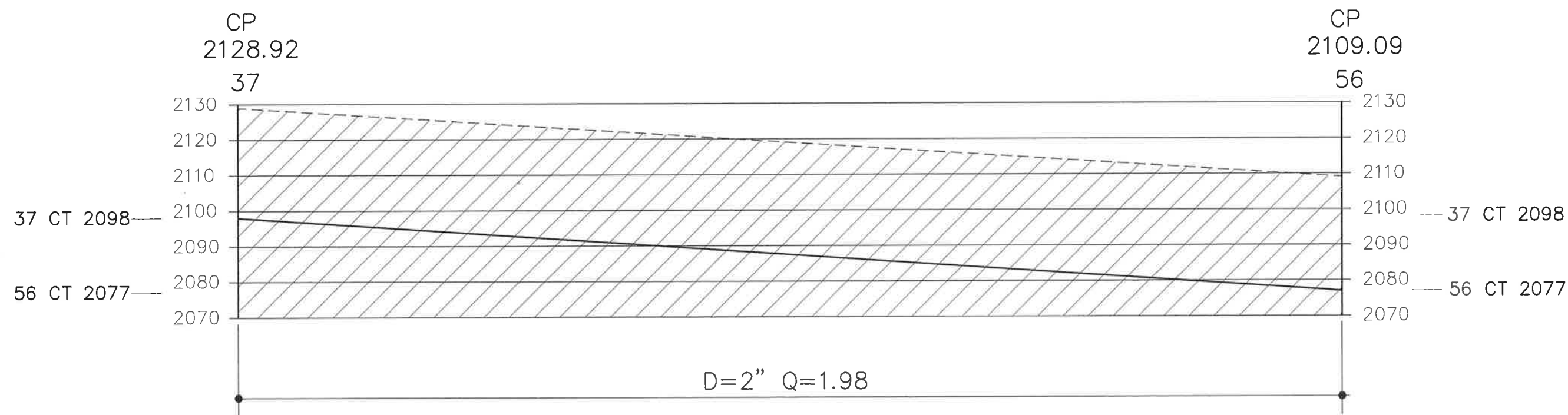
21

26



PLANTA LINEA DE CONDUCCION 37 A 56

ESCALA 1/2500

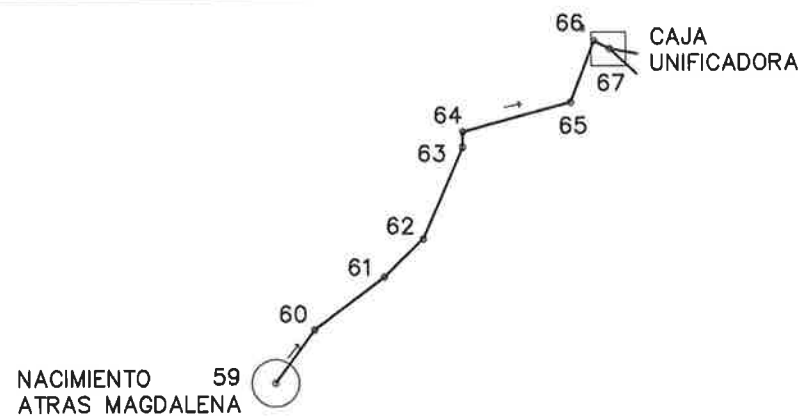


PERFIL LINEA DE CONDUCCION 37 A 56

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

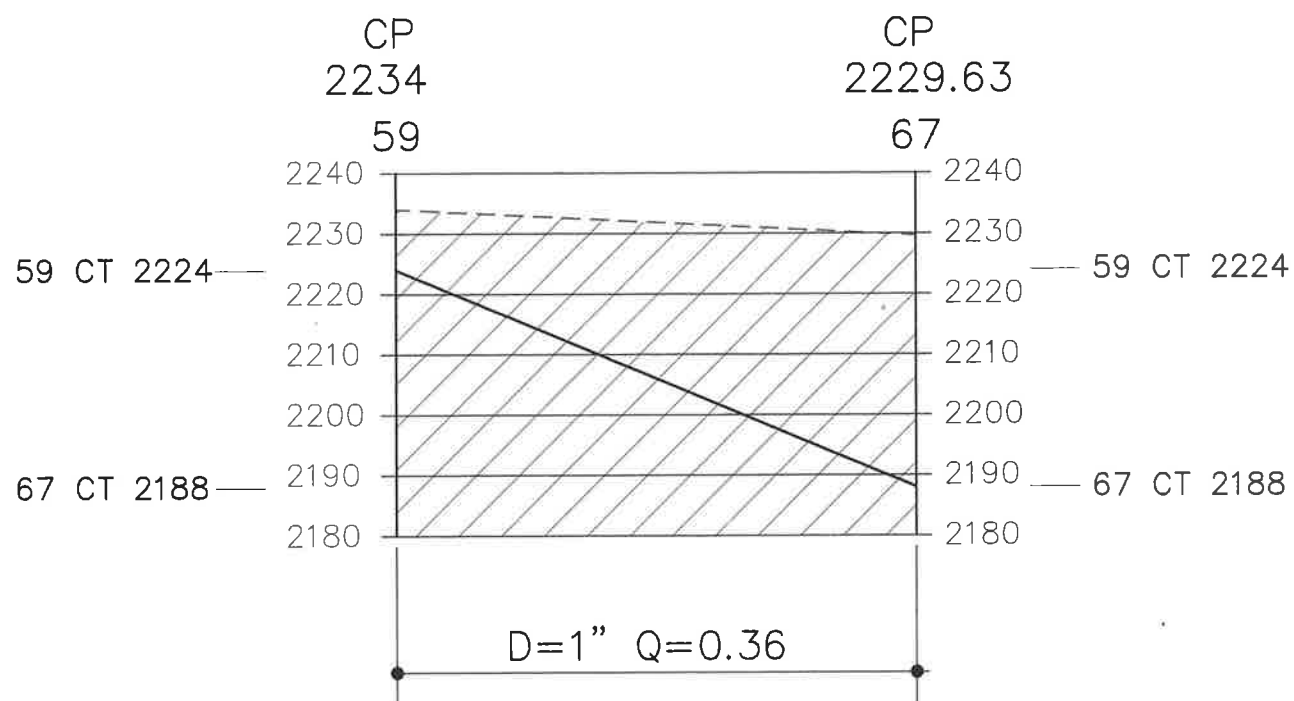
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: LINEA DE CONDUCCION 37 A 56
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERIA ING. YADIR BARRIOS SUPERVISOR EPS	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
HOJA: 22	26



PLANTA LINEA DE CONDUCCION 59 A 67

ESCALA 1/2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 59 A 67

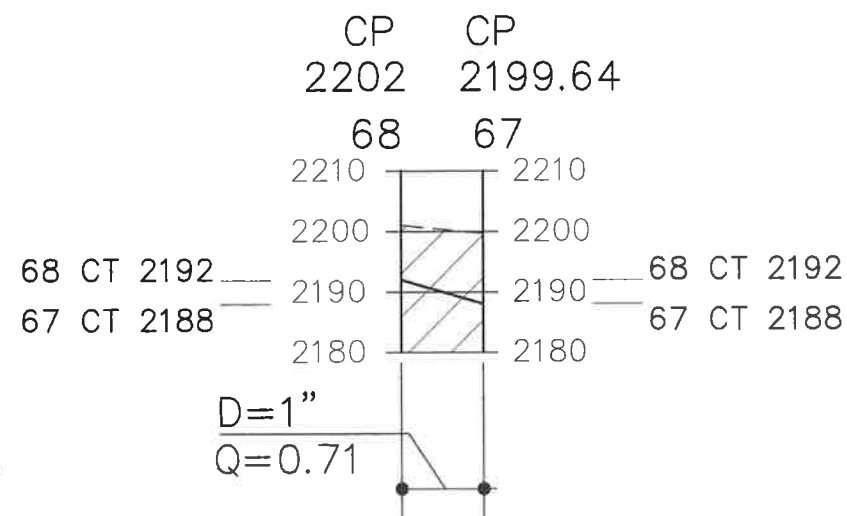
ESCALA HORIZONTAL 1/2500

ESCALA VERTICAL 1/5000



PLANTA LINEA DE CONDUCCION 68 A 67

ESCALA 1/2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 68 A 67

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

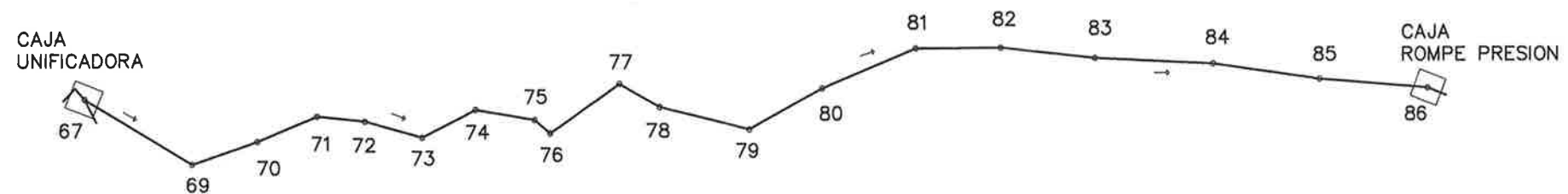
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: LINEA DE CONDUCCION 59 A 67 Y 68 A 67
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: 01 MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
BO PLANIFICADOR Ing. Mayra Rebeca Garcia Sorja de Perro	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ



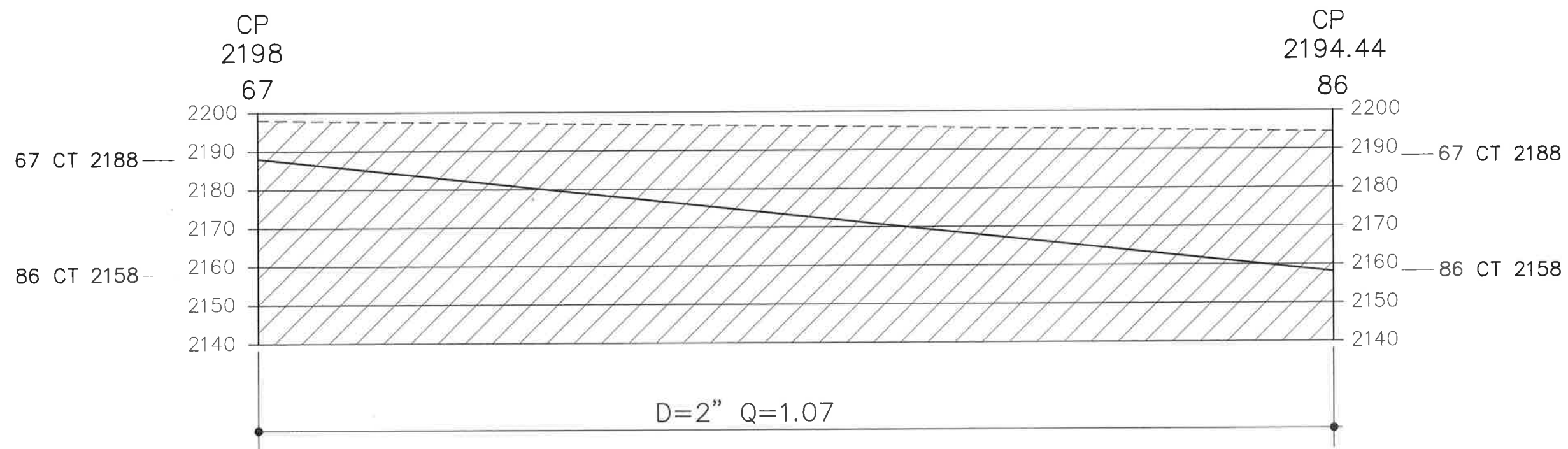
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

HOJA:
23
26



PLANTA LINEA DE CONDUCCION 67 A 86

ESCALA 1/2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 67 A 86

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

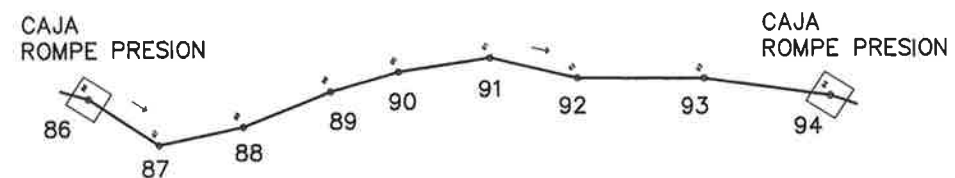
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: LINEA DE CONDUCCION 67 A 86
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: 10/07/2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
BO. PLANIFICADOR ASESORA - SUPERVISORA DE OBRAS Unidad de Prácticas de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ



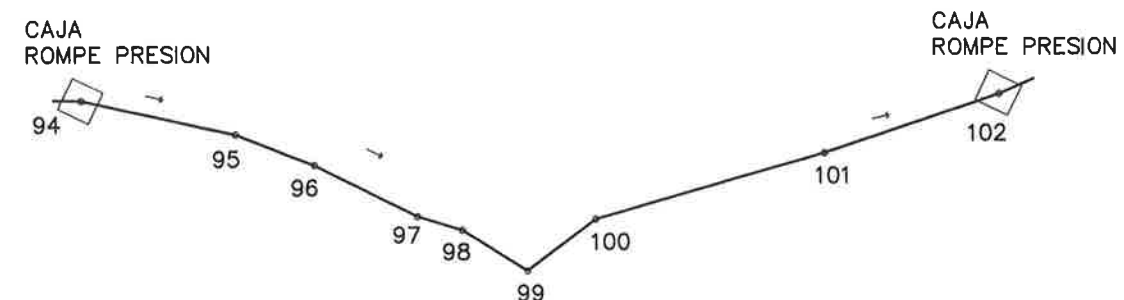
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

HOJA:
24
26



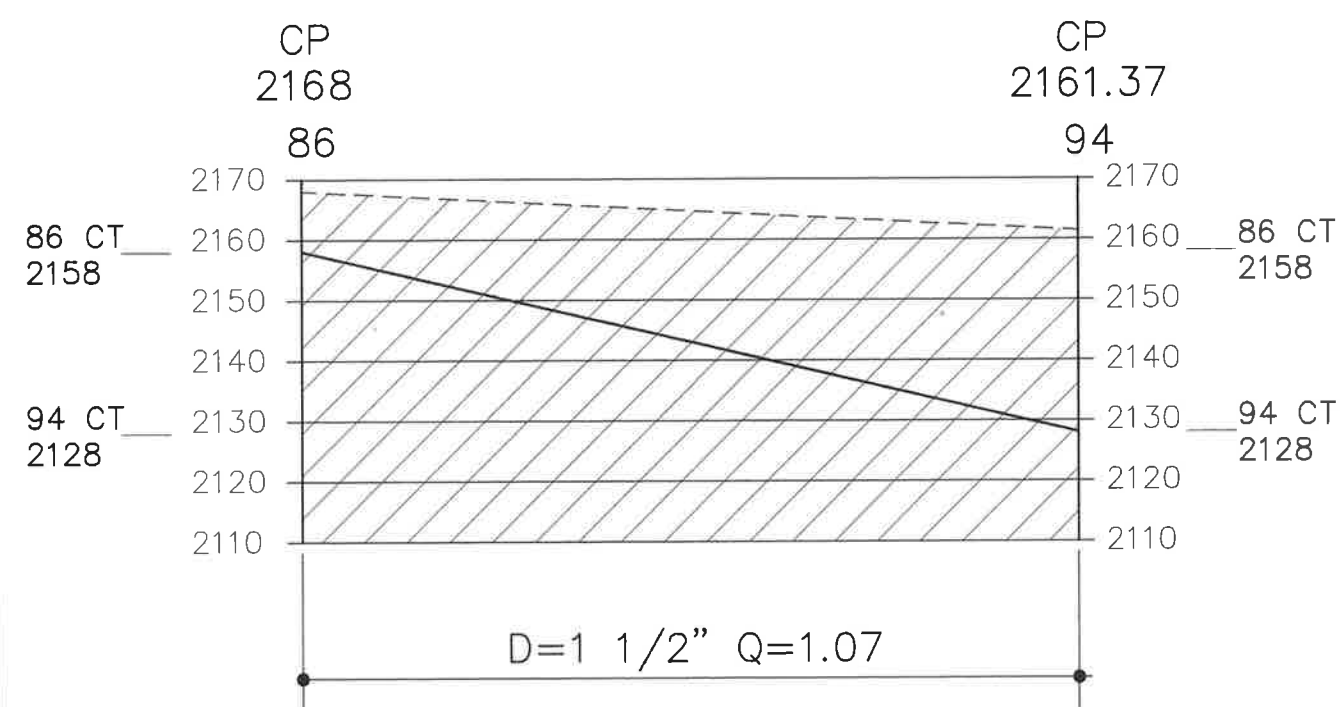
PLANTA LINEA DE CONDUCCION 86 A 94

ESCALA 1/2500



PLANTA LINEA DE CONDUCCION 94 A 102

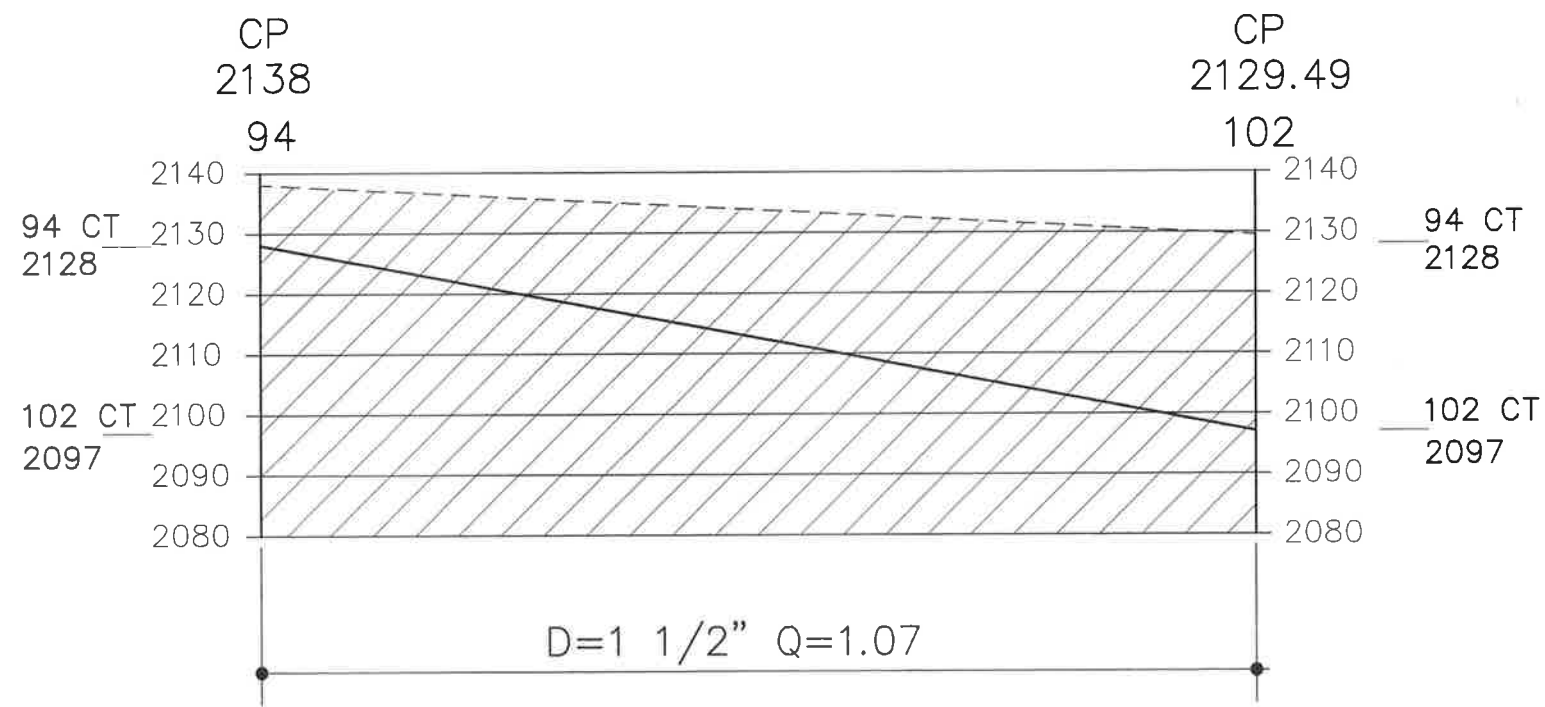
ESCALA 1/2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 86 A 94

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

ESCALA VERTICAL 1/5000

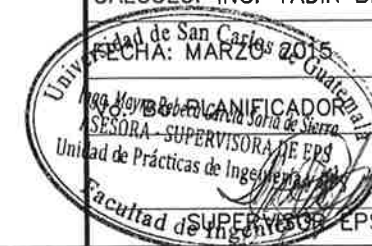


PERFIL LINEA DE CONDUCCION 94 A 102

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

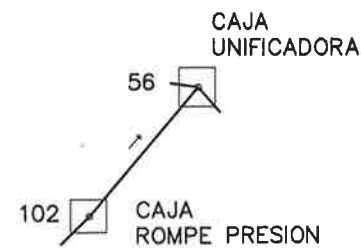
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: LINEA DE CONDUCCION 86 A 94 Y 94 A 102
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
ING. YADIR BARRIOS SEÑORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ

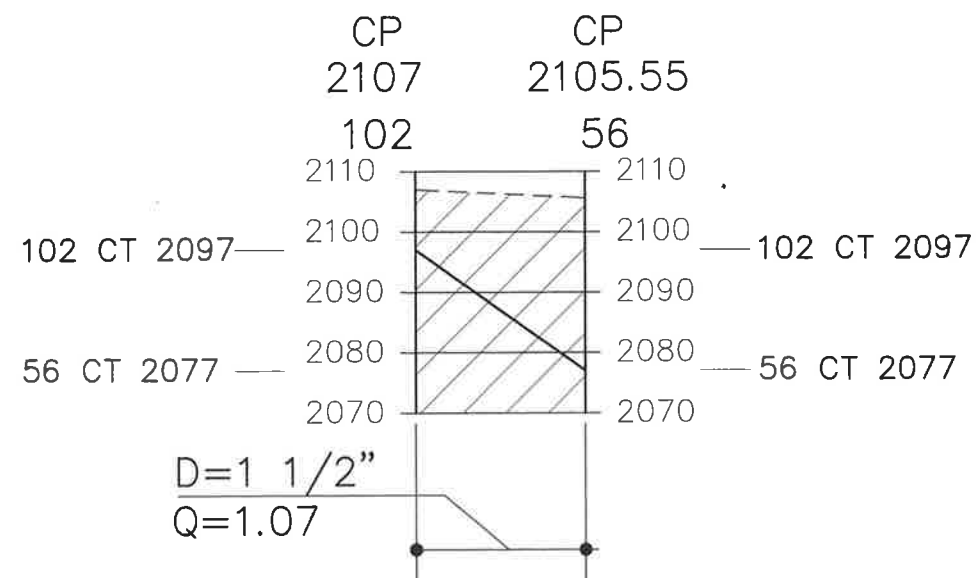


DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

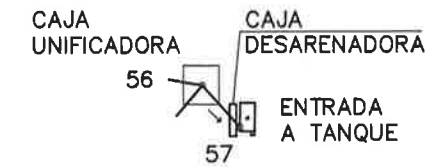
HOJA:
25
26



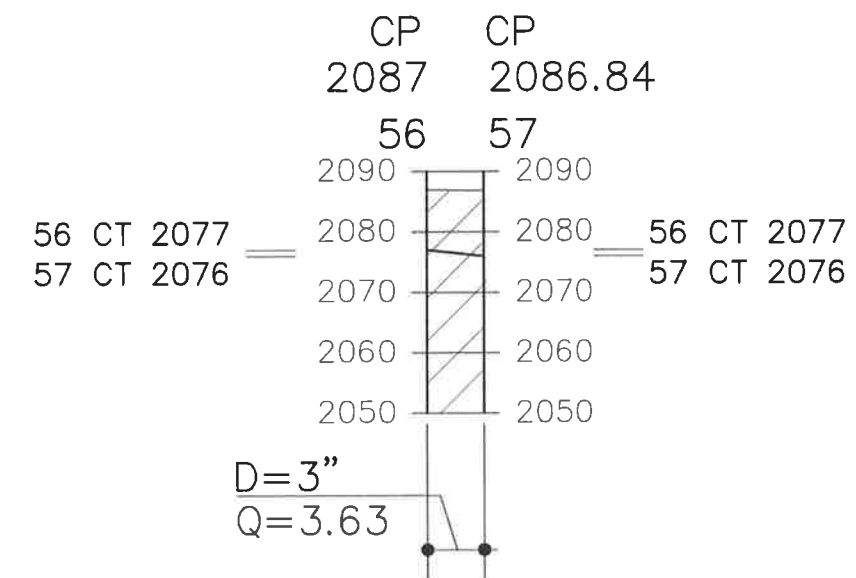
PLANTA LINEA DE CONDUCCION 102 A 56
ESCALA 1/2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 67 A 86
ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000



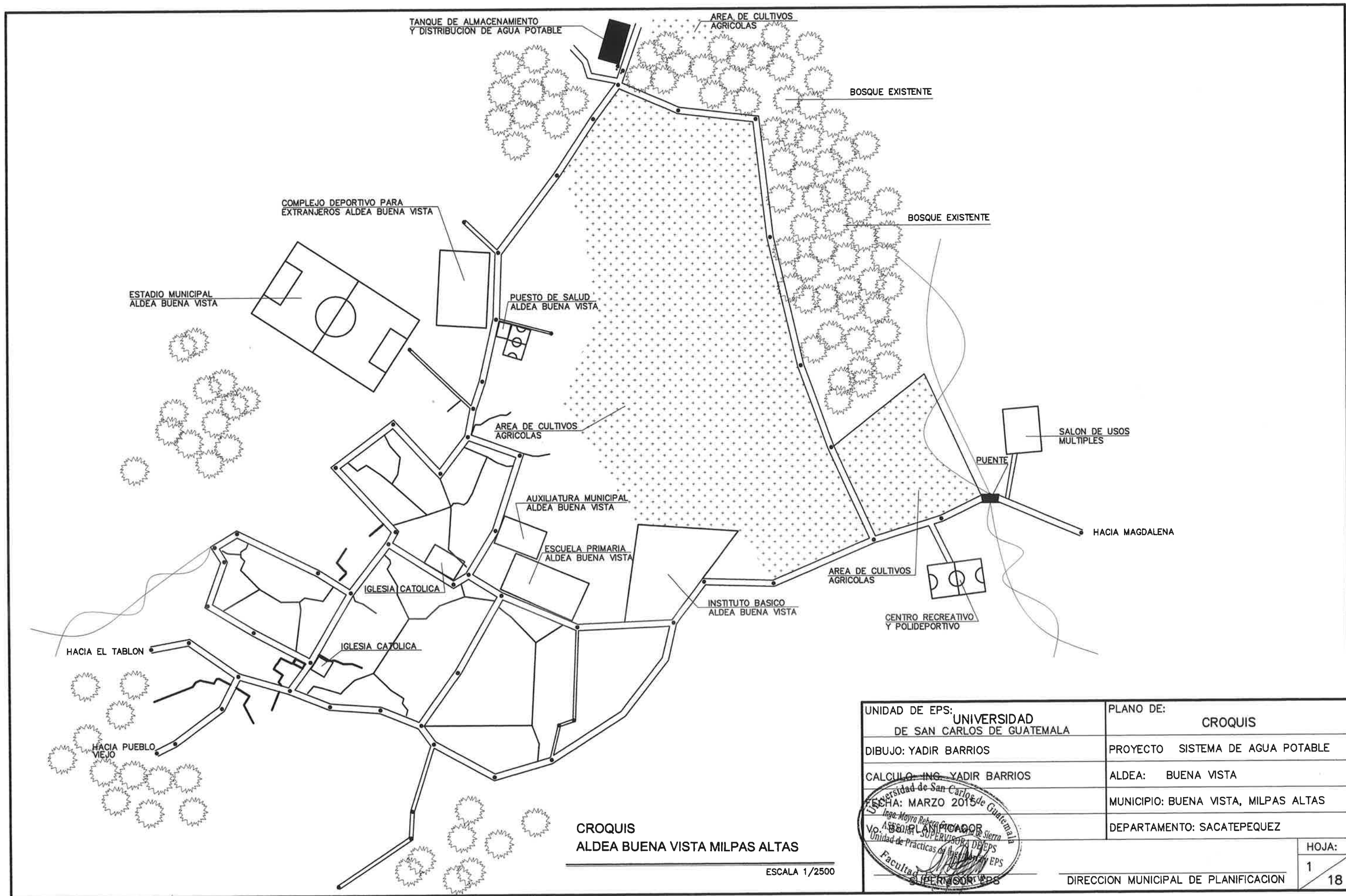
PLANTA LINEA DE CONDUCCION 57 A 56
ESCALA 1/2500



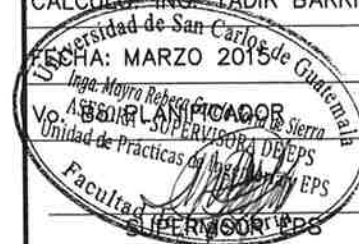
PERFIL LINEA DE CONDUCCION 56 A 57
ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: LINEA DE CONDUCCION 67 A 86 Y 56 A 57
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: SAN MIGUEL
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: MAGDALENA MILPAS ALTAS
BO. PLANIFICADOR Mago, Mayra Rebeca García Soria de Yajra ASESORA - SUPERVISOR DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería de EPS SUPERVISOR EPS Facultad de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
	HOJA: 26 / 26

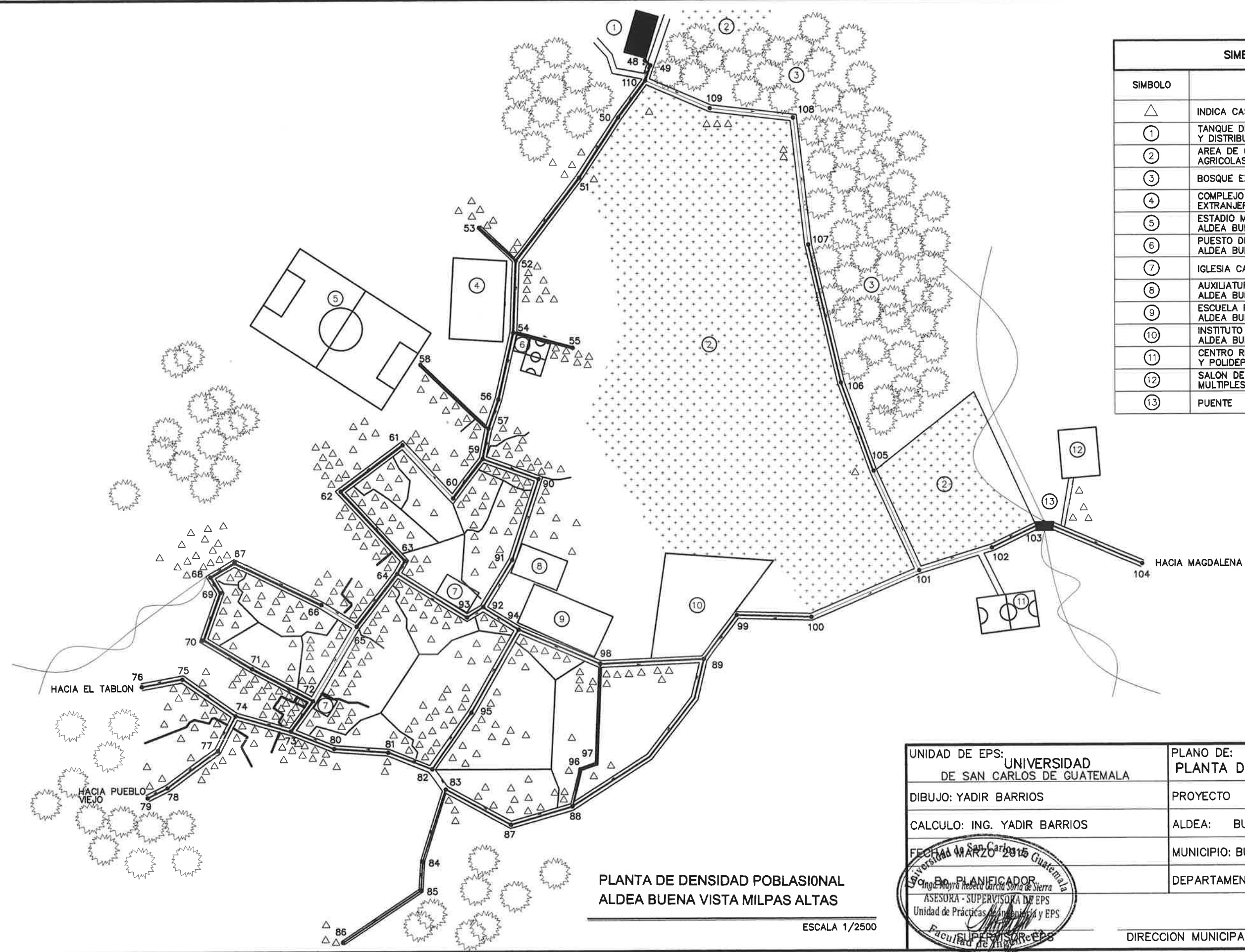
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: CROQUIS
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ



DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
△	INDICA CASA TOTAL 429 CASAS
①	TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE
②	AREA DE CULTIVOS AGRICOLAS
③	BOSQUE EXISTENTE
④	COMPLEJO DEPORTIVO PARA EXTRANJEROS ALDEA BUENA VISTA
⑤	ESTADIO MUNICIPAL ALDEA BUENA VISTA
⑥	PUESTO DE SALUD ALDEA BUENA VISTA
⑦	IGLESIA CATOLICA
⑧	AUXILIATURA MUNICIPAL ALDEA BUENA VISTA
⑨	ESCUELA PRIMARIA ALDEA BUENA VISTA
⑩	INSTITUTO BASICO ALDEA BUENA VISTA
⑪	CENTRO RECREATIVO Y POLIDEPORTIVO
⑫	SALON DE USOS MULTIPLES
⑬	PUENTE

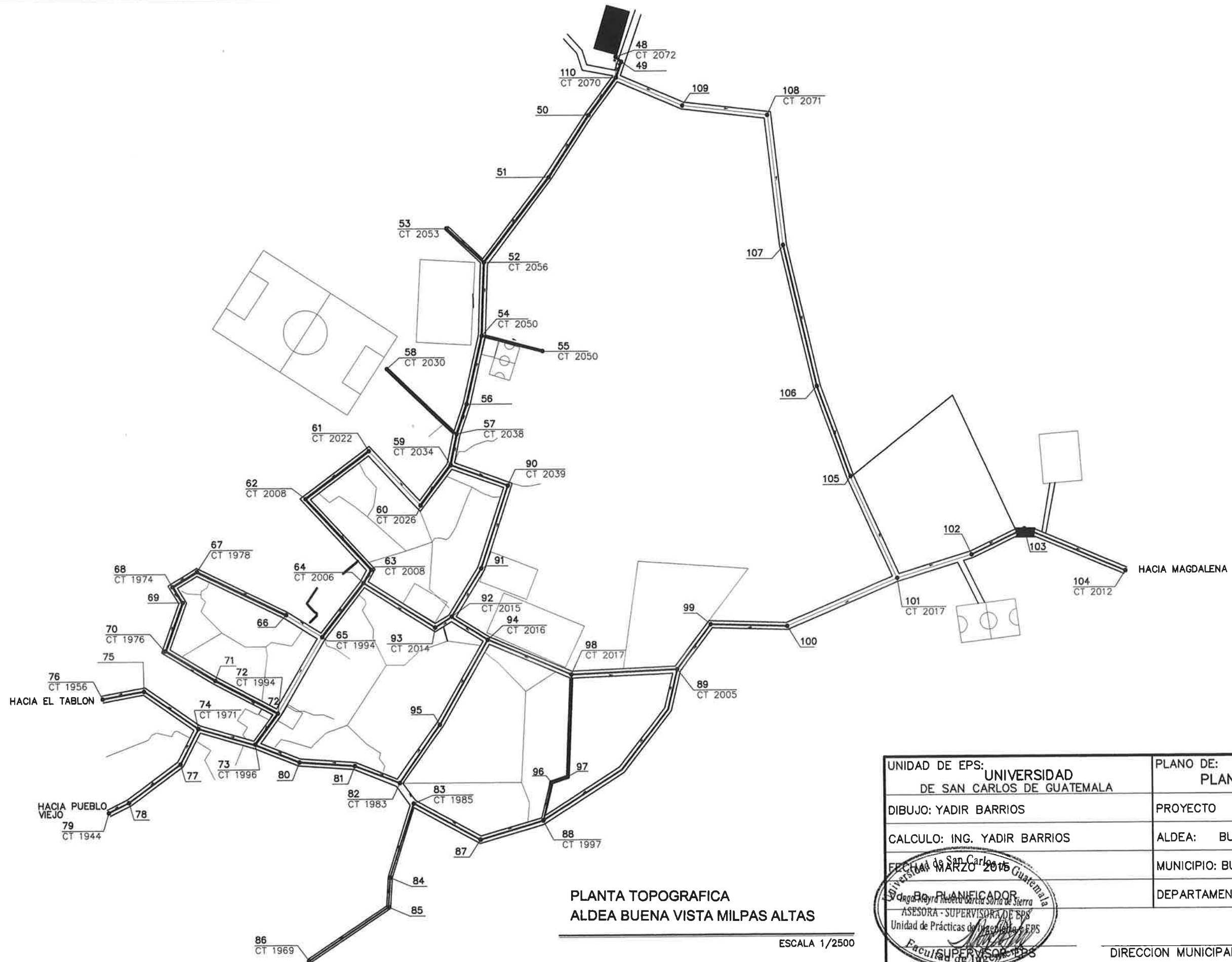
PLANTA DE DENSIDAD POBLACIONAL
ALDEA BUENA VISTA MILPAS ALTAS

ESCALA 1/2500

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PLANTA DE DENSIDAD POBLACIONAL
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: 14 de Marzo de 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ	

Yo, **Ing. Yadir Barrios García Sierra**,
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

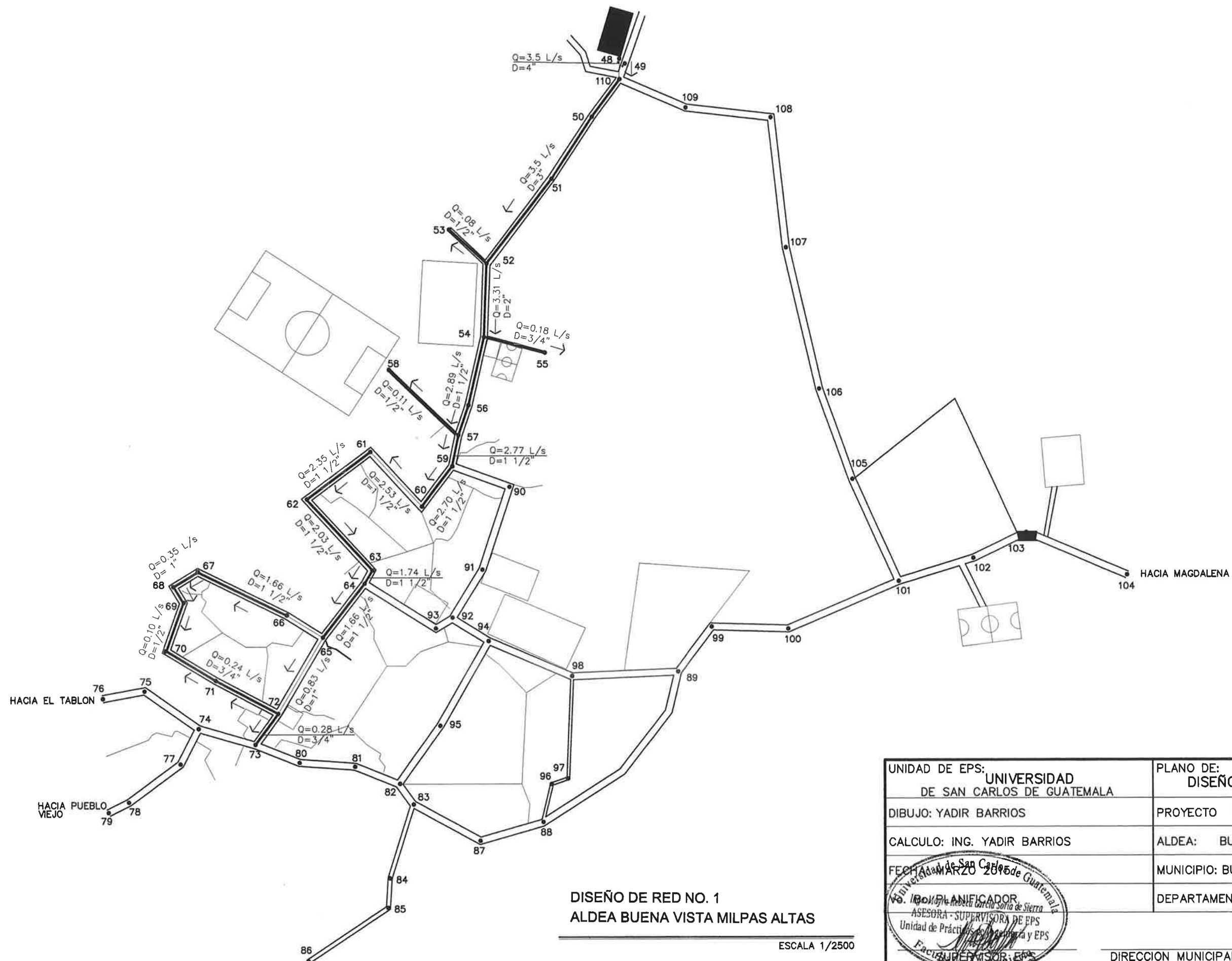
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



PLANTA TOPOGRAFICA
ALDEA BUENA VISTA MILPAS ALTAS

ESCALA 1/2500

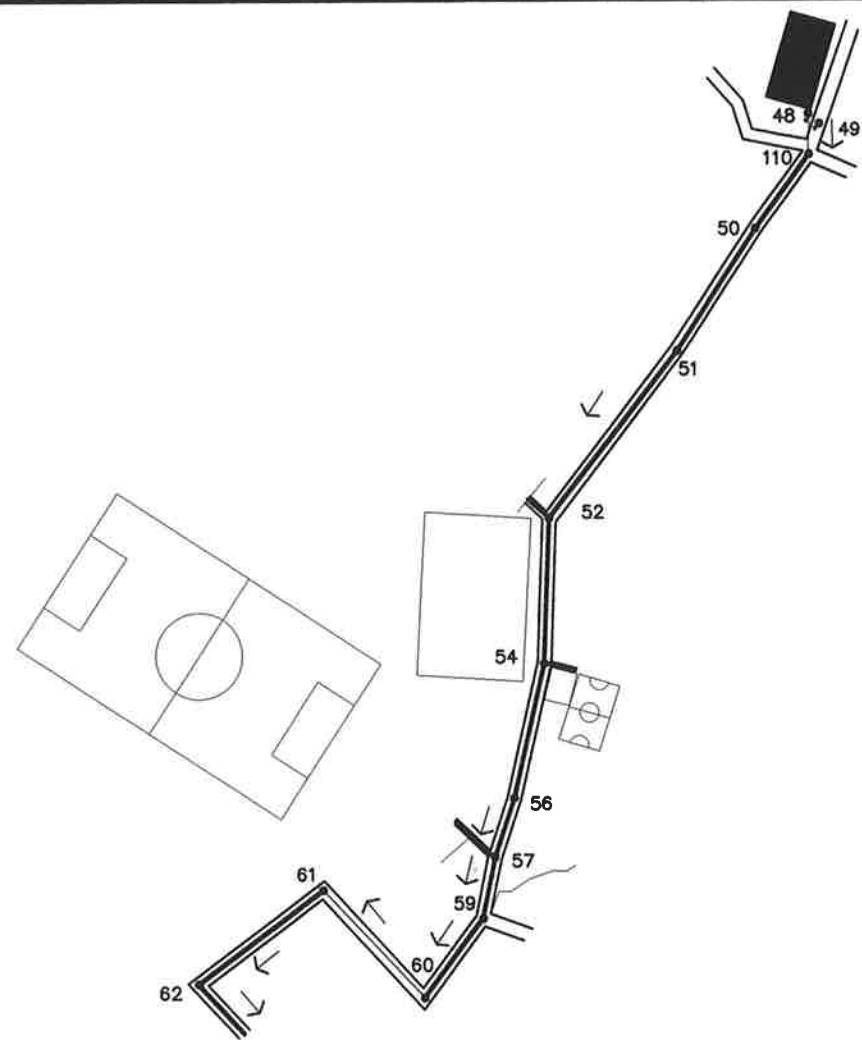
UNIDAD DE EPS: DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PLANTA TOPOGRAFICA
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: 19 MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ	
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Ing. Yadir Barrios Sierra Facultad de Ingeniería y EPS	HOJA: 3
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	18



UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: DISEÑO DE RED No. 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: 20 de MARZO de 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
BO PLANIFICADOR V. I. B. PLANIFICADOR ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Facultad de Ingeniería	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
HOJA: 4	
18	

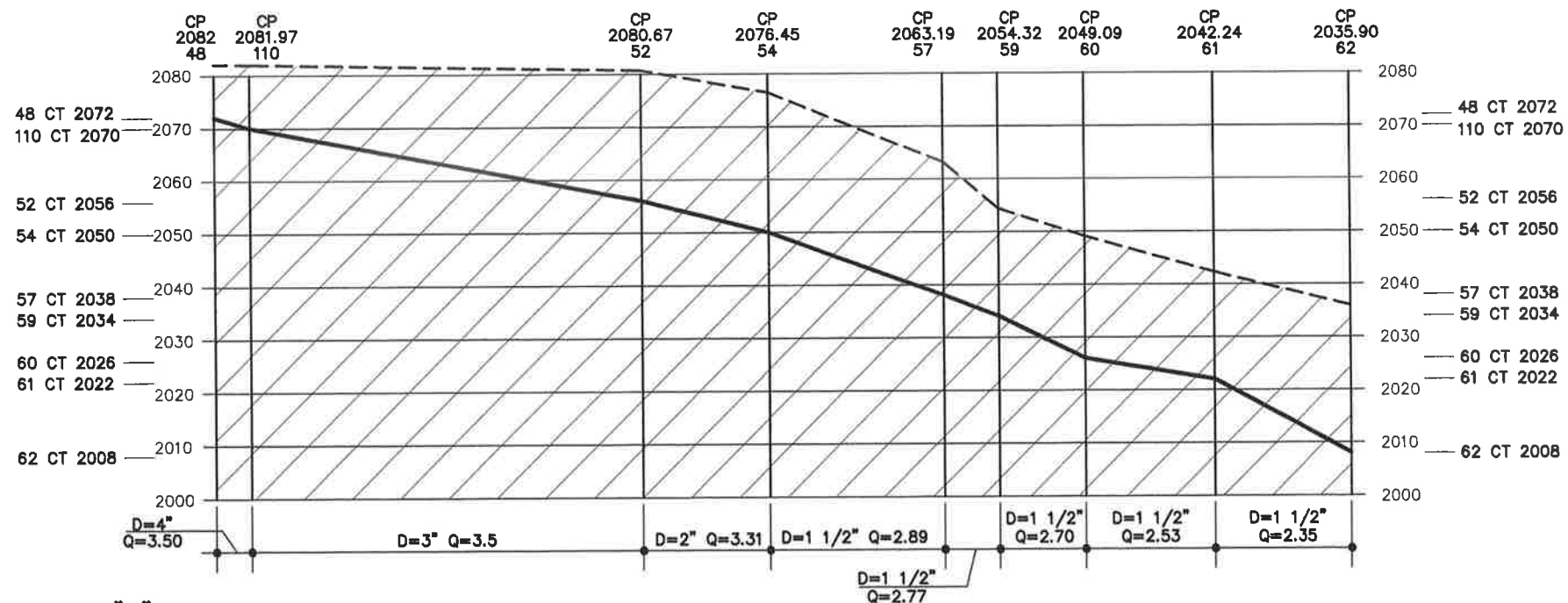


UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: DISEÑO DE RED No. 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: 14 MARZO 2005	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
Bo. PLANIFICADOR Inga Mayra Rebeca García Soria de Sierra ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS SUPERVISOR EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
HOJA: 5 18	



PLANTA PERFIL "A" RED 1

ESCALA 1/2500

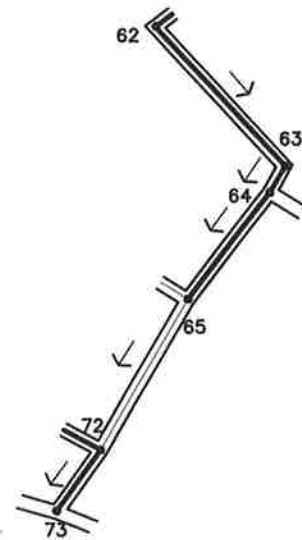


PERFIL "A" RED 1

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

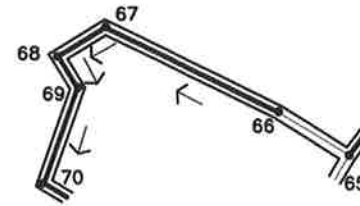
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	COTA PIEZOMETRICA
—	VOTA DEL TERRENO

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFIL "A" RED 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
Bo. PLANIFICADOR Inga. Mayra Rebeca García Soriano de Sierra ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
SUPERVISOR EPS Facultad de Ingeniería	HOJA: 6
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	18



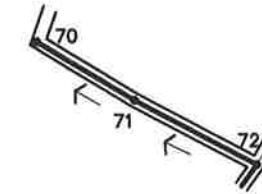
PLANTA PERFIL "B" RED 1

ESCALA 1/2500



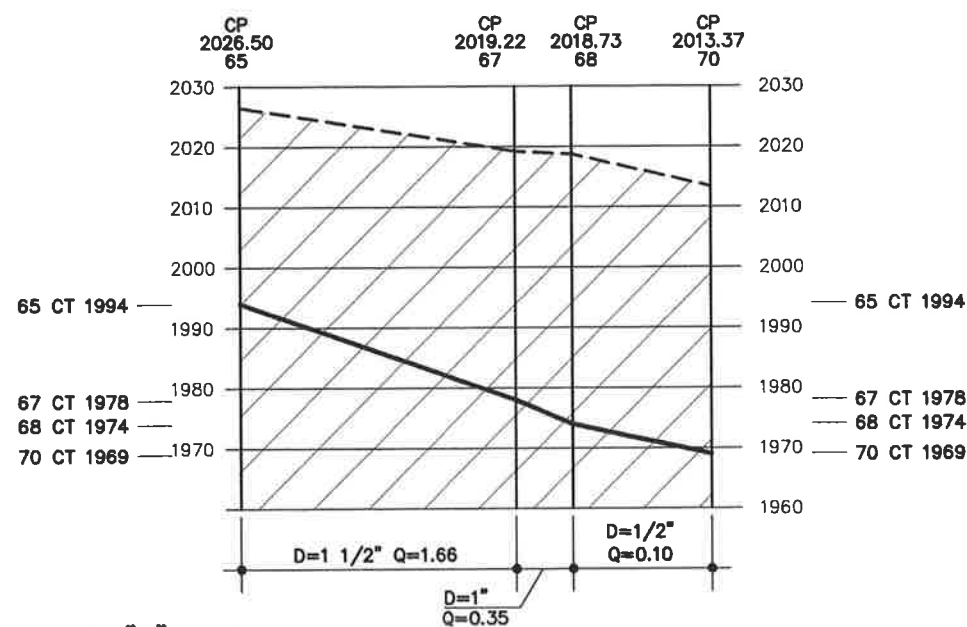
PLANTA PERFIL "C" RED 1

ESCALA 1/2500



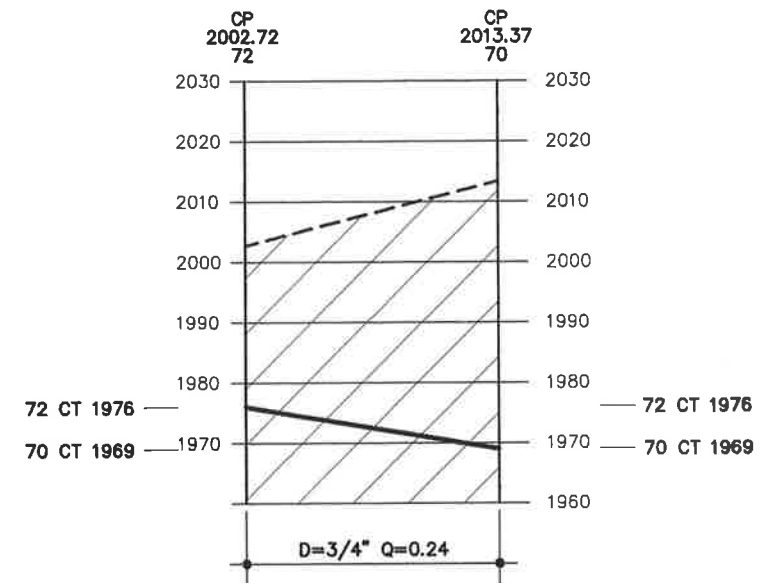
PLANTA PERFIL "D" RED 1

ESCALA 1/2500



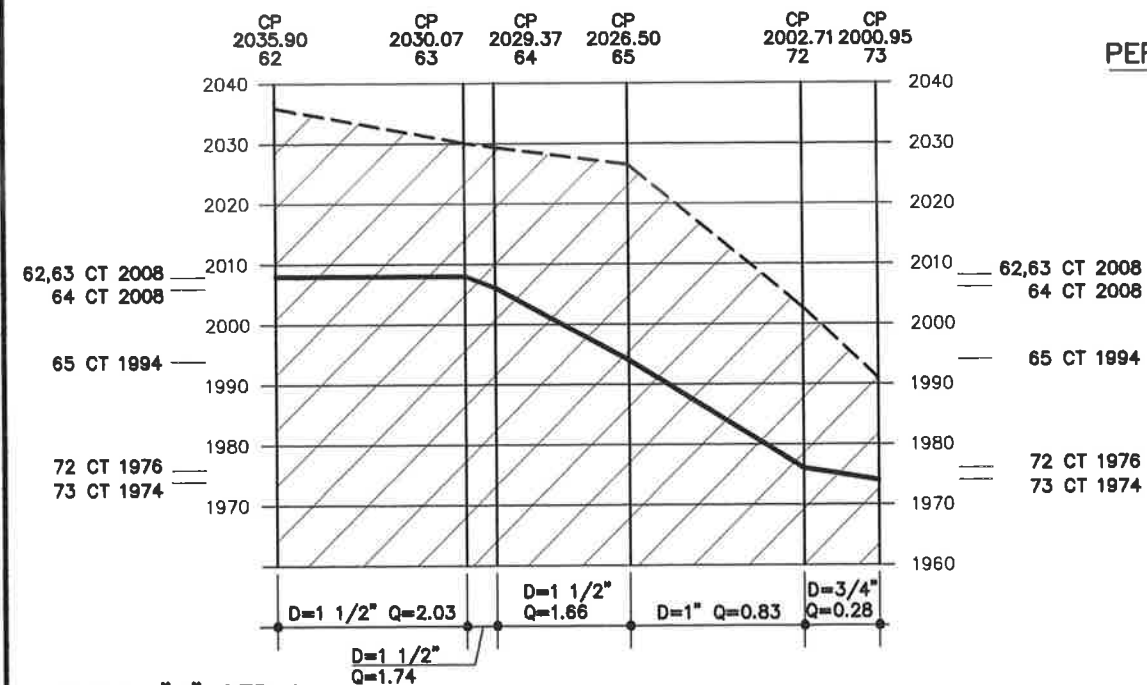
PERFIL "C" RED 1

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000



PERFIL "D" RED 1

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

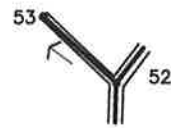


PERFIL "B" RED 1

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

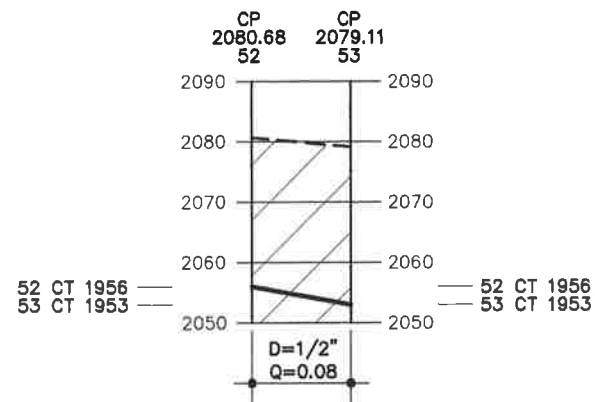
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	COTA PIEZOMETRICA
—	VOTA DEL TERRENO

UNIDAD DE EPS:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE:	PERFILES "B", "C" Y "D" RED 1
DIBUJO:	YADIR BARRIOS	PROYECTO	SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO:	ING. YADIR BARRIOS	ALDEA:	BUENA VISTA
FECHA:	MARZO 2015	MUNICIPIO:	BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
Vo.:	Ing. Yadir Barrios Soria de Sierra ASESORA SUPERVISORA DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS	DEPARTAMENTO:	SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION		HOJA:	7 / 18



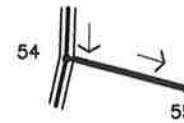
PLANTA PERFIL "E" RED 1

ESCALA 1/2500



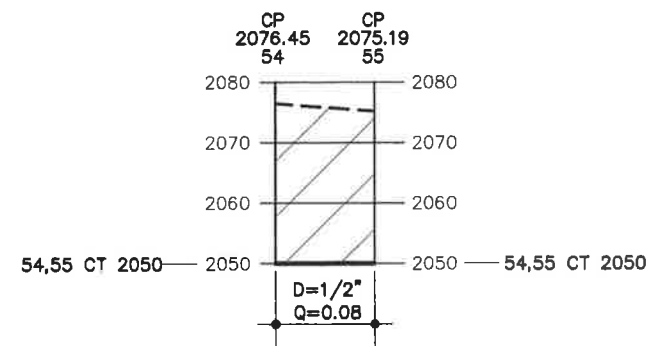
PERFIL "E" RED 1

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000



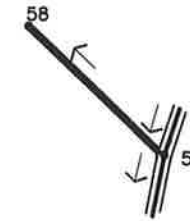
PLANTA PERFIL "F" RED 1

ESCALA 1/2500



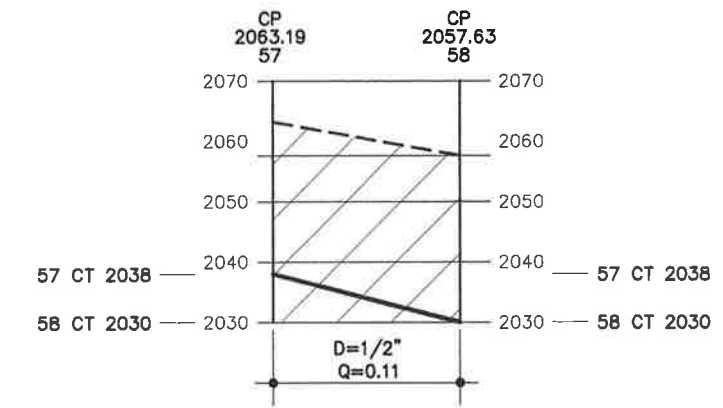
PERFIL "F" RED 1

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000



PLANTA PERFIL "G" RED 1

ESCALA 1/2500



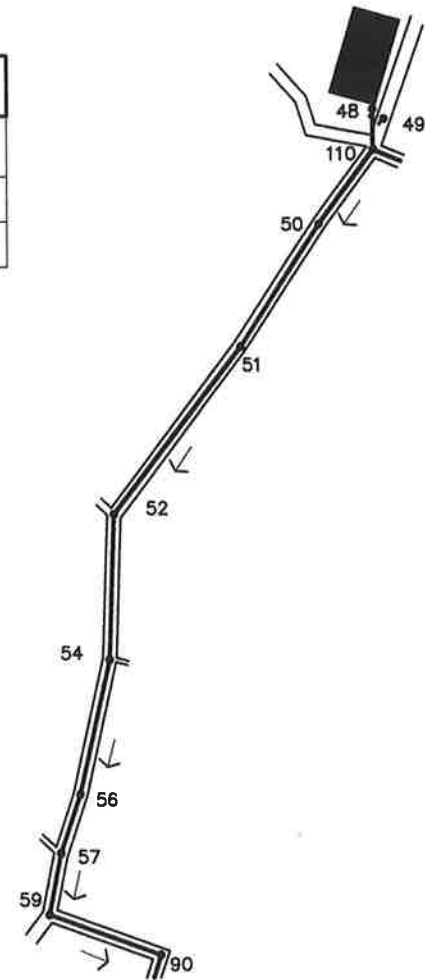
PERFIL "G" RED 1

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
----	COTA PIEZOMETRICA
—	VOTA DEL TERRENO

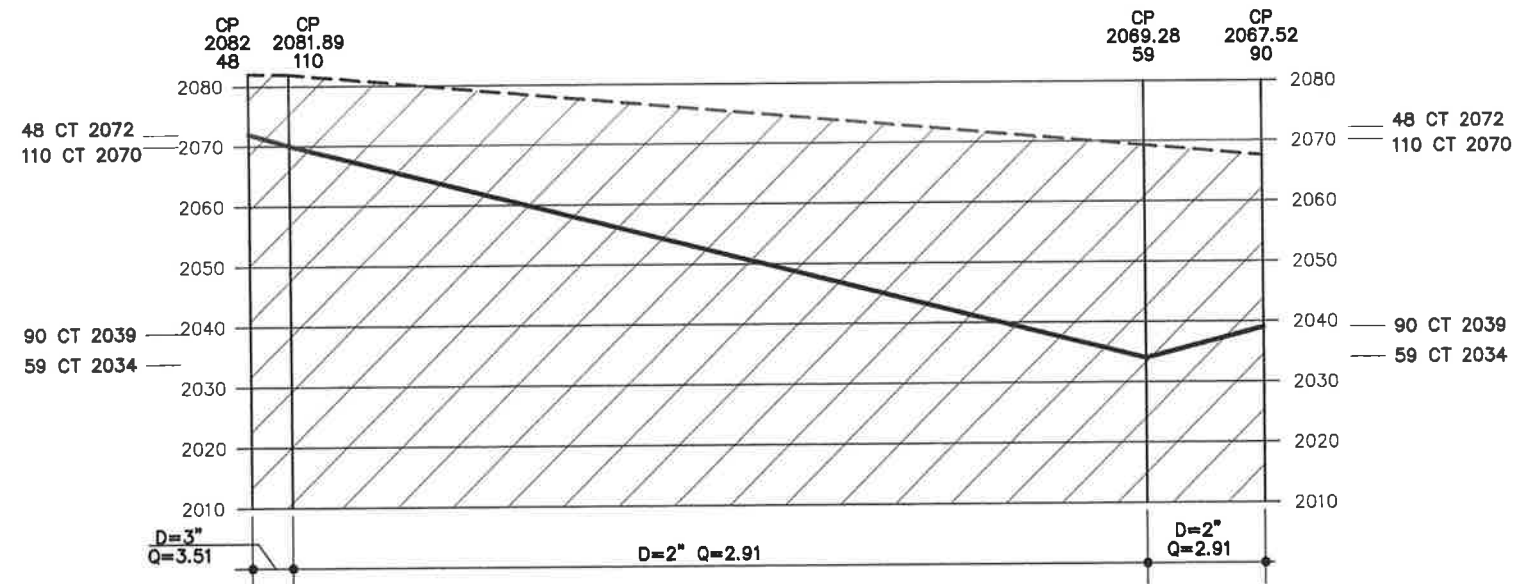
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFILES "E", "F" Y "G" RED 1
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: 15 MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
V. B. ANTECEDENTE Ing. YADIR BARRIOS ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
HOJA: 8 18	

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	COTA PIEZOMETRICA
—	VOTA DEL TERRENO



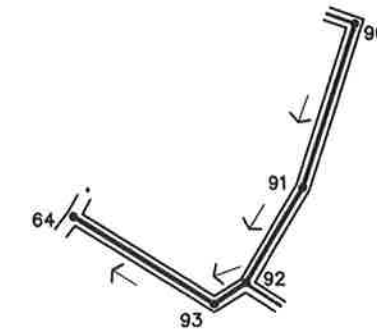
PLANTA PERFIL "A" RED 2

ESCALA 1/2500



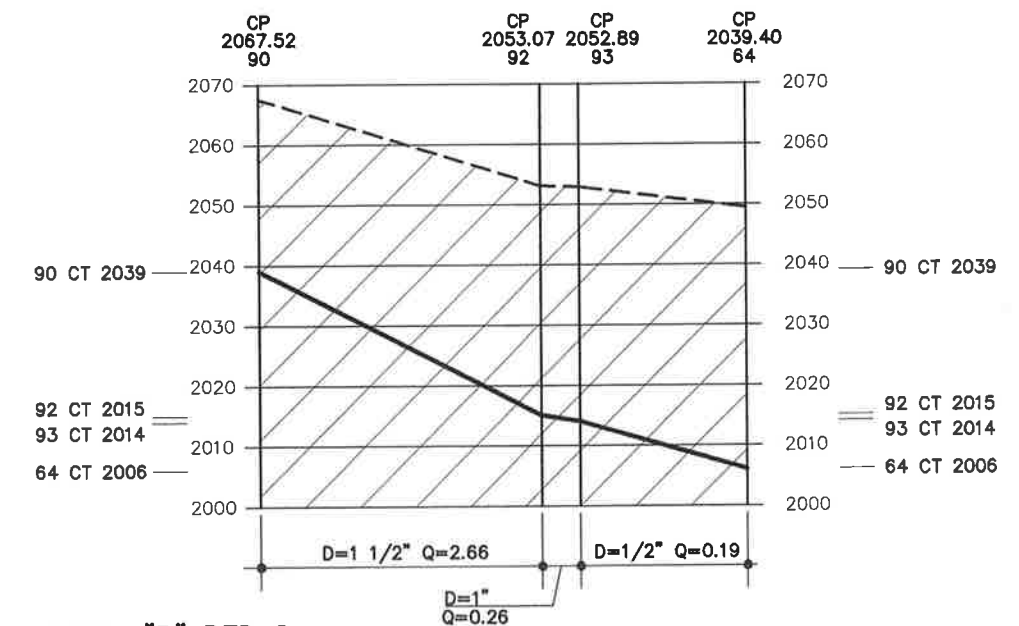
PERFIL "A" RED 2

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000



PLANTA PERFIL "B" RED 2

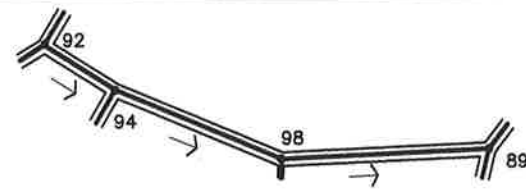
ESCALA 1/2500



PERFIL "B" RED 2

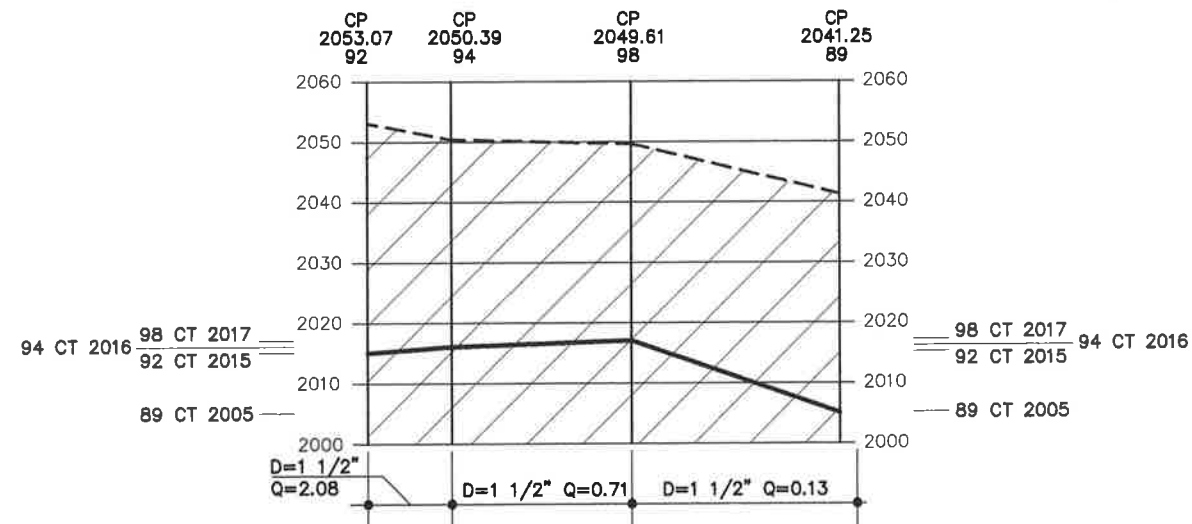
ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE:	PERFIL "A" Y "B" RED 2
DIBUJO:	YADIR BARRIOS	PROYECTO	SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO:	ING. YADIR BARRIOS	ALDEA:	BUENA VISTA
FECHA:	MARZO 2015	MUNICIPIO:	BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
DEPARTAMENTO:	SACATEPEQUEZ		
PLANIFICADOR Ing. Mayra Nevea García Soria de Sierra ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS SUPERVISOR EPS Unidad de Ingeniería		DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	HOJA: 9 18



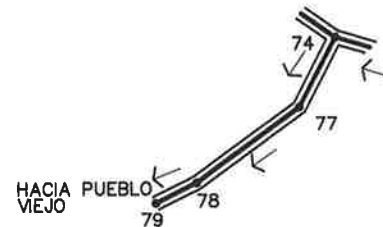
PLANTA PERFIL "C" RED 2

ESCALA 1/2500



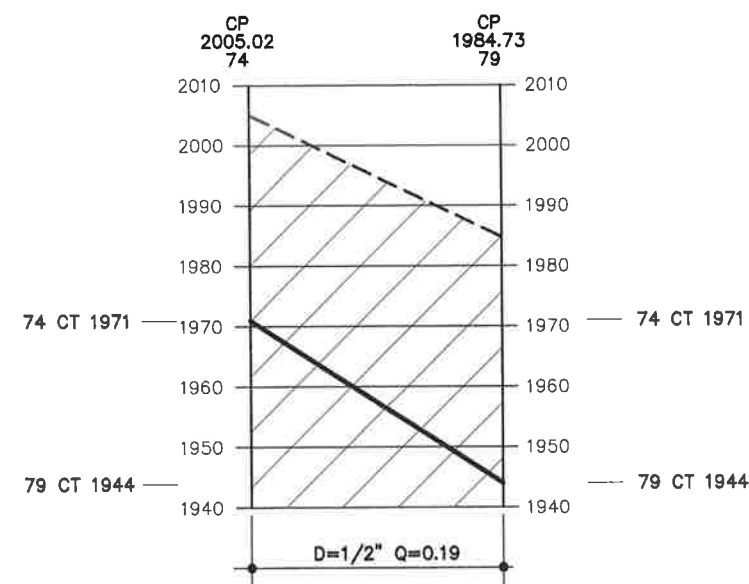
PERFIL "C" RED 2

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000



PLANTA PERFIL "E" RED 2

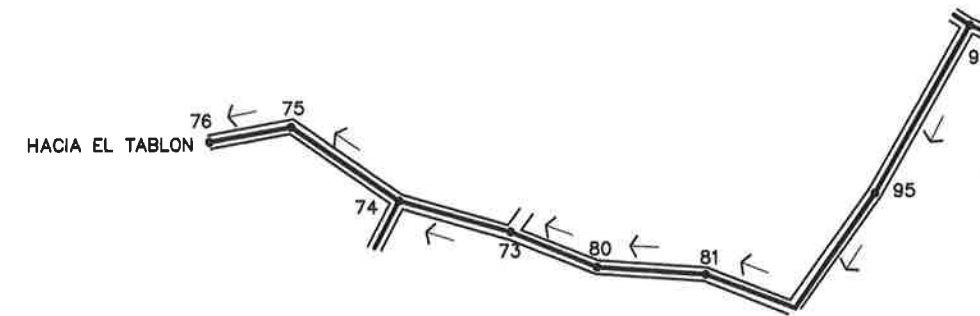
ESCALA 1/2500



PERFIL "E" RED 2

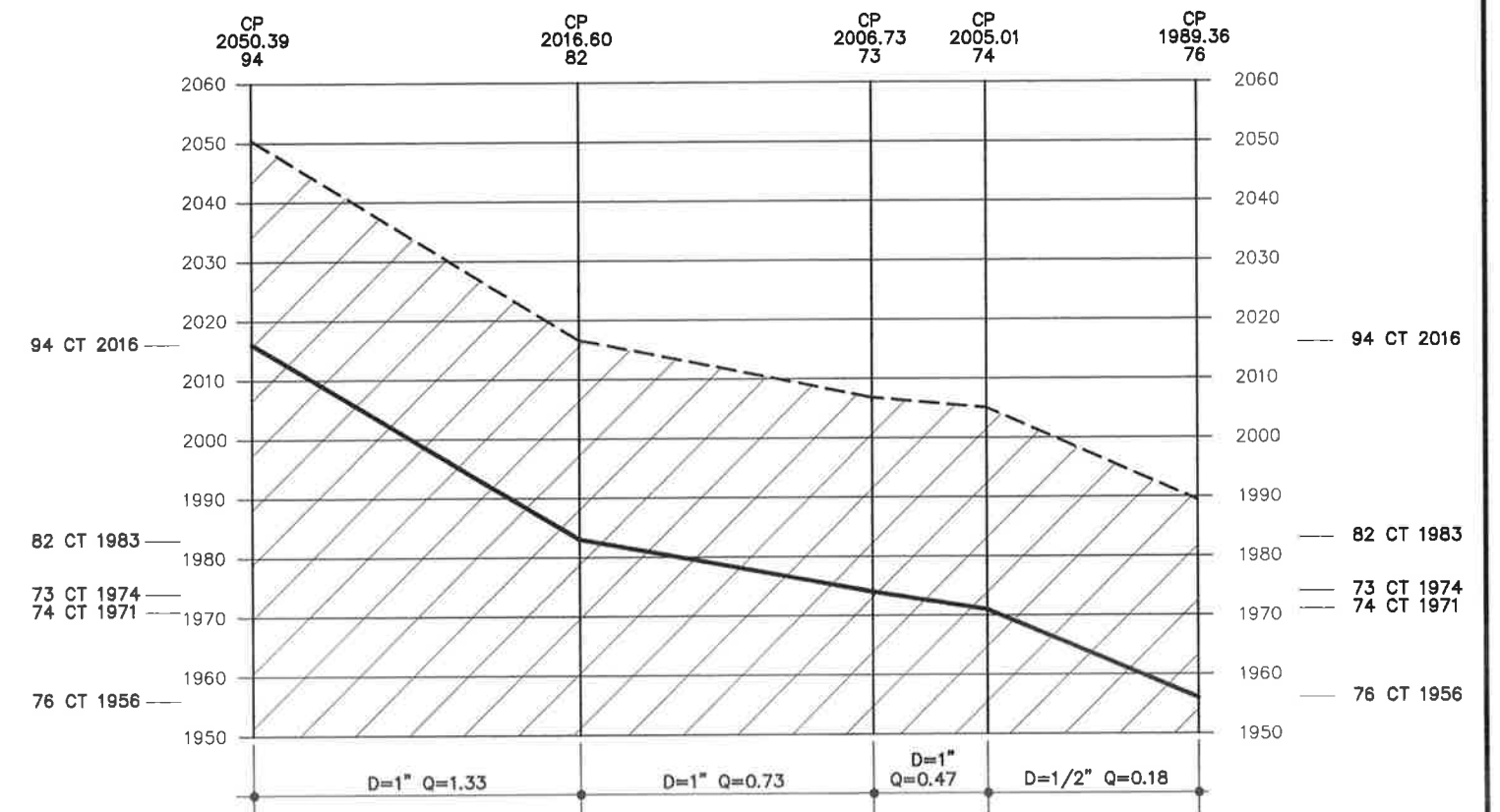
ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
-----	COTA PIEZOMETRICA
————	VOTA DEL TERRENO



PLANTA PERFIL "D" RED 2

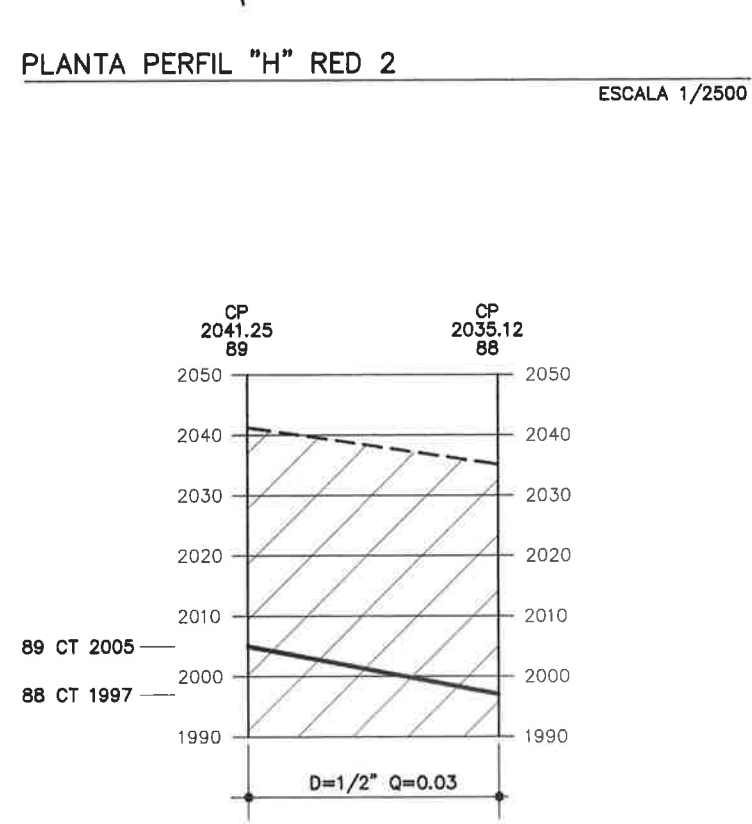
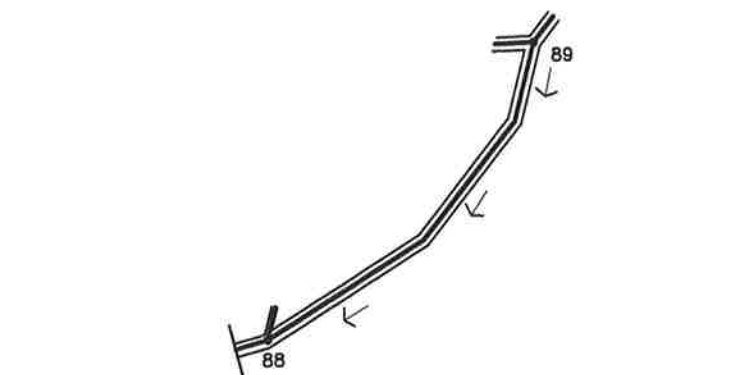
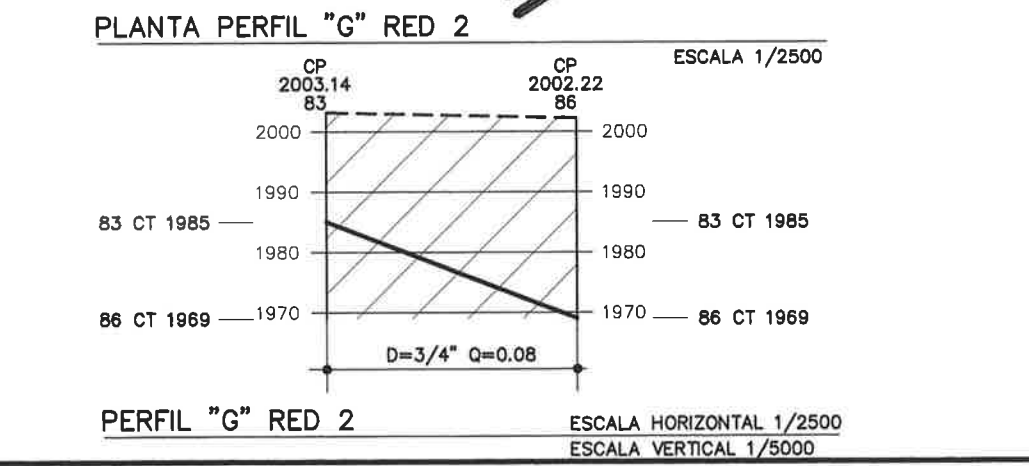
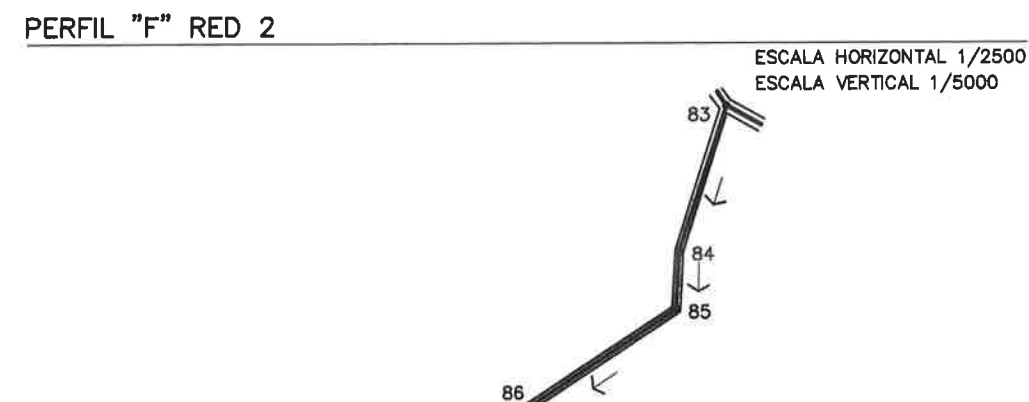
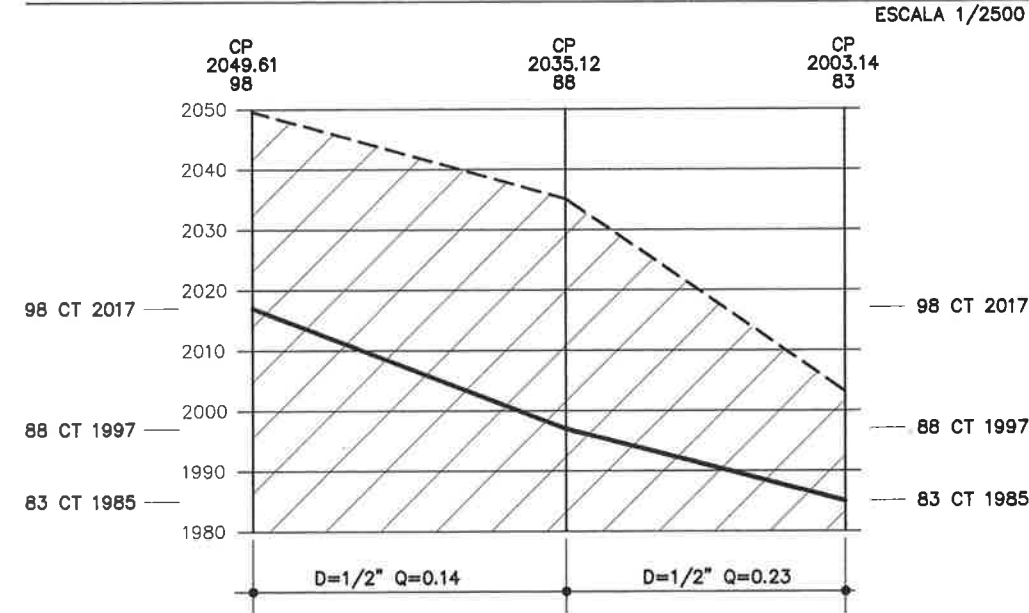
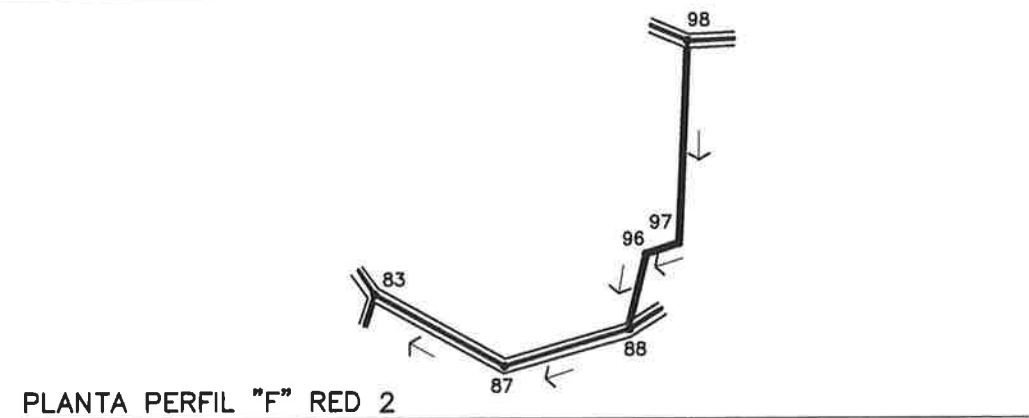
ESCALA 1/2500



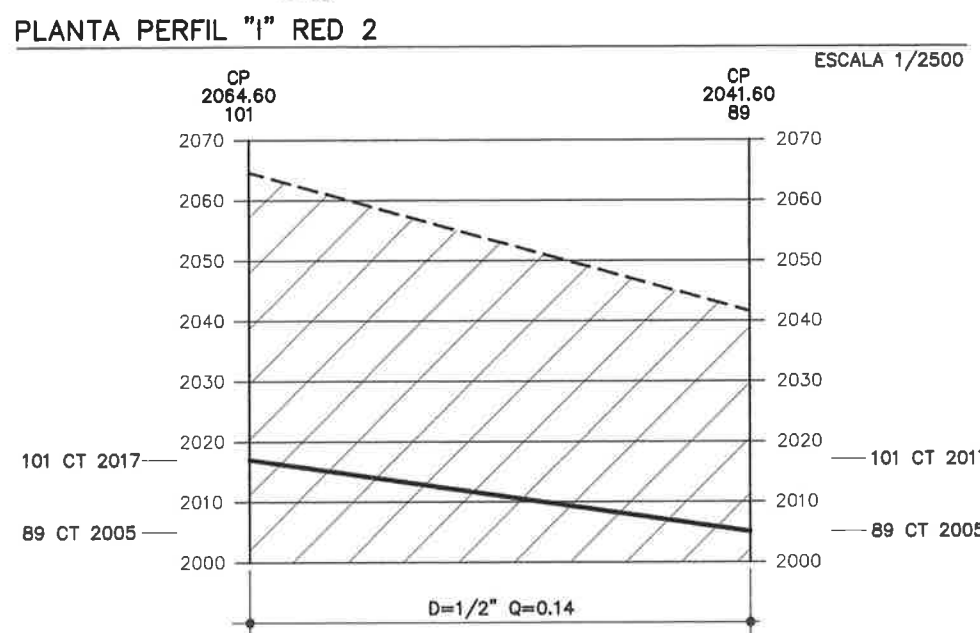
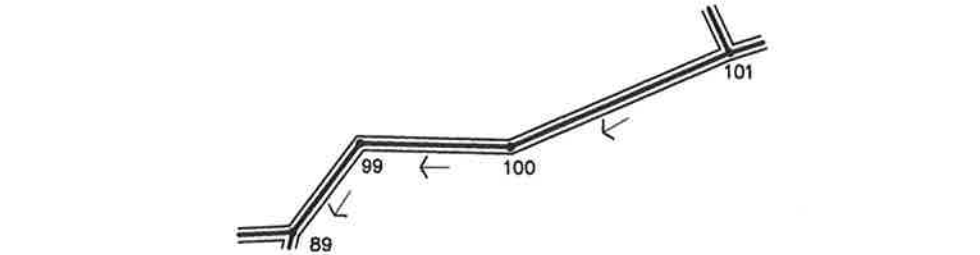
PERFIL "D" RED 2

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFIL "C","D"Y "E" RED 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
BO PLANIFICADOR Ing. Mayra Rebeca García Portia de Sierra ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS FACULTAD DE INGENIERIA	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
HOJA: 10 18	



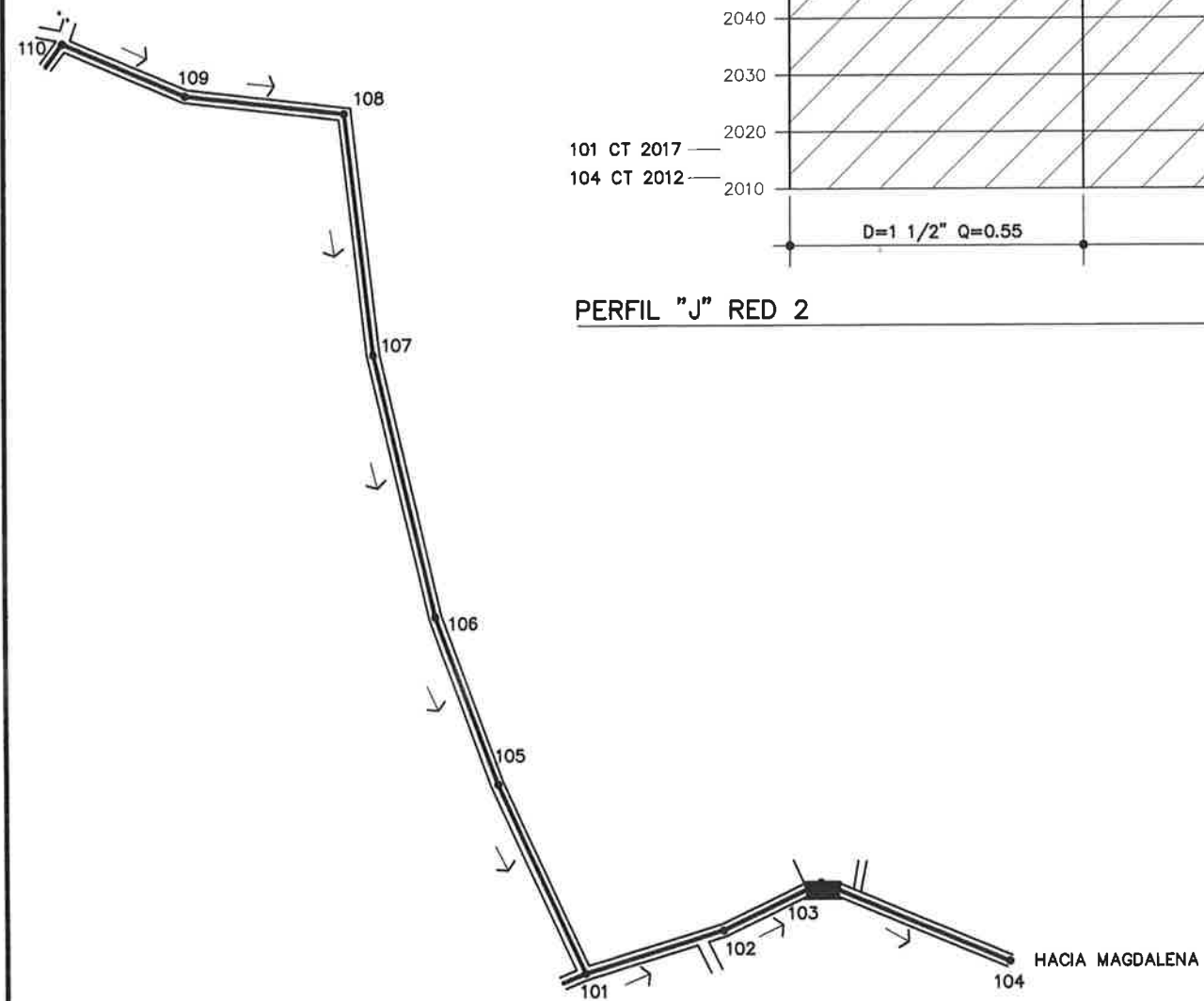
PERFIL "H" RED 2
ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000



PERFIL "I" RED 2
ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

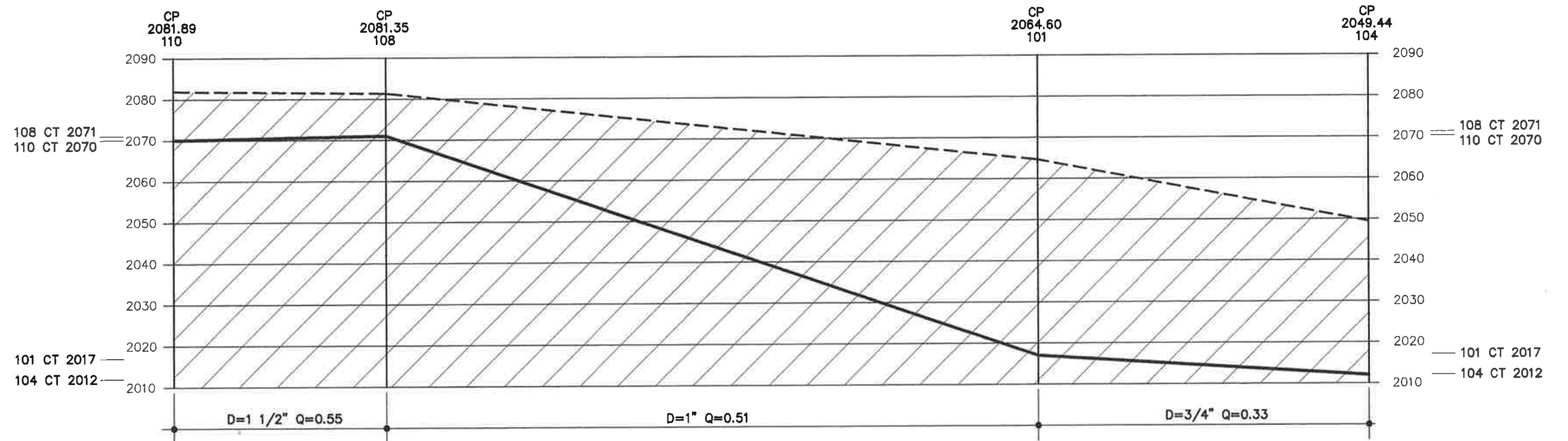
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	COTA PIEZOMETRICA
—	VOTA DEL TERRENO

UNIDAD DE EPS: DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFIL "F","G","H", "I" RED 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
BO PLANIFICADOR Ing. Mayra Rebeca Garcia Sorio de Sierra ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería EPS FACULTAD DE INGENIERIA	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
HOJA: 11 18	



PLANTA PERFIL "J" RED 2

ESCALA 1/2500



PERFIL "J" RED 2

ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
----	COTA PIEZOMETRICA
—	VOTA DEL TERRENO

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PERFIL "J" RED 2
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
Bo. PLANIFICADOR Ing. Mayra Rebeca García Sorja de Sierra ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Práctica en Ingeniería y EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
SUPERVISOR EPS Facultad de Ingeniería	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION

HOJA:
12
18

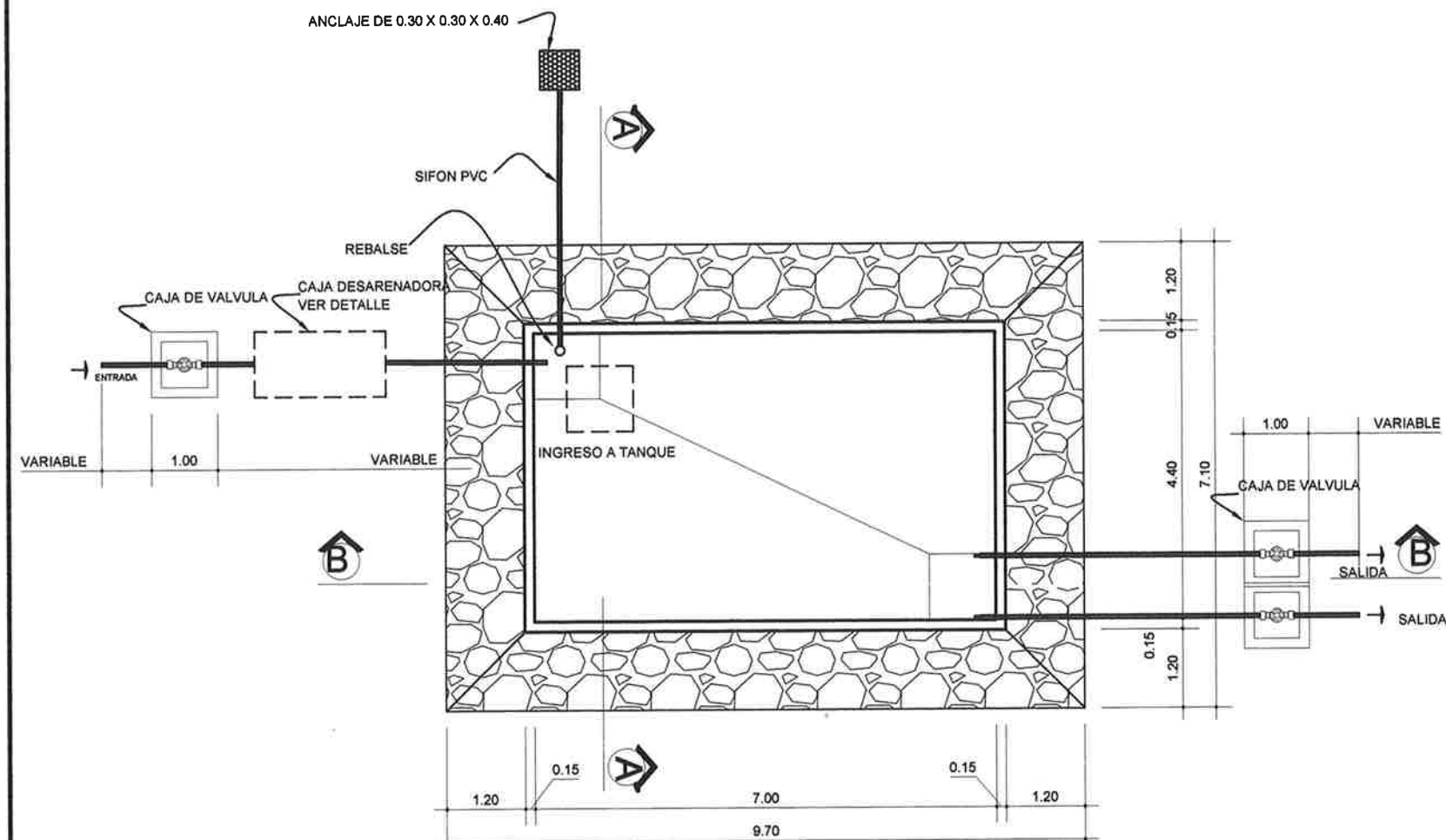


ESCALA 1:20



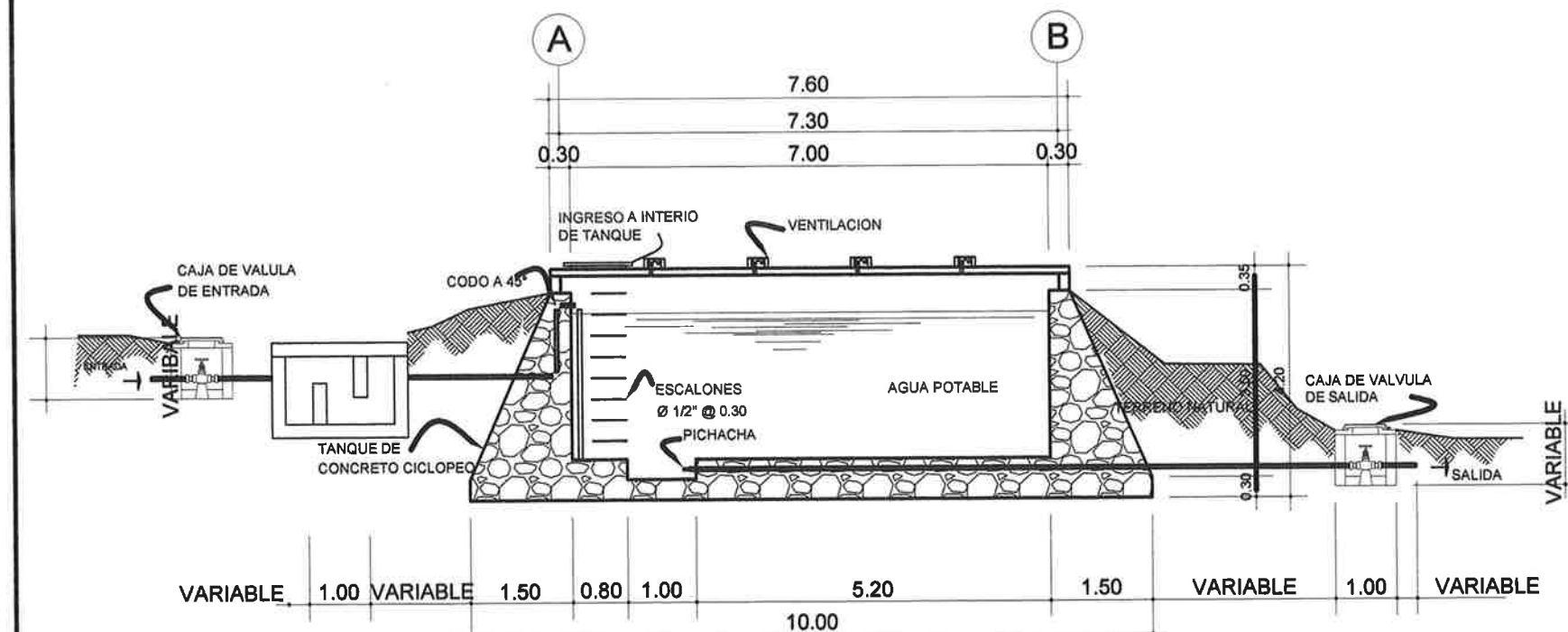
ESCALA 1:25

HOJA:



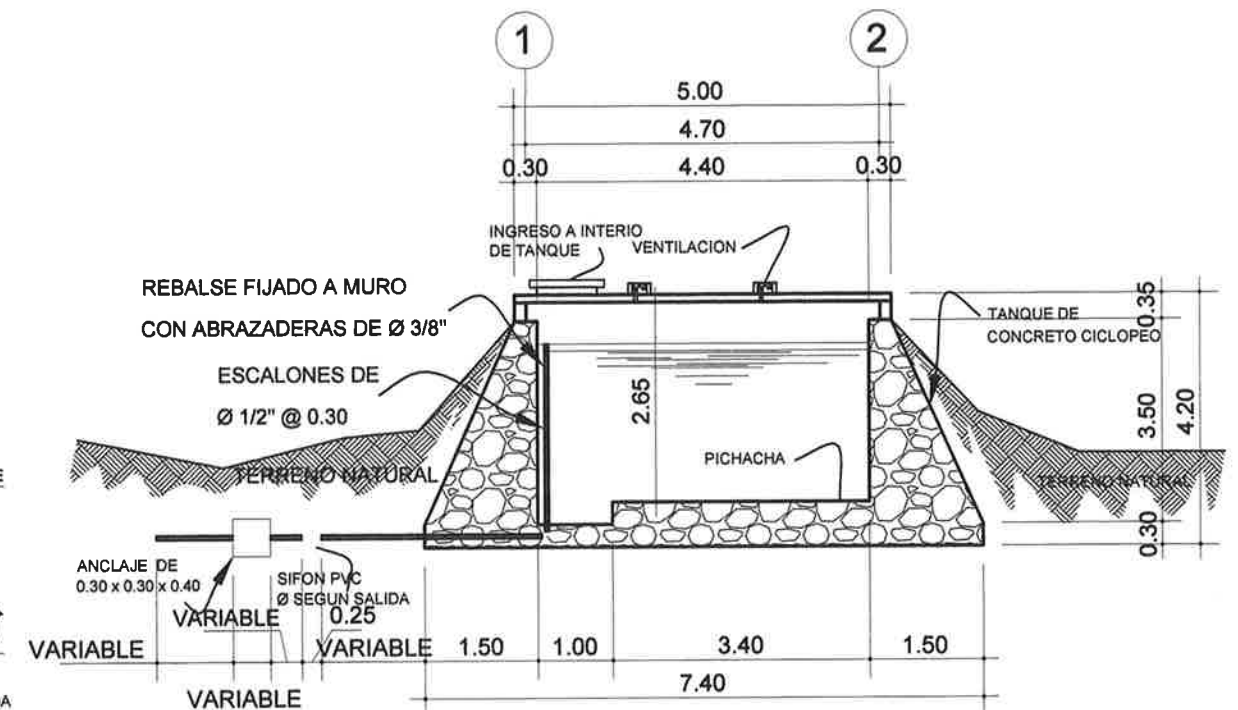
PLANTA GENERAL DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ALDEA SAN MIGUEL

ESCALA 1/25



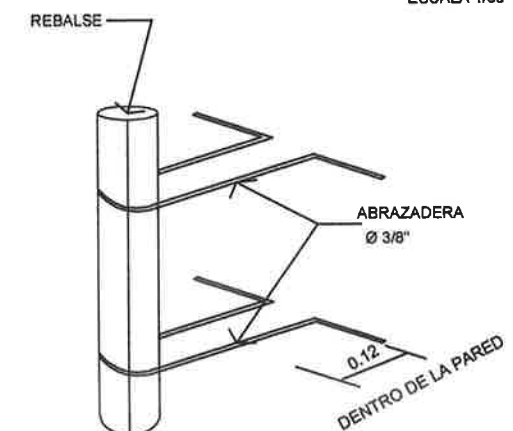
SECCION B - B' DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ALDEA SAN MIGUEL

ESCALA 1/25



SECCION A - A' DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE ALDEA SAN MIGUEL

ESCALA 1/50



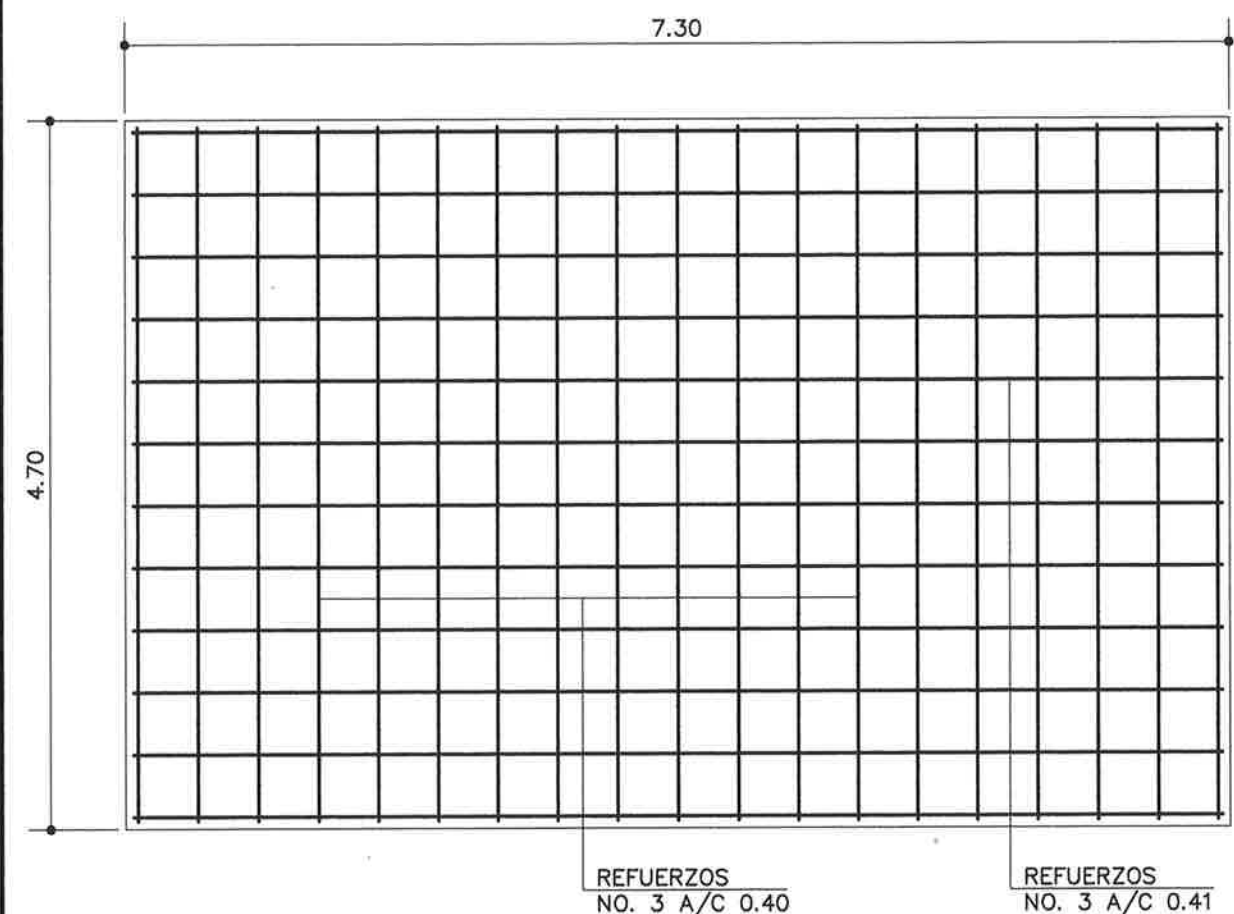
UNIDAD DE EPS:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE:	DETALLE DE TANQUE
DIBUJO:	YADIR BARRIOS	PROYECTO	SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO:	ING. YADIR BARRIOS	ALDEA:	BUENA VISTA
FECHA:	MARZO 2015	MUNICIPIO:	BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
BO PLANIFICADOR		DEPARTAMENTO:	SACATEPEQUEZ
ASESORA - SUPERVISOR EPS			
SUPERVISOR EPS			

HOJA:

14

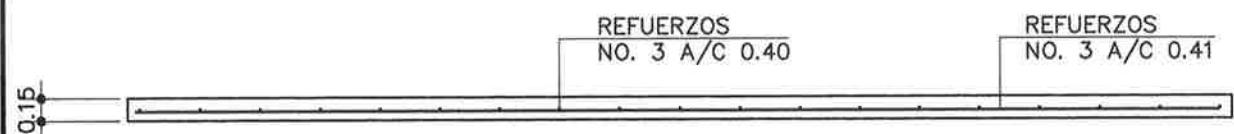
18

DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION



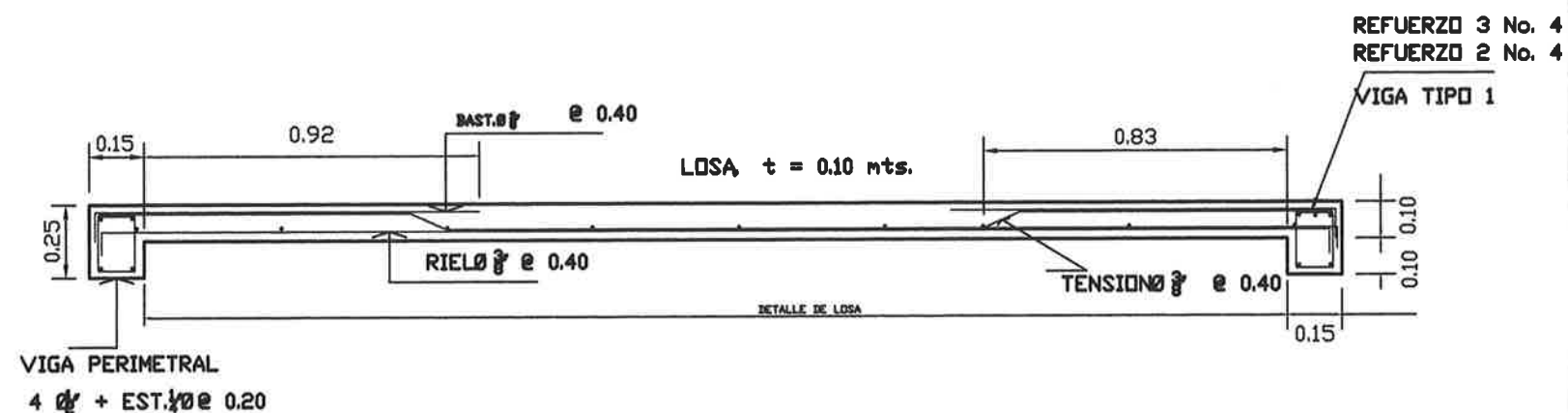
PLANTA DE LOSA

ESCALA 1/50



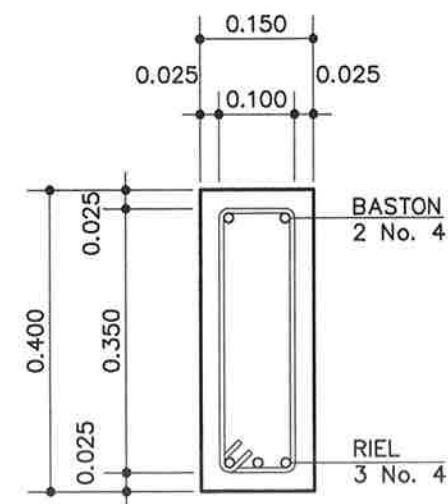
SECCION DE LOSA

ESCALA 1/50



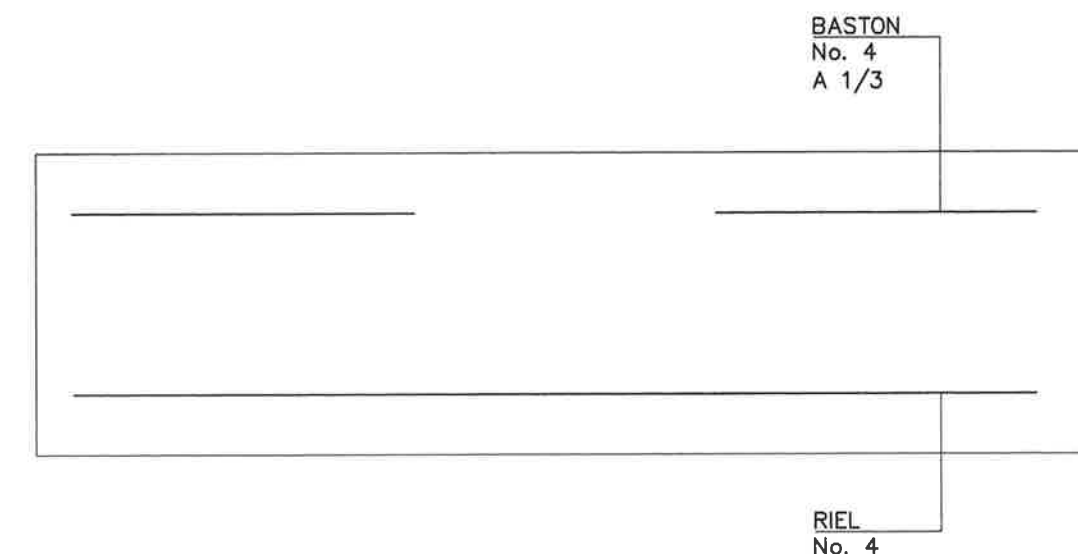
DETALLE DE LOSA

ESCALA 1/20



DETALLE DE VIGA

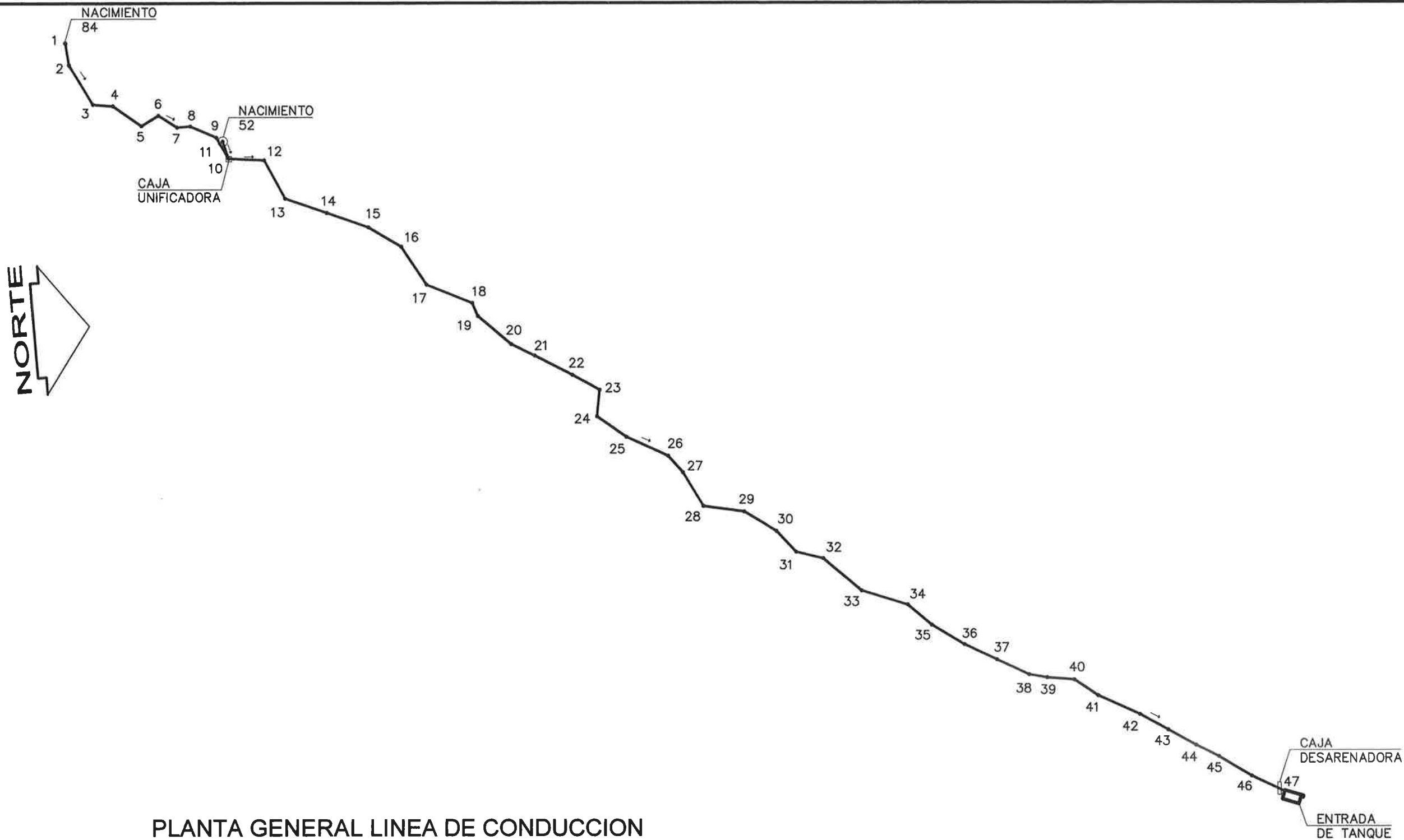
ESCALA 1/10



DETALLE DE VIGA

ESCALA 1/10

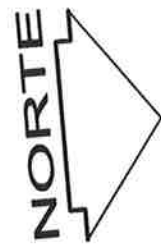
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: DETALLE DE LOSAS Y VIGA
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
Ing. Bp. PLANIFICADOR	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
ASESORA - SUPERVISOR EPS	HOJA: 15
Supervisor EPS	18
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	



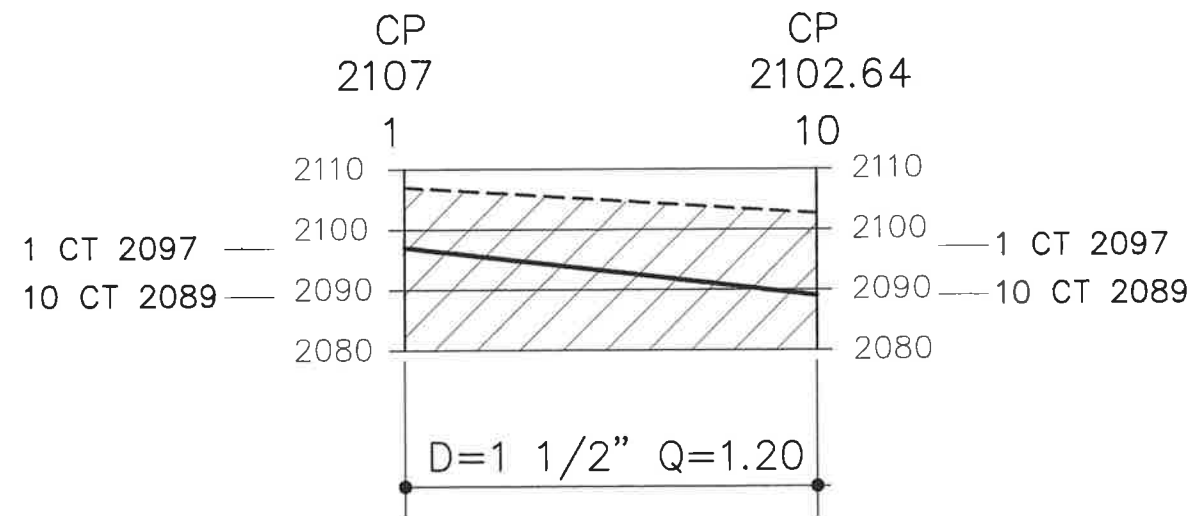
PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCION BUENA VISTA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

ESCALA 1/2500

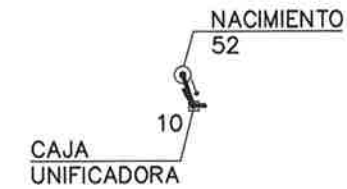
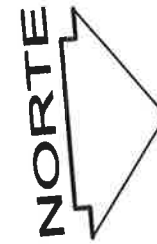
UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCION
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
Ing. Mayra Rebeca Garcia Barrio de Sierra ASESORA - SUPERVISORA DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS FACULTAD DE INGENIERIA	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
HOJA: 16 / 18	



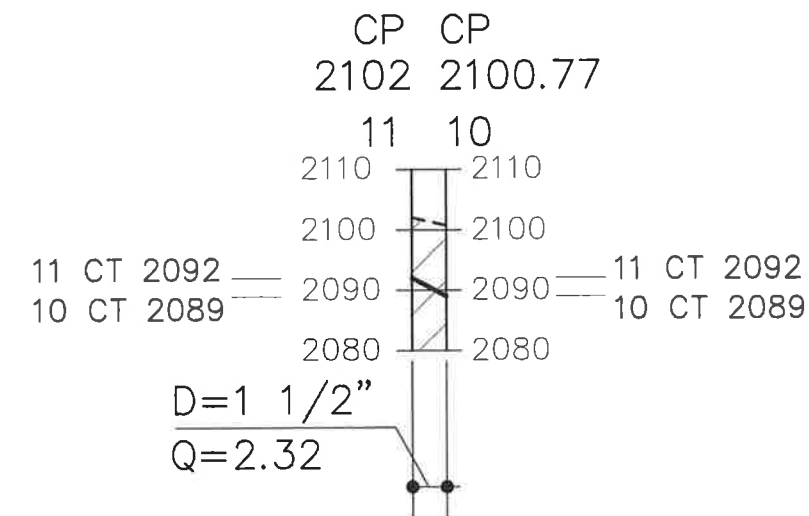
PLANTA LINEA DE CONDUCCION 1 A 10
ESCALA 1/2500



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 1 A 10
ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

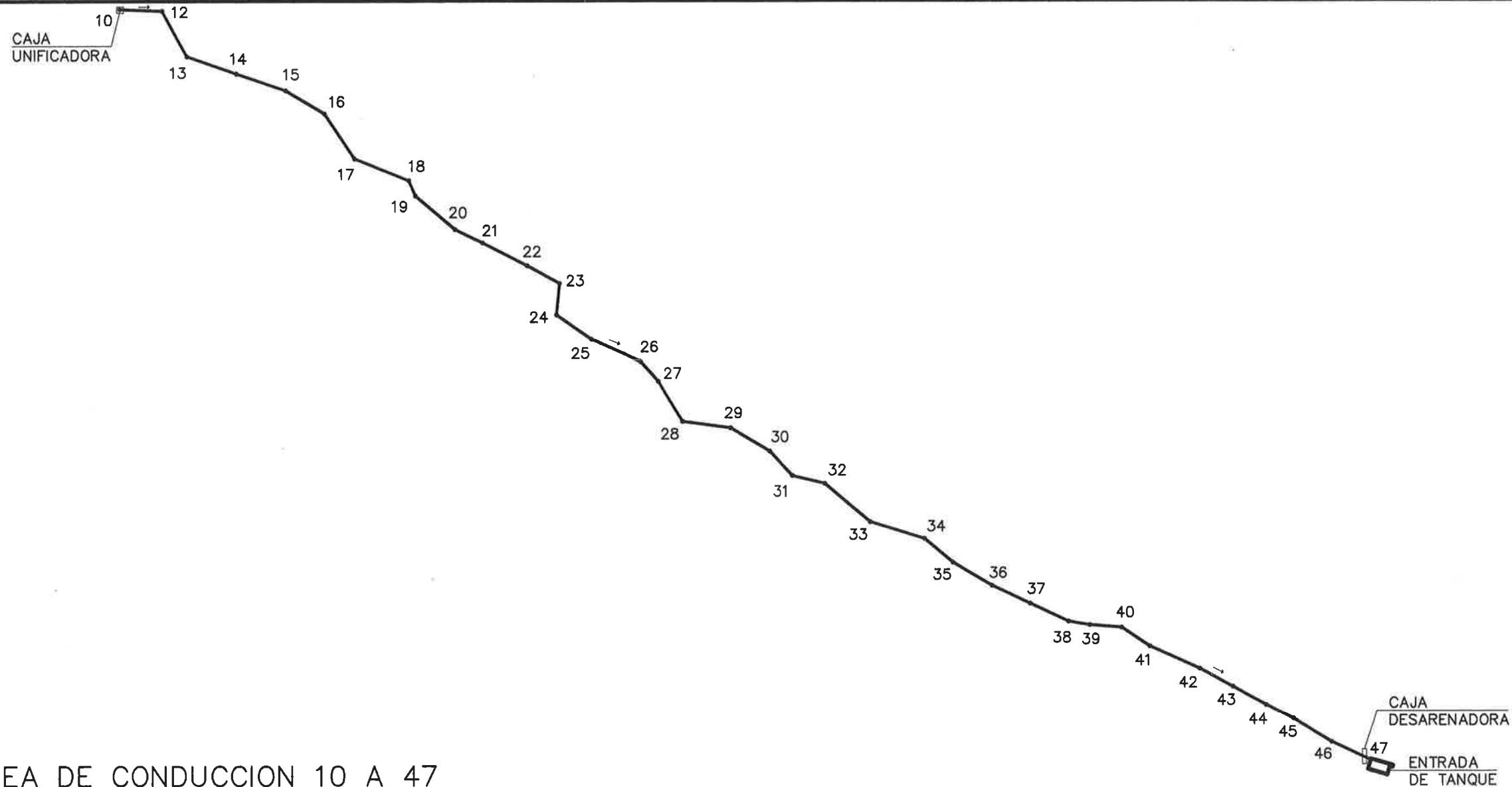


PLANTA LINEA DE CONDUCCION 11 A 10
ESCALA 1/2500

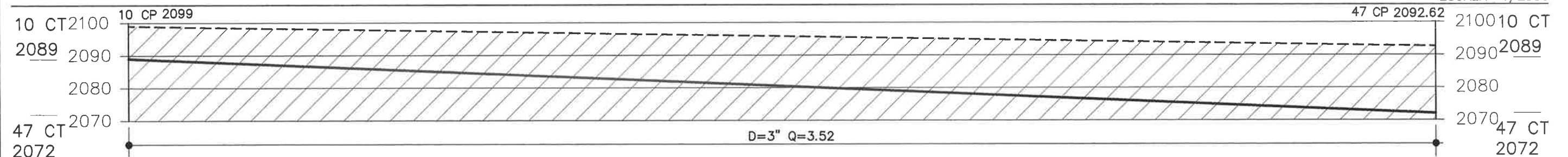


PERFIL LINEA DE CONDUCCION 11 A 10
ESCALA HORIZONTAL 1/2500
ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: LINEA DE CONDUCCION 1 A 10 Y 11 A 10
DIBUJO: YADIR BARRIOS	PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO: ING. YADIR BARRIOS	ALDEA: BUENA VISTA
FECHA: MARZO 2015	MUNICIPIO: BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
Va. Ing. Mayra Rebeca García Sierra de Sierra ASESORA / SUPERVISORA DE EPS Unidad de Ingeniería y EPS	DEPARTAMENTO: SACATEPEQUEZ
SUPERVISOR EPS Facultad de Ingeniería	DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION
	HOJA: 17 18



PLANTA LINEA DE CONDUCCION 10 A 47



PERFIL LINEA DE CONDUCCION 10 A 47

ESCALA HORIZONTAL 1/2500

ESCALA VERTICAL 1/5000

UNIDAD DE EPS:	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE:	LINEA DE CONDUCCION 47 A 10
DIBUJO:	YADIR BARRIOS	PROYECTO	SISTEMA DE AGUA POTABLE
CALCULO:	ING. YADIR BARRIOS	ALDEA:	BUENA VISTA
FECHA:	MARZO 2015	MUNICIPIO:	BUENA VISTA, MILPAS ALTAS
Vo. Bo. PLANIFICADOR		DEPARTAMENTO:	SACATEPEQUEZ
Ing. Mayra Rebeca García Soria de Sierra ASESORA / SUPERVISORA DE EPS Unidad de Ingeniería y EPS SUPERVISOR EPS Escuela de Ingeniería		DIRECCION MUNICIPAL DE PLANIFICACION	
		HOJA:	18

Apéndice 2. **Integración de costo para una acometida de agua potable domiciliario**

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
PROYECTO: Abastecimiento de agua potable para la aldea San Miguel				
UBICACIÓN: Aldea San Miguel y Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sac.				Enero de 2015
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
ACOMETIDA DE AGUA POTABLE	1,00	unidad	Q 4 758,05	Q 4 758,05
Materiales	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Abrazadera domiciliar 3"x1/2"	1	Unidad	Q 450,00	Q 450,00
Tubería PVC 1/2"	3	Unidad	Q 19,99	Q 59,97
Niple 1/2"x6"	1	Unidad	Q 10,00	Q 10,00
Adaptador hembra 1/2"	3	Unidad	Q 1,50	Q 4,50
Llave de paso 1/2"	2	Unidad	Q 42,70	Q 85,40
Adaptador macho de 1/2"	3	Unidad	Q 1,00	Q 3,00
Codo 90° 1/2"	2	Unidad	Q 1,00	Q 2,00
Medidor de agua	1	Unidad	Q 422,10	Q 422,10
Llave de compuerta 1/2"	1	Unidad	Q31,80	Q 31,80
Llave cheque	1	Unidad	Q 111,40	Q 111,40
Accesorios	1	Global	Q 1 000,00	Q 1 000,00
Pegamento para PVC	1/4	Galón	Q 505,25	Q 126,31
TOTAL MATERIALES				Q 2 306,48
Mano de obra	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal
Excavación de zanja 0,40 x 0,80	5	m ³	Q 40,00	Q 200,00
Instalación de acometida	1	unidad	Q 60,00	Q 60,00
Relleno de zanja + compactación	5	m ³	Q 20,00	Q 100,00

Continuación del apéndice 2.

Prestaciones laborales (30%) (Bonificación, Aguinaldo, Bono 14, Vacaciones, IGSS, IRTRA)				Q	108,00
TOTAL MANO DE OBRA				Q	468,00
Herramienta y equipo	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal	
Herramienta (piocha, azadón, pala, barreta, sierra entre otros)	8	Unidad	Q 75,00	Q	600,00
TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO				Q	600,00
Transporte y fletes varios	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Subtotal	
Flete de materiales locales	1	Viajes	Q 150,00	Q	150,00
TOTAL DE FLETES				Q	150,00
INTEGRACIÓN DEL PRECIO UNITARIO					
I- COSTOS DIRECTOS					Subtotal
Materiales					Q 2 306,48
Mano de obra					Q 468,00
Herramienta y equipo					Q 600,00
Transporte y fletes varios					Q 150,00
SUMA COSTO DIRECTO					Q 3 524,48
II- COSTOS INDIRECTOS					Subtotal
Asesoría técnica (6% del cd)					Q 211,47
Administración (8% del cd)					Q 281,96
Garantías (15% del cd)					Q 528,67
Imprevistos (6% del cd)					Q 211,47
SUMA COSTO INDIRECTO					Q 1 233,57
COSTO DIRECTO + COSTO INDIRECTO					Q 4 758,05
PRECIO TOTAL DEL RENGLÓN					Q 4 758,05

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Certificado de calidad del agua aldea San Miguel

	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL DIRECCIÓN DE ÁREA DE SALUD DE SACATEPÉQUEZ.
Número: 060 – 2013	Vigente hasta: 15 de abril de 2014.
La Dirección de Área de Salud de Sacatepéquez, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; con base en lo establecido en el artículo 22 del Acuerdo Gubernativo Número 113-2009, "Reglamento de Normas Sanitarias para la Construcción, Administración, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano luego de haber verificado el cumplimiento de la norma y criterios establecidos, extiende el presente CERTIFICADO DE LA CALIDAD DEL AGUA ABASTECIDA al sistema de abastecimiento de agua para consumo humano denominado: SISTEMA DE AGUA SAN MIGUEL, MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ. Que abastece de agua para consumo humano a 2550 personas de la aldea San Miguel Milpas Altas del municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez. Dado en la ciudad de La Antigua Guatemala, Sacatepéquez, el 25 de noviembre de 2013.	
Dr. Francisco Bermúdez Vila Director de Área de Salud de Sacatepéquez 	

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social dirección de Sacatepéquez.

Anexo 2. **Certificado de calidad del agua aldea Buena Vista**

	MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL DIRECCIÓN DE ÁREA DE SALUD DE SACATEPÉQUEZ.
Número: 003 – 2014	Vigente hasta: 30 de junio de 2014.
La Dirección de Área de Salud de Sacatepéquez, del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social; con base en lo establecido en el artículo 22 del Acuerdo Gubernativo Número 113-2009, "Reglamento de Normas Sanitarias para la Construcción, Administración, Operación y Mantenimiento de los Servicios de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano luego de haber verificado el cumplimiento de la norma y criterios establecidos, extiende el presente CERTIFICADO DE LA CALIDAD DEL AGUA ABASTECIDA al sistema de abastecimiento de agua para consumo humano denominado: SISTEMA DE AGUA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ. Que abastece de agua para consumo humano a 2,000 habitantes de la Aldea Buena Vista del municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez. Dado en la ciudad de La Antigua Guatemala, Sacatepéquez, el 14 de enero de 2014.	
 Dr. Luis Francisco Román Director a.i. Área de Salud de Sacatepéquez. 	

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social dirección de Sacatepéquez.