



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

**ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, EN LA
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS
ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**

José Ancelmo Torres Méndez

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**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

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

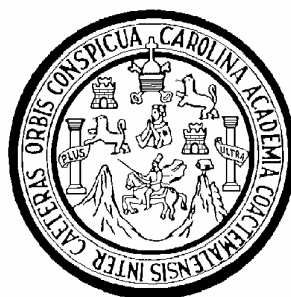
JOSÉ ANCELMO TORRES MÉNDEZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADORA	Inga. Christa Classon de Pinto
EXAMINADORA	Inga. Mayra García de Sierra
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 24 de agosto de 2005.

José Ancelmo Torres Méndez



REF. EPS. MAASUP. 017.2006

Guatemala,

4 de octubre de 2006

Ingeniero
Ángel Roberto Sic García
Director de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
USAC

Respetable Ingeniero Sic García.

Por medio de la presente, envío a usted el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), titulado: ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CABECAERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ.

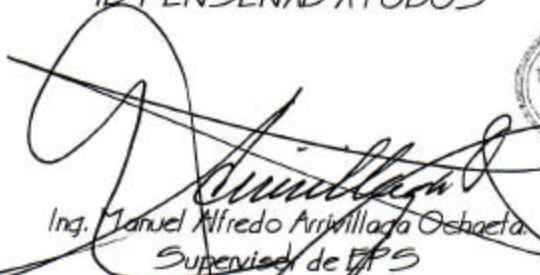
Este trabajo lo desarrolló el estudiante JOSÉ ANGELMO TORRES MÉNDEZ quien fue asesorado y supervisado por el suscrito.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley, solicito darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente.

"¡D Y ENSEÑAD A TODOS!"


Ing. Manuel Alfredo Arribillaga Ochoa
Supervisor de EPS





Guatemala, 09 de octubre de 2006
Ref. EPS. C. 537.10.06

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Escobar Álvarez,

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ" que fue desarrollado por el estudiante universitario JOSÉ ANCELMO TORRES MÉNDEZ, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Se y Enseñó a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic García
Director Unidad de EPS



ARSG/jm



Guatemala, 16 de octubre de 2006

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

Ingeniero
Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Escobar Álvarez.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil José Anselmo Torres Méndez, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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,

Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

"TODO POR TI CAROLINGIA MÍA"
Dr. Carlos Martínez Durán, 2006 centenario de su nacimiento

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S., Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación del estudiante José Anselmo Torres Méndez, titulado ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


a.i. Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez



Guatemala, noviembre 2006.

/bbdeb.

"TODO POR TI CAROLINGIA MÍA"
Dr. Carlos Martínez Durán, 2006 centenario de su nacimiento



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: **ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **José Ancelmo Torres Méndez**, procede a la autorización de impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olimpo Paiz Reginos
DECANO



Guatemala, noviembre de 2006

/cc

AGRADECIMIENTO A

DIOS	Por haberme dado la vida, salud, sabiduría, y por ser mi guía en todo momento de mi vida.
MIS PADRES	Por su amor, apoyo y toda la ayuda que me brindaron; los aprecio mucho.
MIS HERMANOS	Por su apoyo incondicional.
MI ESPOSA E HIJAS	Por ser mi fuente de motivación.
EL ALCALDE MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, PROF. PEDRO MARTÍNEZ	Por haberme brindado la oportunidad de laborar y forjar mis conocimientos, en su gestión municipal.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	Por haberme brindado la oportunidad de estudiar una carrera universitaria.

ACTO QUE DEDICO A

MIS PADRES	Santiago Torres Hernández y María Catalina Méndez de Torres, por satisfacer sus deseos de culminar mi carrera universitaria.
MIS HERMANOS	Tea, Paula, Marcela, Celso y José Luís, por su apoyo incondicional cuando más lo necesité.
MIS SOBRINOS	Que este triunfo les sirva de ejemplo y motivación para superarlo.
MI ESPOSA	Francisca Pérez de Torres, por su sacrificio y constante motivación para finalizar el presente trabajo.
MIS HIJAS	Gaby y Helen, por ser mi fuente de alegría e inspiración.
MAGDALENA MILPAS ALTAS	Bella tierra que me vio nacer.
MI FAMILIA	Con mucho cariño.
A USTED	Con todo respeto.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XV
OBJETIVOS	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII

1. FASE DE UNVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes históricos	1
1.2. Descripción geográfica	2
1.2.1. Localización y ubicación	2
1.2.2. Extensión y límites	2
1.2.3. Caminos de acceso	2
1.2.4. Clima	3
1.2.5. Topografía y cuencas hidrográficas	3
1.2.6. Geomorfología	3
1.2.7. Suelos del área de influencia	4
1.2.8. Contexto geográfico	5
1.3. Demografía	6
1.3.1. Clasificación etarea	6
1.3.2. Clasificación por etnia	7
1.3.3. Densidad de población	7

1.4.	Aspecto educativo	8
1.5.	Aspecto de salud	8
1.6.	organización municipal	9
1.7.	Producción y economía local	9
1.8.	Índice de pobreza	9
1.9.	Infraestructura y urbanismo	10
1.9.1.	Calles	10
1.9.2.	Agua potable	10
1.9.3.	Drenajes y alcantarillado	10
1.9.4.	Saneamiento ambiental	11
1.9.5.	Alumbrado público	11
1.9.6.	Tipología de la vivienda	11
1.10.	Recursos naturales y medio ambiente	12
1.11.	Servicios públicos	12
2.	FASE DE SERVICIOS TÉCNICO - PROFESIONAL	13
2.1.	Fuentes de agua	13
2.1.1.	Manantial “Chijucú”	13
2.1.2.	Manantial “Chimachoy”	14
2.1.3.	Manantial “Panul”	14
2.1.4.	Manantial “Pulique y la Virgen”	14
2.1.5.	Manantial “Chimascal”	15
2.1.6.	Pozo mecánico “Casa Alianza”	15
2.1.7.	Pozo mecánico “Estadio Municipal”	15
2.2.	Almacenamiento y distribución	16
2.3.	Aforos de fuentes de agua	16
2.4.	Estudio de la calidad del agua	17

2.4.1.	Examen físico	17
2.4.2.	Examen químico	18
2.4.3.	Examen bacteriológico	18
2.4.4.	Análisis de laboratorio	19
2.4.5.	Método de desinfección	19
2.5.	Análisis del servicio e infraestructura hidráulica actual	20
2.5.1.	Sistema hidráulico existente	20
2.5.2.	Consideraciones de fuentes nuevas	21
2.5.3.	Alternativas de solución para el recurso hídrico, superficial y subterráneo	22
2.5.4.	Alternativas de solución para la estructura hidráulica	22

3. DESARROLLO DEL PROYECTO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS **23**

3.1.	Trabajos y cálculo topográficos	23
3.1.1.	Planimetría	23
3.1.2.	Altimetría	26
3.2.	Componentes para el diseño hidráulico	28
3.2.1.	Período de diseño	28
3.2.2.	Cálculo de población	29
3.2.2.1.	Modelo aritmético	29
3.2.2.2.	Modelo geométrico	29
3.2.2.3.	Tasa de crecimiento poblacional	30
3.2.2.4.	Población al final del período de diseño	30
3.2.3.	Dotación	31

3.2.3.1. Especificaciones de la DGOP	31
3.2.3.2. Especificaciones de urbanismo de dotación según Jan Basant	32
3.2.3.3. Dotación teórica mensual asignada por la municipalidad	32
3.2.3.4. Dotación experimental	33
3.2.3.5. Determinación de la dotación	33
3.2.4. Caudal medio diario	34
3.2.4.1. Factor de hora máxima	34
3.2.4.2. Caudal de diseño	35
3.2.4.3. Caudal de uso instantáneo	36
3.2.5. Distribución de caudales	36
3.2.6. Determinación de consumos finales	37
3.2.7. Método de Cross	52
3.2.7.1. Ejemplo de cálculo de Cross red No.3	52
3.2.8. Cálculo de presiones	73
3.3. Tanques de distribución	79
3.4. Volúmenes de tanques de distribución	80

4. DISEÑO DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 82

4.1. Diseño de losa	82
4.1.1. Cálculo de momentos de losa intermedia	82
4.1.2. Integración de cargas	83
4.1.3. Cálculo de momentos en losas 1 y 3	84
4.1.4. Cálculo de momentos en losas intermedias	85
4.1.5. Momentos de losas 2 y 3	86
4.1.6. Momentos balanceados	87

4.2.	Cálculo de acero de refuerzo	87
4.2.1.	Momento que resiste el acero mínimo	88
4.2.2.	Espaciamiento del acero mínimo	88
4.2.3.	Espaciamiento del acero	89
4.2.4.	Momentos de losas 1 y 2 (lado menor)	89
4.3.	Diseño de viga	90
4.3.1.	Chequeo para el acero de refuerzo, viga I	93
4.3.2.	Refuerzo a corte	94
4.3.3.	Fuerza del corte actuante	94
4.3.4.	Cálculo de la fuerza cortante	95
4.4.	Vigas perimetrales	96
4.5.	Diseño de muros de tanque de almacenamiento	96
4.6.	Tanque vacío con empuje de suelo	102
4.7.	Empuje del agua sobre el muro libre del tanque	104
4.8.	Dimensiones del tanque de almacenamiento	106
4.9.	Tanque de almacenamiento No.2	107

5. PRESUPUESTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

108

5.1.	Integración de costos unitarios de las redes de distribución	108
5.2.	Integración de costos unitarios de los tanques de almacenamiento	116
5.3.	Manual de operaciones y mantenimiento	119
5.4.	Válvulas de compuerta	122
5.5.	Válvulas de limpieza	122
5.6.	Válvulas de globo	123
5.7.	Válvulas automáticas de aire	123

5.8. Estrategia de captación	123
5.9. Actividades de mantenimiento	124
CONCLUSIONES	125
RECOMENDACIONES	127
BIBLIOGRAFÍA	128
APÉNDICE 1	129
LIBRETA TOPOGRÁFICA	
APÉNDICE 2	140
INFORMES DE CALIDAD DEL AGUA	
APÉNDICE 3	149
PLANOS DEL DISEÑO HIDRÁULICO	

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de clasificación taxonómica del suelo	4
2.	Mapa de contexto geográfico de Sacatepéquez	5
3.	Diagrama de gastos red No.1	44
4.	Diagrama de gastos red No.2	45
5.	Diagrama de gastos red No.3	46
6.	Diagrama de gastos anexo a red No.3	47
7.	Diagrama de gastos red No.4	48
8.	Diagrama de gastos red No.5	49
9.	Diagrama de gastos red No.6	50
10.	Diagrama de gastos red No.7	51
11.	Esquema de muro perimetral de tanque	97
12.	Plano de ubicación cartográfica	150
13.	Plano topográfico de altimetría y planimetría	151
14.	Plano de densidad de población	152
15.	Plano de abastecimiento de agua potable	153
16.	Plano de distribución de tuberías actuales	154
17.	Plano de conjunto de redes de agua potable	155
18.	Plano de distribución de tuberías de red No.1 y No.2	156
19.	Plano de distribución de tuberías de red No.3	157
20.	Plano de distribución de tuberías de red No.4	158
21.	Plano de distribución de tuberías de red No.5	159
22.	Plano de distribución de tuberías de red No.6	160
23.	Plano de distribución de tuberías de red No.7	161

24.	Plano de línea de conducción “Chijucú”	162
25.	Plano de curvas de presión de red No.1 y No.2	163
26.	Plano de curvas de presión de red No.3	164
27.	Plano de curvas de presión de red No.4	165
28.	Plano de curvas de presión de red No.5	166
29.	Plano de curvas de presión de red No.6	167
30.	Plano de curvas de presión de red No.7	168
31.	Plano de detalles estructurales tanque No.1	169
32.	Plano de detalles estructurales tanque No.2	170

TABLAS

I.	Clasificación etarea	6
II.	Cuadro de datos de habitantes	8
III.	Aforos realizados año 2003	17
IV.	Esquema de libreta topográfica	25
V.	Jan Basan	32
VI.	Cálculo de caudales red No.1	38
VII.	Cálculo de caudales red No.2	39
VIII.	Cálculo de caudales red No.3	40
IX.	Cálculo de caudales red No.4	41
X.	Cálculo de caudales red No.5	42
XI.	Cálculo de caudales red No.6	43
XII.	Cálculo de caudales red No.7	43
XIII	Tabla electrónica para cálculo de pérdidas método de Cross	54
XIV.	Red No.3 – Iteración No.1	55
XV.	Red No.3 – Iteración No.2	56
XVI.	Red No.3 – Iteración No.3	57
XVII	Red No.3 – Iteración No.4	58
XVIII.	Red No.3 – Iteración No.5	59
XIX.	Red No.3 – Iteración No.6	60
XX.	Red No.3 – Iteración No.7	61
XXI.	Red No.2 – Inicio de iteración No.1	63
XXII.	Red No.2 – Final de iteración No.6	64
XXIII.	Red No.4 – Inicio de iteración No.1	65
XXIV.	Red No.4 – Final de iteración No.5	67
XXV.	Red No.5 – Inicio de iteración No.1	70

XXVI.	Red No.5 – Final de iteración No.5	71
XXVII.	Red No.7 – Inicio de iteración No.1	72
XXVIII.	Red No.7 – Final de Iteración No.4	72
XXIX.	Cálculo de presiones red No.1 y No.2	74
XXX.	Cálculo de presiones red No.3	75
XXXI.	Cálculo de presiones red No.4	76
XXXII.	Cálculo de presiones red No.5	77
XXXIII.	Cálculo de presiones red No.6	78
XXXIV.	Cálculo de presiones red No.7	78
XXXV.	Cálculo del acero para losas 1 y 2 (lado menor)	89
XXXVI.	Cálculo de momentos del peso del muro	98
XXXVII.	Cálculo de momentos de empuje del agua sobre muro de tanque	104
XXXVIII.	Presupuesto red No.1 y No.2	109
XXXIX.	Presupuesto red No.3	110
XL.	Presupuesto red No.4	111
XLI.	Presupuesto red No.5	112
XLII.	Presupuesto red No.6	113
XLIII.	Presupuesto red No.7	114
XLIV.	Presupuesto red línea de conducción “Chijucú”	115
XLV.	Presupuesto de tanque No.1	117
XLVI.	Presupuesto de tanque No.2	118
XLVII.	Integración final de presupuestos	119

LISTA DE SÍMBOLOS

GPM	Galones por minuto
Lts/seg.	Litros por segundo
<	Menor que
>	Mayor que
PPM	Partículas por millón
° C	Grados centígrados
MSNM	Metros sobre el nivel del mar
Ø	Diámetro
M²	Metro cuadrado
M³	Metro cúbico
PVC	Tubo poli cloruro de vinilo
E	Estación
P.O.	Punto observado
D	Distancia
Hs	Hilo superior
Hi	Hilo inferior
Hm	Hilo medio
Ha	Altura de aparato
?	Ángulo vertical
C	Cota o elevación
Sen	Función seno
Pf	Población final
Po	Población inicial
r	Tasa de crecimiento de población
m.c.a.	Metros columna agua
C	Coefficiente de rugosidad de la tubería

D	Diámetro nominal de la tubería
Q	Caudal
L	Longitud
K'	Valor de
K	Valor de
F'c	Coefficiente de ruptura del concreto
F'y	Coefficiente de ruptura del acero a tensión
Wt	Peso
Ton.	Tonelada
W	Carga distribuida
y	Peso volumétrico del agua
Vu	Esfuerzo de corte
Ø	Factor de corte
D	Peralte
t	Espesor
Asmin	Área de acero mínimo
Smax	Área de acero máximo

GLOSARIO

AGUA POTABLE

Es aquella que por sus características especificadas en las normas de calidad de agua, es adecuada para el consumo humano. Se define como aquella agua que además de ser agradable a los sentidos, es sanitariamente segura.

CAUDAL

Volumen del fluido hídrico en la unidad de tiempo, se mide en litros por segundo, metro cúbico por segundo y galones por minuto.

RED DE DISTRIBUCIÓN

Es un conjunto de elementos compuestos de tuberías, válvulas e interconexiones, que contribuyen a conducir y distribuir agua a cada conexión domiciliar.

COTA DE TERRENO

Altura de un punto de terreno, referido a un nivel inicial determinado.

DOTACIÓN

Volumen de agua proporcionada a una unidad de medida (habitante, comercio, industria, etc.) durante un período determinado.

PERÍODO DE CARGA	Es la energía por masa unitaria de agua que a causa de la resistencia superficial dentro del conducto, es convertida desde energía mecánica a energía térmica.
MANANTIAL O NACIMIENTO	Es la afloración a la superficie natural en un punto específico del manto acuífero.
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	Depósito artificial cubierto, destinado a almacenar o recolectar agua, para compensar las variaciones en el consumo diario de una población o ciudad.
PLANIMETRÍA	Acción del levantamiento topográfico, tiene por objeto la determinación de la relación geométrica existente entre todas las calles y zonas edificadas del casco urbano.
ALTIMETRÍA	Son los procedimientos del levantamiento topográfico y tiene por objeto, la determinación de las elevaciones (niveles) de los puntos, o estaciones estudiadas.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, corresponde al proyecto de diseño, del sistema hidráulico de agua potable, de la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, del departamento de Sacatepequez. Los estudios y diseños se hicieron con base en normas nacionales COGUANOR e internacionales como las normas ASSHTO, ASTM, entre otras y especificaciones de algunas instituciones nacionales como la UNEPAR.

El sistema de distribución se ejecutará de acuerdo a los planos que se presentan en este estudio, cumpliendo todas las especificaciones para cada proyecto, la tubería y accesorios a utilizar serán de PVC, con diámetros indicados en planos.

Para el diseño del sistema de distribución de agua potable, se elaboró un censo poblacional, para determinar el número de habitantes a beneficiar, se realizó un levantamiento topográfico de todo el casco urbano, se utilizó la fórmula de Hazen - William, para el diseño de tuberías, con las que se determinaron los consumos de cada tramo plasmados en sus diferente tablas y diagramas. Para chequear y determinar los valores finales de los caudales en cada red, se utilizó la ecuación de Hardy Cross, obteniendo tablas de las diferentes iteraciones elaboradas.

Por la falta de tanques de almacenamiento de agua potable en líneas de conducción, se implementó la ubicación de dos tanques nuevos con volúmenes de 185 m³ y 38 m³, de los cuales se presenta la memoria del procedimiento de cálculo del tanque de 185 m³.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo integral de la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez, con la finalidad de mejorar los niveles socioeconómicos de la comunidad, a través de la realización de proyectos de infraestructura.

Específicos

2. Formular el estudio y diseño del sistema de distribución de agua potable de la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez, y proporcionar la información necesaria para implementar una red de distribución que abastezca de agua potable tanto a la población actual como a la futura, a través del fraccionamiento del sistema en siete sectores, que permita mejorar el funcionamiento de la red de distribución en la cabecera municipal.
3. La interrelación, la participación y la búsqueda de soluciones del estudiante de egreso de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en los problemas más importantes que aquejan a la comunidad, para aportar los medios necesarios a través de la formulación de proyectos que sean útiles y factibles para las instituciones encargadas del desarrollo local.

INTRODUCCIÓN

Se ha comprobado que el agua juega un papel fundamental en la sociedad, dando paso al desarrollo y la salud de las comunidades, las cuales están vinculadas directa y proporcionalmente al vital líquido. En este sentido, existen en nuestro país, comunidades que se encuentran en serios problemas debido a la escasez, lo que provoca un servicio domiciliar irregular del agua potable. Tal es el caso de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

Actualmente, la cabecera municipal, utiliza dos sistemas de abastecimiento, los cuales son: por gravedad(a través de manantiales) y por bombeo. Se ha determinado que la irregularidad en el servicio, es provocado por los siguientes factores:

El caudal de las fuentes de abastecimiento, en cierto grado es limitado, afectando el servicio en sectores específicos del caso urbano, esto se debe a la poca producción en los manantiales y en el manto freático.

La tubería de conducción y distribución, tiene más de treinta años de funcionamiento, y en algunos tramos, aún se utiliza tubería de asbesto específicamente en línea de conducción, lo que provoca fugas considerables. Debido al crecimiento de la población, el sistema de distribución ha tenido que ampliarse, sin soporte técnico, combinando tubería nueva con tubería vieja.

La red de distribución actual no está sectorizada, lo cual provoca que al existir un desperfecto en algún punto es necesario suspender el servicio en diversas calles y avenidas.

En algunos sectores aun reciben el servicio directamente de los manantiales, careciendo los mismos de tanques de almacenamiento, provocando la pérdida de presión en algunos puntos y mayor esfuerzo de trabajo en el movimiento de válvulas, al desviar el caudal hacia los diferentes sectores donde se presta el servicio.

El presente trabajo, sugiere específicamente el cambio de todo el sistema de distribución de agua potable de la cabecera municipal, para solucionar la problemática antes planteada, por lo tanto, se definirán los factores que justifiquen este hecho, a través del presente documento titulado: **ESTUDIO Y DISEÑO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS, DEPARTAMENTO DE SACATEPÉQUEZ.** Para brindar una solución en forma técnica y adecuada.

El estudio y planificación del sistema de la red de distribución dará parámetros de solución, el cual creará las condiciones necesarias para cualquier cambio de tubería en tramos que así lo requiera.

Dentro de la planificación del diseño hidráulico, será base la topografía del terreno y la ubicación de los tanques de almacenamiento existentes, que permitirán la división del sistema en siete sectores, los cuales funcionarán totalmente independientes. Cada sector, funcionará con circuitos internos para una mejor distribución, sin embargo, por la ubicación de algunas viviendas, será necesaria en algunos sectores la utilización de ramales abiertos. Con esta determinación en el diseño, se preverá cualquier desperfecto que afecte a la distribución en general y sobre todo se podrá sectorizar en el futuro, si en caso sería difícil la adquisición de nuevas fuentes de abastecimiento para la comunidad.

Como el diseño requiere de dos tanques de almacenamiento nuevos, será necesario diseñarlos estructuralmente, los cuales se incluirán en su orden respectivo.

Será necesario obtener muestras físico-químicas y bacteriológicas de las fuentes de abastecimiento para determinar la calidad del agua, e indicar las medidas correctivas que se tomarán, luego del análisis de las muestras.

Para obtener mayor precisión, para el diseño técnico, será necesario realizar un levantamiento topográfico general de toda la cabecera municipal, incluyendo líneas de conducción (los que fueran necesarios), la libreta topográfica se incluirá en el informe final del estudio.

Normas y métodos de diseño hidráulico; en el caso de las normas se utilizarán las que existen en el medio para diseño hidráulico; en redes de distribución, se utilizará el método propuesto por el ingeniero Hardy Cross, que consiste básicamente en aproximaciones sucesivas y brinda la posibilidad únicamente de chequear las condiciones propuestas por el ingeniero. Cuando existan redes abiertas se utilizará el método proporcional.

Dibujo de planos; se elaborarán planos constructivos del sistema actual, y de la propuesta sectorizada.

Elaboración de presupuesto; la integración del presupuesto se realizará con base en la identificación del elemento a ser construido tales como; redes de distribución, línea de conducción y tanques de almacenamiento. Los precios que se utilizarán para la elaboración del presente presupuesto, son los preferenciales que el mercado establece para las municipalidades. Se adjuntará al estudio una breve relación de las especificaciones técnicas de los diferentes elementos que conforman el sistema.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes históricos del municipio

En referencia del origen Étnico-Lingüístico del municipio podemos mencionar que tiene su procedencia del Quiche, aproximadamente en el año 600 antes de nuestra era, de este tronco lingüístico nace el idioma Cachiuel, que es el idioma materno de la comunidad. Magdalena Milpas Altas, fue fundada en el año de 1585, recibiendo el nombre de Santa Maria Magdalena de la Real Corona, no existen datos que establezcan realmente quienes fundaron el primer asentamiento humano, aunque se han encontrado vestigios indígenas precolombinos en los conos de origen volcánicos de Carmona, El Pilar, El Cucurucho, Monterrico y Las Minas.

En relación al adjetivo de Milpas Altas, se cuenta con dos versiones con respecto a su origen, la primera data del año de 1760, la proporciona 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 ha una referencia hecha por el cura y párroco fraile Agustín Cano.

Magdalena Milpas Altas, se constituyo 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. Actualmente el municipio cuenta con 1 pueblo que es la cabecera, 5 colonias y 2 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.

1.2 Descripción geográfica

1.2.1 Localización y ubicación

El municipio de Magdalena Milpas Altas, esta ubicado en el extremo este-central del departamento de Sacatepéquez, se localiza, entre las coordenadas geográficas 90 grados, 41 minutos, 6 segundos, longitud Oeste y 14 grados 33 minutos y 13 segundos, Latitud Norte de acuerdo con la fracción de la hoja 2059-I, ciudad de Guatemala. Magdalena Milpas Altas, se encuentra en la parte mas alta del departamento alcanzando alturas hasta 2,445 MSNM en las áreas montañosas. El asentamiento urbano del municipio esta a los 2,045 MSNM.

1.2.2 Extensión y límites

El municipio de Magdalena Milpas Altas, relativamente es pequeño en comparación con otros municipios, su extensión territorial es de 8 kilómetros cuadrados y sus limites son: al norte con Santa Lucia Milpas Altas, al sur con Santa María de Jesús y Amatitlán, al este con el municipio de Villanueva y Barcenas y al oeste con la cabecera departamental, Antigua Guatemala. La extensión del casco urbano no rebasa el Kilómetro cuadrado.

1.2.3 Caminos de acceso

El municipio es accesado desde la capital de Guatemala por la carretera asfaltada CA-1, hasta el Km. 29, a la altura de San Lucas Sacatepéquez por la ruta nacional No. 13, tomando la ruta departamental No.5 hasta llegar al municipio de Santa Lucia Milpas Altas en el Km. 35, en este punto se atraviesa el municipio con rumbo sur, pasando por el parque Florencia, Santo Tomas

Milpas Altas y finalmente llegar a la comunidad de Magdalena Milpas Altas. El recorrido desde la capital es de 40 Km.

1.2.4 Clima

Los valores climatológicos del área no son muy variados, las lluvias se distribuyen en 120 días al año con temperatura media anual de 20° C. La precipitación media anual oscila entre los 1,100 y 1,200 MM, siendo el mes mas seco el de febrero, con una precipitación promedio de 5MM y el mas lluvioso es septiembre con 710MM.

1.2.5 Topografía y cuencas hidrográficas

La topografía del municipio de Magdalena Milpas altas, esta 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.

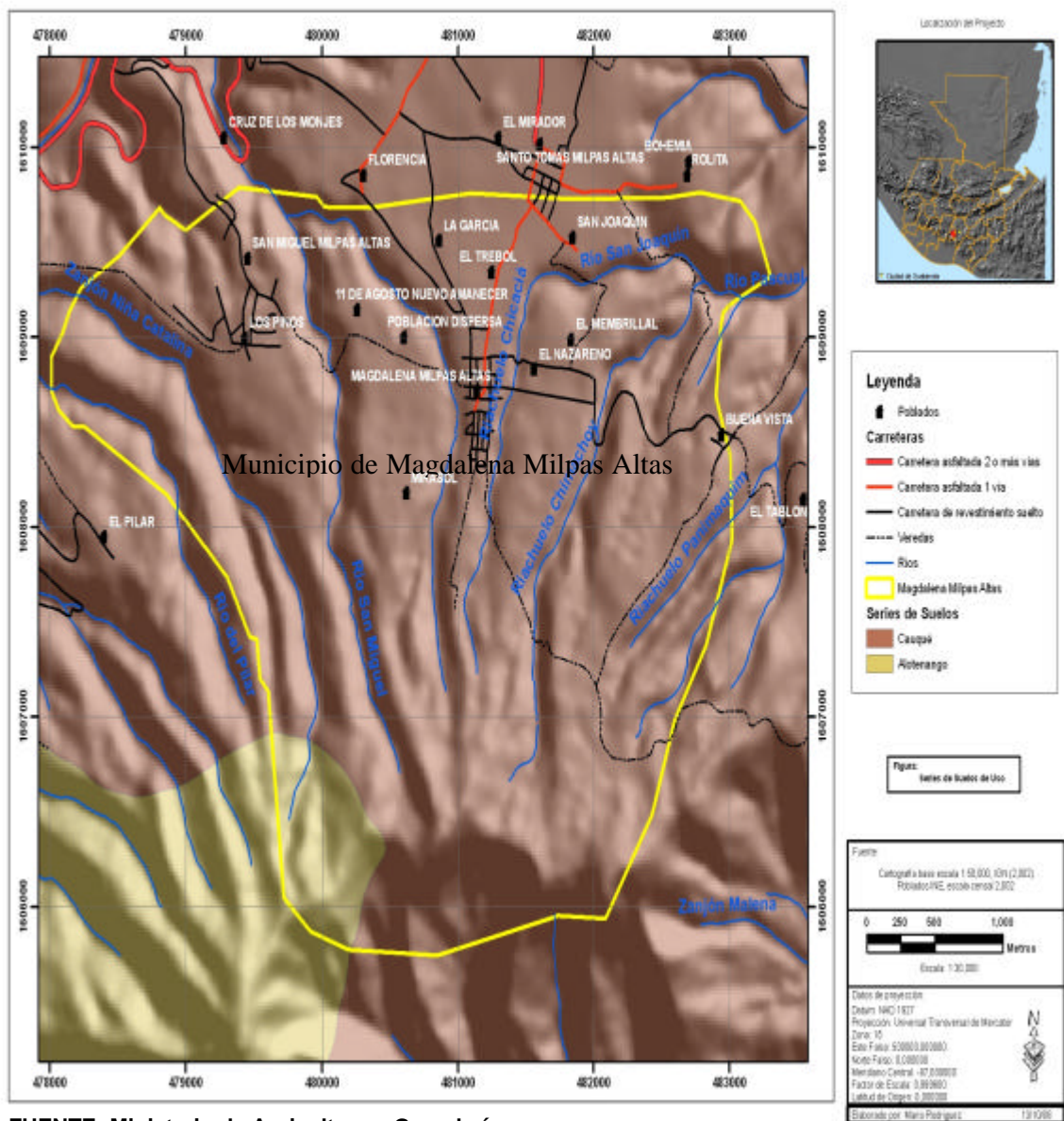
1.2.6 Geomorfología

Geomorfológicamente la comunidad de Magdalena Milpas altas, esta ubicado en la estribación oriental del cono volcánico del cerro del Carmona, la zona donde esta el casco urbano es un pequeño valle intra pluvial ubicado entre los cauces del río Chimachoy al poniente y Pachamaquín del Tablón al oriente a una altitud media de 1,960MSNM.

1.2.7 Suelos del área de influencia

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

Figura 1. Mapa de clasificación taxonómica de suelos del municipio

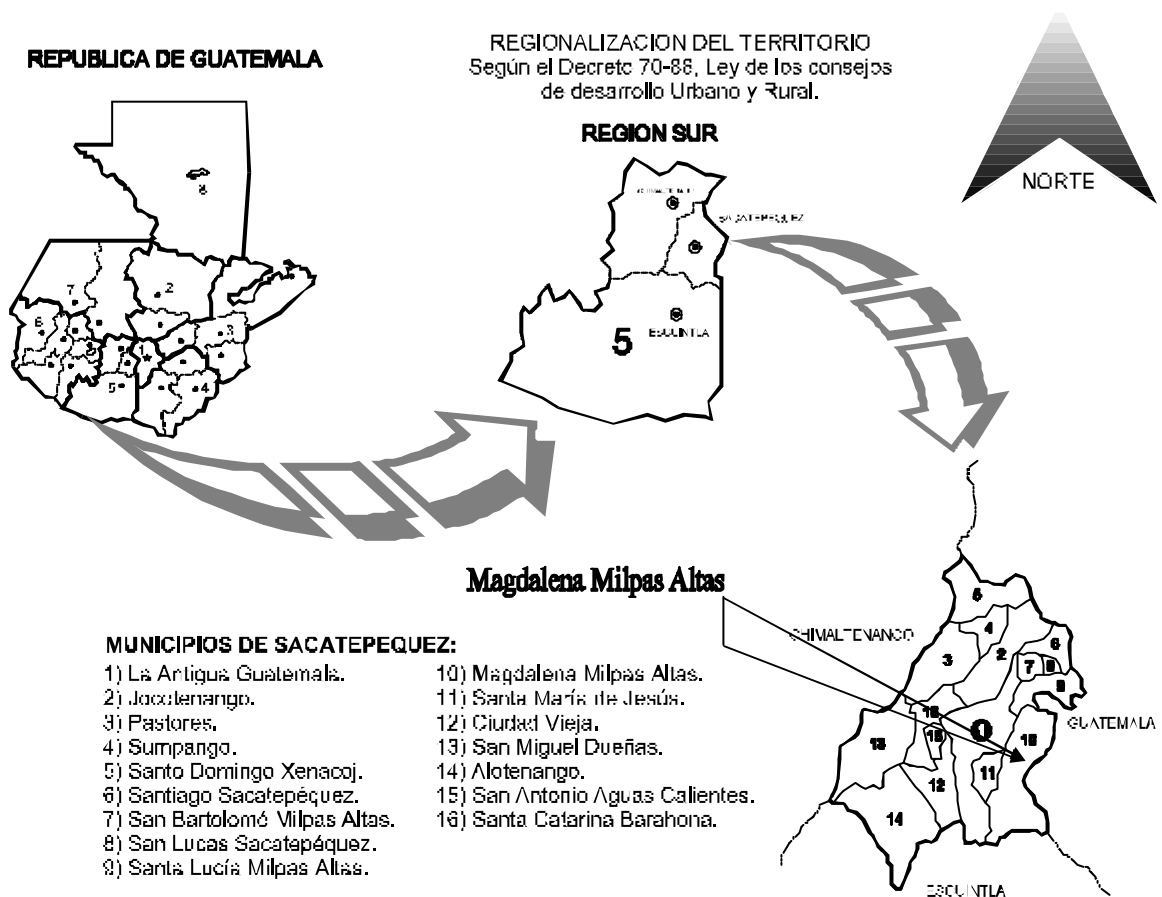


FUENTE: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

La mezcla de forma natural, se realiza bajo la influencia del clima y del medio. La clasificación Taxonómica de suelos de la Republica de Guatemala, indica la presencia del suelo Cauque (Cq), para el municipio de Magdalena Milpas Altas (como lo muestra la figura 1), el suelo esta definido de material original compuesto por ceniza volcánica pomácea, la que se encuentra en altitudes de 1500 a 2100 MSNM. El relieve del municipio es ondulado a inclinado textura superficial es franca a franco-arcillo-arenosa, el suelo es acido y con altas pendientes, esto ultimo lo convierte en un suelo con alto riesgo de erosión, posee un potencial fértil de regular a alta.

1.2.8 Contexto geográfico del departamento de Sactepéquez

Figura 2. Mapa de contexto geográfico de Sacatepéquez



1.3 Demografía

1.3.1 Clasificación etarea

El municipio de Magdalena Milpas Altas realmente se puede considerar una población privilegiada ya que cuenta con el 54.11 % de población joven, el índice de natalidad del año 2,003 nos sitúa con un incremento vegetativo del 2.54 % anual con relación a la población actual y un incremento con relación al año 2.002 del 0.51%.

Tabla I. Clasificación etarea del municipio de Magdalena Milpas Altas Sacatepéquez (año 2003)

GRUPOS ETAREOS	MASCULINO		FEMENINOS		TOTAL	
	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%	CANTIDAD	%
Menores de 1 año	136	1.39	142	1.45	278	2.84
De 1 a 4	461	4.72	480	4.91	941	9.63
De 5 a 9	717	7.34	746	7.63	1463	14.97
De 10 a 14	602	6.16	627	6.41	1229	12.57
De 15 a 19	536	5.48	557	5.70	1093	11.18
De 20 a 24	472	4.83	491	5.02	963	9.85
De 25 a 39	982	10.05	1023	10.47	2005	20.51
De 40 a 49	353	3.61	368	3.77	721	7.38
De 50 a 59	266	2.72	277	2.83	543	5.55
De 60 a mas años	264	2.70	274	2.80	538	5.50
T O T A L	4789	49.00	4985	51.00	9774	100.00

FUENTE: Según información del INE. Recabada por la Dirección del Área de Salud, de Sac.

La población actual total del municipio de Magdalena Milpas Altas es de 9,753 según registros obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística (INE censo año 2,002).

1.3.2 Clasificación por etnia

En lo que se refiere a los porcentajes de población indígena y población no indígena, el municipio de Magdalena Milpas Altas, refleja según la investigación del INE un 10.56% de población indígena, mientras que la población no indígena representa un 89.44%.

1.3.3 Densidad de población

El municipio de Magdalena Milpas Altas, tiene un índice de 1,219 habitantes por Km², aunque la densidad es alta se debe a su escasa extensión territorial que es de 8 Km². Con respecto a la cantidad de población la municipalidad y el Puesto de Salud manejaban datos no exactos entre 10,000 y 13,000 habitantes, sin embargo el censo de población efectuado en noviembre del 2002 proporcionó un dato de 9,753 habitantes para todo el municipio, lo que ocasionó dudas e inconformidades en las autoridades, por lo que hubo necesidad de organizar un censo poblacional aparte de la unidad de E.P.S. con la colaboración del personal técnico del Puesto de Salud y el Instituto de Educación Básica del lugar, con el objetivo de comprobar los datos anteriores, obteniendo un total de 5,352 habitantes y 1,143 familias. Estos datos se contabilizaron solo en la cabecera municipal no así en las dos aldeas que pertenecen al municipio, que hacen aproximadamente un total de 3,000 habitantes, los que sumados al censo efectuado por esta unidad de E.P.S. se comprueba que el CENSO DE NOVIEMBRE DEL 2,002 es aceptable. Los resultados ya tabulados se presentan en el siguiente cuadro.

Tabla II. Cuadro de datos de habitantes contabilizados en la cabecera municipal

Datos finales tabulados de las 5 zonas que componen la cabecera Municipal		
ZONA	TOTAL HABITANTES	TOTAL DE FAMILIAS
1	1344	280
2	767	166
3	1143	241
4	737	165
5	1361	291
TOTAL	5352	1143

Estos datos fueron obtenidos de acuerdo al listado de viviendas de la Municipalidad y el Puesto de Salud de la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, Sacatépequez

1.4 Aspecto educativo

En el municipio de Magdalena Milpas Altas, se cuenta con cinco establecimientos educativos en los niveles de preprimaria, primaria y básico. Actualmente se cuenta con una población total en preprimaria y primaria de 1,117 y 230 alumnos de nivel básico y diversificado, haciendo un total de 1,347.

1.5 Aspecto de salud

Magdalena Milpas Altas, se caracteriza por un desmedido centralismo en la prestación de este servicio pues en la cabecera municipal se cuenta con un Puesto de Salud de tipo C, el cual es atendido por personal de Ministerio de Salud Pública y personal municipal. Existe también en la actualidad los servicios de PROADE, farmacia que brinda medicina a un bajo costo.

Podemos añadir además, a la iniciativa privada que brindan servicios con farmacias y clínicas locales.

1.6 Organización municipal

En lo que se refiere a la administración pública del municipio, esta constituida por un Alcalde y el Concejo Municipal quienes son electos constitucionalmente cada cuatro años por elecciones populares.

1.7 Aspectos de producción y economía local

Al igual que la mayoría de las poblaciones guatemaltecas las familias del municipio de Magdalena Milpas Altas, obtenían originalmente en gran parte el sustento familiar en la siembra de maíz y frijol, sin embargo por la tecnificación de los cultivos, aparecieron otros que llegaron a formar parte de la base en la dieta del sustento familiar.

Dentro de la variedad de estos cultivos, tenemos las especies de duraznos, peras, aguacate, brócoli, coliflor, lechuga, repollo, remolacha, nabo, papa, rábano, tomate y hortalizas. Además el municipio cuenta con una cooperativa local la cual exporta al extranjero productos como: hñicoy suchini, arveja china, y otros. La economía familiar se basa en tres ejes principales los que son: la agricultura de cultivos tradicionales, cultivos no tradicionales y la prestación de su fuerza de trabajo en actividades asalariadas dentro del municipio, como en empresas del sector privado.

1.8 Índices de pobreza y pobreza extrema

Se tiene detectado un índice de pobreza en la región del 32.56% y de extrema pobreza del 4.32%, y esto es una limitante muy fuerte de donde se desprende prácticamente la dependencia del gobierno central para la inversión en la realización de los proyectos productivos y de interés social.

1.9 Infraestructura y urbanismo

1.9.1 Infraestructura de calles

La mayoría de las calles de la cabecera municipal y las aldeas, se encuentran adoquinadas y pavimentadas, existiendo aproximadamente un déficit en este sentido del 10% dentro del casco urbano. Las calles del municipio aún son peatonales. Las vías de acceso hacia las aldeas son de terrecería.

1.9.2 Agua potable

El agua que abastece a la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, proviene de las vertientes naturales de los conos volcánicos de. Carmona, Las Minas, El Cucurucho y Monterrico, los cuales han venido mermando en los últimos años, lo que a obligado a las autoridades a la búsqueda de mas caudal a través de la perforación de pozos mecánicos, para complementar con su producción el caudal necesario para el consumo de la población.

1.9.3 Drenaje y alcantarillado

Aunque el municipio de Magdalena Milpas Altas, cuenta con servicio de recolección y conducción de las aguas servidas del tipo combinado, se tienen deficiencias en algunos sectores de la zona 1, 2 y 3 del casco urbano en un porcentaje de un 10% y el 100% en algunas colonias nuevas, por lo demás se considera en buenas condiciones.

1.9.4 Saneamiento ambiental

Magdalena Milpas Altas, no cuenta con plantas de tratamiento de aguas servidas, ni con un sistema de manejo de recolección y disposición final de los desechos sólidos, dada la ubicación de la comunidad que se encuentra entre las subcuencas geofísicas de captación pluvial del río Pensativo y del lago de Amatitlán, en los que existen puntos que se han convertido en tiraderos de basura y evacuación de las aguas servidas sin ningún tratamiento.

1.9.5 Alumbrado público

En lo relativo a la cobertura de la red de alumbrado público a principios del año 2,004 se tenía una deficiencia detectada del 25%, que se ha ido solucionando gradualmente por las autoridades locales. Respecto al servicio domiciliario es del 100%.

1.9.6 Tipología de la vivienda

Las características de la vivienda en el municipio de Magdalena Milpas Altas, se puede considerar como óptimo en referencia a la utilización de materiales modernos de construcción, existen pocas casas construidas con adobe, casi la mayoría fueron derribadas en el terremoto de 1,976, para dar surgimiento a las casas construidas de madera con techo de duralita, de las cuales solo existen un 20%. En los últimos años se ha implementado la construcción con bloque de pómez, acero de refuerzo y concreto en los componentes estructurales, habiendo un 15% con techo de losa tradicional (dentro de los cuales existe el 10% de viviendas con segundo nivel) y el 65% de viviendas con techo de lamina zinc, no habiendo viviendas, con techo de pajón u otros similares.

1.10 Aspecto de recursos naturales y medio ambiente

En el entorno forestal cuenta el municipio con áreas boscosas de gran magnitud que se compone del astillero municipal en los cuales existen una gran variedad de especies de árboles, así como diversidad de aves las cuales tienen sus hábitat en la fauna silvestre, sin embargo, en los últimos años ha existido un incremento en los índices de deforestación, por el uso de leña para el consumo domestico, lo que ha tenido como consecuencia el surgimiento de zonas propensas a la erosión hídrica, e incremento de la temperatura ambiental, esto reduce en gran manera las condiciones adecuadas para la vida silvestre de la región, y el decremento en las fuentes naturales, y limita la recarga hídrica del manto acuífero.

1.11 Servicios públicos

En el municipio de Magdalena Milpas Altas, se cuenta con los servicios públicos siguientes: rastro municipal, oficina de correos, cementerio, telefonía celular móvil y alámbrica, biblioteca municipal, servicio de Internet en academia privadas, oficina del Organismo Judicial, subestación de Policía Nacional Civil, estadio municipal de football, etc.

2. FASE DE SERVICIOS TÉCNICO PROFESIONALES

2.1 Fuentes de agua

Son las aguas superficiales (ríos, lagos, riachuelos, lagunas) y subterráneas (manantiales, pozos) que por su permanencia, volumen y características pueden ser aprovechadas por el ser humano. Algunos de estos tipos de fuentes (manantiales y corrientes subterráneas), aun pueden ser localizados dentro del perímetro de la jurisdicción municipal a la cual la comunidad pertenece. Como escribió Fuentes y Guzmán en su Recordación Florida: “Los pueblos que llaman las Milpas Altas, gozan de buenos pastos para mantener las cabalgaduras de su trajín y beben ligeras aguas que les ofrecen abundantes arroyos”. Por lo anterior, Magdalena era un lugar donde los habitantes gozaban de abundante corrientes de agua que bajaban de los cerros, Las Minas, Monterrico y Carmona, sin embargo, en la actualidad, las vertientes naturales que abastecen a la cabecera municipal son de muy baja producción, como se observa en el cuadro No. 3.

2.1.1 Manantial “Chijucú”

Esta vertiente natural proviene del cono volcánico de Monterrico, provee un caudal de 24.35 GPM y recorre 900.00 mts., no cuenta con tanque de almacenamiento y entra directamente a la red de distribución domiciliar, abasteciendo de agua a las colonias; El Membrillal, Vista Hermosa, Villa Juárez y parte de la zona 5 incluyendo la escuela “Urbana Mixta Hunapú”. En su infraestructura cuenta con captación de vertiente, caja reunidora de caudal y línea de distribución. El sistema es muy antiguo y se conduce por tubería de 3” con tramos de HG, PVC Y ASBESTO CEMENTO (Ver Plano Planta de tuberías Actuales 3/20).

2.1.2 Manantial “Chimachoy”

Este manantial esta identificado como vertiente natural y proviene del cono volcánico “Las Minas” ubicado aproximadamente a 2,460 MSNM y alimenta el tanque “El Cipresal” con un caudal de 52.50 GPM., siendo uno de los manantiales de mayor producción de la zona. Cuenta con caja de captación y recorre aproximadamente 1,000 mts. de conducción en tubería de 3 ” de PVC. (Ver plano planta de tuberías actuales 4/20).

2.1.3 Manantial “Panul”

Esta identificado como vertiente natural y proviene del cono volcánico “El Carmen” ubicado aproximadamente a 2,460 MSNM y alimenta al tanque el cipresal con de 4.98 GPM. (Ver plano de planta de tuberías actuales 4/20). Cuenta con caja de captación y recorre aproximadamente 1,900 Mts de conducción en tubería de 1 ¼” de PVC

2.1.4 Manantial “Pulíque y la Virgen”

Identificado como vertiente Natural que proviene del cono volcánico “El Carmen” ubicado aproximadamente a 2,430 MSNM con un caudal de 10.10 GPM e ingresa directamente a una parte de la red de distribución de la zona 2. Cuenta con caja de captación y recorre aproximadamente 1,300 Mts de conducción en tubería de 1 ¼” de PVC. (ver plano de planta de tuberías actuales 4/20)

2.1.5 Manantial “Chimascal”

Identificado como vertiente natural que proviene del cono volcánico “El Cucurucho” ubicado aproximadamente a 2,116 MSNM., con un caudal de 4.50 GPM., alimenta directamente a la pila de lavado comunal ubicada en la cuarta avenida y primera calle zona 4 de la cabecera municipal.

Cuenta con captación, caja reunidora de caudales y recorre aproximadamente 1,700 Mts de conducción en tubería de 3” de PVC y HG. (ver plano de planta de tuberías actuales 4/20).

2.1.6 Pozo mecánico “Casa Alianza”

La producción de este pozo mecánico es el de mayor capacidad y es el que abastece en gran parte a la cabecera municipal, con 75.55 GPM, teniendo 13 años de funcionamiento, con una profundidad de 492 pies. El caudal es bombeado al tanque ubicado en el “Barrio La Cruz”, rebombeado al tanque “El Cipresal” con un caudal de 86.95 GPM. La línea de conducción esta provista de 1,400 mts de longitud en tubo de 4” PVC 250 psi.

2.1.7 Pozo mecánico “Estadio Municipal”

La producción de este pozo es de 34.55 GPM, con una profundidad de 500 pies, con 6 años de funcionamiento, su caudal es bombeado hacia “El Tanque Central” ubicado en la zona 2. La línea de conducción esta provista de 300 mts de longitud en tubo de 3” PVC 160 psi.

2.2 Almacenamiento y distribución

En lo que se refiere a la capacidad física de almacenamiento y distribución se cuenta actualmente con tres tanques, el primero esta ubicado en “El Cipresal” con una capacidad de 900 m³ y que distribuye las zonas 1, 3, 4, y 5 de la cabecera municipal (ver plano planta de tuberías de abastecimiento actual 3/20 y 4/20). El segundo tanque tiene una capacidad de almacenamiento de 150 m³., el cual esta ubicado dentro del casco urbano en la esquina de la 4ta. Av. “A” y 7ma calle de la zona 1, llamado “Tanque La Cruz”, su cobertura de abastecimiento domiciliar es parte de las zonas 1, 2 y 3. El tercer tanque esta ubicado también dentro del casco urbano, frente a la municipalidad y tiene una capacidad de 165 m³ y su cobertura de abastecimiento domiciliar son partes de las zonas 3, 4 y 5.

2.3 Aforos de fuentes de agua

Con la colaboración de personal de fontanería de la municipalidad, se aforaron, las vertientes naturales y pozos mecánicos, realizando la medición en los meses de abril y septiembre, tomando como base el dato mas bajo. El promedio en la producción de las vertientes naturales es de 6.08 lts./seg., que es equivalente 96.43 gal./min., y la producción de los pozos mecánicos es igual a 6.95 lts./seg., que equivale a 110.05 gal./min., lo que en porcentajes se tiene lo siguiente;

Caudal en manantiales 46.70 %

Caudal en pozos mecánicos 53.30 %

De lo anterior se deduce que la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, depende en mayor porcentaje de la producción de los pozos mecánicos, lo que encarece el servicio, ya que los costos son altos debido al consumo de energía eléctrica.

Tabla III. Aforos realizados año 2,003

No.	NOMBRE DE LA FUENTE	Produccion GPM	Produccion lts/seg
1	MANANTIAL "CHIMACHOY"	52.50	3.31
2	MANANTIAL "CHIJUCU"	24.35	1.54
3	MANANTIAL "CHIMASCAL"	4.50	0.28
4	MANANTIAL "PANÚL"	4.98	0.31
5	MANANTIAL "PULIQUE Y LA VIRGEN"	10.10	0.64
6	POZO MECANICO "CASA ALIANZA"	75.55	4.77
7	POZO MECANICO "ESTADIO MUNICIPAL"	34.50	2.18
	TOTAL	206.48	13.03

FUENTE: Elaboración propia

2.4 Estudio de la calidad del agua

El estudio del agua se hace con la finalidad de conocer su calidad, es decir, establecer la potabilidad y grado de pureza, para poder determinar el tratamiento a seguir. La calidad se determina en base a los siguientes factores:

2.4.1 Examen físico

Los factores físicos a considerar respecto al agua son la temperatura, turbidez, color, olor y sabor, algunas son evaluadas directamente por los sentidos humanos, ejemplo; el color y la turbidez por la vista, el sabor por el sentido del gusto, el olor por el olfato, la temperatura se puede determinar a través del sentido del tacto y que específicamente se determina en laboratorio con aparatos de medición.

En el caso del agua de consumo, de la cabecera municipal, las características físicas que presenta, son aceptables a los sentidos y no se muestra rechazo por los consumidores.

2.4.2 Examen químico

Por lo regular un examen químico es utilizado para determinar los porcentajes de los componentes químicos presentes en el agua bruta, estos son cuantificados y evaluados en laboratorio ya sea para consumo humano o producción, incluyen en su determinación la dureza, ph, hierro, magnesio, manganeso, amoníaco, fluoruros, nitratos, nitritos, sulfatos, fósforo, potasio, calcio, boro, cobre, zinc, sodio, carbonatos y bicarbonatos y otros sólidos en suspensión.

2.4.3 Examen bacteriológico

El objeto de realizar este examen es para determinar la cantidad de NMP (bacterias presentes en el agua). Las pruebas Bacteriológicas de las muestras de agua deben de realizarse en condiciones controladas de obtención y transporte para asegurar la confiabilidad de los resultados.

Existen dos tipos de exámenes bacteriológicos, uno que se realiza a través de la detección de gas debido a la fermentación de la lactosa y el otro a través de ensayos de membranas.

El primero se realiza con muestras normalizadas de 10 cm³ de agua, según la norma COGUANOR NGO 29001 y determina que el agua es potable si contiene menos de 3 bacterias patógenas por 100 cm.³

2.4.4 Análisis de laboratorio de las fuentes de manantial “Chijucú” y pozo mecánico “Casa Alianza”

Para medir el grado de potabilidad del agua de abastecimiento domiciliario, se tomaron muestras a las fuentes del manantial “Chijucú” y del pozo mecánico “Casa Alianza”, las que bacteriológicamente no cumplen con la norma COGUANOR (NGO 29001) para análisis microbiológico, ya que se detectó la presencia de coliformes fecales y bacterias E. Coli por lo que se recomienda establecer el método y dosificación adecuada de potabilización para el consumo humano (ver resultados de laboratorio en apéndice 2).

En lo referente a la composición de minerales los análisis efectuados muestran que son aceptables para el consumo humano, pero no así para la agricultura, en relación a su utilización para la aplicación de pesticidas, por su alto grado de alcalinidad, en este caso se recomienda aplicar un aditivo ácido.

Las demás vertientes se desconocen su potabilidad, pero la municipalidad ha establecido métodos de potabilización para su consumo.

2.4.5 Método de desinfección utilizado en la comunidad

El método utilizado para la desinfección del agua para el consumo de la comunidad, es uno de los más eficientes, ya que es a través del sistema inyectado, el cual consiste en diluir en forma de gas el cloro a la línea de conducción, para que al caer el caudal al tanque de distribución se encuentre impregnada de gas cloro y pueda mezclarse de manera homogénea, evitando una mala dosificación y sedimentación de residuos. Aunque no todas las fuentes existentes cuentan con este método de cloración, lo que ha obligado a las autoridades a tecnificar el método de cloración.

2.5 Análisis del servicio e infraestructura hidráulica

2.5.1 Sistema hidráulico existente

En la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, la infraestructura hidráulica tiene sus primeros registros desde el 18 de febrero del año 1,893, según el diccionario geográfico del IGN, sin embargo de acuerdo con los libros de tesorería municipal, el primer servicio de agua domiciliar data del año de 1955 y se incrementa a partir del año de 1979, con la intervención por primera vez de instituciones como la del INFOM y que se fue ampliando en su cobertura conforme al crecimiento poblacional.

Sin embargo han pasado los años y el sistema ha ido sufriendo modificaciones en su diseño original, consecuencia del tiempo de servicio que ya rebasa los treinta años(en algunos tramos), por lo que el periodo de diseño ha claudicado, y el incremento poblacional en los últimos años ha sido acelerado, obligando ha realizar cambios y ampliaciones en diferentes sectores sin ninguna base técnica, lo que ha producido un sistema de distribución indefinido, con los siguientes problemas: tramos demasiado profundos, provocado por rellenos de calles, reparaciones con accesorios PVC para drenaje, colocación de tubería nueva sin la resistencia adecuada, combinación de tramos nuevo con antiguos, infiltraciones no determinadas, conexiones ilícitas, y fugas por malas conexiones domiciliarias e imposibilidad de parte de las autoridades para controlar el consumo diario en los servicios domiciliarios, por falta de un sistema de medición a través de contadores.

Para complementar el análisis de la infraestructura hidráulica existente, se realizó una investigación profunda de los componentes técnicos, que influyen en un sistema de distribución, considerando los mas importantes como por

ejemplo; la cantidad de habitantes a servir, el caudal total de las fuentes y finalmente la dotación establecidas para las poblaciones rurales, los que aplicados a cálculos ingenieriles se obtuvo como resultado un caudal necesario para abastecer a la población actual de 12.50 lts/seg., lo que significa que el caudal existente si puede cubrir la demanda de consumo actual, pero no así la futura por lo que será necesario la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento.

2.5.2 Consideraciones de fuentes nuevas

Aunque el municipio de Magdalena Milpas Altas, cuenta aun con recursos forestales de grandes extensiones, no existen vertientes naturales de gran producción que justifiquen su captación y conducción ya que la mayoría de riachuelos que se forman en las cuencas laterales a la cabecera, solo se ven en época de lluvias y desaparecen en época seca. Parece ser que la única solución a corto plazo viable para obtener el volumen de agua necesario para abastecer a la población actual y futura, es a través de la perforación de pozos mecánicos, sin embargo según investigaciones realizadas por esta unidad (en bitácoras de perforaciones), existen fracasos de perforaciones realizadas en el pasado en diferentes puntos del área por sectores privados y autoridades municipales, obteniendo resultados desfavorables, los cuales indican que el municipio esta situado en una área geológicamente difícil de obtener acertadas producciones en los puntos perforados, esto se debe a los siguientes razones; 1) la cabecera municipal esta situada en una de las partes mas altas del departamento de Sacatepéquez, esto provoca que la recarga del manto acuífero fluya hacia las partes bajas, haciendo difícil la detección de las corrientes subterráneas. 2) Las formaciones de los estratos de la corteza terrestre en profundidades factibles para la perforación son permeables, donde la reserva hídrica se filtra. 3) Geológicamente la cabecera municipal esta

situada en un área de grandes fallas, es decir de cavernas de gran magnitud formadas en la corteza terrestre.

2.5.3 Alternativas de solución para el recurso hídrico, superficial y subterráneo

Para solucionar el problema no bastará concentrarse únicamente en la búsqueda del vital líquido, será necesario realizar campañas de concientización hacia la comunidad, sobre el uso y manejo de los recursos forestales, para evitar que las fuentes naturales y subterráneas existentes disminuyan. Por lo que es necesario un plan integral que incluya lagunas de infiltración (proyecto sugerido para las autoridades locales) en áreas de corrientes pluviales es decir en partes altas y superficies boscosas, para evitar la escorrentía pluvial y alimentar de esta manera la recarga hídrica que asegure el caudal de consumo humano de las generaciones futuras de la comunidad.

2.5.4 Alternativa de solución para la infraestructura hidráulica

Se busca implementar un diseño, que de parámetros de soluciones a las necesidades actuales, con visión futurista, diseñada para funcionar en condiciones adversas (previniendo la escasez). Por lo que se considera realizar el cambio total de la red existente (para evitar desperfectos). El nuevo diseño, sugiere la partición de la red en siete sectores aprovechando la ubicación de los tanques de almacenamiento, las viviendas y la topografía del terreno, en el que cada sector funcionara individualmente con circuitos internos (donde así sea necesario), aunque por el urbanismo de la cabecera, habrán sectores que funcionaran combinados, es decir redes cerradas y abiertas.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, PARA LA CABECERA MUNICIPAL, MAGDALENA MILPAS ALTAS

3.1 Trabajos y cálculo topográficos

En el trabajo topográfico se describirá y delinearé detalladamente la superficie de la cabecera municipal con sus particularidades propias de una comunidad, para la obtención de datos extraídos de la realidad superficial, aplicando como lo mandan las normas, un levantamiento topográfico de primer nivel, utilizando los instrumentos indispensables en los que se incluyen un teodolito, un estadal y un plomo de punta, como mínimo, para la realización de la planimetría y la altimetría. Previo a la realización de estas actividades fue necesario realizar una inspección ocular con el objeto de formarse un amplio criterio de la magnitud del trabajo y los procedimientos a seguir, considerando los elementos que serán necesarios aplicar en el diseño hidráulico y que ayudaran en forma correcta a optimizar las operaciones en el trabajo de campo.

3.1.1 Planimetría

Este trabajo consistió básicamente en el levantamiento general del casco urbano, partiendo del tanque "El Cipresal", por ser este punto el inicio del sistema de distribución de la cabecera municipal. Para el recorrido fue imprescindible seguir las líneas de tubería de distribución existentes en las vías de acceso y en algunos casos por los derechos de pasos de la tubería. Dentro del casco urbano se consideraron todos los puntos de servicio importantes estableciendo polígonos formados por calles y avenidas de la cabecera municipal. Debido a la ubicación de algunas viviendas y colonias nuevas, fue necesario hacer el levantamiento topográfico, para proyectar el crecimiento

poblacional, lo que permitió extender el estudio hacia el perímetro de la cabecera municipal.

El método utilizado para el levantamiento topográfico fue el de “Conservación del Azimut”, por ser el de mayores ventajas que otros, ya que permite realizar menos movimientos y se obtiene el azimut de cada línea directamente, esto permite realizar en forma mas fácil y rápida el trabajo de campo.

El procedimiento de campo para el método de conservación del azimut, es el siguiente:

1. Centrar y nivelar en la E-0
2. Con el movimiento general libre y el movimiento del azimutal fijo y con lectura $00^{\circ}00'00''$, orientar hacia el norte.
3. Después de orientarlo, fijar el movimiento general y liberar el azimutal, visar la E-1 para obtener el valor del azimut
4. Anotar en la libreta de campo las lecturas de ángulo horizontal y vertical, hilo medio, hilo superior, hilo inferior, altura del aparato y observaciones.
5. Dejar el movimiento general libre y el movimiento del azimut fijo conservando el azimut medido, trasladarse a la siguiente estación en este caso a la E-1.
6. Centrar y nivelar en la E-1.
7. Con el movimiento general libre y el movimiento del azimut fijo, manteniendo el valor del azimut medido en el paso anterior, dar vuelta de campana y visar la E-0 con el lente invertido (para alinear hilo), después fijar el movimiento general.
8. Nuevamente dar vuelta de campana, liberando el movimiento del azimut, visar la siguiente estación, anotando el valor del azimut obtenido de la siguiente línea.

9. Con el valor del azimut obtenido, fijar el movimiento del azimut y liberar el movimiento general para trasladarse a la siguiente estación, anotando en la libreta topográfica la lectura de los hilos, azimut, ángulo vertical, altura del aparato etc.
10. Repetir los pasos del No.5 al No.10 hasta terminar.

Tabla IV. Esquema de libreta topográfica

LIBRETA TOPOGRÁFICA CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS									
EST.	P.O.	Dist.	AZIMUT	Hs	Hm	HI	Hi	??	COTA
0	NORTE	0.00	00° 00' 00"	0.000	0.000	0.000	1.446	00° 00' 00"	1000.00
0	R1	10.28	TANQUE DE ALMACENAMIENTO " EL CIPRESAL "						
0	1	63.10	247° 50' 40'	1.731	1.405	1.079	1.446	100° 20' 51"	988.52
1	2	33.00	265° 31' 35"	1.472	1.300	1.128	1.355	101° 41' 35"	981.75

Nomenclatura utilizada.

EST. = Estación

P.O. = Punto Observado

No se efectuó medidas con cinta métrica en campo, por lo tanto, para el cálculo de distancias entre dos puntos observados, se utilizó la formula:

$$Dist. = 100 \sqrt{Hs^2 + Hi^2} \cdot \sin \alpha$$

donde:

Dist. = Distancia

HS = Hilo Superior

HM = Hilo Medio

Hi = Hilo Inferior

?? = Ángulo vertical

100 = Constante

Ejemplo:

Calcular la distancia de la E-0 a la E-1

$$Dist.E-0 a E-1 = 100(1.731 - 1.079) \cdot \sin 100^\circ 20' 51''$$

$$Dist.E-0 a E-1 = (65.20) \cdot 0.9677 = 63.10$$

(ver resultado en el cuadro No.4)

3.1.2 Altimetría

El procedimiento altimétrico tiene por objeto determinar las elevaciones de los puntos observados que es de vital importancia para el cálculo hidráulico dentro del diseño. La altimetría al igual que la planimetría tiene su origen en el tanque “El Cipresal”, por ser la cota más alta y el inicio del sistema de distribución de la cabecera municipal. El trabajo fue realizado en forma general es decir sin sectorizar lo que produjo un banco de datos dependientes de una sola cota, incluyendo el levantamiento de la línea de conducción del manantial “Chimascal”, por existir dudas en el aprovechamiento del caudal, no siendo así con la línea de conducción de “Chijucú” por encontrar dificultades en el derecho de paso, sin embargo la continuidad de el levantamiento general finaliza donde se planificó un tanque de almacenamiento para dicha conducción. En el diseño, se deberá considerar las cotas que determinen la ubicación de los tanques, para realizar las divisiones de los sectores correspondientes. La libreta topográfica y la planta de cotas se presentan en los apéndices 1 y 3.

Para el levantamiento altimétrico se utilizó el siguiente equipo:

1. Teodolito Wild T-1
2. Plomada de una 1 libra
1. Estadal

1. Martillo de bola

1. Machete

El procedimiento empleado en el desarrollo del trabajo fue el de la nivelación simple.

Nomenclatura empleada

?? = Ángulo vertical

HI = Altura de Instrumento

Hs = Hilo superior

Hm = Hilo medio

Hi = Hilo inferior

Hi = Altura del instrumento en la estación

EST = Estación

P.O. = Punto Observado

Dist. = Longitud que existe entre dos puntos

Cota = Altura o elevación en la que se encuentra un punto.

Para el cálculo de las cotas se utilizó la formula siguiente:

$$Cota = Cota anterior + Hi - \frac{Dist.}{Tan \alpha} - Hm$$

Ejemplo:

Cálculo de la cota E-1

$$CotaE = 1000 m + 1.446 m - \frac{66.10m}{Tan 100^{\circ}20'51''} - 1.405 m$$

$$CotaE = 1000m + 1.446m - 11.52m - 1.405m$$

$$CotaE = 1000m + 1.446m - 12.93m$$

$$CotaE = 988.52m \quad (\text{ver resultado en cuadro No.4})$$

La altimetría se efectuó calculándose las diferentes alturas a partir de un banco de marca con cota inicial 1,000 metros, representados en planta de cotas.

3.2 Componentes para el diseño hidráulico

Para el cálculo hidráulico se consideran como bases de diseño los siguientes factores: período de diseño, dotación, población actual y futura, factor de hora máxima y otros, los que se mencionarán en su orden respectivo.

3.2.1 Período de diseño

Se entiende como período de diseño, el tiempo durante el cual el proyecto deberá funcionar en óptimas condiciones, y dependerá de la población a servir, estimada en cierto periodo de tiempo, en este caso a 20 años y considerando como base la vida útil de los materiales a utilizar. Se considera que para poblaciones pequeñas el período de diseño también será reducido mientras que para poblaciones grandes el período de diseño se incrementa. No se debe de confundir el período de diseño con el tiempo de vida útil de las instalaciones y equipo, son periodos distintos. En este caso, un sistema de distribución hidráulico que fue diseñado, para abastecer en optimas condiciones a cierto núcleo poblacional a un futuro de 10 años, pudo haber concluido su período para el cual fue diseñado, pero esto no quiere decir que los materiales y equipo que lo constituyan ya no sirvan. Según recomendaciones de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR, el período de diseño debe ser de 20 años, el cual se adopta para el presente diseño.

3.2.2 Cálculo poblacional

El número de habitantes de una comunidad varía en relación al incremento vegetativo y no vegetativo por periodo de tiempo, por lo regular se mide cada año. El incremento vegetativo es aquel que es producido por la propia comunidad es decir por los nacimientos que ocurren cada año, mientras que el incremento no vegetativo es aquel en donde la población es incrementada por la emigración, es decir por las personas que se trasladan a vivir de una comunidad a otra.

3.2.2.1 Modelo incremento aritmético

Este procedimiento consiste en agregar a la población actual un número fijo de habitantes para cada período futuro, y el proceso es el siguiente:

$$P_f = P_2 + \frac{P_2 - P_1}{T_2 - T_1} (T - T_1)$$

Donde:

P_f = Población futura deseada a la fecha T .

P_2 = Población del último censo.

P_1 = Población del censo anterior.

T = Fecha a la que se desea la población futura.

T_1 = Fecha del censo anterior.

T_2 = Fecha del último censo.

3.2.2.2 Modelo Geométrico

Este método es el más recomendado para el diseño, debido a que es un modelo matemático más apegado a la realidad de las comunidades.

El cálculo de la población al final del período de diseño por el método geométrico es directo.

Formula a utilizar:

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

Descripción de las variables:

Pf = Población futura al final del período de diseño

Po = Población al inicio del período de diseño

r = Tasa de incremento de la población anual

1 = constante

n = Período de diseño en años.

3.2.2.3 Tasa de crecimiento poblacional

La tasa de crecimiento del municipio de Magdalena Milpas Altas, del 2,003 al 2,004 fue de 2.46% según la última estadística proporcionada por el INE. Sin embargo se hará una aproximación al 3.00%, debido a que la cabecera municipal está ubicada cerca de la capital, por lo que la emigración es alta.

3.2.2.4 Poblacional al final del período de diseño

Para el cálculo de la población futura dentro del período de diseño del sistema de distribución de agua potable de la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, se adoptó el método del modelo geométrico, entonces;

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

Datos:

Pf =

Po = 5,352 habitantes (según censo efectuado por esta unidad de EPS marzo del 2003)

$r = 3.00\%$

$n = 20$ años

Para efectuar el cálculo sustituimos valores en la fórmula

$$Pf = 5,352 \text{ hab} \cdot \frac{1}{1 + 0.03}^{20}$$

$Pf = 9667$ habitantes (siendo este dato nuestra población para el diseño).

3.2.3 Dotación

Se entiende por dotación a la cantidad de agua que se le suministra a una persona por unidad de tiempo usualmente esta dotación se determina en litros/habitante/día. Los factores que influyen en la dotación son: el clima, el nivel de vida, la actividad productiva, la capacidad de abastecimiento, la existencia de alcantarillado, contadores domiciliarios, los costos del servicio, la calidad del agua, presiones de la red y la capacidad financiera de la municipalidad.

3.2.3.1 Parámetros de dotación según especificaciones técnicas de la Dirección General de Obras Públicas

La Dirección General de Obras Públicas, determina los siguientes parámetros en base a la categoría de la población y determina el valor de la dotación de la siguiente manera:

Poblaciones rurales de 60 a 100 lts/hab/día

Poblaciones urbanas de 100 a 250 lts/hab/día

En el caso de Magdalena Milpas Altas, se considera como una población urbana por lo que quedaría asignada dentro del valor de 100 a 250 lts/hab/día.

3.2.3.2 Cuadro de dotación para Normas de Urbanismo según Jan Bazant

Según el urbanista Jan Bazant la dotación está en función del Clima y del número de habitantes, Según estos parámetros la dotación correspondiente para la cabecera municipal, es de 125 lts/hab/día ya que su clima es templado. Los valores se presentan en la tabla siguiente:

TABLA V. Tabla de Jan Bazant

Dotación en función de la población y el Clima (Lts/Habitante-día)			
Poblacion(No. De Habitantes)	Clima Calido	Clima Templado	Clima Frio
2,500 a 15,000	150	125	100
15,000 a 30,000	200	150	125
30,000 a 70,000	250	200	175
70,000 a 150,000	300	250	200
150,000 a mas habitantes	350	300	250

Fuente: Bazant, Jan Manuel criterios de diseño urbano

3.2.3.3 Dotación teórica mensual asignada por la municipalidad

Debido a la escasez del vital líquido, actualmente la municipalidad ha establecido un volumen máximo de 15,000 litros, para un canon de agua, que es el equivalente a $\frac{1}{4}$ de paja por servicio domiciliario mensual, lo que determina una dotación de 84 lts/hab./día. Aunque este volumen asignado no se cumple, ya que el gasto de consumo en las viviendas es mayor, razón que se explicará en los siguientes incisos.

3.2.3.4 Dotación experimental

Con la finalidad de obtener un valor de la dotación mas apegado al consumo de la población, se realizó un análisis de la dotación familiar durante 8 días, donde se muestrearon varias viviendas, en las que se obtuvo un volumen almacenado promedio de 675 lts/viv/día., considerado un promedio de 6 habitantes por vivienda, se obtiene una dotación de 113 lts/hab./día.

3.2.3.5 Determinación de la dotación final

De los cálculos que se determinaron con anterioridad deducimos que:

1. Dirección General de Obras Públicas tiene el rango de 100 lts/hab/día a 250 lts/hab/día
2. Normas de Urbanismo 125 lts/día
3. Cálculo preliminar de dotación = 113 lts/día

Para definir la dotación final es necesario considerar los estándares de vida de la población, por lo que a continuación se presenta la cantidad promedio de consumo por actividad vivienda día.

Preparación de comida	25 lts/día
Lavado de cocina	35 lts/día
Lavado de ropa	260 lts/día
Aseo personal	150 lts/día
Limpieza de casa	25 lts/día
Servicio sanitario	<u>205 lts/día</u>
Sumatoria total	690 lts/día

Tomando en cuenta que en la cabecera municipal se tiene un promedio de seis habitantes por familia, por lo que la dotación es:

$$\text{Dotación} = \frac{690.00\text{ lts} / \text{viv} / \text{día}}{6.00\text{ hab} / \text{viv}}$$

$$\text{Dotación} = 115.00\text{ lts} / \text{hab} / \text{día}$$

A esta dotación hay que adicionarle el consumo para crianza de animales y fumigación agrícola ya que el 60% de la población se dedica a esta actividad, como medio de sustento familiar, los cuales trasladan el agua de sus viviendas hacia sus cultivos. Por lo antes expuesto el diseñador adopta una dotación final de 120 lts/hab/día.

3.2.4 Caudal medio diario (Qm)

El caudal medio se define como la cantidad de agua consumida por la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el período de un año. Cuando no se tiene registros de consumos diarios, para calcular dicho promedio, se puede calcular el caudal medio diario como el resultado de multiplicar la dotación por el número de habitantes proyectados hasta el final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{\text{Dot.} \cdot \text{Pf}}{86,400}$$

3.2.4.1 Factor de Hora Máxima (FHM)

Para calcular el caudal de diseño, se multiplica el caudal medio por el factor hora máxima ya que los consumos de agua nunca serán uniformes durante

todo el día, las horas de mayores consumos son conocidas como “hora máxima” y el número de veces que se incrementa el caudal medio, para satisfacer esta demanda se conoce como “factor de hora máxima”, usualmente estos valores son 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, en resumen el factor de hora máxima se define como el número de veces en que se incrementa el caudal medio.

El valor del factor de hora máxima varía con la densidad de población y depende de la condición económica de la misma, además de saber que el factor de hora máxima es inversamente proporcional al tamaño de la población, esto quiere decir que a mayor población el valor del factor hora máxima disminuye y a menor población se incrementa.

Para poblaciones menores de 1,000 habitantes se tomará un factor alto y en poblaciones mayores de 1,000 habitantes se tomará un factor bajo, una de las razones se debe a que en comunidades pequeñas, las actividades de la población son realizadas por lo regular a la misma hora, provocando que la demanda de agua se incremente, necesitando un factor mayor. Para el presente trabajo se tomó la decisión de asignar un valor de 2 debido a las características de la población y su comportamiento de crecimiento.

3.2.4.2 Caudal de diseño (Qd)

El caudal medio diario multiplicado por el factor anterior nos servirá para obtener el caudal de diseño de cada punto de consumo, de la red de distribución.

Es decir:

$$Qd = FHM \cdot Qm$$

$$Qd = 2.00 \cdot Qm$$

3.2.4.3 Caudal de uso instantáneo (Qi)

El caudal instantáneo se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal esta dado por la ecuación:

$$Q_i = k \sqrt{N + 1}$$

Donde:

Qi = es el caudal de uso simultáneo, no menor de 0.20 lts/seg.

K = constante = 0.15 < 55 viviendas

= 0.20 > 55 viviendas

N = número de viviendas estimado para el final del período de diseño.

3.2.5 Distribución de caudales

Debido a las condiciones topográficas de Magdalena Milpas Altas, se considera pertinente la distribución de agua por medio de siete redes, tres sectores que funcionarán individualmente para las viviendas que estén ubicadas en la parte alta, y tres sectores individuales para las viviendas que estén ubicadas en la parte baja.

Al estar trazada la red tentativamente, se localizarán los puntos de consumo, estos deben estar al inicio o al final de cada tramo dependiendo la dirección que se le de al flujo.

Para obtener el valor de cada punto de consumo (ver cálculo de caudales en las tablas siguientes), se determina primero, el número de viviendas comprendidas en el tramo de dicho punto (ver plano de densidad de población,

apéndice “3”), y el número de edificios públicos, religiosos y otros que ameriten asignación de dotación.

Se establece una relación entre la cantidad total de pobladores y el número total de viviendas actuales, para determinar el número de habitantes por vivienda, dando un resultado de 6 personas / vivienda promedio, con este dato y el número de viviendas existentes en el tramo, se calcula el número de habitantes por tramo. Posteriormente se define la población futura, empleando el método de crecimiento geométrico con la tasa definida anteriormente (3.00%), finalmente el caudal de consumo futuro, definido por el producto de la población futura y la dotación de 120 lts/hab/día, dividido 86,400.

Para determinar el valor final del caudal de consumo del tramo, se calcula el caudal instantáneo, con el número de viviendas futuras, y se compara con el valor del caudal futuro calculado anteriormente, tomando como dato de diseño el mayor de los dos.

El caudal total de cada uno de los puntos de consumo, de cada red, se reflejaran en el inicio de la distribución, es decir en la salida de cada tanque de almacenamiento.

3.2.6 Determinación de consumos finales

Para describir las cantidades obtenidas de los cálculos hidráulicos realizados, se definen tablas, con los siguientes datos y procedimiento inscritos en cada columna en orden de izquierda a derecha:

Primera columna: se identifica el tramo conforme a las estaciones utilizadas en el levantamiento topográfico.

Segunda columna: indica el número de viviendas actuales.

Tercera columna: define el número de viviendas futuras.

Cuarta columna: se determina la dotación adoptada para cada consumo según el tipo de servicio que se prestará en el tramo.

Quinta columna: se describe los datos obtenidos para el caudal medio.

Sexta columna: factor de hora máxima (F.H.M.)

Séptima columna: caudal de diseño futuro.

Octava columna: caudales instantáneos (donde es posible aplicar), obtenido por el número de viviendas del tramo.

Novena columna: caudal acumulado de cada tramo

Décima columna: sumatoria total de los caudales de los tramos a trabajar, siendo este, el caudal de diseño final del tramo.

A continuación se presenta, en las siguientes tablas, las cantidades calculadas de los caudales de diseño, seguidas por las figuras de diagramas de gastos de los puntos de cada circuito, definiendo las cantidades establecidas en las tablas de caudales.

Tabla VI. Cálculo de caudales red No.1

DE EST.	Viv.	Viv	Dot.	Qm. Fut.		Qdis.Fut	Qi	Q. real Acum.	Q.diseño
A EST.	Act.	Fut.	l/h /d	l/s	F.H.M.	l/s	l/s	l/s	tubería (l/s)
15.2 a 15	6	12	120	0,08	2	0,16	0,50	0,16	0,50
14-15	4	8	120	0,05	2	0,10	0,40	0,10	0,40
14.3-14	19	36	120	0,23	2	0,45	0,89	0,55	0,89
14.3-15.2	4	8	120	0,05	2	0,10	0,40	0,26	0,40
14.6-14.3	5	10	120	0,06	2	0,13	0,15	0,94	0,94
0-14.6	Tramo sin servicios domiciliarios							0,94	0,94

Tabla VII. Cálculo de caudales red No.2

TRAMO	Viv.	Viv.	Dot.	Qm. Fut.	F.H.M.	Qdis.Fut	Qi	Q. real Acum.	Q.diseño
	Act.	Fut.	l /h /d	l/s		l/s	l/s	l/s	tubería (l/s)
75-77	8	15	120	0,094	2	0,19	0,56	0,19	0,56
32.1-75	* Escuela de Párvulos"		15000	*0.173	2	0,35	"	0,54	0,54
35-77	29	54	120	0,34	2	0,68	0,79	0,68	0,79
33-35	3	6	120	0,04	2	0,08	0,34	0,08	0,34
32.1-33	2	4	120	0,025	2	0,05	0,26	0,05	0,26
32-32.1	Tramo sin servicios domiciliarios							0,59	0,59
29-33	3	6	120	*0.080	2	0,16	0,37	0,24	0,37
28-32	6	12	120	0,075	2	0,15	0,50	0,74	0,74
28-29	3	6	120	0,04	2	0,08	0,34	0,08	0,34
24-28	6	12	120	0,075	2	0,15	0,50	0,97	0,97
25-29	23	43	120	0,270	2	0,54	0,97	0,85	0,97
26-35	22	41	120	0,260	2	0,52	0,95	1,20	1,20
26-52	** Coop. Magdalena R.L.		3000	**0.070	2	0,13	0,34	0,13	0,34
25-26	4	8	120	0,050	2	0,10	0,40	0,10	0,40
24-25	6	12	120	0,080	2	0,16	0,40	0,16	0,40
21-25	18	34	120	0,210	2	0,43	0,62	1,38	1,38
22-26	33	62	120	0,290	2	0,78	1,56	2,11	2,11
13-22	14	26	120	0,160	2	0,33	0,75	3,92	3,92
22-21	4	8	120	0,050	2	0,10	0,40	1,48	1,48
21-20	9	17	120	0,110	2	0,21	0,42	0,21	0,42
20-24	11	21	120	0,130	2	0,26	0,67	1,39	1,39
15-20	8	15	120	0,090	2	0,19	0,40	1,58	1,58
13-15	6	11	120	0,075	2	0,15	0,47	1,73	1,73
44-43	3	6	120	0,0375	2	0,08	0,34	0,08	0,34
45.1-48.2	13	24	120	0,150	2	0,3	0,52	0,30	0,52
13-45.1	18	34	120	0,210	2	0,43	0,62	0,81	0,81
5 a 13	Tramo sin servicios domiciliarios							6,46	6,46
0-5	Tramo sin servicios domiciliarios							6,46	6,46

* Dotación en base al consumo escolar local.

** Dotación promedio de la institución, investigación propia.

Tabla de dotaciones a instituciones públicas y privadas

Institución	Dotación	Población	Dotacion
	lts.	a cubrir	Total (lts./día)
* Servicio escolar	20	750	15000
** Cooperativa Magdalena R.L.	3000	Global	3000

Tabla VIII. Cálculo de caudales red No.3

TRAMO	Viv.	Viv	Dot.	Qm. Fut.	F.H.M.	Qdis.Fut	Qi	Q. Real Acum.	Q. diseño
	Act.	Fut.	l /h /d	l/s		l/s	l/s	l/s	tubería (l/s)
73-75	Q.cierre de circuito.			0,175	2	0,35	-	0,350	0,350
31-73			30.000	0,347	2	0,69	-	1,04	1,04
31-31.2	15	28	120	0,175	2	0,35	0,77	0,77	0,77
32.1-75	Q.cierre de circuito.			0,175	2	0,35	-	0,35	0,35
32-32.1	Iglesia Cat.		6000	0,128	2	0,26	-	0,35	0,35
31-32	P.Sal. y Bibl.		3000	0,065	2	0,13	-	1,50	1,50
24-32	17	32	120	0,2	2	0,40	0,81	2,51	2,51
27-31	26	49	120	0,31	2	0,62	1,04	0,62	1,04
27-32.2	5	10	120	0,0625	2	0,13	0,45	0,13	0,45
23-27	9	17	120	0,11	2	0,22	0,60	0,97	0,97
23.6-23.6.3	4	8	120	0,05	2	0,10	0,40	0,10	0,40
23.2-23.11		**60	120	0,375	2	0,75	1,53	0,75	0,75
23-23.2	5	9	120	0,056	2	0,11	0,75	0,75	0,75
23-24	2	4	120	0,025	2	0,05	0,30	0,05	0,30
19-23	14	26	120	0,16	2	0,33	0,75	2,10	2,10
20-24	17	32	120	0,2	2	0,40	0,81	2,91	2,91
19-20	3	4	120	0,025	2	0,05	0,30	0,05	0,30
18-19	28	52	120	0,325	2	0,65	1,43	2,80	2,80
16-20	7	13	120	0,081	2	0,16	0,52	3,07	3,07
16-18	5	9	120	0,065	2	0,13	0,45	2,93	2,93
14-16	tramo final no se consideraron viviendas							6,00	6,00

* caudal de Sanitarios Públicos+ Muni. + Esc.2000+ Mantenimiento de Parque = 16,400 lts.

** Lotes disponibles para viviendas futuras.

Tabla de dotaciones a instituciones públicas y religiosas

Institución	Dotación	Población	Dotación Total
	lts.	a cubrir	lts.
Iglesia Católica	12	500	6000
Escuela 2000	20	450	9000
Sanitarios Públicos	30	150	4500
Puesto de Salud	10	200	2000
Biblioteca	20	50	1000
Mantenimiento Parque	1500	1	1500

Tabla IX. Cálculo de caudales red No.4

DE EST.	Viv.	Viv	Dot.	Qm. Fut.		Qdis.Fut	Qi	Q. Real Acum.	Q. diseño
A EST.	Act.	Fut.	l /h /d	l/s	F.H.M.	l/s	l/s	l/s	tubería (l/s)
98.6.1 - 98.6	7	13	120	0,081	2	0,16	0,52	0,16	0,52
89 - 98.6.1	7	13	120	0,081	2	0,16	0,4	0,32	0,4
89 - 88	2	4	120	0,025	2	0,05	0,26	0,05	0,26
84 - 89	19	36	120	0,225	2	0,45	0,89	0,82	0,89
84.1 - 84.2	13	25	120	0,156	2	0,32	0,73	0,32	0,73
84.1 - 84.1.1	8	15	120	0,094	2	0,19	0,56	0,19	0,56
84 - 84.1	7	13	120	0,081	2	0,16	0,52	0,67	0,67
84 - 83	4	8	120	0,050	2	0,1	0,4	0,1	0,4
78 - 84	9	17	120	0,106	2	0,21	0,6	1,8	1,8
78 - 79	12	27	120	0,169	2	0,34	0,7	0,34	0,7
77 - 78	9	17	120	0,106	2	0,21	0,6	2,35	2,35
98.3 - 98.6	8	15	120	0,09	2	0,19	0,56	0,19	0,56
98.3 - 98.3.1	8	15	120	0,09	2	0,19	0,56	0,19	0,56
98 - 98.3	3	5	120	0,03	2	0,06	0,26	0,44	0,44
98 - 96	3	5	120	0,03	2	0,06	0,26	0,06	0,26
93 - 98	9	17	120	0,11	2	0,21	0,6	0,71	0,71
88 - 93	9	17	120	0,11	2	0,21	0,6	0,92	0,92
83 - 88	8	15	120	0,09	2	0,19	0,56	1,11	1,11
77 - 83	11	21	120	0,13	2	0,26	0,67	1,37	1,37
76 - 77	2	4	120	0,03	2	0,05	0,26	3,77	3,77
92 - 96	7	13	120	0,08	2	0,16	0,52	0,16	0,52
92 - 93	3	6	120	0,04	2	0,08	0,34	0,08	0,34
87 - 92	10	19	120	0,12	2	0,24	0,64	0,48	0,64
87 - 88	2	4	120	0,03	2	0,05	0,26	0,05	0,26
82 - 87	11	21	120	0,13	2	0,26	0,67	0,79	0,79
82 - 83	5	9	120	0,06	2	0,12	0,45	0,12	0,12
76 - 82	4	8	120	0,05	2	0,1	0,4	1,01	1,01
74 - 76	5	9	120	0,06	2	0,12	0,45	4,90	4,9
95 - 96	3	6	120	0,04	2	0,08	0,34	0,08	0,34
91 - 95	7	13	120	0,08	2	0,16	0,52	0,24	0,52
91 - 92	4	8	120	0,05	2	0,1	0,4	0,1	0,4
86 - 91	8	15	120	0,09	2	0,19	0,56	0,53	0,56
86 - 87	3	6	120	0,04	2	0,08	0,34	0,08	0,34
86 - 85	2	4	120	0,03	2	0,05	0,26	0,05	0,26
81 - 86	17	32	120	0,20	2	0,4	0,84	1,06	1,06
81 - 82	5	9	120	0,06	2	0,12	0,45	0,05	0,45
81 - 80	2	4	120	0,03	2	0,05	0,26	0,12	0,26
74 - 81	4	8	120	0,05	2	0,1	0,4	1,33	1,33

Tabla IX. Cálculo de caudales red No.4 (continuación)

DE EST.	Viv.	Viv	Dot.	Qm. Fut.		Qdis.Fut	Qi	Q. Real Acum.	Q. diseño
A EST.	Act.	Fut.	l /h /d	l/s	F.H.M.	l/s	l/s	l/s	tubería (l/s)
94 - 95	2	4	120	0,03	2	0,05	0,26	0,05	0,26
90 - 94	5	9	120	0,06	2	0,12	0,45	0,2	0,45
90 - 91	3	6	120	0,04	2	0,08	0,34	0,08	0,34
85 - 90	7	13	120	0,08	2	0,16	0,52	0,44	0,52
80 - 85	9	17	120	0,11	2	0,21	0,6	0,65	0,65
72 - 80	3	6	120	0,04	2	0,08	0,34	0,73	0,73
74 - 72	9	17	120	0,11	2	0,21	0,34	0,94	0,94

Tabla X. Cálculo de caudales red No.5

DE EST.	Viv.	Viv	Dot.	Qm. Fut.		Qdis.Fut	Qi	Q. Real Acum.	Q. diseño	
A EST.	Act.	Fut.	l /h /d	l/s	F.H.M.	l/s	l/s	l/s	tubería (l/s)	
102.1 - 102	5	10	120	0,069	2	0,14	0,45	0,14	0,45	
100.1 - 102.1	20	38	120	0,264	2	0,53	0,65	0,53	0,65	
100.1 - 100.2	16	30	120	0,208	2	0,41	0,78	0,41	0,78	
100.1 - 100	9	17	120	0,118	2	0,23	0,6	1,31	1,31	
102 - 103	3	6	120	0,042	2	0,08	0,44	0,08	0,44	
100 - 102	19	36	120	0,250	2	0,5	0,89	0,58	0,89	
99 - 100	TRAMO SIN VIVIENDAS A SERVIR								1,89	1,89
	21	39	120	0,271	2	0,54	0,92	0,54		
99 - 94.3.2	Mantenimiento Estadio Municipal(ver tabla subsiguiente de consumo)								0,13	0,92
94 - 99	26	48	120	0,300	2	0,6	1,04	3,16	3,16	
98.1 - 103	20	37	120	0,257	2	0,51	0,95	0,51	0,95	
94 - 98.1	10	19	120	0,132	2	0,26	0,64	0,77	0,77	
94.3 - 94.3.2	5	10	120	0,063	2	0,12	0,45	0,12	0,45	
94.3 - 94.5	9	16	120	0,111	2	0,22	0,64	0,22	0,64	
94 - 94.3	29	53	120	0,368	2	0,74	1,08	1,08	1,08	
85 - 94	13	25	120	0,174	2	0,35	0,73	5,36	5,36	
85 - 80.4	24	45	120	0,313	2	0,63	1,06	0,63	1,06	
80 - 85	17	32	120	0,222	2	0,44	0,84	6,43	6,43	
94.5 - 94.10	4	8	120	0,05	2	0,1	0,34	0,1	0,34	
80.4 - 94.5	4	8	120	0,05	2	0,1	0,34	0,2	0,34	
80.3 - 80.4	4	8	120	0,05	2	0,1	0,34	0,3	0,34	
80.3 - 80.3.2	6	11	120	0,07	2	0,14	0,4	0,14	0,4	
80.2 - 80.3	4	8	120	0,05	2	0,1	0,34	0,54	0,54	
80 - 80.2	21	39	120	0,24	2	0,48	0,92	1,02	1,02	
70.1 - 80	15	28	120	0,18	2	0,35	0,78	7,8	7,8	
TABLA DE CONSUMO DEL "ESTADIO MUNICIPAL"										
Estadio	Cantidad	Dotación		Qm.	F.H.M.	Q. Real Acum.				
		l/almns./dia		l/s		lts/seg.				
Municipal	1	5500		0,06	2	0,13				

Tabla XI. Cálculo de caudales red No.6

DE EST.	Viv.	Viv	Dot.	Qm. Fut.		Qdis.Fut	Qi	Q. Real Acum.	Q. diseño
A EST.	Act.	Fut.	l /h /d	lts/seg.	F.H.M.	l/s	l/s	l/s	tubería (l/s)
104 - 107	46*	85	120	0,543	2	1,09	1,83	1,09	1,83
104 - 104.5	9	17	120	0,118	2	0,24	2,09	0,24	
	Escuela Hunapú (ver tabla de consumo)								1,16
14 - 104	61	113	120	0,785	2	1,57	1,55	1,57	
	Iglesia Evangelica "Emanuel"(ver tabla de consumo)								0,14
46*	Sumatoria de viviendas actuales del tramo, 25 viviendas de CASA ALIANZA más 21 viviendas del sector								
TABLA DE CONSUMO DE ESCUELA "HUNAPÚ"									
Escuela	Total	Dotacion	Qm.			Q. Real Acum.			
	Alumns.	l./almns/d	lts/seg.	F.H.M.	lts/seg.				
Hunapú	1435	35	0,58	2	1,16				
TABLA DE CONSUMO DE IGLESIA EVANGÉLICA "EMANUEL"									
Iglesia	Total	Dotacion	Qm.			Q. Real Acum.			
	Evangélica	personas	l / pers./d	lts/seg.	F.H.M.	lts/seg.			
"Emanuel"	400	15	0,07	2	0,14				

Tabla XII. Cálculo de caudales red No.7

DE EST.	Viv.	Viv	Dot.	Qm. Fut.		Qdis.Fut.	Qi	Q. Real Acum.	Q.diseño
A EST.	Act.	Fut.	l /h /d	l/s	F.H.M.	l/s	l/s	l/s	tubería (l/s)
98.5 - 98	17	32	120	0,222	2	0,44	0,84	0,44	0,84
98.5.1 - 98.5.3	5	10	120	0,069	2	0,14	0,45	0,14	0,45
98.5.1 - 98.5.6	16	30	120	0,208	2	0,42	0,81	0,42	0,81
98.5 - 98.5.1	4	8	120	0,056	2	0,12	0,4	0,68	0,68
98.11 - 98.5	5	10	120	0,069	2	0,14	0,45	1,26	0,82
98.13 - 98.11	7	13	120	0,090	2	0,18	0,52	1,44	1,44
98.11.2 - 98.11	4	8	120	0,060	2	0,12	0,4	0,12	0,4
98.13 - 98.11.2	14	26	120	0,181	2	0,36	0,75	0,48	0,75
60 - 98.13	3	6	120	0,042	2	0,08	0,34	2	2
66 - 69.1	12	23	120	0,160	2	0,32	0,7	0,32	0,7
67 -67.1	3	6	120	0,042	2	0,08	0,33	0,08	0,33
66 - 67	11	21	120	0,146	2	0,292	1,83	4,2	4,2
60 - 66	5	10	120	0,069	2	0,14	0,34	0,46	0,46
66.2 - 66	8	15	120	0,104	2	0,21	0,56	0,21	0,56
64 - 66.2	5	10	120	0,069	2	0,14	0,45	0,35	0,45
64 - 60	8	15	120	0,104	2	0,21	0,56	0,21	0,56
58.2 - 64	5	10	120	0,069	2	0,14	0,26	0,7	0,7
55 - 60	8	15	120	0,104	2	0,21	0,56	2,67	2,67
58.2 - 55	6	12	120	0,083	2	0,17	0,5	2,84	2,84
26.2 - 58.2	0	0	120	0,000	2	0,00	0,00	3,54	3,54

Figura 3. Diagrama de gastos red No.1

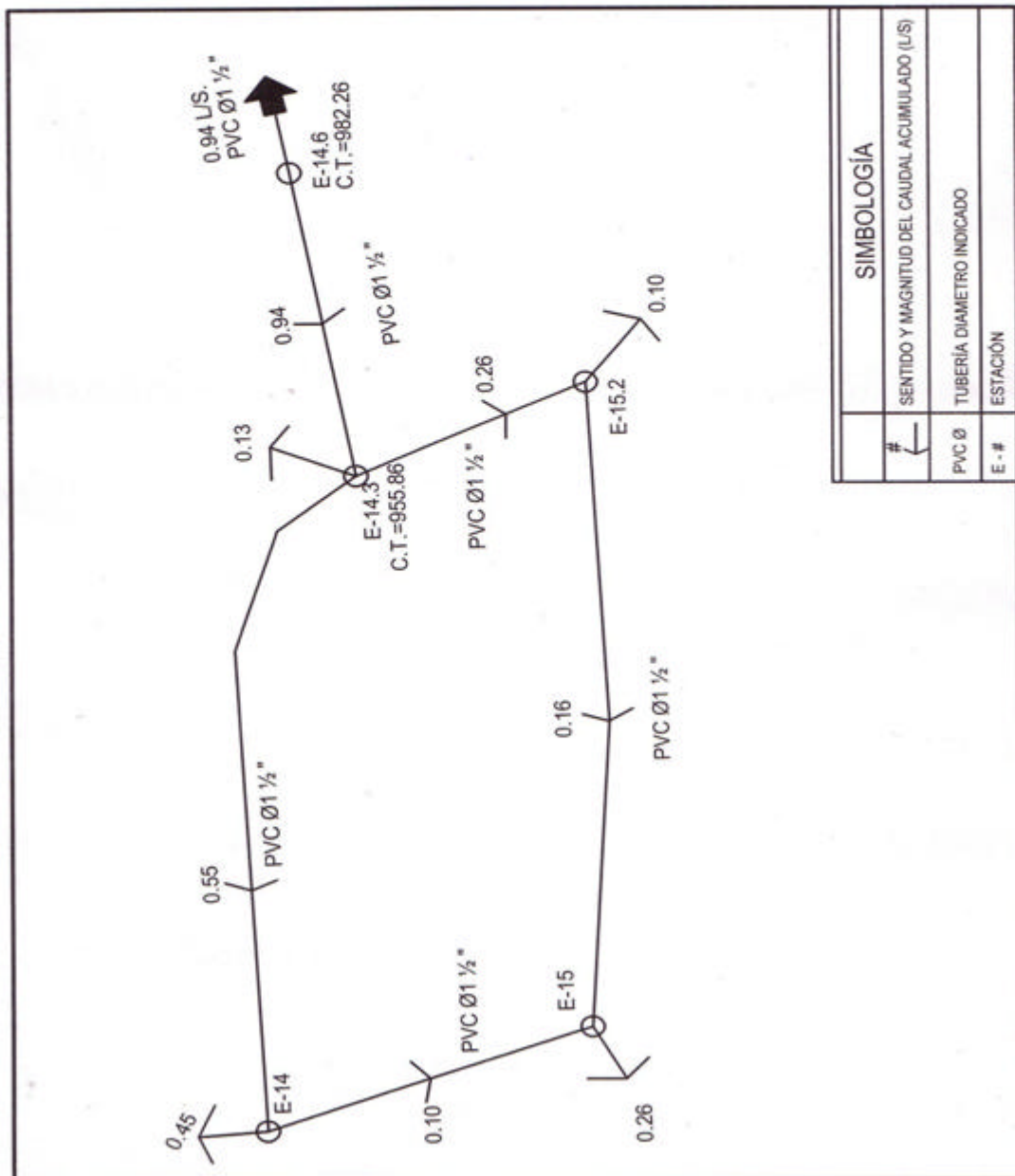


Figura 5. Diagrama de gastos red No.3

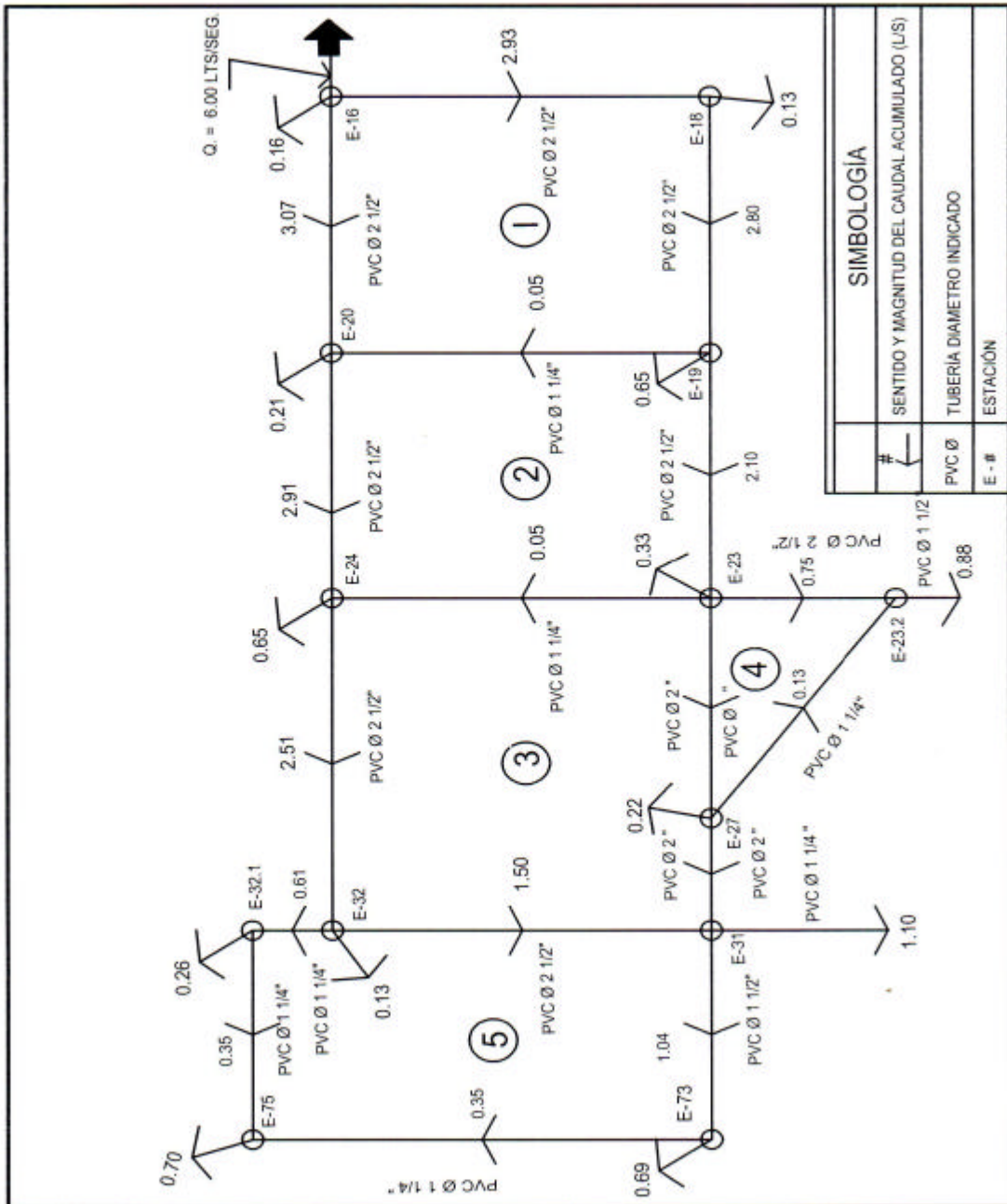


Figura 6. Diagrama de gastos anexo a red No.3

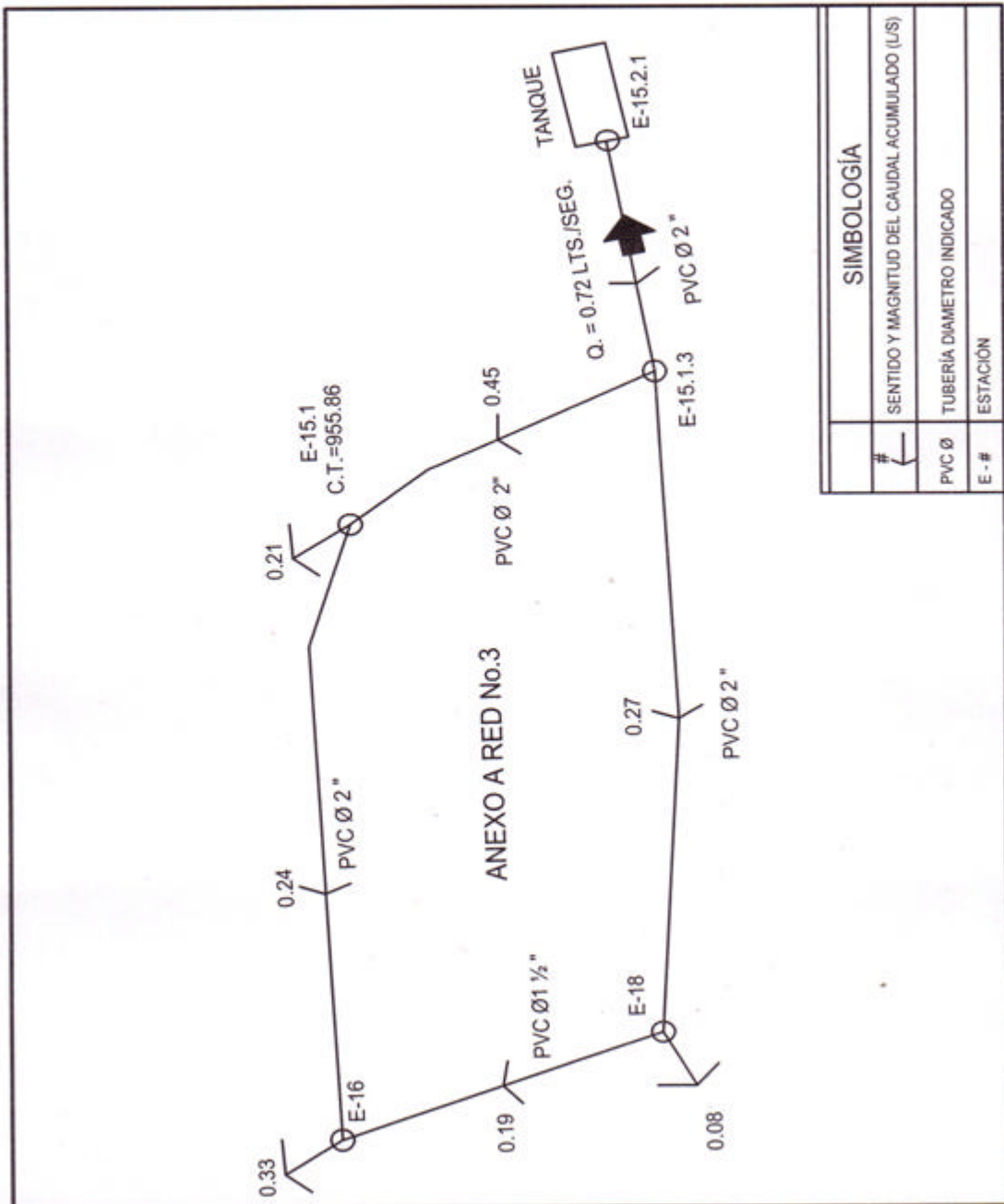


Figura 9. Diagrama de gastos red No.6

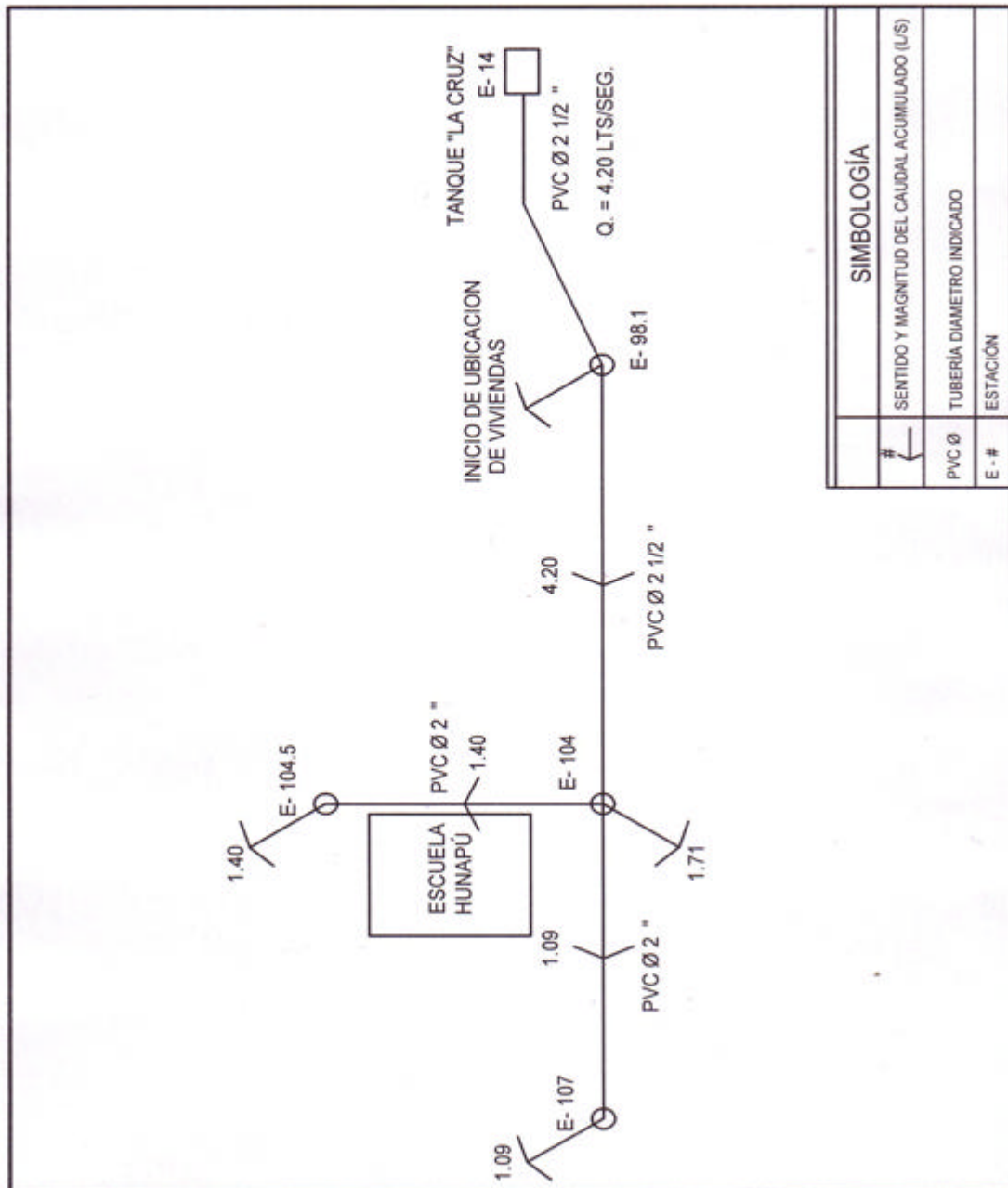
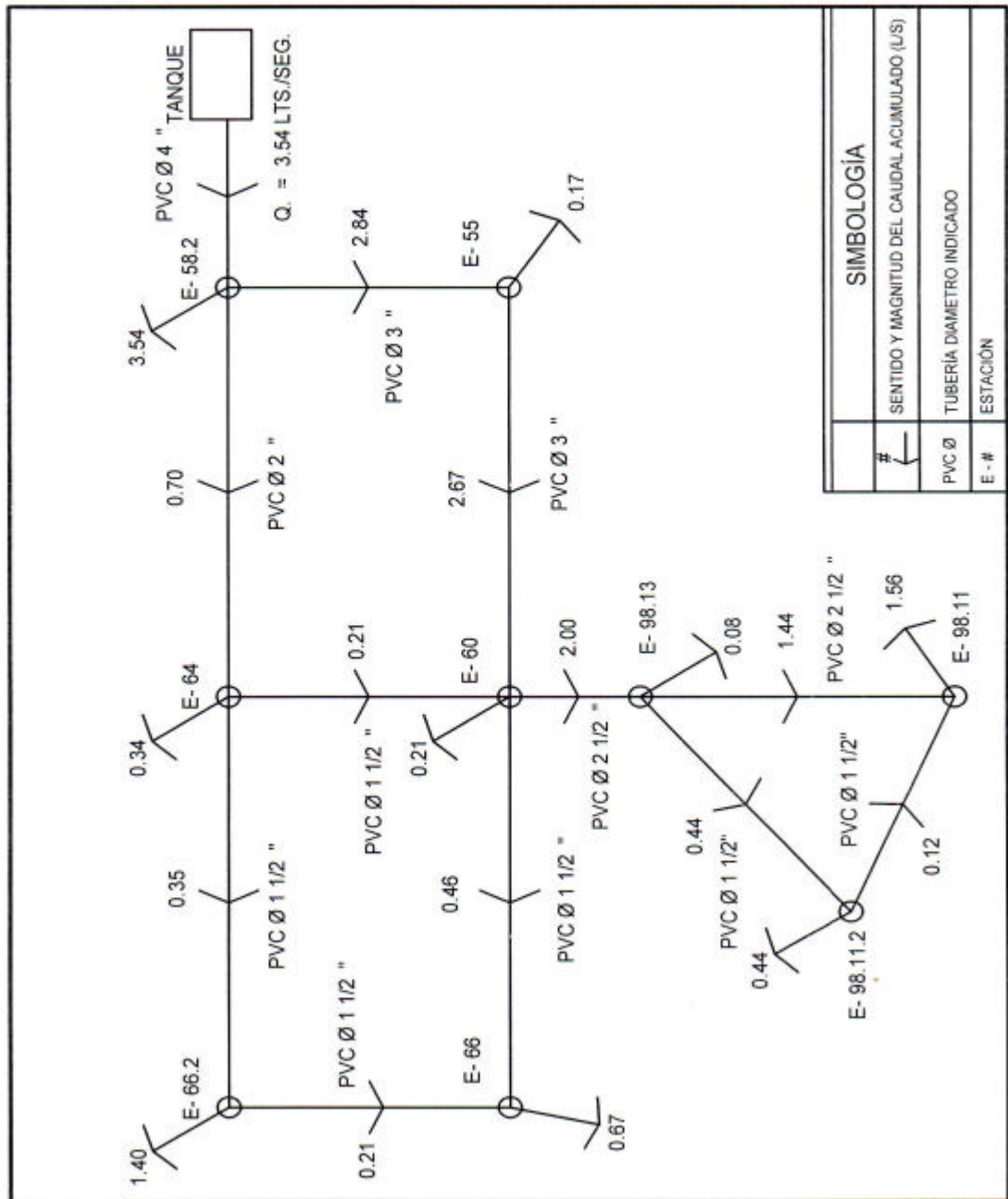


Figura 10. Diagrama de gastos red No.7



3.2.7 Método de Cross

Este método nos servirá para chequear las condiciones propuestas para el diseño y deberán de cumplir con las siguientes condiciones:

- a) Las presiones de la red deberán de estar comprendidas entre los 10 a 60 mca
- b) La velocidad del flujo hidráulico estará entre los 0.60 y 3.00 m/s

La red de distribución será calculada contemplando la menor pérdida de carga por fricción, no mayor de 2.5 m. por cada 100 m. de longitud.

3.2.7.1 Ejemplo de cálculo de Cross de red No.3

Realizaremos el cálculo hidráulico, siguiendo la metodología en forma general para todas las redes, poniendo como ejemplo el método de Cross para la red No. 3.

Para realizar el cálculo hidráulico, conocemos ya el caudal que ingresará a la red (6 lts/seg.), además se conocen los valores de los puntos de consumo de las diferentes redes, se hará una distribución tentativa en sentido del flujo en los diámetros de tubería óptima.

- a) Para este efecto la fórmula propuesta será la de Hazen - William por las siguientes ventajas:
- b) Los resultados con respecto a la realidad son conservadores.

- c) Proporciona facilidad de aplicación y una mayor aproximación en los resultados obtenidos.

Para realizar el cálculo efectuaremos los siguientes pasos:
 Procederemos inicialmente a calcular la pérdida de presión en metros columna de agua (m.c.a.), esta pérdida se denota con la letra "H", para esto es necesario primero calcular el valor de K'

$$K' = \frac{1,743.811}{C^{1.85} \cdot D^{4.87}}$$

donde:

C = Coeficiente de rugosidad del material de la tubería a utilizar

D = Diámetro nominal de la tubería.

Posteriormente este valor de K' se sustituye en la formula:

$$H = \frac{K' \cdot L \cdot Q^{1.85}}{1,000}$$

donde:

L= Longitud de la tubería

Q= caudal de diseño del tramo en lts/seg.

La determinación del valor de C, coeficiente de rugosidad del material esta en función del tipo de tubería a utilizar, considerando para el presente diseño tubo de PVC, el fabricante recomienda utilizar 150. Luego de calcular el valor de H, se determina la relación de H/Q y posteriormente se calcula Delta Q (ΔQ), de la siguiente manera:

$$\Delta Q = \frac{\Delta H \cdot Q}{1.85 \cdot \frac{H}{Q}}$$

Todas las tuberías comunes a dos circuitos, deben de ser modificadas en el valor delta H respectivo (calculado según el circuito estudiado) más el valor que corresponda a dicha tubería común, multiplicado por -1. El valor del caudal debe ser ingresado por el signo correspondiente al sentido del flujo asumido, que será positivo si el flujo es en sentido de las manecillas del reloj y negativo en sentido contrario. El caudal modificado se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{\text{modificado}} = Q_0 - Q_{\text{Tubería común}}$$

El valor calculado se coloca en la columna del caudal inicial o caudal de la iteración, sustituyendo el caudal inicial, se procede de nuevo a calcular toda la tabla, para obtener un nuevo caudal y así sucesivamente. Para facilitar el proceso de cálculo de las pérdidas en cada iteración, se utiliza la tabla electrónica creada en una hoja Excel, donde se sustituyen los datos constantes y se obtienen los valores directos de las pérdidas de cada tramo.

Tabla XIII. Tabla electrónica para cálculo de pérdidas

Diametro	Pérdidas	Constante	Long.	Caudal	Exp. (1,85)	Pérdidas
1/2"	hf	4,80559	12	2	3,60500185	207,88993
1"	hf	0,1643352	5	3	7,63263195	6,27155049
1 1/4"	hf	0,055434336	37,96	0,97	0,9452087	1,98899074
1 1/2"	hf	0,02281	37,96	0,97	0,9452087	0,81842558
2"	hf	0,0056197	10	1	1	0,056197
2 1/2"	hf	0,00189567	10	1	1	0,0189567
3"	hf	0,000780099	10	1	1	0,00780099
4"	hf	0,000192176	10	1	1	0,00192176
6"	hf	2,66768E-05	10	1	1	0,00026677

El resumen de los cálculos realizados para el ejemplo de la red No.3, se presenta en las siguientes tablas:

Tabla XIV. Red No.3 - Iteración No.1

CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
1	16-18	48,75	2 1/2"	150	2,93	0,68	0,23208	-0,2119	0,0000	2,7181
1	18-19	65,08	2 1/2"	150	2,80	0,83	0,29643	-0,2119	0,0000	2,5881
1	19-20	40,32	1 1/4"	150	0,30	0,24	0,80000	-0,2119	-0,3466	-0,047
1	20-16	72,32	2 1/2"	150	-3,07	-1,09	0,35505	-0,2119	0,0000	-3,282
						0,66	1,68360			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
2	20-19	40,32	1 1/4"	150	-0,30	-0,24	0,80000	0,1347	0,3466	0,0466
2	19-23	68,43	2 1/2"	150	2,10	0,51	0,24286	0,1347	0,0000	2,2347
2	23-24	40,34	1 1/4"	150	0,30	0,24	0,80000	0,1347	-0,0286	0,2714
2	24-20	77,62	2 1/2"	150	-2,91	-1,06	0,36426	0,1347	0,0000	-2,775
						-0,55	2,20710			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
3	24-23	40,34	1 1/4"	150	-0,30	-0,24	0,80000	0,1633	0,0286	-0,271
3	23-27	37,96	2"	150	0,97	0,82	0,84536	0,1633	-0,0907	0,8793
3	27-31	104,13	2"	150	1,04	0,20	0,19231	0,1633	0,0000	1,2033
3	31-32	34,02	2 1/2"	150	-1,50	-0,13	0,08667	0,1633	0,2877	-1,2123
3	32-24	134,42	2 1/2"	150	-2,51	-1,4	0,55777	0,1633	0	-2,347
						-0,75	2,48210			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
4	23-23.2	47,46	2 1/2"	150	0,75	0,052	0,06933	0,2540	0,0000	1,0040
4	23.2-27	80,04	1 1/4"	150	-0,45	-0,42	0,93333	0,2540	0,0000	-0,1960
4	27-23	37,96	2"	150	-0,97	-0,20	0,20619	0,2540	0,0907	-0,8793
						-0,568	1,20890			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
5	32.1-32	18,04	1 1/4"	150	-0,61	-0,40	0,65574	-0,1244	0,0000	-0,7344
5	32-31	34,02	2 1/2"	150	1,50	0,13	0,08667	-0,1244	-0,2877	1,2123
5	31-73	71,18	1 1/2"	150	1,04	1,75	1,68269	-0,1244	0,0000	0,9156
5	73-75	32,10	1 1/4"	150	0,35	0,26	0,74286	-0,1244	0,0000	0,2256
5	75-32.1	76,42	1 1/4"	150	-0,35	-0,61	1,74286	-0,1244	0,0000	-0,4744
						1,13	4,91080			

Tabla XV. Red No.3 - Iteración No.2

CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
1	16-18	48.75	2 1/2"	150	2.7181	0.5877	0.21622	-0.0319	0.0000	2.7181
1	18-19	65.08	2 1/2"	150	2.5881	0.7165	0.27684	-0.0319	0.0000	2.5881
1	19-20	40.32	1 1/4"	150	-0.0466	-0.0077	0.16524	-0.0319	-0.0999	-0.047
1	20-16	72.32	2 1/2"	150	-3.2819	-1.2355	0.37646	-0.0319	0.0000	-3.282
						0.0610	1.03480			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
2	20-19	40.32	1 1/4"	150	0.0466	0.0077	0.16524	0.06806	0.0999	0.0466
2	19-23	68.43	2 1/2"	150	2.2347	0.5742	0.25695	0.06806	0.0000	2.2347
2	23-24	40.34	1 1/4"	150	0.2714	0.2003	0.73803	0.06806	0.1596	0.2714
2	24-20	77.62	2 1/2"	150	-2.7753	-0.9724	0.35038	0.06806	0.0000	-2.775
						-0.1902	1.51060			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
3	24-23	40.34	1 1/4"	150	-0.2714	-0.2003	0.73803	-0.0915	-0.1596	-0.271
3	23-27	37.96	2"	150	0.8793	0.2701	0.30718	-0.0915	-0.2062	0.8793
3	27-31	104.13	2"	150	1.2033	1.7876	1.48558	-0.0915	0.0000	1.2033
3	31-32	34.02	2 1/2"	150	-1.2123	-0.0921	0.07597	-0.0915	-0.0965	-1.2123
3	32-24	134.42	2 1/2"	150	-2.3467	-1.2347	0.52614	-0.0915	0.0000	-2.347
						0.5306	3.13290			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
4	23-23.2	47.46	2 1/2"	150	1.0040	0.0906	0.09024	0.1146	0.0000	1.0040
4	23.2-27	80.04	1 1/4"	150	-0.1960	-0.2177	1.11071	0.1146	0.0000	-0.1960
4	27-23	37.96	2"	150	-0.8793	-0.1681	0.19117	0.1146	0.2062	-0.8793
						-0.2952	1.39210			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
5	32.1-32	18.04	1 1/4"	150	-0.7344	-0.5649	0.76920	0.0049	0.0000	-0.7344
5	32-31	34.02	2 1/2"	150	1.2123	0.0921	0.07597	0.0049	0.0965	1.2123
5	31-73	71.18	1 1/2"	150	0.9156	1.3792	1.50633	0.0049	0.0000	0.9156
5	73-75	32.10	1 1/4"	150	0.2256	0.1132	0.50177	0.0049	0.0000	0.2256
5	75-32.1	76.42	1 1/4"	150	-0.4744	-1.0660	2.24747	0.0049	0.0000	-0.4744
						-0.0466	5.10070			

Tabla XVI. Red No.3 - Iteración No.3

CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
1	16-18	48.75	2 1/2"	150	2.7181	0.5877	0.21622	-0.0319	0.0000	2.7181
1	18-19	65.08	2 1/2"	150	2.5881	0.7165	0.27684	-0.0319	0.0000	2.5881
1	19-20	40.32	1 1/4"	150	-0.0466	-0.0077	0.16524	-0.0319	-0.0999	-0.047
1	20-16	72.32	2 1/2"	150	-3.2819	-1.2355	0.37646	-0.0319	0.0000	-3.282
						0.0610	1.03480			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
2	20-19	40.32	1 1/4"	150	0.0466	0.0077	0.16524	0.06806	0.0999	0.0466
2	19-23	68.43	2 1/2"	150	2.2347	0.5742	0.25695	0.06806	0.0000	2.2347
2	23-24	40.34	1 1/4"	150	0.2714	0.2003	0.73803	0.06806	0.1596	0.2714
2	24-20	77.62	2 1/2"	150	-2.7753	-0.9724	0.35038	0.06806	0.0000	-2.775
						-0.1902	1.51060			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
3	24-23	40.34	1 1/4"	150	-0.2714	-0.2003	0.73803	-0.0915	-0.1596	-0.271
3	23-27	37.96	2"	150	0.8793	0.2701	0.30718	-0.0915	-0.2062	0.8793
3	27-31	104.13	2"	150	1.2033	1.7876	1.48558	-0.0915	0.0000	1.2033
3	31-32	34.02	2 1/2"	150	-1.2123	-0.0921	0.07597	-0.0915	-0.0965	-1.2123
3	32-24	134.42	2 1/2"	150	-2.3467	-1.2347	0.52614	-0.0915	0.0000	-2.347
						0.5306	3.13290			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
4	23-23.2	47.46	2 1/2"	150	1.0040	0.0906	0.09024	0.1146	0.0000	1.0040
4	23.2-27	80.04	1 1/4"	150	-0.1960	-0.2177	1.11071	0.1146	0.0000	-0.1960
4	27-23	37.96	2"	150	-0.8793	-0.1681	0.19117	0.1146	0.2062	-0.8793
						-0.2952	1.39210			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
5	32.1-32	18.04	1 1/4"	150	-0.7344	-0.5649	0.76920	0.0049	0.0000	-0.7344
5	32-31	34.02	2 1/2"	150	1.2123	0.0921	0.07597	0.0049	0.0965	1.2123
5	31-73	71.18	1 1/2"	150	0.9156	1.3792	1.50633	0.0049	0.0000	0.9156
5	73-75	32.10	1 1/4"	150	0.2256	0.1132	0.50177	0.0049	0.0000	0.2256
5	75-32.1	76.42	1 1/4"	150	-0.4744	-1.0660	2.24747	0.0049	0.0000	-0.4744
						-0.0466	5.10070			

Tabla XVII. Red No.3 - Iteración No.4

CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
1	16-18	48.75	2 1/2"	150	2.7055	0.5826	0.21534	-0.0071	0.0000	2.6984
1	18-19	65.08	2 1/2"	150	2.5755	0.7101	0.27571	-0.0071	0.0000	2.5684
1	19-20	40.32	1 1/4"	150	-0.1021	-0.0328	0.32125	-0.0071	-0.0947	-0.1968
1	20-16	72.32	2 1/2"	150	-3.2945	-1.2443	0.37769	-0.0071	0.0000	-3.3016
						0.0156	1.19000			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
2	20-19	40.32	1 1/4"	150	0.1021	0.0328	0.32125	0.08758	0.0947	0.1968
2	19-23	68.43	2 1/2"	150	2.2776	0.5948	0.26115	0.08758	0.0000	2.3652
2	23-24	40.34	1 1/4"	150	0.1716	0.0858	0.50000	0.08758	0.1079	0.2795
2	24-20	77.62	2 1/2"	150	-2.7324	-0.9448	0.34578	0.08758	0.0000	-2.6448
						-0.2314	1.42820			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
3	24-23	40.34	1 1/4"	150	-0.1716	-0.0858	0.50000	-0.0203	-0.1079	-0.2795
3	23-27	37.96	2"	150	1.2505	0.3226	0.25798	-0.0203	-0.1122	1.1383
3	27-31	104.13	2"	150	1.3461	1.0141	0.75336	-0.0203	0.0000	1.3258
3	31-32	34.02	2 1/2"	150	-1.0732	-0.0735	0.06849	-0.0203	-0.0238	-1.0970
3	32-24	134.42	2 1/2"	150	-2.2039	-1.0993	0.49880	-0.0203	0.0000	-2.2242
						0.0781	2.07860			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
4	23-23.2	47.46	2 1/2"	150	0.7754	0.6762	0.87207	0.0918	0.0000	0.8672
4	23.2-27	80.04	1 1/4"	150	-0.4246	-0.9096	2.14225	0.0918	0.0000	-0.3328
4	27-23	37.96	2"	150	-1.2505	-0.3226	0.25798	0.0918	0.1122	-1.1383
						-0.5560	3.27230			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
5	32.1-32	18.04	1 1/4"	150	-0.7309	-0.5600	0.76618	0.0035	0.0000	-0.7274
5	32-31	34.02	2 1/2"	150	1.0732	0.0735	0.06849	0.0035	0.0238	1.097
5	31-73	71.18	1 1/2"	150	0.9191	1.3890	1.51126	0.0035	0.0000	0.9223
5	73-75	32.10	1 1/4"	150	0.2291	0.1165	0.50851	0.0035	0.0000	0.2326
5	75-32.1	76.42	1 1/4"	150	-0.4709	-1.0520	2.23338	0.0035	0.0000	-0.4674
						-0.0327	5.08780			

Tabla XVIII. Red No.3 - Iteración No.5

CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
1	16-18	48.75	2 1/2"	150	2.6984	0.5798	0.21487	0.0278	0.0000	2.7262
1	18-19	65.08	2 1/2"	150	2.5684	0.7065	0.27507	0.0278	0.0000	2.5962
1	19-20	40.32	1 1/4"	150	-0.1968	-0.1105	0.56148	0.0278	0.0475	-0.1493
1	20-16	72.32	2 1/2"	150	-3.3016	1.2493	0.37839	0.0278	0.0000	-3.2738
						-0.0735	1.42980			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
2	20-19	40.32	1 1/4"	150	0.1968	0.1105	0.56148	-0.01975	-0.0475	0.1493
2	19-23	68.43	2 1/2"	150	2.3652	0.6378	0.26966	-0.01975	0.0000	2.3455
2	23-24	40.34	1 1/4"	150	0.2795	0.2115	0.75671	-0.01975	-0.0546	0.2249
2	24-20	77.62	2 1/2"	150	-2.6448	-0.8895	0.33632	-0.01975	0.0000	-2.6645
						0.0703	1.92420			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
3	24-23	40.34	1 1/4"	150	-0.2795	-0.2115	0.75671	0.0349	0.0546	-0.2249
3	23-27	37.96	2"	150	1.1383	0.2711	0.23816	0.0349	0.0314	1.1697
3	27-31	104.13	2"	150	1.3258	0.9860	0.74370	0.0349	0.0000	1.3607
3	31-32	34.02	2 1/2"	150	-1.0970	0.0765	0.06974	0.0349	0.0351	-1.0619
3	32-24	134.42	2 1/2"	150	-2.2242	-1.1181	0.50270	0.0349	0.0000	-2.1893
						-0.1490	2.31100			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
4	23-23.2	47.46	2 1/2"	150	0.8672	0.8317	0.95906	0.0035	0.0000	0.8707
4	23.2-27	80.04	1 1/4"	150	-0.3328	-0.5796	1.74159	0.0035	0.0000	-0.3293
4	27-23	37.96	2"	150	-1.1383	-0.2711	0.23816	0.0035	-0.0314	-1.1697
						-0.0190	2.93880			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
5	32.1-32	18.04	1 1/4"	150	-0.7274	-0.5550	0.76299	-0.0003	0.0000	-0.7277
5	32-31	34.02	2 1/2"	150	1.0970	0.0765	0.06974	-0.0003	-0.0351	1.0619
5	31-73	71.18	1 1/2"	150	0.9226	1.3988	1.51615	-0.0003	0.0000	0.9223
5	73-75	32.10	1 1/4"	150	0.2326	0.1198	0.51505	-0.0003	0.0000	0.2323
5	75-32.1	76.42	1 1/4"	150	-0.4674	-1.0370	2.21930	-0.0003	0.0000	-0.4677
						0.0028	5.08320			

Tabla XIX. Red No.3 - Iteración No.6

CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
1	16-18	48.75	2 1/2"	150	2.7262	0.5909	0.21675	-0.0063	0.0000	2.7199
1	18-19	65.08	2 1/2"	150	2.5962	0.7207	0.27760	-0.0063	0.0000	2.5899
1	19-20	40.32	1 1/4"	150	-0.1493	-0.0663	0.44407	-0.0063	-0.0276	-0.1769
1	20-16	72.32	2 1/2"	150	-3.2738	-1.2299	0.37568	-0.0063	0.0000	-3.2801
						0.0154	1.31410			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
2	20-19	40.32	1 1/4"	150	0.1493	0.0663	0.44407	0.02124	0.0276	0.1769
2	19-23	68.43	2 1/2"	150	2.3455	0.6280	0.26775	0.02124	0.0000	2.3667
2	23-24	40.34	1 1/4"	150	0.2249	0.1415	0.62917	0.02124	0.0262	0.2511
2	24-20	77.62	2 1/2"	150	-2.6645	-0.9018	0.33845	0.02124	0.0000	-2.6433
						-0.0660	1.67940			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
3	24-23	40.34	1 1/4"	150	-0.2249	-0.1415	0.62917	-0.0049	-0.0262	-0.2511
3	23-27	37.96	2"	150	1.1697	0.2851	0.24374	-0.0049	-0.0078	1.1619
3	27-31	104.13	2"	150	1.3607	1.0345	0.76027	-0.0049	0.0000	1.3558
3	31-32	34.02	2 1/2"	150	-1.0619	-0.0721	0.06790	-0.0049	-0.0054	-1.0673
3	32-24	134.42	2 1/2"	150	-2.1893	-1.0859	0.49600	-0.0049	0.0000	-2.1942
						0.0201	2.19710			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
4	23-23.2	47.46	2 1/2"	150	0.8707	0.8379	0.96233	0.0029	0.0000	0.8736
4	23.2-27	80.04	1 1/4"	150	-0.3293	-0.5684	1.72609	0.0029	0.0000	-0.3264
4	27-23	37.96	2"	150	-1.1697	-0.2851	0.24374	0.0029	0.0078	-1.1619
						-0.0156	2.93220			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
5	32.1-32	18.04	1 1/4"	150	-0.7277	-0.5554	0.76323	0.0005	0.0000	-0.7272
5	32-31	34.02	2 1/2"	150	1.0619	0.0721	0.06790	0.0005	0.0054	1.0673
5	31-73	71.18	1 1/2"	150	0.9223	1.3980	1.51578	0.0005	0.0000	0.9228
5	73-75	32.10	1 1/4"	150	0.2323	0.1195	0.51442	0.0005	0.0000	0.2328
5	75-32.1	76.42	1 1/4"	150	-0.4677	-1.0390	2.22044	0.0005	0.0000	-0.4672
						-0.0043	5.08180			

Tabla XX. Red No.3 - Iteración No.7

CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
1	16-18	48.75	2 1/2"	150	2.7199	0.5884	0.21633	0.0075	0.0000	2.7274
1	18-19	65.08	2 1/2"	150	2.5899	0.7174	0.27700	0.0075	0.0000	2.5974
1	19-20	40.32	1 1/4"	150	-0.1769	-0.0907	0.51272	0.0075	0.0117	-0.1652
1	20-16	72.32	2 1/2"	150	-3.2801	-1.2343	0.37630	0.0075	0.0000	-3.2726
						-0.0192	1.38230			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
2	20-19	40.32	1 1/4"	150	0.1769	0.0907	0.51272	-0.00421	-0.0117	0.1652
2	19-23	68.43	2 1/2"	150	2.3667	0.6385	0.26978	-0.00421	0.0000	2.3625
2	23-24	40.34	1 1/4"	150	0.2511	0.1735	0.69096	-0.00421	-0.0108	0.2403
2	24-20	77.62	2 1/2"	150	-2.6433	-0.8886	0.33170	-0.00421	0.0000	-2.6475
						0.0141	1.80960			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
3	24-23	40.34	1 1/4"	150	-0.2511	-0.1735	0.69096	0.0065	0.0108	-0.2403
3	23-27	37.96	2"	150	1.1619	0.2816	0.24236	0.0065	0.0070	1.1689
3	27-31	104.13	2"	150	1.3558	1.0277	0.75800	0.0065	0.0000	1.3623
3	31-32	34.02	2 1/2"	150	-1.0673	-0.0727	0.06812	0.0065	0.0066	-1.0607
3	32-24	134.42	2 1/2"	150	-2.1942	-1.0904	0.49695	0.0065	0.0000	-2.1877
						-0.0273	2.25640			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
4	23-23.2	47.46	2 1/2"	150	0.8736	0.8431	0.96509	-0.0004	0.0000	0.8732
4	23.2-27	80.04	1 1/4"	150	-0.3264	-0.5591	1.71293	-0.0004	0.0000	-0.3268
4	27-23	37.96	2"	150	-1.1619	-0.2816	0.24236	-0.0004	-0.0070	-1.1689
						0.0024	2.92040			
CIRC.	TRAMO	LONG.	Ø (Plgs.)	C	Q.inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta"Q"	Q.mod.
					prp.(l/s)	(m.c.a.)			Tramo Común	l/s
5	32.1-32	18.04	1 1/4"	150	-0.7272	-0.5547	0.76279	-0.0001	0.0000	-0.7273
5	32-31	34.02	2 1/2"	150	1.0673	0.0727	0.06812	-0.0001	-0.0066	1.0607
5	31-73	71.18	1 1/2"	150	0.9228	1.3994	1.51647	-0.0001	0.0000	0.9227
5	73-75	32.10	1 1/4"	150	0.2328	0.1200	0.51546	-0.0001	0.0000	0.2327
5	75-32.1	76.42	1 1/4"	150	-0.4672	-1.0370	2.21854	-0.0001	0.0000	-0.4673
						0.0009	5.08140			

Usualmente el criterio utilizado para finalizar los cálculos, es el de comparar los valores de los caudales iniciales de la iteración con el caudal modificado y si este difiere en menos del 2% del caudal inicial de la iteración, el cálculo se considera con la aproximación suficiente y puede ser finalizado.

Como el proceso para obtener los valores reales de del caudal y las pérdidas (H), a través del método de aproximaciones de Hardy Cross es repetitivo, se presentarán a continuación, únicamente las iteraciones iniciales y finales de las redes No.2, No.4, No.5, y No.7, los cuales han sido calculados con el mismo proceso hasta obtener las aproximaciones permisibles. Las redes No.1 y No.6, no se tomarán en cuenta por ser de un sólo circuito el primero, y de red abierta el segundo, por lo que el proceso de diseño de las redes se realizará con los caudales determinados en las tablas 1 y 6. Las pérdidas así como el criterio que defina el diseñador para el diámetro de las tuberías se calcularán utilizando la fórmula de Hanzen-William anteriormente descrita, cuyos resultados arrojan datos directos para el diseño de tuberías, a los que se sumaran las pérdidas por fricción, para obtener las presiones en cada punto (datos que se calcularán mas adelante).

A continuación se presentan las tablas tabuladas con los datos de las iteraciones iniciales y finales de cada red, no incluyendo en estas, las iteraciones de la red No.3.

Tabla XXI. Red No.2 - Inicio de iteración No.1

Circ.	Tramo	Long. (m)	Ø (pulg.)	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q.mod. l/s
					(l/s)	(m.c.a.)			Tub. Común	
1	13-15	92,55	2"	150	1,73	1,43	0,82659	0,0348	0,0000	1,7648
1	15-20	101,51	2"	150	1,58	1,33	0,84177	0,0348	0,0000	1,6148
1	20-21	44,63	1 1/4"	150	-0,42	-0,5	1,19048	0,0348	0,1113	-0,3087
1	21-22	47,66	2 1/2"	150	-1,48	-0,18	0,12162	0,0348	0,2826	-1,1974
1	22-13	97,3	2 1/2"	150	-3,92	-2,31	0,58929	0,0348	0,0000	-3,8852
						-0,23	3,5697			
						H/ H/Q =	-0,064430	0,034827		
2	22-21	47,66	2 1/2"	150	1,48	0,18	0,12162	-0,24777	-0,2826	1,1974
2	21-25	77,86	1 1/2"	150	1,38	3,22	2,33333	-0,24777	-0,1713	1,2087
2	25-26	47,9	1 1/4"	150	0,4	0,49	1,22500	-0,24777	-0,1555	0,2445
2	26-22	80,78	2"	150	-2,11	-1,81	0,85782	-0,24777	0,0000	-2,3578
						2,08	4,5378			
						H/ H/Q =	0,458374	-0,247770		
3	21-20	44,63	1 1/4"	150	0,42	0,5	1,19048	-0,0765	-0,1113	0,3087
3	20-24	77,62	1 1/2"	150	1,39	3,26	2,34532	-0,0765	0,0000	1,3135
3	24-25	43,87	1 1/4"	150	0,4	0,45	1,12500	-0,0765	-0,0884	0,3116
3	25-21	77,86	1 1/2"	150	-1,38	-3,22	2,33333	-0,0765	0,1713	-1,2087
						0,99	6,9941			
						H/ H/Q =	0,141547	-0,076512		
4	26-25	47,9	1 1/4"	150	-0,4	-0,49	1,22500	-0,0922	0,1555	-0,2445
4	25-29	86,19	1 1/2"	150	0,97	1,86	1,91753	-0,0922	-0,1041	0,8659
4	29-33	46,92	1 1/4"	150	0,37	0,41	1,10811	-0,0922	-0,0411	0,3289
4	33-35	38,37	1 1/4"	150	0,34	0,29	0,85294	-0,0922	-0,0243	0,3157
4	35-26	133,88	2"	150	-1,2	-1,05	0,87500	-0,0922	0,0000	-1,2922
						1,02	5,9786			
						H/ H/Q =	0,170609	-0,092221		
5	25-24	43,87	1 1/4"	150	-0,4	-0,45	1,12500	0,0119	0,0884	-0,3116
5	24-28	85,75	1 1/2"	150	0,97	1,85	1,90722	0,0119	0,0000	0,9819
5	28-29	43,93	1 1/4"	150	0,34	0,33	0,97059	0,0119	0,0630	0,4030
5	29-25	86,19	1 1/2"	150	-0,97	-1,86	1,91753	0,0119	0,1041	-0,8659
						-0,13	5,9203			
						H/ H/Q =	-0,021958	0,011869		
6	29-28	43,93	1 1/4"	150	-0,34	-0,33	0,97059	-0,0511	-0,0630	-0,4030
6	28-32	48,67	1 1/2"	150	0,74	0,63	0,85135	-0,0511	0,0000	0,6889
6	32-32.1	18,04	1 1/4"	150	0,59	0,37	0,62712	-0,0511	0,0000	0,5389
6	32.1-33	25,65	1 1/4"	150	0,26	0,12	0,46154	-0,0511	0,0168	0,2768
6	33-29	46,92	1 1/4"	150	-0,37	-0,41	1,10811	-0,0511	0,0411	-0,3289
						0,38	4,0187			
						H/ H/Q =	0,094558	-0,051112		
7	35-33	38,37	1 1/4"	150	-0,34	-0,29	0,85294	-0,0679	0,0243	-0,3157
7	33-32.1	25,65	1 1/4"	150	-0,26	-0,12	0,46154	-0,0679	-0,0168	-0,2768
7	32.1-75	76,42	1 1/4"	150	0,54	1,35	2,50000	-0,0679	0,0000	0,4721
7	75-77	58,45	1 1/4"	150	0,56	1,11	1,98214	-0,0679	0,0000	0,4921
7	77-35	77,62	1 1/2"	150	-0,79	-1,14	1,44304	-0,0679	0,0000	-0,8579
						0,91	7,2397			
						H/ H/Q =	0,125697	-0,067944		
FINAL DE ITERACIÓN No.1 RED No.2										

Tabla XXII. Red No.2 - Final de Iteración No.6

Circ.	Tramo	Long.	Ø	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q.mod.
		(m)	(pulg.)		(l/s)	(m.c.a.)			Tub. Común	l/s
1	13-15	92,55	2"	150	1,6841	1,3642	0,81005	-0,0050	0,0000	1,6791
1	15-20	101,51	2"	150	1,5341	1,2591	0,82074	-0,0050	0,0000	1,5291
1	20-21	44,63	1 1/4"	150	-0,2062	-0,1333	0,64646	-0,0050	0,0081	-0,1981
1	21-22	47,66	2 1/2"	150	-1,0740	-0,1031	0,09600	-0,0050	0,0089	-1,0651
1	22-13	97,3	2 1/2"	150	-3,9659	-2,3594	0,59492	-0,0050	0,0000	-3,9709
						0,0275	2,9682			
						H/ H/Q =	0,009265	-0,005008		
2	22-21	47,66	2 1/2"	150	1,0740	0,1031	0,09600	-0,01390	-0,0089	1,0651
2	21-25	77,86	1 1/2"	150	1,1879	2,4422	2,05590	-0,01390	-0,0008	1,1871
2	25-26	47,9	1 1/4"	150	0,2045	0,1409	0,68900	-0,01390	0,0006	0,2051
2	26-22	80,78	2"	150	-2,5618	-2,5872	1,00991	-0,01390	0,0000	-2,5757
						0,099	3,8508			
						H/ H/Q =	0,025709	-0,013897		
3	21-20	44,63	1 1/4"	150	0,2062	0,1333	0,64646	-0,0131	-0,0081	0,1981
3	20-24	77,62	1 1/2"	150	1,1305	2,2215	1,96506	-0,0131	0,0000	1,1174
3	24-25	43,87	1 1/4"	150	0,2729	0,2201	0,80652	-0,0131	-0,0001	0,2728
3	25-21	77,86	1 1/2"	150	-1,1879	-2,4422	2,05590	-0,0131	0,0008	-1,1871
						0,1327	5,4739			
						H/ H/Q =	0,024242	-0,013104		
4	26-25	47,9	1 1/4"	150	-0,2045	-0,1409	0,68900	-0,0145	-0,0006	-0,2051
4	25-29	86,19	1 1/2"	150	0,8463	1,4438	1,70601	-0,0145	-0,0015	0,8448
4	29-33	46,92	1 1/4"	150	0,2731	0,2357	0,86305	-0,0145	-0,0025	0,2706
4	33-35	38,37	1 1/4"	150	0,1901	0,0986	0,51867	-0,0145	-0,0117	0,1784
4	35-26	133,88	2"	150	-1,4562	-1,5080	1,03557	-0,0145	0,0000	-1,4707
						0,1292	4,8123			
						H/ H/Q =	0,026848	-0,014512		
5	25-24	43,87	1 1/4"	150	-0,2729	-0,2201	0,80652	-0,0130	0,0001	-0,2728
5	24-28	85,75	1 1/2"	150	0,8374	1,4086	1,68211	-0,0130	0,0000	0,8244
5	28-29	43,93	1 1/4"	150	0,3669	0,3810	1,03843	-0,0130	-0,0010	0,3659
5	29-25	86,19	1 1/2"	150	-0,8463	-1,4438	1,70601	-0,0130	0,0015	-0,8448
						0,1257	5,2331			
						H/ H/Q =	0,024020	-0,012984		
6	29-28	43,93	1 1/4"	150	-0,3669	-0,381	1,03843	-0,0120	0,0010	-0,3659
6	28-32	48,67	1 1/2"	150	0,5806	0,4060	0,69928	-0,0120	0,0000	0,5686
6	32-32.1	18,04	1 1/4"	150	0,4306	0,2104	0,48862	-0,0120	0,0000	0,4186
6	32.1-33	25,65	1 1/4"	150	0,2069	0,0771	0,37264	-0,0120	-0,0092	0,1977
6	33-29	46,92	1 1/4"	150	-0,2731	-0,2357	0,86305	-0,0120	0,0025	-0,2706
						0,0768	3,4620			
						H/ H/Q =	0,022184	-0,011991		
7	35-33	38,37	1 1/4"	150	-0,1901	-0,0986	0,51867	-0,0028	0,0117	-0,1784
7	33-32.1	25,65	1 1/4"	150	-0,2069	-0,0771	0,37264	-0,0028	0,0092	-0,1977
7	32.1-75	76,42	1 1/4"	150	0,4337	0,9032	2,08255	-0,0028	0,0000	0,4309
7	75-77	58,45	1 1/4"	150	0,4537	0,7509	1,65506	-0,0028	0,0000	0,4509
7	77-35	77,62	1 1/2"	150	-0,8963	-1,4459	1,61319	-0,0028	0,0000	-0,8991
						0,0325	6,2421			
FINAL DE ITERACIÓN No.6 RED No.2						H/ H/Q =	0,005207	-0,002814		

Tabla XXIII. Red No. 4 - Inicio de iteración No.1

Circ.	Tramo	Long. (m)	Ø (pulg.)	C	Q. inicial (l/s)	H		Delta "Q"	Delta "Q"	
						(m.c.a.)	H/Q		Tub. Común	Q.mod. l/s
1	77-83	46.96	1 1/2"	150	1.37	1.91	1.39416	-0.2446	-0.3994	0.9706
1	83-84	42.54	1 1/4"	150	-0.40	-0.43	1.07500	-0.2446	-0.1460	-0.5460
1	84-78	51.63	2 1/2"	150	-1.80	-0.29	0.16111	-0.2446	0.0000	-2.0446
						1.19	2.6303			
						H/ H/Q = 0.452425		-0.244554		
2	77-76	38.17	2 1/2"	150	-3.77	-0.84	0.22281	0.15489	0.0000	-3.6151
2	76-82	46.55	1 1/2"	150	1.01	1.08	1.06931	0.15489	0.2596	1.2696
2	82-83	43.12	1 1/4"	150	0.45	0.55	1.22222	0.15489	0.0200	0.4700
2	83-77	46.96	1 1/2"	150	-1.37	-1.91	1.39416	0.15489	0.1549	-1.2151
						-1.12	3.9085			
						H/ H/Q = -0.286555		0.154895		
3	76-74	41.69	3"	150	-4.90	-0.63	0.12857	-0.1047	0.0000	-5.005
3	74-81	49.20	1 1/2"	150	1.33	1.9	1.42857	-0.1047	-0.1906	1.1394
3	81-82	44.08	1 1/4"	150	0.45	0.56	1.24444	-0.1047	-0.0446	0.4054
3	82-76	46.55	1 1/2"	150	-1.01	-1.08	1.06931	-0.1047	-0.2596	-1.2696
						0.75	3.8709			
						H/ H/Q = 0.193754		-0.104732		
4	74-72	40.10	1 1/2"	150	0.94	0.81	0.86170	0.0859	0.0000	1.0259
4	72-80	51.56	1 1/2"	150	0.73	0.66	0.90411	0.0859	0.0000	0.8159
4	80-81	43.44	1 1/4"	150	-0.26	-0.20	0.76923	0.0859	-0.0542	-0.3142
4	81-74	49.20	1 1/2"	150	-1.33	-1.9	1.42857	0.0859	0.1906	-1.1394
						-0.63	3.9636			
						H/ H/Q = -0.158946		0.085917		
5	84-83	42.54	1 1/4"	150	0.40	0.43	1.07500	-0.0985	-0.0985	0.3015
5	83-88	85.55	1 1/2"	150	1.11	2.37	2.13514	-0.0985	-0.2334	0.8766
5	88-89	41.13	1 1/4"	150	-0.26	-0.19	0.73077	-0.0985	-0.0223	-0.2823
5	89-84	85.61	1 1/2"	150	-0.89	-1.57	1.76404	-0.0985	0.0000	-0.9885
						1.04	5.7049			
						H/ H/Q = 0.182298		-0.098539		
6	83-82	43.12	1 1/4"	150	-0.45	-0.55	1.22222	0.1349	-0.0200	-0.4700
6	82-87	84.19	1 1/2"	150	0.79	1.24	1.56962	0.1349	0.1950	0.9850
6	87-88	49.88	1 1/4"	150	0.26	0.23	0.88462	0.1349	0.1826	0.4426
6	88-83	85.55	1 1/2"	150	-1.11	-2.37	2.13514	0.1349	0.2334	-0.8766
						-1.45	5.8116			
						H/ H/Q = -0.249501		0.134866		
7	82-81	44.08	1 1/4"	150	-0.45	-0.56	1.24444	-0.0601	0.0446	-0.4054
7	81-86	83.67	1 1/2"	150	1.06	2.12	2.00000	-0.0601	-0.2002	0.8598
7	86-87	42.42	1 1/4"	150	0.34	0.32	0.94118	-0.0601	-0.0786	0.2614
7	87-82	84.19	1 1/2"	150	-0.79	-1.24	1.56962	-0.0601	-0.1950	-0.9850
						0.64	5.7552			
						H/ H/Q = 0.111203		-0.060110		

Tabla XXIV. Red No. 4 - Inicio de iteración No.1 (continuación)

Circ.	Tramo	Long. (m)	Ø (pulg.)	C	Q. inicial (l/s)	H (m.c.a.)	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q. mod. l/s
									Tub. Común	
8	81-80	43.44	1 1/4"	150	0.26	0.20	0.76923	0.1401	0.0542	0.3142
8	80-85	83.20	1 1/2"	150	0.65	0.86	1.32308	0.1401	0.0000	0.7901
8	85-86	43.05	1 1/4"	150	-0.26	-0.20	0.76923	0.1401	0.1914	-0.0686
8	86-81	83.67	1 1/2"	150	-1.06	-2.12	2.00000	0.1401	0.2002	-0.8598
						-1.26	4.8615			
						H/ H/Q =	-0.259177	0.140096		
9	88-87	49.88	1 1/4"	150	-0.26	-0.23	0.88462	-0.0477	-0.1826	-0.4426
9	87-92	46.22	1 1/4"	150	0.64	1.12	1.75000	-0.0477	-0.0662	0.5738
9	92-93	49.58	1 1/4"	150	0.34	0.37	1.08824	-0.0477	-0.1021	0.2379
9	93-88	43.66	1 1/2"	150	-0.92	-0.85	0.92391	-0.0477	0.0285	-0.8915
						0.41	4.6468			
						H/ H/Q =	0.088233	-0.047694		
10	87-86	42.42	1 1/4"	150	-0.34	-0.32	0.94118	0.0185	0.0786	-0.2614
10	86-91	43.71	1 1/4"	150	0.56	0.83	1.48214	0.0185	0.0699	0.6299
10	91-92	42.61	1 1/4"	150	0.40	0.43	1.07500	0.0185	0.0141	0.4141
10	92-87	46.22	1 1/4"	150	-0.64	-1.12	1.75000	0.0185	0.0662	-0.5738
						-0.18	5.2483			
						H/ H/Q =	-0.034297	0.018539		
11	86-85	43.05	1 1/4"	150	0.26	0.2	0.76923	-0.0513	-0.1914	0.0686
11	85-90	45.27	1 1/4"	150	0.52	0.75	1.44231	-0.0513	0.0000	0.4687
11	90-91	43.05	1 1/4"	150	0.34	0.32	0.94118	-0.0513	-0.0934	0.2466
11	91-86	43.71	1 1/4"	150	-0.56	-0.83	1.48214	-0.0513	-0.0699	-0.6299
						0.44	4.6349			
						H/ H/Q =	0.094933	-0.051315		
12	98.6-1-89	85.13	1 1/4"	150	-0.40	-0.87	2.17500	-0.0762	0.0000	-0.4762
12	89-88	41.13	1 1/4"	150	0.26	0.19	0.73077	-0.0762	0.0223	0.2823
12	88-93	43.66	1 1/2"	150	0.92	0.85	0.92391	-0.0762	-0.0285	0.8915
12	93-98	46.99	1 1/2"	150	0.71	0.57	0.80282	-0.0762	-0.1306	0.5794
12	98-98.3	55.83	1 1/2"	150	0.44	0.28	0.63636	-0.0762	0.0000	0.3638
12	98.3-98.6	75.82	1 1/4"	150	0.56	1.43	2.55357	-0.0762	0.0000	0.4838
12	98.6-98.6	63.84	1 1/4"	150	-0.52	-1.06	2.03846	-0.0762	0.0000	-0.5962
						1.39	9.8609			
						H/ H/Q =	0.140961	-0.076195		
13	93-92	49.58	1 1/4"	150	-0.34	-0.37	1.08824	0.0544	0.1021	-0.2379
13	92-96	42.11	1 1/4"	150	0.52	0.7	1.34615	0.0544	0.0500	0.5700
13	96-98	29.65	1 1/4"	150	-0.26	-0.14	0.53846	0.0544	0.0000	-0.2056
13	98-93	46.99	1 1/2"	150	-0.71	-0.57	0.80282	0.0544	0.1306	-0.5794
						-0.38	3.7757			
						H/ H/Q =	-0.100644	0.054402		
14	92-91	42.61	1 1/4"	150	-0.40	-0.43	1.07500	0.0044	-0.0141	-0.4141
14	91-95	44.04	1 1/4"	150	0.52	0.73	1.40385	0.0044	-0.0377	0.4823
14	95-96	47.23	1 1/4"	150	0.34	0.36	1.05882	0.0044	0.0000	0.3444
14	96-92	42.11	1 1/4"	150	-0.52	-0.7	1.34615	0.0044	-0.0500	-0.5700
						-0.04	4.8838			
						H/ H/Q =	-0.008190	0.004427		

Tabla XVII. Red No.4 - Inicio de iteración No.1 (Continuación)

Circ.	Tramo	Long.	Ø	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q.mod.
		(m)	(pulg.)		(l/s)	(m.c.a.)			Tub. Común	l/s
15	91-90	43,05	1 1/4"	150	-0,34	-0,32	0,94118	0,0421	0,0934	-0,2466
15	90-94	42,80	1 1/4"	150	0,45	0,54	1,20000	0,0421	0,0000	0,4921
15	94-95	43,24	1 1/4"	150	0,26	0,18	0,69231	0,0421	0,0000	0,3021
15	95-91	44,04	1 1/4"	150	-0,52	-0,73	1,40385	0,0421	0,0377	-0,4823
						-0,33	4,2373			
FINAL DE ITERACIÓN No.1 RED No.4						H/ H/Q =	-0,077879	0,042097		

Tabla XXIV. Red No.4 - Final de iteración No.5

Circ.	Tramo	Long.	Ø	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q.mod.
		(m)	(pulg.)		(l/s)	(m.c.a.)			Tub. Común	l/s
1	78-77	39.48	2 1/2"	150	-2.4937	-0.4058	0.16273	0.0033	0.0000	-2.4904
1	77-83	46.96	1 1/2"	150	1.0900	1.2563	1.15257	0.0033	0.0014	1.0914
1	83-84	42.54	1 1/4"	150	-0.4472	-0.5321	1.18985	0.0033	0.0046	-0.4426
1	84-78	51.63	2 1/2"	150	-1.9437	-0.3347	0.17220	0.0033	0.0000	-1.9404
						-0.0163	2.6773			
						H/ H/Q =	-0.006088	0.003291		
2	77-76	38.17	2 1/2"	150	-3.6337	-0.7873	0.21667	0.00187	0.0000	-3.6318
2	76-82	46.55	1 1/2"	150	1.1802	1.4427	1.22242	0.00187	-0.0087	1.1715
2	82-83	43.12	1 1/4"	150	0.4684	0.5876	1.25448	0.00187	-0.0116	0.4568
2	83-77	46.96	1 1/2"	150	-1.0900	-1.2563	1.15257	0.00187	-0.0014	-1.0914
						-0.0133	3.8461			
						H/ H/Q =	-0.003458	0.001869		
3	76-74	41.69	3"	150	-4.9340	-0.6232	0.12631	0.0106	0.0000	-4.9234
3	74-81	49.20	1 1/2"	150	1.1936	1.557	1.30446	0.0106	0.0080	1.2016
3	81-82	44.08	1 1/4"	150	0.3935	0.4352	1.10597	0.0106	0.0147	0.4082
3	82-76	46.55	1 1/2"	150	-1.1802	-1.4427	1.22242	0.0106	0.0087	-1.1715
						-0.0737	3.7592			
						H/ H/Q =	-0.019605	0.010598		
4	74-72	40.10	1 1/2"	150	1.0424	0.9877	0.94752	0.0026	0.0000	1.0450
4	72-80	51.56	1 1/2"	150	0.8324	0.8376	1.00625	0.0026	0.0000	0.8350
4	80-81	43.44	1 1/4"	150	-0.3174	-0.2882	0.90800	0.0026	-0.0087	-0.3261
4	81-74	49.20	1 1/2"	150	-1.1936	-1.557	1.30446	0.0026	-0.0080	-1.2016
						-0.0199	4.1662			
						H/ H/Q =	-0.004776	0.002582		
5	84-83	42.54	1 1/4"	150	0.4472	0.5321	1.18985	-0.0013	-0.0046	0.4426
5	83-88	85.55	1 1/2"	150	0.8957	1.5916	1.77693	-0.0013	-0.0148	0.8809
5	88-89	41.13	1 1/4"	150	-0.2722	-0.2053	0.75422	-0.0013	-0.0027	-0.2749
5	89-84	85.61	1 1/2"	150	-0.9865	-1.9043	1.93036	-0.0013	0.0000	-0.9878
						0.0141	5.6514			
						H/ H/Q =	0.002495	-0.001349		

Tabla XXIV. Red No.4 - Final de iteración No.5 (continuación)

Circ.	Tramo	Long.	Ø	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q.mod.
		(m)	(pulg.)		(l/s)	(m.c.a.)			Tub. Común	l/s
6	83-82	43.12	1 1/4"	150	-0.4684	-0.5876	1.25448	0.0134	0.0116	-0.4568
6	82-87	84.19	1 1/2"	150	0.8853	1.5323	1.73081	0.0134	0.0175	0.9028
6	87-88	49.88	1 1/4"	150	0.3956	0.4973	1.25708	0.0134	0.0255	0.4211
6	88-83	85.55	1 1/2"	150	-0.8957	-1.5916	1.77693	0.0134	0.0148	-0.8809
						-0.14961	6.0193			
						H/ H/Q =	-0.024855	0.013435		
7	82-81	44.08	1 1/4"	150	-0.3935	-0.4352	1.10597	-0.0041	-0.0147	-0.4082
7	81-86	83.67	1 1/2"	150	0.9228	1.6449	1.78251	-0.0041	-0.0153	0.9075
7	86-87	42.42	1 1/4"	150	0.3656	0.3655	0.99973	-0.0041	-0.0250	0.3406
7	87-82	84.19	1 1/2"	150	-0.8853	-1.5329	1.73150	-0.0041	-0.0175	-0.9028
						0.0423	5.6197			
						H/ H/Q =	0.007527	-0.004069		
8	81-80	43.44	1 1/4"	150	0.3174	0.2882	0.90800	0.0112	0.0087	0.3261
8	80-85	83.20	1 1/2"	150	0.8097	1.2842	1.58602	0.0112	0.0000	0.8209
8	85-86	43.05	1 1/4"	150	-0.0799	-0.0223	0.27910	0.0112	0.0207	-0.0592
8	86-81	83.67	1 1/2"	150	-0.9228	-1.6449	1.78251	0.0112	0.0153	-0.9075
						-0.0948	4.5556			
						H/ H/Q =	-0.020809	0.011248		
9	88-87	49.88	1 1/4"	150	-0.3956	-0.4973	1.25708	-0.0121	-0.0255	-0.4211
9	87-92	46.22	1 1/4"	150	0.6253	1.0749	1.71901	-0.0121	-0.0330	0.5923
9	92-93	49.58	1 1/4"	150	0.2867	0.2725	0.95047	-0.0121	-0.0252	0.2615
9	93-88	43.66	1 1/2"	150	-0.8535	-0.7429	0.87042	-0.0121	-0.0134	-0.8669
						0.1072	4.7970			
						H/ H/Q =	0.022347	-0.012080		
10	87-86	42.42	1 1/4"	150	-0.3656	-0.3655	0.99973	0.0209	0.0250	-0.3406
10	86-91	43.71	1 1/4"	150	0.5775	0.8775	1.51948	0.0209	0.0304	0.6079
10	91-92	42.61	1 1/4"	150	0.3618	0.3601	0.99530	0.0209	0.0313	0.3931
10	92-87	46.22	1 1/4"	150	-0.6253	-1.0749	1.71901	0.0209	0.0330	-0.5923
						-0.2028	5.2335			
						H/ H/Q =	-0.038750	0.020946		
11	86-85	43.05	1 1/4"	150	0.0799	0.0223	0.27910	-0.0095	-0.0207	0.0592
11	85-90	45.27	1 1/4"	150	0.4996	0.6951	1.39131	-0.0095	0.0000	0.4901
11	90-91	43.05	1 1/4"	150	0.2825	0.2302	0.81487	-0.0095	-0.0186	0.2639
11	91-86	43.71	1 1/4"	150	-0.5775	-0.8775	1.51948	-0.0095	-0.0304	-0.6079
						0.0701	4.0048			
						H/ H/Q =	0.017504	-0.009462		

Tabla XXIV. Red No.4 - Final de iteración No.5 (continuación)

Circ.	Tramo	Long.	Ø	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q.mod.
		(m)	(pulg.)		(l/s)	(m.c.a.)		Tub. Común	l/s	
12	98.6.1-89	85,13	1 1/4"	150	-0,4843	-1,2340	2,54801	0,0013	0,0000	-0,4830
12	89-88	41,13	1 1/4"	150	0,2722	0,2053	0,75422	0,0013	0,0027	0,2749
12	88-93	43,66	1 1/2"	150	0,8535	0,7429	0,87042	0,0013	0,0134	0,8669
12	93-98	46,99	1 1/2"	150	0,5901	0,404	0,68463	0,0013	-0,0117	0,5784
12	98-98.3	55,83	1 1/2"	150	0,3557	0,1881	0,52882	0,0013	0,0000	0,3570
12	98.3-98.6	75,82	1 1/4"	150	0,4757	1,0632	2,23502	0,0013	0,0000	0,4770
12	98.6-98.6.1	63,84	1 1/4"	150	-0,6043	-1,3938	2,30647	0,0013	0,0000	-0,6030
						-0,0243	9,9276			
						H/ H/Q = -0,002448		0,001323		
13	93-92	49,58	1 1/4"	150	-0,2867	-0,2725	0,95047	0,0131	0,0252	-0,2615
13	92-96	42,11	1 1/4"	150	0,5203	0,697	1,33961	0,0131	0,0234	0,5437
13	96-98	29,65	1 1/4"	150	-0,2244	-0,1036	0,46168	0,0131	0,0000	-0,2113
13	98-93	46,99	1 1/2"	150	-0,5901	-0,404	0,68463	0,0131	0,0117	-0,5784
						-0,0831	3,4364			
						H/ H/Q = -0,024182		0,013072		
14	92-91	42,61	1 1/4"	150	-0,3618	-0,3601	0,99530	-0,0104	-0,0313	-0,3931
14	91-95	44,04	1 1/4"	150	0,5182	0,7235	1,39618	-0,0104	-0,0195	0,4987
14	95-96	47,23	1 1/4"	150	0,3752	0,427	1,13806	-0,0104	0,0000	0,3648
14	96-92	42,11	1 1/4"	150	-0,5203	-0,697	1,33961	-0,0104	-0,0234	-0,5437
						0,0934	4,8692			
						H/ H/Q = 0,019182		-0,010369		
15	91-90	43,05	1 1/4"	150	-0,2825	-0,2302	0,81487	0,0091	0,0186	-0,2639
15	90-94	42,80	1 1/4"	150	0,4869	0,6266	1,28692	0,0091	0,0000	0,4960
15	94-95	43,24	1 1/4"	150	0,2969	0,2535	0,85382	0,0091	0,0000	0,3060
15	95-91	44,04	1 1/4"	150	-0,5182	-0,7235	1,39618	0,0091	0,0195	-0,4987
						-0,0736	4,3518			
FINAL DE ITERACIÓN No. 5 RED No.4						H/ H/Q = -0,016913		0,009142		

Tabla XXV. Red No. 5 - Inicio de iteración No. 1

Circ.	Tramo	Long. (m)	Ø (pulg.)	C	Q. inicial (l/s)	H (m.c.a.)	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"		Q.mod. l/s
									Tub. Común		
1	80-80,2	79,02	2"	150	1,02	0,46	0,45098	0,3465	0,0000		1,3665
1	80,2-80,3	48,23	1 1/2"	150	0,54	0,35	0,64815	0,3465	0,0000		0,8865
1	80,3-80,4	31,41	1 1/4"	150	0,34	0,24	0,70588	0,3465	0,0000		0,6865
1	80,4-85	152,97	2"	150	-1,06	-0,96	0,90566	0,3465	0,1179		-0,9421
1	85-80	83,2	3"	150	-6,43	-2,03	0,31571	0,3465	0,0000		-6,0835
						-1,94	3,0264				
						H/ H/Q = -0,641030		0,346503			
2	85-80,4	152,97	2"	150	1,06	0,96	0,90566	0,22856	-0,1179		0,9421
2	80,4-94,5	58,8	1 1/4"	150	0,34	0,44	1,29412	0,22856	0,0000		0,5686
2	94,5-94,3	89,24	1 1/2"	150	-0,6400	-0,89	1,39063	0,22856	0,0000		-0,4114
2	94,3-94	121,97	2"	150	-1,08	-0,79	0,73148	0,22856	0,1032		-0,9768
2	94-85	88,06	3"	150	-5,36	-1,68	0,31343	0,22856	0,0000		-5,1314
						-1,96	4,6353				
						H/ H/Q = -0,422841		0,228562			
3	94-94,3	121,97	2"	150	1,08	0,79	0,73148	0,1254	-0,1032		0,9768
3	94,3-94,3,2	141,27	1 1/4"	150	0,45	1,79	3,97778	0,1254	0,0000		0,5754
3	94,3,2-99	208,62	1 1/2"	150	-0,92	-4,08	4,43478	0,1254	0,0000		-0,7946
3	99-94	102,05	3"	150	-3,16	-0,67	0,21203	0,1254	0,2004		-2,9596
						-2,17	9,3561				
						H/ H/Q = -0,231935		0,125370			
4	98,1-94	102,29	2"	150	-0,77	-0,35	0,45455	-0,07504	0,0000		-0,8450
4	94-99	102,05	3"	150	3,16	0,67	0,21203	-0,07504	-0,2004		2,9596
4	99-100	60,9	3"	150	1,8900	0,15	0,07937	-0,07504	0,0000		1,8150
4	100-102	108,27	2"	150	0,89	0,49	0,55056	-0,07504	0,1892		1,0792
4	102-103	38,4	1 1/2"	150	0,44	0,2	0,45455	-0,07504	0,0000		0,3650
4	103-98,1	156,62	2"	150	-0,95	-0,8	0,84211	-0,07504	0,0000		-1,0250
						0,36	2,5931				
						H/ H/Q = 0,138827		-0,075042			
5	102-100	108,27	2"	150	-0,89	-0,49	0,55056	-0,26428	-0,1892		-1,0792
5	100-100,1	60,05	2 1/2"	150	1,31	0,67	0,51145	-0,26428	0,0000		1,0457
5	100,1-102,1	149,98	1 1/2"	150	0,6500	1,54	2,36923	-0,26428	0,0000		0,3857
5	102,1-102	38,43	1 1/4"	150	0,45	0,49	1,08889	-0,26428	0,0000		0,1857
						2,21	4,52013				
FINAL DE ITERACIÓN No.1 RED No.5						H/ H/Q = 0,488924		-0,264283			

Tabla XXV. Red No. 5 - Final de iteración No.5

FINAL DE ITERACION No. 4 RED No.5										
Circ.	Tramo	Long. (m)	Ø (pulg.)	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q.mod.
					(l/s)	(m.c.a.)			Tub. Común	l/s
1	80-80,2	79,02	2"	150	1,3879	0,8144	0,58679	0,0005	0,0000	1,3884
1	80,2-80,3	48,23	1 1/2"	150	0,9079	0,9201	1,01344	0,0005	0,0000	0,9084
1	80,3-80,4	31,41	1 1/4"	150	0,7079	0,919	1,29821	0,0005	0,0000	0,7084
1	80,4-85	152,97	2"	150	-0,9858	-0,8372	0,84926	0,0005	-0,0022	-0,9880
1	85-80	83,20	3"	150	-6,0621	-1,8202	0,30026	0,0005	0,0000	-6,0616
						-0,0039	4,0479			
						H/ H/Q =	-0,000963	0,000521		
2	85-80,4	152,97	2"	150	0,9858	0,8372	0,84926	0,00269	0,0022	0,9880
2	80,4-94,5	58,80	1 1/4"	150	0,6337	1,4017	2,21193	0,00269	0,0000	0,6364
2	94,5-94,3	89,24	1 1/2"	150	-0,3463	-0,2862	0,82645	0,00269	0,0000	-0,3436
2	94,3-94	121,47	2"	150	-0,9278	-0,5943	0,64055	0,00269	0,0026	-0,9252
2	94-85	88,06	3"	150	-5,0663	-1,3823	0,27284	0,00269	0,0000	-5,0636
						-0,0239	4,8010			
						H/ H/Q =	-0,004978	0,002691		
3	94-94,3	121,97	2"	150	0,9278	0,5967	0,64313	0,0001	-0,0026	0,9252
3	94,3-94,3,2	141,27	1 1/4"	150	0,5915	2,9645	5,01183	0,0001	0,0000	0,5916
3	94,3,2-99	208,62	1 1/2"	150	-0,7785	-2,994	3,84586	0,0001	0,0000	-0,7784
3	99-94	102,05	3"	150	-2,8936	-0,5684	0,19643	0,0001	0,0026	-2,8910
						-0,0012	9,6973			
						H/ H/Q =	-0,000124	0,000067		
4	98,1-94	102,29	2"	150	-0,8949	-0,4681	0,52308	-0,00252	0,0000	-0,8974
4	94-99	102,05	3"	150	2,8936	0,5684	0,19643	-0,00252	-0,0026	2,8910
4	99-100	60,90	3"	150	1,7651	0,1359	0,07699	-0,00252	0,0000	1,7626
4	100-102	108,27	2"	150	1,0611	0,679	0,63990	-0,00252	-0,0014	1,0597
4	102-103	38,40	1 1/2"	150	0,3151	0,1034	0,32815	-0,00252	0,0000	0,3126
4	103-98,1	156,62	2"	150	-1,0749	-1,006	0,93590	-0,00252	0,0000	-1,0774
						0,0126	2,7005			
						H/ H/Q =	0,004666	-0,002522		
5	102-100	108,27	2"	150	-1,0611	-0,679	0,63990	-0,00110	0,0014	-1,0597
5	100-100,1	60,05	2 1/2"	150	1,0139	0,1168	0,11520	-0,00110	0,0000	1,0128
5	100,1-102,1	149,98	1 1/2"	150	0,3539	0,5007	1,41481	-0,00110	0,0000	0,3528
5	102,1-102	38,43	1 1/4"	150	0,1539	0,0668	0,43405	-0,00110	0,0000	0,1528
						0,0053	2,60396			
						H/ H/Q =	0,002035	-0,001100		

Tabla XXVII. Red No.7 - Inicio de iteración No.1

CIRC.	Tramo	Long.	Ø	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta "Q"	Delta "Q"	Q.mod.
		(m)	(pulg.)		(l/s)	(m.c.a.)			Tub. Común	l/s
1	58,2-55	148.73	3"	150	2.8400	0.8	0.28169	0.0405	0.0000	2.8805
1	55-60	153.53	3"	150	2.6700	0.74	0.27715	0.0405	0.0000	2.7105
1	60-64	165.56	1 1/2"	150	-0.56	-1.2900	2.30357	0.0405	0.0570	-0.5030
1	64-58,2	177.47	2"	150	-0.7000	-0.52	0.74286	0.0405	0.0000	-0.6595
						-0.27	3.6053			
						H/ H/Q =	-0.074890	0.040481		
1	64-60	165.56	1 1/2"	150	0.5600	1.29	2.30357	-0.0165	-0.0570	0.5030
1	60-66	165.39	1 1/2"	150	0.4600	0.9	1.95652	-0.0165	0.0000	0.4435
1	66-66,2	114.83	1 1/2"	150	-0.56	-0.9000	1.60714	-0.0165	0.0000	-0.5765
1	66,2-64	209.29	1 1/2"	150	-0.4500	-1.04	2.31111	-0.0165	0.0000	-0.4665
						0.25	8.1783			
						H/ H/Q =	0.030569	-0.016524		

Tabla XXVIII. Red No. 7 - Final de iteración No.4

Circ.	Tramo	Long.	Ø	C	Q. inicial	H	H/Q	Delta"Q"	Delta "Q"	Q.mod.
		(m)	(pulg.)		(l/s)	(m.c.a.)			Tub. Común	l/s
1	58,2-55	148,73	3"	150	2,8812	0,8218	0,28523	-0,0026	0,0000	2,8786
1	55-60	153,53	3"	150	2,7112	0,758	0,27958	-0,0026	0,0000	2,7086
1	60-64	165,56	1 1/2"	150	-0,5141	-1,1029	2,14530	-0,0026	-0,0052	-0,5193
1	64-58,2	177,47	2"	150	-0,6588	-0,4608	0,69945	-0,0026	0,0000	-0,6614
						0,0161	3,4096			
						H/ H/Q =	0,004722	-0,002552		
2	64-60	165,56	1 1/2"	150	0,5141	1,1029	2,14530	0,0027	0,0052	0,5193
2	60-66	165,39	1 1/2"	150	0,4551	0,8793	1,93210	0,0027	0,0000	0,4578
2	66-66,2	114,83	1 1/2"	150	-0,5649	-0,9106	1,61197	0,0027	0,0000	-0,5622
2	66,2-64	209,29	1 1/2"	150	-0,4549	-1,1118	2,44405	0,0027	0,0000	-0,4522
						-0,0402	8,1334			
FINAL DE ITERACIÓN No. 4 RED No.7						H/ H/Q =	-0,004943	0,002672		

Las condiciones finales de la red se determinan de la siguiente forma:

- a) El valor final del caudal que posee la tubería en estudio es el caudal inicial de la última iteración.
- b) Las pérdidas de presión (m.c.a.) es la indicada en la columna H y corresponde al caudal final calculado para la tubería estudiada.

3.2.8 Cálculo de presiones

Para el cálculo de la presión en un punto "X" se calcula la longitud existente entre este punto y los tanques de almacenamiento, se especifica un diámetro y se calcula la pérdida por fricción (H_f) en metros columna de agua (m.c.a.).

Ejemplo:

Para ilustrar tomaremos como base el cálculo de la presión (P) en el primer punto E-16 de la red No.3.

$$C.p.(E-16) = \text{Cota Tanque la Cruz} - H_f(T.C. a E-16)$$

$$C.p.(E-16) = 936.34 - 0.60 = 935.74$$

$$P(E-16) = C.p.(E-16) - C.T.(E-16)$$

$$P(E-16) = 935.74 - 925.76 = 9.98 \text{ m.c.a.}$$

La fórmula anterior es repetitiva para el cálculo de la presión en los puntos de consumo subsiguientes, definidos por la dirección del flujo determinado por la topografía del sector, ejemplo, (E-20):

$$C.p.(E-20) = C.p.(E-16) - H_f(E16-E20)$$

$$C.p.(E-20) = 935.74 - 1.23 = 934.51$$

$$P(E-20) = C.p.(E-20) - C.T.(E-20)$$

$$P(E-20) = 934.51 - 920.04 = 14.47$$

Donde:

$C.p.$ = Cota Piezométrica de la estación

$C.T.$ = Cota de terreno de la estación

P = Presión en la estación.

Los valores de la presión, para cada punto de consumo de las redes de distribución, se presentan en las siguientes tablas, aplicando el proceso de cálculo anteriormente definido y ampliando la información, para facilitar la elaboración de los planos.

Tabla XXIX. Cálculo de presiones red No.1 y No. 2

Tramo	Pérdida	Cota Piezo.	Cota Piezo.	Cota Terreno	Cota Terreno	Presión	Presión
	Hf	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
0-14.3	9,14	1000,00	990,86	1000,00	955,86	0,00	35,00
14.3-14	0,92	990,86	989,94	955,86	936,34	35,00	53,60
14-15	0,35	989,94	989,59	936,34	929,36	53,60	60,23
14.3-15.2	0,24	990,86	990,62	955,86	954,17	35,00	36,45
15.2-15	1,07	990,62	989,55	954,17	929,36	36,45	60,19
CÁLCULO DE PRESIONES RED No. 2							
E0-E5	1,44	1000	957,75	1000	957,75	0	0
E5-E13	2,65	957,75	955,1	957,75	934,85	0	20,25
13-45.1	1,02	955,1	954,08	934,85	932,79	20,25	21,29
45.1-48.2	5,32	954,08	948,76	932,79	919,63	21,29	29,13
13-22	2,36	955,1	952,74	934,85	922,67	20,25	30,07
22-26	2,59	952,74	950,15	922,67	912,46	30,07	37,69
22-21	0,1	952,74	952,64	922,67	922,58	30,07	30,06
21-20	0,13	952,64	952,51	922,58	920,04	30,06	32,47
26-52	0,82	950,15	949,33	912,46	897,61	37,69	51,72
26-35	1,51	950,15	948,64	912,46	906,93	37,69	41,71
35-77	1,45	948,64	947,19	906,93	904,36	41,71	42,83
13-15	1,36	955,1	953,74	934,85	929,36	20,25	24,38
15-20	1,26	953,74	952,48	929,36	920,04	24,38	32,44
20-24	2,22	952,48	950,26	920,04	915,42	32,44	34,84
24-25	0,22	950,26	950,04	915,42	914,66	34,84	35,38
24-28	1,41	950,26	948,85	915,42	912,12	34,84	36,73
28-29	0,38	948,85	948,47	912,12	910,6	36,73	37,87
28-32	0,41	948,85	948,44	912,12	910,56	36,73	37,88
32-32.1	0,21	948,44	948,23	910,56	909,84	37,88	38,39
32.1-33	0,08	948,23	948,15	909,84	908,53	38,39	39,62
32.1-75	0,9	948,23	947,33	909,84	906,66	38,39	40,67
75-77	0,75	947,33	946,58	906,66	904,36	40,67	42,22
21-25	2,44	952,64	950,2	922,58	914,66	30,06	35,54
25-26	0,14	950,2	950,06	914,66	912,46	35,54	37,6
25-29	1,44	950,2	948,76	914,66	910,6	35,54	38,16
29-33	0,24	948,76	948,52	910,6	908,53	38,16	39,99
33-35	0,1	948,52	948,42	908,53	906,93	39,99	41,49

Tabla XXX. Cálculo de presiones red No.3

Tramo	Pérdida	Cota Piezo.	Cota Piezo.	Cota Terreno	Cota Terreno	Presión	Presión
	Hf	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T.C. - 16	0,60	936,34	935,74	936,34	925,76	0,00	9,98
16-20	1,23	935,74	934,51	925,76	920,04	9,98	14,47
20-24	0,89	934,51	933,62	920,04	915,42	14,47	18,20
24-32	1,09	933,62	932,53	915,42	910,57	18,20	21,96
32-31	0,07	932,53	932,46	910,57	910,50	21,96	21,96
31-31.2	1,76	932,46	930,70	910,50	907,68	21,96	23,02
31-73	1,40	932,46	931,06	910,50	907,06	21,96	24,00
73-75	0,12	931,06	930,94	907,06	906,66	24,00	24,28
32-32.1	0,55	932,53	931,98	910,57	909,84	21,96	22,14
32.1-75	1,04	931,98	930,94	909,84	906,66	22,14	24,28
16-18	0,59	935,74	935,15	925,76	925,48	9,98	9,67
18-19	0,72	935,15	934,43	925,48	920,22	9,67	14,21
19-20	0,09	934,43	934,34	920,22	920,04	14,21	14,30
19-23	0,64	934,43	933,79	920,02	915,91	14,41	17,88
23-24	0,17	933,79	933,62	915,91	915,42	17,88	18,20
23-23.2	0,84	933,79	932,95	915,91	910,26	17,88	22,69
23.2-23.11	0,35	932,95	932,60	910,26	921,41	22,69	11,19
23-27	0,28	933,79	933,51	915,91	913,40	17,88	20,11
27-23.2	0,56	933,51	932,95	913,40	910,26	20,11	22,69
27-31	1,03	933,51	932,48	913,40	910,50	20,11	21,98
Tramo	Pérdida	Cota Piezo.	Cota Piezo.	Cota Terreno	Cota Terreno	Presión	Presión
	Hf	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T.N. - 15.13	0,26	954,17	953,91	954,17	939,08	0,00	14,83
15.1.3 - 18	0,10	953,74	953,64	939,08	925,48	14,66	28,16
18 -16	0,38	953,64	953,26	925,48	925,76	28,16	27,50
15.1.3 - 15.1	0,21	953,74	953,53	939,08	937,71	14,66	15,82
15.1 - 16	0,27	953,53	953,26	937,71	925,76	15,82	27,50

Tabla XXXI. Cálculo de presiones red No. 4

Tramo	Pérdida	Cota Piezo.		Cota Terreno		Presión	
	Hf	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
T.C. - 74	2,58	936,34	933,76	936,34	907,06	0	26,7
74-72	0,99	933,76	932,77	907,06	903,7	26,7	29,07
72-80	0,84	932,77	931,93	903,7	898,4	29,07	33,53
80-85	1,28	931,93	930,65	898,4	891,82	33,53	38,83
85-90	0,7	930,65	929,95	891,82	889,91	38,83	40,04
90-91	0,23	929,95	929,72	889,91	889,71	40,04	40,01
90-94	0,63	929,95	929,32	889,91	888,56	40,04	40,76
94-95	0,25	929,32	929,07	888,56	887,96	40,76	41,11
95-96	0,43	929,07	928,64	887,96	886,88	41,11	41,76
74-81	1,56	933,76	932,2	907,06	902,16	26,7	30,04
81-82	0,44	932,2	931,76	902,16	901,26	30,04	30,5
81-86	1,64	932,2	930,56	902,16	892,5	30,04	38,06
86-87	0,37	930,56	930,19	892,5	892,21	38,06	37,98
86-91	0,88	930,56	929,68	892,5	889,71	38,06	39,97
91-92	0,36	929,68	929,32	889,71	888,9	39,97	40,42
91-95	0,72	929,68	928,96	889,71	887,96	39,97	41
95-96	0,43	928,96	928,53	887,96	886,88	41	41,65
74-76	0,62	933,76	933,14	907,06	905,63	26,7	27,51
76-82	1,44	933,14	931,7	905,63	901,26	27,51	30,44
82-83	0,59	931,7	931,11	901,26	889	30,44	42,11
82-87	1,53	931,7	930,17	901,26	892,21	30,44	37,96
87-88	0,5	930,17	929,67	892,21	891,33	37,96	38,34
87-92	1,07	930,17	929,1	892,21	888,9	37,96	40,2
92-93	0,27	929,1	928,83	888,9	888,48	40,2	40,35
92-96	0,7	929,1	928,4	888,9	886,88	40,2	41,52
76-77	0,78	933,14	932,36	905,63	904,27	27,51	28,09
77-83	1,09	932,36	931,27	904,27	899	28,09	32,27
83-88	1,59	931,27	929,68	899	891,33	32,27	38,35
88-93	0,74	929,68	928,94	891,33	888,48	38,35	40,46
93-98	0,4	928,94	928,54	888,48	887,06	40,46	41,48
98-96	0,1	928,54	928,44	887,06	886,88	41,48	41,56
98-98.3	0,19	928,54	928,35	887,06	887,75	41,48	40,6
98.3-98.6	1,06	928,35	927,29	887,75	884,76	40,6	42,53
77-78	0,41	932,36	931,95	904,27	903,2	28,09	28,75
78-79	1,15	931,95	930,8	903,2	896,56	28,75	34,24
78-84	0,33	931,95	931,62	903,2	902,56	28,75	29,06
84-83	0,53	931,62	931,09	902,56	889	29,06	42,09
84-84.1	1,12	931,62	930,5	902,56	899,22	29,06	31,28
84.1-84.1.1	0,6	930,5	929,9	899,22	898,98	31,28	30,92
84.1-84.2	1,31	930,5	929,19	899,22	888,37	31,28	40,82
84-89	1,9	931,62	929,72	902,56	897,61	29,06	32,11
89-88	0,21	929,72	929,51	897,61	891,33	32,11	38,18
89-98.6.1	0,87	929,72	928,85	897,61	893,03	32,11	35,82
98.6.1-98.6	1,06	928,85	927,79	893,03	884,76	35,82	43,03

Tabla XXXII. Cálculo de presiones red No.5

Tramo	Pérdida	Cota Piezo.		Cota Terreno		Presión	
	Hf	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Tanque - E80	0,92	910,02	909,1	910,02	898,4	0	10,7
E80 - E85	1,82	909,1	907,28	898,4	891,82	10,7	15,46
E85 - E94	1,38	907,28	905,9	891,82	888,56	15,46	17,34
E94 - E99	0,57	905,9	905,33	888,56	889,34	17,34	15,99
E99 - E100	0,14	905,33	905,19	889,34	890,06	15,99	15,13
E100 - E100.1	0,12	905,19	905,07	890,06	890,68	15,13	14,39
E100.1 - E100.2	0,32	905,07	904,75	890,68	888,88	14,39	15,87
E80 - E80.2	0,81	909,1	908,29	898,4	892,54	10,7	15,75
E80.2 - E80.3	0,92	908,29	907,37	892,54	884,77	15,75	22,6
80,3 - 80,3,2	0,41	907,37	906,96	884,77	894,1	22,6	12,86
E80.3 - E80.4	0,92	906,96	906,04	884,77	878,44	22,19	27,6
E80.4 - E94.5	1,4	906,04	904,64	878,44	868,51	27,6	36,13
E85 - E80.4	0,84	907,28	906,44	891,82	878,44	15,46	28
E94 - E94.3	0,59	905,9	905,31	888,56	885,07	17,34	20,24
E94.3 - E94.5	0,29	905,31	905,02	885,07	868,51	20,24	36,51
E94.5 - E94,10	0,62	905,02	904,4	868,51	884,66	36,51	19,74
E94.3 - E94.3.2	2,96	905,31	902,35	885,07	873,4	20,24	28,95
E99 - E94.3.2	2,99	905,33	902,34	889,34	873,4	15,99	28,94
E94 - E98.1	0,47	905,9	905,43	888,56	886,69	17,34	18,74
E98.1 - E103	1	905,43	904,43	886,69	883,72	18,74	20,71
E100 - E102	0,68	905,19	904,51	890,06	884,81	15,13	19,7
E102 - E103	0,1	904,51	904,41	884,81	883,72	19,7	20,69
E100,1 - E102.1	1,54	905,07	903,53	890,68	885,04	14,39	18,49
E102,1 - E102	0,07	903,53	903,46	885,04	884,81	18,49	18,65

Tabla XXXIII. Cálculo de presiones red No.6

Tramo	Pérdida	Cota Piezo.		Cota Terreno		Presión	
	Hf	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
14 - 77	10,51	936,34	925,83	936,34	904,76	0,00	21,07
77 - 98.1	6,5	925,83	919,33	904,76	886,69	21,07	32,64
98.1 - 104	8,23	919,33	911,10	886,69	880,68	32,64	30,42
104 - 104.5	4,96	911,10	906,14	880,68	868,55	30,42	37,59
104 - 107	4,32	911,10	906,78	880,68	865,52	30,42	41,26
14-22	10,51	936,34	925,83	936,34	904,76	0,00	21,07
22-26	6,5	925,83	919,33	904,76	886,69	21,07	32,64
26-34	8,23	919,33	911,10	886,69	880,68	32,64	30,42
34-35	4,96	911,10	906,14	880,68	868,55	30,42	37,59
35-77	4,32	911,10	906,78	880,68	865,52	30,42	41,26
77-83	10,51	936,34	925,83	936,34	904,76	0,00	21,07
83-88	6,5	925,83	919,33	904,76	886,69	21,07	32,64
88-93	8,23	919,33	911,10	886,69	880,68	32,64	30,42
93-97	4,96	911,10	906,14	880,68	868,55	30,42	37,59
97-98	4,32	911,10	906,78	880,68	865,52	30,42	41,26
98-98.1	10,51	936,34	925,83	936,34	904,76	0,00	21,07
98.1-103	6,5	925,83	919,33	904,76	886,69	21,07	32,64
103-104	8,23	919,33	911,10	886,69	880,68	32,64	30,42
104-104.1	4,96	911,10	906,14	880,68	868,55	30,42	37,59
104.1-104.2	4,32	911,10	906,78	880,68	865,52	30,42	41,26

Tabla XXXIV. Cálculo de presiones red No.7

Tramo	Pérdida	Cota Piezo.		Cota Terreno		Presión	
	Hf	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
26,2-58,2	0,38	906,60	906,22	906,60	896,40	0,00	9,82
58,2-64	0,52	906,22	905,70	896,40	889,83	9,82	15,87
64-60	1,29	905,70	904,41	889,83	881,15	15,87	23,26
64-66,2	1,04	905,70	904,66	889,83	882,00	15,87	22,66
66,2-66	0,9	904,66	903,76	882,00	877,13	22,66	26,63
58,2-55	0,80	906,22	905,42	896,40	893,03	9,82	12,39
55-60	0,74	905,45	904,71	893,03	881,15	12,42	23,56
60-66	0,90	904,71	903,81	881,15	877,13	23,56	26,68
66-69,1	2,64	903,81	901,17	877,13	867,02	26,68	34,15
60-98,13	0,47	904,71	904,24	881,15	880,07	23,56	24,17
98,13-98,11,2	0,71	904,24	903,53	880,07	873,00	24,17	30,53
98,11,2-98,11	0,16	903,53	903,37	873,00	867,60	30,53	35,77
98,13-98,11	0,23	904,24	904,01	880,07	867,60	24,17	36,41
98,11-98,5	0,49	904,01	903,52	867,60	885,69	36,41	17,83
98,5-98	0,48	903,52	903,04	885,69	887,06	17,83	15,98
98,5-98,5,1	0,54	903,52	902,98	885,69	881,06	17,83	21,92
98,5,1-98,5,3	0,28	902,98	902,70	881,06	877,81	21,92	24,89
98,5,1-98,5,6	1,84	902,98	901,14	881,06	870,63	21,92	30,51

Por los valores calculados en las tablas anteriores se determina el valor mas bajo de presión en la estación 58.2 con un valor de 9.82 m.c.a., que es producido por la posición del tanque, en relación a la línea de distribución, que según criterio del diseñador no afectara al sistema, ya que es un área despoblada. El valor mas alto se encuentra en la estación E-15, con un valor de 60.23 m.c.a., comprobando los valores mínimos y máximos de presión (10m.c.a. – 60 m.c.a.) en sistemas de distribución.

Con bs datos anteriores se procede a elaborar los planos en los que se indican las presiones distribuidas en los puntos de consumo de cada una de las redes.

Debido a que el sistema esta compuesto de 7 redes de distribución totalmente independientes, resultaría totalmente laborioso y repetitivo mostrar en planos los perfiles con las graficas de líneas de presión de cada uno de los tramos de cada red de distribución, por lo tanto, se presentaran los valores a través de líneas de presión en cada planta de los sectores, ahorrando de esta manera espacio en planos (ver apéndice "3").

3.3 Tanques de distribución

Los tanques de distribución, en un sistema de abastecimiento de agua potable, tiene como función compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población y poder cubrir la demanda cuando haya interrupción del servicio en la línea de conducción, así como proporcionar presiones adecuadas en la red de distribución. En el caso de la comunidad de Magdalena Milpas Altas, los tanques de distribución, son utilizados para almacenar el 100% del caudal de conducción, debido a que la producción de los

manantiales no son capaces de abastecer a toda la población, durante todo el día, y únicamente se distribuye el servicio domiciliar durante 3 horas diarias, almacenando el caudal durante 21 horas.

Como el sistema esta compuesto por tanques de distribución existentes, que son ser aprovechados por el nuevo diseño aquí presentado, sin embargo es necesario la implementación de dos tanques de distribución que complementarán las redes de distribución, ya que dichas líneas de conducción, carecen de los mismos, siendo estas las redes No.7 y el circuito anexo a red No.3.

3.4. - Volúmenes de los tanques de distribución

Según la UNEPAR para cumplir con el consumo de la población, sugiere que el tanque de almacenamiento de tener parámetros de capacidad entre el 30% al 40% del caudal medio diario de diseño. Para la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, que cuenta con más de 5,000 habitantes la UNEPAR, recomienda el 40% del consumo medio diario, mas un 10% para eventualidades, sin embargo para este caso en especial el diseñador propone un 20% para eventualidades. Por lo tanto para determinar el volumen de los tanques de distribución se considerara un almacenamiento del 60%, por ser una comunidad que depende en un porcentaje mayor del 50% de su abastecimiento, de los pozos mecánicos, lo que provoca serios problemas al sistema de distribución, cuando uno de los sistemas de bombeo falla, por lo que se necesita un alto porcentaje de almacenamiento para mantener reservas cuando existan problemas

de bombeo, y de esta manera poder contar con un volumen de agua que pueda ser utilizado como volúmen de reserva durante la deficiencia. Cada una de las redes para los que sean necesarios los tanques de almacenamiento, tendrán sus propias fuentes de abastecimiento, por lo que ambos tanques tendrán volúmenes diferentes, los que se calculan a continuación;

Red No.7 = Tanque No.1

$$Vol.1 = \frac{3.54 \text{ lts/seg} \cdot 0.60 \cdot 86,400 \text{ seg/día}}{1,000 \text{ lts/m}^3}$$

$Vol.1 = 183.51 \text{ m}^3/\text{día}$, aproximaremos a $185.00 \text{ m}^3/\text{día}$, por cuestión de dimensionamiento.

Anexo a Red No.3 = Tanque No. 2

$$Vol.2 = \frac{0.72 \text{ lts/seg} \cdot 0.60 \cdot 86,400 \text{ seg/día}}{1,000 \text{ lts/m}^3}$$

$Vol.2 = 37.32 \text{ m}^3/\text{día}$, aproximaremos a $38.00 \text{ m}^3/\text{día}$.

El proceso de diseño para los tanques de distribución se describirá en el siguiente enunciado.

4. DISEÑO DE TANQUE DE DISTRIBUCION

Como se determinó en el enunciado anterior, el sistema nuevo requiere de la implementación de dos tanques, por lo que se proponen tanques típicos de mampostería de piedra, cuyos volúmenes son; tanque No.1 = 185.00 m³. Y tanque No.2 = 38.00 m³. Para la ilustración del proceso del diseño se tomará como ejemplo, el procedimiento de cálculo para el tanque No.1 por ser el de mayor volumen.

4.1 Diseño de losa

4.1.1 Cálculo de momentos de losas

Relación:

$$(m) ? \frac{A}{B}$$

Donde: A = Lado menor de losa

B = Lado mayor de losa

Si la relación $\frac{A}{B} >$ de 0.5 losa de doble sentido

Si la relación $\frac{A}{B} <$ de 0.5 losa en un solo sentido

Entonces;

$$M \geq \frac{A}{B} = \frac{3.5}{5.6}$$

$M = 0.625 >$ de 0.5, la losa deberá ser diseñada en doble sentido.

Para losas en dos sentidos el espesor (t) se determina como la sumatoria del perímetro/180.

$$t \geq \frac{2(A+B)}{180} = \frac{2(3.5m+5.6m)}{180} = 0.10 \text{ mts.}$$

4.1.2 Integración de cargas

$$\begin{aligned} \text{Peso propio de losa} &= \text{Peso específico del concreto} * t \\ &= (2400 \text{ kg/m}^3) * (0.10 \text{ m.}) = 240.00 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Peso de acabados} = 90.00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total muerta} = 240.00 \text{ Kg/m}^2 + 90.00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga total muerta} = 330 \text{ kg/m}^2$$

Carga Viva (C.V.)

$$\text{C.V. Techo inaccesible} = 100.00 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{total C.V.} = 100.00 \text{ kg/m}^2$$

Carga última (CU)

$$CUM = 1.40CM = (1.40) * (330.00 \text{ kg/m}^2) = 462.00 \text{ kg/m}^2$$

$$CUV = 1.70CUV = (1.70) * (100.00 \text{ kg/m}^2) = 170.00 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1.40CM + 1.70CUV$$

$$CU = 462.00 \text{ kg/m}^2 + 170.00 \text{ kg/m}^2 = 632.00 \text{ kg/m}^2$$

4.1.3 Cálculo de momentos en losas No.1 y No.3

Losas inicial y final son típicas del caso 6, del método 3 de ACI.
Coeficiente ACI para los momentos negativos (C(-)).

$$M = 0.63 \quad , \quad \begin{array}{ll} \text{Ca (-)} & 0.095 \\ \text{Cb (-)} & \text{-----} \end{array}$$

Coeficiente ACI para los momentos positivos (Cm(+)), producidos por las cargas muertas

$$M = 0.63 \quad , \quad \begin{array}{ll} \text{Cam(+)} & 0.056 \\ \text{Cbm(+)} & 0.006 \end{array}$$

Coeficiente ACI para los momentos positivos (Cv(+)), producidos por las cargas vivas

$$M = 0.63 \quad , \quad \begin{array}{ll} \text{Cav(+)} & 0.068 \\ \text{Cbv(+)} & 0.008 \end{array}$$

Momentos de las losas No.1 y No.3

Momento positivo en A (Ma(+))

$$Ma(+)= Cam(+)* (CUM) * (A^2) + (Cav(+)) * (CUV) * (A^2)$$

$$Ma(+)= (0.056)*(462\text{kg/m}^2)*(3.50\text{m})^2 + (0.068)*(170\text{KG/m}^2)*(3.5\text{m})^2$$

$$Ma(+)= 458.54 \text{ kg-m}$$

Momento negativo en A (Ma(-))

$$Ma(-)= (Ca(-)) * (CUM) * (A^2)$$

$$Ma(-)= (0.097)*(699.20\text{kg/m}^2)*(3.5\text{m})^2$$

$$Ma(-)= 735.49 \text{ kg-m}$$

Momento positivo en B (Mb(+))

$$Mb(+)= (Cbm(+)) * (CUM) * (B^2) + Cbv(+)* (CUV) * (B^2)$$

$$Mb(+)=(0.006)*(462\text{kg/m}^2)*(5.6\text{m})^2+0.008*(170\text{kg/m}^2)*(5.6\text{m})^2$$

$$Mb(+)= 129.58 \text{ kg-m}$$

Momento negativo en B (Mb(-))

$$Mb(+)= (Cbm(+)) * (CUM) * (B^2) + Cbv(+)* (CUV)$$

$$Mb(-)= 0 \text{ kg-m}$$

Como el momento negativo en B es igual a cero, por definición se le asigna un tercio del momento positivo.

$$Mb(?) ? \frac{1? Mb(?)}{3} = \frac{1*129.58\text{kg} ? m}{3}$$

$$Mb (-) = 43.19 \text{ kg-m}$$

4.1.4 Cálculo de momentos en losa intermedia

La losa No.2 ó losa intermedia es típicas del caso 5 del método 3 de ACI.

Coeficiente ACI para los momentos negativos, (C (-)).

$$Ca(-) \quad 0.088$$

$$M = 0.63 \quad Cb(-) \quad \text{-----}$$

Coeficiente ACI para los momentos positivos (Cm(+)), producidos por las cargas muertas

$$Cam(+)\quad 0.037$$

$$M = 0.63 \quad Cbm(+)\quad 0.003$$

Coeficiente ACI para los momentos positivos (Cv(+)), producido por las cargas vivas

$$M = 0.63 \quad \begin{array}{ll} C_{av}(+) & 0.059 \\ C_{bv}(+) & 0.007 \end{array}$$

4.1.5 Momentos de las losas No.2 y No.3 (losas intermedias)

Momento positivo en A (Ma(+))

$$\begin{aligned} Ma(+) &= (C_{am}(+)) * (CUM) * (A^2) + (C_{av}(+)) * (CUV) * (A^2) \\ Ma(+) &= (0.037) * (462 \text{ kg/m}^2) * (3.5\text{m})^2 + (0.059) * (170\text{kg/m}^2) * (3.5\text{m})^2 \\ Ma(+) &= 332.27 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Momento negativo en A (Ma(-))

$$\begin{aligned} Ma(-) &= C_{a(-)} * (CU) * (A^2) = (0.088) * (632\text{kg/m}^2) * (3.50\text{m})^2 \\ Ma(-) &= 681.30 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Momento positivo en B (Mb(+))

$$\begin{aligned} Mb(+) &= C_{bm}(+) * (CUM) * (B^2) + C_{bv}(+) * (CUV) * (B^2) \\ Mb(+) &= (0.003) * (462\text{kg/m}^2) * (5.6\text{m.})^2 + (0.007) * (170\text{kg/m}^2) * (5.6\text{m})^2 \\ Mb(+) &= 80.78\text{kg-m} \end{aligned}$$

Momento negativo en B (Mb(-))

$$Mb(-) = 0 \text{ kg-m.}$$

Como el momento negativo en B es igual a cero, por definición le asigna un tercio del momento positivo.

$$Mb(?) = \frac{1 * Mb(?)}{3} = \frac{1 * 80.78\text{kg} * \text{m}}{3}$$

$$Mb(-) = 26.93 \text{ kg-m.}$$

4.1.6 Momento Balanceado (Mbal)

Los momentos entre la losa inicial y una intermedia y la losa final y una intermedia no son los mismos, por lo tanto se procede calcular el 80% del momento mayor. Si este valor es más pequeño, que el momento menor, entonces el momento balanceado será igual a un promedio de los dos momentos (mayor y menor), de no ser así, el momento balanceado será proporcional a sus rigideses. El procedimiento es el siguiente :

Momento mayor (M1) = 735.49 Kg.-m:

Momento menor (M2) = 681.30 Kg.-m:

$0.80 * M1 < M2 = 0.80 * 735.49 \text{ Kg.-m} < 588.39 \text{ kg -m.}$

Como $588.39 \text{ kg-m} < 735.49 \text{ kg-m}$, entonces:

$$M_{bal} = \frac{M1 + M2}{2} = \frac{735.49 \text{ kg} \cdot \text{m} + 681.30 \text{ kg} \cdot \text{m}}{2}$$

$$M_{bal} = 708.40 \text{ kg-m}$$

4.2 Cálculo de acero de refuerzo

Peralte efectivo de la losa (d)

$d = t - \text{recubrimiento} - 1 \text{ diámetro No.3}$

$$d = (10 - 2 - 1) \text{cm.} = 7 \text{ cm}$$

Franja Unitaria (Fu) > FU = 100cm

Acero mínimo (Asmin).

$$As_{min} = (0.002) * (Fu) * (t) = (0.002) * (100 \text{cm.}) * (10 \text{ cm.})$$

$$As_{min} = 2.00 \text{ cm}^2$$

4.2.1 Momento que resiste el acero mínimo (Mo)

$$M_o = F_i \cdot A_s \cdot F_y \cdot d \cdot \frac{A_s \cdot F_y}{1.70 \cdot F_c' \cdot b}$$

$$M_o = (0.90) \cdot (2\text{cm.}) \cdot (2810\text{kg/cm}^2) \cdot 7\text{cm} \cdot \frac{(2\text{cm}) \cdot (2810\text{kg/cm}^2)}{(1.70) \cdot (210\text{kg/cm}^2) \cdot (100\text{cm})}$$

$$M_o = 34,609.87\text{kg-cm}$$

$$M_o = 34,609.87\text{kg-cm}/100$$

$$M_o = 346.10 \text{ kg-m}$$

4.2.2 Espaciamiento del acero mínimo (Es)

Por regla de tres, se calcula el espaciamiento que requiere el acero mínimo (2.00cm²) en una franja unitaria (Fu). Será utilizado acero No. 3. El proceso es el siguiente:

$$E_s = \frac{A_{s\text{No.3}} \cdot (Fu)}{A_{s\text{min.}}} = \frac{0.71\text{cm}^2 \cdot 100\text{cm}}{2.00\text{cm}^2}$$

$$E_s = 35.5 \text{ cm}$$

$$S = 35$$

El momento que resiste el acero mínimo, cubre los momentos del lado mayor (positivo y negativo) de las losas 1 y 2.

Por facilidad de armado, el espaciamiento (para el lado mayor) en ambas losas será de 35cms., sin embargo como S_{max} = 30 cm., entonces la separación final será de 30 cms., y el acero de refuerzo, será No.3 (ver anexo "3", plano 19/20).

Acero necesario para cubrir los momentos del lado menor (As)

$$As = \frac{1}{b * d} \sqrt{\frac{Mu * b}{0.003825 * (Fc') * Fy}} * 0.85 * Fc'$$

4.2.3 Espaciamiento del acero (Es)

$$Es = \frac{As_{No.3} * (Fu)}{As_{min}}$$

4.2.4 Momentos de losas No.1 y No.2 (lado menor)

M (-)1 = Momento negativo en la losa No.1

Mbal = Momento balanceado

M (-)2 = Momento negativo en la losa No.2

M (+)1 = Momento positivo en la losa No.1

M (+)2 = Momento positivo en la losa No.2

Para calcular el acero que resiste los momentos anteriores, se elaborara la siguiente tabla:

Tabla XXXV. Cálculo del acero para losas 1 y 2 (lado menor)

No.	Momento (Kg-m)	Acero (cm ²)	Espaciamiento (cm)
1	M(-)1 = 735.49	As = 4.37	Es = 16.25
2	Mbal = 708.40	As = 4.20	Es = 16.90
3	M(-)2 = 681.30	As = 4.03	Es = 17.62
4	M(+)1 = 458.54	As = 2.67	Es = 26.60
5	*M(+)2 = 332.27	As = 1.92	Es = 37.17

(*) Este momento es inferior al acero mínimo, por lo tanto, se utilizará el acero mínimo.

Finalmente, por facilidad en el armado, se utilizará en el lado menor de todas las losas, acero No.3 con un espaciamiento de 15 cm., para que resista los momentos existentes.

4.3 Diseño de viga

Viga A

Relación (M), entre el lado menor (A) y el lado mayor (B)

$$M \frac{A}{B} = \frac{3.5}{5.6} = 0.625$$

Prediseño de sección de viga

Se asume 6 cm, de peralte efectivo (d) por cada metro de luz (L), y la base será el 60% del peralte.

$$d = (0.06\text{cm}) * (L) = (0.06\text{cm}) * (5.60) = 33.6\text{cm} = 35\text{cm}$$

$$b = (0.6) * (35) = 21\text{cm} = 25\text{cm}.$$

Por flexión se asume una sección de 25*40 cms.

Carga uniformemente distribuida que ejerce el peso propio de la viga sobre el muro (Wv).

$$Wv = (\rho_c) * (b) * (d) = (2400\text{kg/m}^3) * (0.25\text{ m}) * (0.40\text{ m})$$

$$Wv = 240\text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida sobre el lado mayor (Wb)

$$Wb = \frac{\rho_{CU} * A}{6} * M^2 * \frac{(632\text{kg/m}^2) * 3.5\text{m}}{6} * (0.63)^2$$

$$Wb = 959.68\text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida total (Wt)

$$Wt = (2 * Wb) + Wv = (2 * 959.68\text{kg/m}) + 240\text{kg/m}$$

$$Wt = 2159.35 \text{ kg/m.}$$

La viga A, posee una restricción ligera por estar unida a otra viga, por lo cual sus momentos son:

Momento negativo de la viga A (Mv(-))

$$Mv(?) = \frac{Wt * L^2}{24} = \frac{(2159.35 \text{ kg/m}) * (5.60\text{m})^2}{24}$$

$$Mv(-) = 2,159.35 \text{ kg-m.}$$

Momento positivo de la viga A M(+)

$$Mv(?) = \frac{Wt * L^2}{12} = \frac{(2159.35 \text{ kg/m}) * (5.60\text{m})^2}{12}$$

$$Mv(+) = 5643.10 \text{ kg-m}$$

Acero mínimo de la viga (Asmin)

$$Asmin = 0.005 * b * d = (0.005) * (25) * (35)$$

$$Asmin = 4.38 \text{ cm}^2 \text{ (2 varillas No.5 + 1 varilla No.4 = 5.27cm}^2\text{)}$$

El acero mínimo, estará constituido por dos o más varillas (que representen un valor igual o mayor). Para este caso, el acero mínimo será: 2 varillas No.6 (5.73 cm²)

Acero máximo de la viga (Asmax)

$$Asmax = I_{max} * b * d$$

$$I_{max} = 0.50 I_b$$

$$I_b = \frac{0.85 * 0.85 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 6090}{(2810 \text{ kg/cm}^2)(2810 \text{ kg/cm}^2 * 6090)}$$

$$I_b = 0.036946$$

$$I_{max} = (0.50) * (0.036946)$$

$$I_{max} = 0.01847$$

$$A_{smax} = (0.01847) * (25cm) * (35cm)$$

$$A_{smax} = 16.16 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste el acero mínimo (Mo)

$$M_o = F_i * A_s * F_y * d - \frac{A_s * F_y}{1.70 * F_c' * b}$$

$$M_o = (0.90) * (4.38cm.) * (2810 \text{ kg/cm}^2) * 35cm - \frac{(4.38cm) * (2810 \text{ kg/cm}^2)}{(1.70) * (210 \text{ kg/cm}^2) * (25cm)}$$

$$M_o = 372,420.21 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_o = 3,724.20 \text{ kg-m}$$

Acero necesario para resistir el momento negativo (As(-))

El momento que resiste el acero mínimo ($M_o = 3,724 \text{ kg-m}$), es superior al momento negativo ($M_v(-) = 2,821.55 \text{ kg-m}$), por lo tanto, para resistir el momento negativo, se utilizará el acero mínimo.

$$A_s (-) = 4.38 \text{ cm}^2 \text{ (2 varillas No.6)}$$

Acero necesario para resistir el momento positivo (As (+))

$$A_s (?) = \frac{\sqrt{b * d * \mu * b} * 0.85 * F_c'}{F_y}$$

$$A_s (+) = 6.79 \text{ cm}^2 \text{ (2No6 + 1No.4)}$$

4.3.1 Chequeo para el acero de refuerzo, viga I

$$\begin{aligned} \text{Asmin calculado} < A(-) < \text{Asmax} \\ 4.38 \text{ cm}^2 < 5.70 \text{ cm}^2 < 16.16 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmin calculado} < A(+) < \text{Asmax} \\ 4.38 \text{ cm}^2 < 6.79 \text{ cm}^2 < 16.16 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Acero corrido mínimo para la cama superior

Será el mayor entre los siguientes valores:

$$2 \text{ varillas No.6} = 5.70 \text{ cm}^2 \text{ (mayor)}$$

$$33\% \text{ del As(-)} = 1.88 \text{ cm}^2$$

Acero corrido mínimo para la cama inferior

Será el mayor entre los siguientes valores:

$$2 \text{ varillas No.6) } = 5.70 \text{ cm}^2 \text{ (mayor)}$$

$$50\% \text{ del As(-)} = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$50\% \text{ del As(+)} = 3.49 \text{ cm}^2$$

Longitud del bastón positivo (y)

Se realiza sumatoria de momentos en el centro de la viga, para calcular la distancia "y" que existe entre el momento máximo, y el valor de momento resistente, que corresponde al acero mínimo.

Así:

$$0 = \frac{M(?) - M_o - W_t \cdot y^2}{2}$$

Despejamos "y"

$$y = \sqrt{\frac{M(?) - M_o}{2 W_t}}$$

$$y = \sqrt{\frac{(5.74 \text{ Ton} \cdot \text{m}) + (3.72 \text{ Ton} \cdot \text{m}) \cdot (2)}{2.82 \text{ Ton} \cdot \text{m}}}$$

$$y = 1.20 \text{ m}$$

Longitud de desarrollo (ld)

A_v = Área de acero por varilla (As No.4 = 1.27 cm²)

$$l_d = \frac{(0.06) \cdot A_v \cdot F_y}{\sqrt{(F_c')}} = \frac{(0.06) \cdot (1.27 \text{ cm}^2) \cdot (2810 \text{ kg/cm}^2)}{\sqrt{(210 \text{ kg/cm}^2)}}$$

$l_d = 14.78 \text{ cm.}$, que se multiplica por 1.33, (factor de seguridad por ser concreto ligero).

$$l_d = 19.66 = 20 \text{ cm}$$

Longitud total del bastón (Lb)

$$L_b = 2 \cdot l_d + 2 \cdot y = (2) \cdot (0.20 \text{ m}) + (2) \cdot (1.2 \text{ m})$$

$$L_b = 2.80 \text{ m}$$

4.3.2 Refuerzo a corte

Fuerza última de resistencia a corte de una sección (V_{cu})

$$V_{cu} = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{(F_c')} \cdot b \cdot d$$

$$V_{cu} = 0.85 \cdot 0.53 \cdot \sqrt{(210 \text{ kg/cm}^2)} \cdot 25 \text{ cm} \cdot 35 \text{ cm}$$

$$V_{cu} = 193.11 \text{ kg}$$

4.3.3 Fuerza del corte actuante (Va)

$$V_a = \frac{W_t \cdot L}{2} = \frac{(2159.35 \text{ kg/m}) \cdot (5.60 \text{ m})}{2}$$

$$V_a = 6046.18 \text{ kg}$$

La fuerza última que resiste la sección de la viga a corte (V_{cu}), es menor que la fuerza del corte actuante, ($V_{cu} < V_a \approx 6,044.09 \text{ kg} < 8,796.41 \text{ kg}$), por lo tanto, necesita refuerzo a corte.

4.3.4 Cálculo de la fuerza cortante (V_s)

$$V_s = V_a - V_{cu} = 6046.18 \text{ kg} - 5712.32 \text{ kg}$$

$$V_s = 333.86 \text{ kg}$$

Espaciamiento de los estribos (s)

$$s = \frac{0.85 \cdot A_v \cdot F_y \cdot d}{V_s} = \frac{(0.85) \cdot (2) \cdot (0.71) \cdot (2810 \text{ kg/cm}^2) \cdot (35)}{333.86 \text{ kg}}$$

$$s = 355.56 \text{ cm}$$

El espaciamiento máximo será el menor valor entre:

61 cm

$$\frac{d}{2} = 20 \text{ cm}$$

$$s = 49.12 \text{ cm}$$

El refuerzo a corte estará formado por estribos No. 3 a cada 20 cm y el primero a 10 cm ($d/4$).

Armado final de la viga I (viga intermedia)

La viga tendrá el siguiente armado: 25 cm de base, 40 cm de altura, 35 cm de peralte efectivo, 2 varillas corridas No. 6 en la cama superior, y 2 varillas corridas No.6 + 1No.4 a tensión en la cama inferior, estribos No.3 a cada 20 cm. y el primer estribo a 10 cm. (ver apéndice "3", Plano 19/20)

4.4 Vigas perimetrales

Armado final

Las vigas B y C son aquellas que están apoyadas en toda su longitud sobre el muro. Los esfuerzos a que están sometidas son mayoritariamente de compresión. Por lo tanto, no se requiere un análisis detallado para las dimensiones de estas vigas, las especificaciones sobre refuerzos mínimos y máximo. El armado final para estas vigas, es el siguiente: 30cm. De base, 40 cm. De altura, 5 cm. de peralte efectivo, 2 varillas corridas No.5 en la cama superior como en la inferior ($A_s = 6 \text{ cm.}$, área de armado propuesto que cumple con el $A_{smin.} = 5.26 \text{ cm}^2$), mas estribos No.3 a cada 20 cm. (ver apéndice "3", plano 19/20)

4.5 Diseño de muros de tanque de almacenamiento

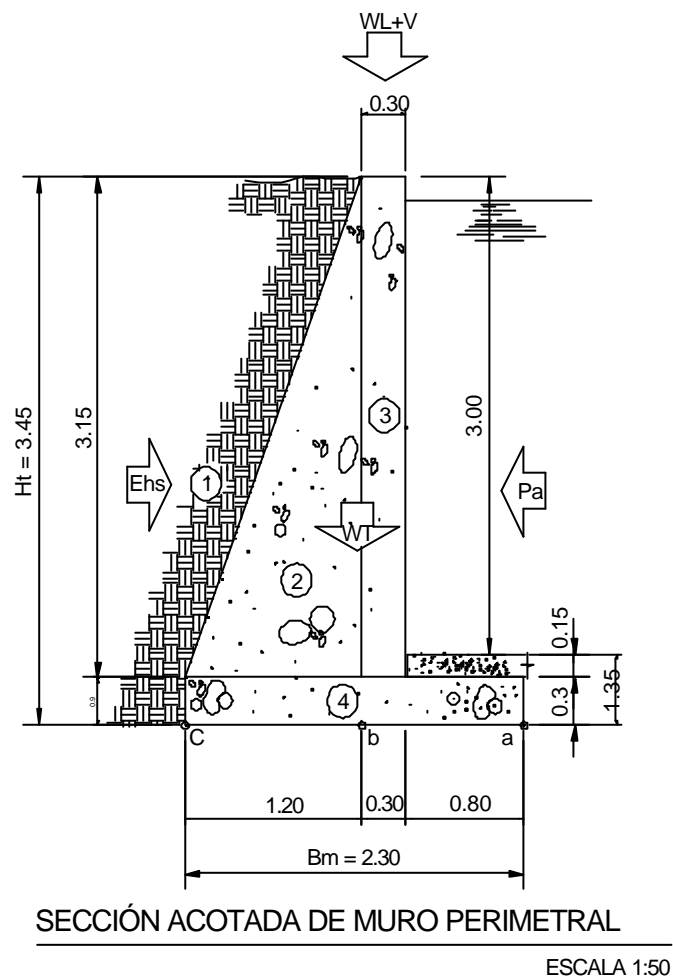
En los muros de los tanques a diseñar, se presentan las condiciones críticas siguientes:

Empuje del suelo a tanque vacío, con cargas de losa y vigas (ver Fig. 11)

Datos: $H_t = 3.45 \text{ m}$ (altura del muro)
 $B_m = 2.30 \text{ m}$ (base del muro)
 $Y_m = 2.40 \text{ ton/m}^3$ (densidad del muro)
 $Y_s = 1.6 \text{ ton/m}^3$ (densidad del suelo)
 $F_s = 15.00 \text{ ton/m}^2$ (capacidad soporte del suelo)
 $\beta = 30^\circ$ (ángulo de fricción interna)
 $\mu = 0.50$ (coeficiente de fricción)

$B_c = 1.20 \text{ m}$ (distancia de b a c)
 $F_s = 1.50$ (factor de seguridad)
 $V_s = 15.00 \text{ Ton/m}^3$ (valor soporte del suelo)

Figura 11. Esquema de muro perimetral de tanque



Coefficiente del empuje activo del suelo (ka)

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

$$K_a = 1/3$$

Empuje del suelo(Es)

$$E_s = \frac{\gamma_s \cdot H^2}{2} \cdot K_a = \frac{(1.60 \text{ ton/m}^3) \cdot (3.45 \text{ m})^2}{2} \cdot \frac{1}{3}$$

$$E_s = 3.17 \text{ Ton/m}$$

Empuje horizontal del suelo (Ehs)

$$E_{hs} = E_s \cdot \cos \beta = (3.17) \cdot (\cos 30^\circ) = (2.75 \text{ Ton/m}) \cdot 1.00 \text{ m (franja unitaria)} = 2.75 \text{ Ton}$$

Momento del empuje del suelo (Ms)

$$M_s = \frac{E_{hs} \cdot h}{3} = \frac{(2.75 \text{ Ton}) \cdot (3.45 \text{ m})}{3}$$

$$M_s = 3.16 \text{ Ton-m}$$

Cálculo del momento que produce el propio peso del muro

Tabla XXXVI. Cálculo de momentos del peso del muro

FIGURA	γ (Ton/m ³)*Área(m ²) = W(Ton)	Brazo(m)	M(Ton-m)
1	$1.6 \cdot 1/2 \cdot 1.2 \cdot 3.15 = 3.02$	$2/3 \cdot 1.20 \cdot 1.10 = 1.90$	5,74
2	$2.4 \cdot 1/2 \cdot 1.2 \cdot 3.15 = 4.54$	$1/3 \cdot 1.20 + 1.10 = 1.50$	6,81
3	$2.4 \cdot 0.30 \cdot 3.15 = 2.27$	$1/2 \cdot 0.30 + 0.80 = 0.95$	2,16
4	$2.4 \cdot 2.30 \cdot 0.30 = 1.66$	$1/2 \cdot 2.30 = 1.15$	1,91

Integración de carga losa + viga hacia el muro

Carga de losa lado menor

$$C_{lm} = \frac{CUT \cdot A}{3} = \frac{(632 \text{ kg/m}^2) \cdot (3.5\text{m})}{3}$$

$$C_{lm} = 737.33 \text{ kg/m}$$

Carga distribuida de viga sobre el muro

$$W_v = \gamma_c \cdot \text{sección} = (2,400 \text{ kg/m}^3) \cdot (0.25\text{m}) \cdot (0.40\text{m})$$

$$W_v = 240.00 \text{ kg/m}$$

Carga de lado menor

$$W_{t/m} = C_{lm} + W_v = 737.33 \text{ ton/m} + 240 \text{ Ton/m} = 977.33 \text{ Ton/m}$$

$$W_{t/m} = \frac{977.33 \text{ Ton/m}}{1000 \text{ kg}} = 0.98 \text{ Ton}$$

Carga distribuida total de lado menor (carga puntual)

$$C_p = 0.98 \text{ Ton/m} \cdot 1.00 \text{ m} = 0.98 \text{ Ton}$$

Carga que ejerce el peso propio de la viga sobre el muro (Wv)

$$W_v = 240 \text{ Kg/m}$$

Carga distribuida sobre el lado mayor (WLM)

$$WLM = \frac{CUT \cdot A}{6} = \frac{(632 \text{ kg/m}^2) \cdot 3.5\text{m}}{6} + (0.50)^2$$

$$WLM = 1,013.84 \text{ kg/m}$$

Carga uniformemente distribuida total del lado mayor (WTLM)

$$WTLM = (2 \cdot WLM) + W_v = (2 \cdot 1,013.84 \text{ kg/m}) + 270 \text{ kg/m}$$

$$WTLM = 2,297.69 \text{ kg/m}$$

Carga concentrada de viga del lado mayor sobre el muro (PM)

$$PM = \frac{WLT \cdot L}{2} = \frac{(2,297.69 \text{ kg/m}) \cdot (5.60 \text{ m})}{2}$$

$$PM = 6,433.53 \text{ kg/m} = 6.43 \text{ Ton}$$

Peso sobre el muro debido a cargas de losa más viga (Wc)

$$Wc = C_p + CP = 0.98 \text{ Ton} + 6.43 \text{ Ton} = 7.41 \text{ Ton}$$

Peso total del muro (WT)

$$WT = W_y + Wc = 11.49 \text{ Ton} + 7.41 \text{ Ton} = 18.90 \text{ Ton}$$

Momento de carga ejercida respecto "a"

$$Mc = 7.41 \text{ Ton} \cdot (0.15 + 0.80) \text{ m} = 7.04 \text{ Ton-m}$$

CHEQUEOS

Estabilidad contra volteo (FSV)

$$FSV = \frac{MY + Mc}{Mc} = \frac{(16.62 + 7.04) \text{ Ton} \cdot \text{m}}{3.16 \text{ Ton} \cdot \text{m}}$$

$FSV = 7.49$; entonces:

$FSV > F_s \Rightarrow 7.49 > 1.50$, por lo tanto la estructura propuesta si resiste el volteo

Estabilidad contra el deslizamiento (Fsd)

$$Fsd = \frac{Fr}{Ehs} = \frac{(u \cdot Wt)}{Ehs} = \frac{(0.40 \cdot 18.90 \text{ Ton})}{2.75 \text{ Ton}}$$

$Fsd = 2.75$; entonces,

$Fsd > F_s \Rightarrow 2.75 > 1.50$. la estructura si resiste el deslizamiento

Presión de la base en el suelo entre "a" y "c"

$$"a" = \frac{MY + Mc + Ms}{Wt} = \frac{(16.62 + 7.04 + 3.16) \text{Ton} \cdot \text{m}}{18.90 \text{Ton}}$$

$$"a" = 1.08 \text{ m}$$

Longitud en la base (Ao) donde actúan las presiones positivas

$$A_o = 3a = 3 \cdot 1.08 \text{ m} = 3.24 \text{ m}$$

Como $A_o > B_m$? $3.24 > 2.30 \text{ m}$, entonces no existen presiones negativas

Presiones en el suelo

Excentricidad (ex)

$$ex = \frac{B_m}{2} - a = \frac{2.30 \text{ m}}{2} - 1.08 \text{ m} = 0.07 \text{ m}$$

Modulo de sección metro lineal

$$S_x = \frac{1}{6} B L^2 = \frac{1}{6} (2.30 \text{ m})^2 (1.00 \text{ m}) = 0.88 \text{ m}^3$$

Presión máxima (qmax)

$$q_{\max} = \frac{Wt}{B \cdot L} + \frac{(Wt \cdot ex)}{S_x} = \frac{18.90 \text{ Ton}}{2.30 \text{ m} \cdot 1.00 \text{ m}} + \frac{(18.90 \text{ Ton} \cdot 0.07 \text{ m})}{0.88 \text{ m}^3}$$

$$q_{\max} = 9.72 \text{ Ton/m}^2$$

Como $q_{\max} < V_s$, ? $9.72 \text{ Ton/m}^3 < 15.00 \text{ Ton/m}^3$, entonces la estructura no presentará asentamiento.

4.6 Tanque vacío con empuje de suelo

Empuje horizontal del suelo

$$E_{hs} = 2.75 \text{Ton}$$

Momento del empuje del suelo (Ms), respecto del punto A

$$M_s = 3.16 \text{Ton-m}$$

Peso total del muro (Wy)

$$W_y = 11.49 \text{Ton}$$

Momento del peso total (My)

$$M_y = 16.62 \text{Ton-m}$$

CHEQUEOS

Estabilidad contra volteo (Fsv)

$$F_{sv} = \frac{M_y}{M_s} = \frac{16.62 \text{Ton} \cdot \text{m}}{3.16 \text{Ton} \cdot \text{m}} = 5.26$$

Entonces: $F_{sv} > F_s$? $5.26 > 1.5$ por lo tanto la estructura resiste adecuadamente el volteo

Estabilidad contra el deslizamiento (Fsd)

$$F_{sd} = (u * W_y) = \frac{0.40 * 11.49 \text{Ton}}{2.75 \text{Ton}}$$

$F_{sd} = 1.67$ entonces:

$F_{sd} > F_s$? $1.67 > 1.50$ por lo tanto la estructura resiste adecuadamente el deslizamiento.

Presión de la base en el suelo de “a” – “c”, donde actúan las cargas verticales;

$$a = \frac{(My + Ms)}{Wy} = \frac{(16.62 + 3.16) \text{Ton} \cdot \text{m}}{11.49 \text{Ton}} = 1.17 \text{m}.$$

Longitud en la base del muro (Ao), donde actúa la presión positivas

$$A_o = 3 a = (3) \cdot (1.17 \text{m}) = 3.51 \text{m}$$

Como $A_o > B_m$, entonces debajo de B_m no existen presiones negativas.

Presión en el suelo

a. Excentricidad (ex)

$$ex = a - \frac{(B_m)}{2} = 1.17 - \frac{2.30 \text{m}}{2} = 0.02 \text{m}$$

b. Modulo de sección metro lineal

$$S_x = \frac{1}{6} B_m^2 L = \frac{1}{6} (2.30 \text{m})^2 (1.00 \text{m}) = 0.88 \text{m}^3$$

c. Presión máxima (qmax)

$$\max = \frac{Wt}{B \cdot L} + \frac{(Wt \cdot ex)}{S_x}$$

$$\max = \frac{11.49 \text{Ton}}{2.30 \text{m} \cdot 1.00 \text{m}} + \frac{(11.40 \text{Ton} \cdot 0.02 \text{m})}{0.88 \text{m}^3}$$

$$q_{\max} = 5.26 \text{Ton/m}^2$$

Como $q_{\max} < V_s$, $5.26 \text{Ton/m}^2 < 15.00 \text{Ton/m}^2$, entonces la estructura no presentará asentamiento.

4.7 Empuje del agua sobre el muro libre del tanque

Se divide geoméricamente la sección transversal del muro, se calcula el peso por unidad lineal en el sentido longitudinal y momento total que produce el peso, respecto a un punto.

Tabla XXXVII. Cálculo de momento de empuje del agua sobre el muro de tanque

FIGURA	Y (Ton/m ³)*Área(m ²) = W(Ton)	Brazo(m)	M(Ton-m)
1	$2.4 * 1/2 * 1.2 * 3.15 = 4.54$	$2/3 * 1.20 = 0.80$	3,63
2	$2.4 * 0.30 * 3.15 = 2.27$	$0.15 + 1.20 = 1.35$	3,06
3	$2.4 * 0.30 * 3.15 = 1.66$	$1/2 * 2.30 = 1.15$	1,91
	$WY = 8.47 \text{ Ton}$		$MY = 8.61 \text{ Ton-m}$

Empuje del agua (Pa)

$$Pa = \frac{\gamma_a * H_s^2}{2} = \frac{(1.00 \text{ Ton/m}^3) * (2.80 \text{ m})^2}{2}$$

$$Pa = 3.92 \text{ Ton}$$

Momento que ejerce el agua (Ms) respecto de "c"

$$Ms = \frac{Pa * H}{3} = 3.92 \text{ Ton} * \frac{2.80 \text{ m}}{3} = 0.45 \text{ Ton-m}$$

$$Ms = 5.42 \text{ Ton-m}$$

Peso total del muro(Wt)

$$Wt = WY + Wc = (8.61 \text{ Ton} + 7.41) \text{ m} = 16.02 \text{ Ton}$$

Momento de carga respecto de "c" (Mc)

$$Mc = 7.41 \text{ Ton} * 1.35 \text{ m} = 10.00 \text{ Ton-m}$$

CHEQUEOS

Estabilidad contra volteo (Fsv)

$$F_{sv} = \frac{(MY + Mc)}{Ms} = \frac{(6.61 + 10.00) \text{Ton} \cdot \text{m}}{3.16 \text{Ton} \cdot \text{m}} = 5.90$$

$F_{sv} = 5.90 > 1.5$, el factor de seguridad contra volteo si chequea.

Estabilidad contra el deslizamiento (Fsd)

$$F_{sd} = (u * WY) = \frac{(0.40 * 16.02 \text{Ton})}{3.92 \text{Ton}} = 1.63$$

Como $F_{sd} = 1.63 > 1.50$, el factor de seguridad contra deslizamiento si chequea

Presión de la base en el suelo de "a" – "c", donde actúan las cargas verticales;

$$a = \frac{(MY + Mc + Ms)}{Wt} = \frac{(8.61 + 10.00 + 5.42) \text{Ton} \cdot \text{m}}{16.02 \text{Ton}}$$

$$a = 0.82 \text{m}$$

Longitud en la base del muro (Ao), donde actúa la presión positivas

$$A_o = 3 a = (3) * (0.82 \text{m}) = 2.46 \text{m}$$

Como $A_o > B_m$, entonces debajo de B_m no existen presiones negativas.

Presión en el suelo

a. Excentricidad (ex)

$$ex = \frac{(B_m)}{2} = a = \frac{2.30 \text{m}}{2} = 0.82 = 0.33 \text{m}$$

b. Modulo de sección metro lineal

$$S_x = \frac{1}{6} B m^2 L = \frac{1}{6} (2.30m)^2 \cdot 1.00m = 0.88m^3$$

c. Presión máxima (qmax)

$$q_{max} = \frac{W_t}{B \cdot L} = \frac{W_t \cdot ex}{S_x}$$

$$q_{max} = \frac{16.02Ton}{2.30m \cdot 1.00m} = \frac{16.02Ton \cdot 0.33m}{0.88m^3}$$

$$q_{max} = 12.98Ton/m^2$$

Como $q_{max} < V_s$, entonces la estructura no presentará asentamiento.

4.8 Dimensiones del tanque de almacenamiento

El volúmen total del tanque se obtiene de producto de $A \times L \times H$, donde A = ancho, L = Largo y H = alto.

$$Vol. = A \times L \times H = (5.6 \times 11.00 \times 3.00)m^3$$

$$Vol. = 184.80 m^3 = 185.00 m^3$$

Peso del agua sobre la losa (Pa)

$$Pa = \text{densidad del agua} \cdot Vol. = 1000kg/m^3 \times 185.00m^3$$

$$Pa = 185,000 \text{ kg}$$

Peso del agua por metro cuadrado (Wa)

$$Wa = \frac{Pa}{A \cdot L} = \frac{185,000kg}{5.60m \cdot 11.00m}$$

$Wa = 3,003.25 \text{ kg/m}^2 = 3.00Ton/m$. Como el V_s del suelo = $15.00Ton/m^2$ es mayor que la presión producida por el peso del agua entonces la losa inferior solo necesita refuerzo mínimo.

Acero mínimo:

Franja unitaria = $F_u = 1.00 \text{ m}$

$$A_{smin} = 0.002 \times F_u \times t = 0.002 \times 100\text{cm} \times 15\text{cm}$$

$$A_{smin} = 3.00 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento del acero mínimo (Es)

Para el armado de la losa inferior se utilizara acero No.3 (0.71cm²), como el acero mínimo es de 3.00 cm², se calcula a través de regla de tres, para obtener el espaciamento final, es de la siguiente manera:

$$W_a \cdot \frac{A_{sNo.3} \cdot F_u}{A_{smin}} = \frac{0.71\text{cm}^2 \cdot 100\text{cm}}{3.00\text{cm}^2}$$

$$E_s = 23.67 \text{ cm.}$$

Entonces el espaciamento del refuerzo en la cama inferior del tanque será de 23 cm., con No.3 en ambos sentidos.

4.8 Tanque de almacenamiento No.2

El proceso de cálculo de los elementos estructurales del tanque No.2 no se describirán en el presente trabajo por ser de menor capacidad (38.00 m³) y por no presentar mayor dificultad en el proceso de cálculo en relación al tanque No.1 (185.00 m³). Los detalles estructurales para el tanque No. 2 se describen en el plano 20/20 del apéndice "3".

5. PRESUPUESTOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

La integración del presente presupuesto se ha realizado con base a:

Identificación del elemento a ser construido: redes de distribución y línea de conducción.

Los materiales a ser empleados en la construcción de dichos elementos, se cuantificó, de acuerdo a los planos elaborados de tanques de distribución, cajas de válvulas, tubería para PVC, y accesorios PVC. Los precios utilizados para la elaboración del presente presupuesto son los preferenciales que el mercado establece para las municipalidades. Los precios de la mano de obra han sido calculado en base a los salarios que actualmente paga la municipalidad a sus trabajadores y comparados con los precios que proporciona la Cámara Guatemalteca de la Construcción.

5.1 Presupuestos de redes de distribución

La integración del presupuesto se compone de: costos de materiales que incluyen accesorios y tuberías. Mano de obra, incluyendo la calificada y no calificada.

En el presupuesto final de cada sector ó red de distribución se definen únicamente los costos directos, no incluyendo los costos indirectos, dejando estos valores a criterio de la unidad ejecutora

Tabla XXXVIII. Presupuesto red No.1 y red No.2

MATERIALES						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unit.	Sub-Total	
1	Tubo con campana PVC de 4"x 20 , 160 psi	119.00	Unidad	Q 342.04	Q	40,702.76
2	Tubo con campana PVC de 2 ½"x 20 , 160 psi	26.00	Unidad	Q 139.73	Q	3,632.98
3	Tubo con campana PVC de 2"x 20 , 160 psi	118.00	Unidad	Q 95.33	Q	11,248.94
4	Tubo con campana PVC de 1 ½"x 20 , 160 psi	302.00	Unidad	Q 60.19	Q	18,177.38
5	Tubo con campana PVC de 1 ¼"x 20' , 160 psi	86.00	Unidad	Q 46.68	Q	4,014.48
6	Codo de 90° de 4 "	2.00	Unidad	Q 61.14	Q	122.28
7	Codo de 90° de 2"	7.00	Unidad	Q 11.38	Q	79.66
8	Codo de 90° de 1½"	6.00	Unidad	Q 10.57	Q	63.42
9	Codo de 90° de 1¼"	1.00	Unidad	Q 8.19	Q	8.19
10	Válvulas de compuerta de 4"	2.00	Unidad	Q 354.00	Q	708.00
11	Válvulas de compuerta de 2 ½"	1.00	Unidad	Q 175.00	Q	175.00
12	Válvulas de compuerta de 2"	3.00	Unidad	Q 115.00	Q	345.00
13	Válvulas de compuerta de 1½"	5.00	Unidad	Q 94.00	Q	470.00
14	Válvulas de compuerta de 1¼"	3.00	Unidad	Q 73.00	Q	219.00
15	Adaptadores machos de 4"	2.00	Unidad	Q 110.11	Q	220.22
16	Adaptadores machos de 2½"	2.00	Unidad	Q 51.18	Q	102.36
17	Adaptadores machos de 2"	6.00	Unidad	Q 36.75	Q	220.50
18	Tee de 4 "	1.00	Unidad	Q 110.11	Q	110.11
19	Tee de 2½"	3.00	Unidad	Q 51.18	Q	153.54
20	Tee de 2"	3.00	Unidad	Q 13.32	Q	39.96
21	Tee de 1½"	7.00	Unidad	Q 10.79	Q	75.53
22	Reductor Bushing de 4" a 2"	2.00	Unidad	Q 102.99	Q	205.98
23	Reductor Bushing de 4" a 2 ½"	1.00	Unidad	Q 102.99	Q	102.99
24	Reductor Bushing de 2½" a 2"	1.00	Unidad	Q 42.06	Q	42.06
25	Reductor Bushing de 2½ " a 1 ½"	1.00	Unidad	Q 42.06	Q	42.06
26	Reductor Bushing de 2½ " a 1 ¼ "	1.00	Unidad	Q 42.06	Q	42.06
27	Reductor Bushing de 2" a 1 ½ "	2.00	Unidad	Q 22.90	Q	45.80
28	Reductor Bushing de 1½" a 1¼"	5.00	Unidad	Q 15.72	Q	78.60
29	Tapones hembra de 1½"	1.00	Unidad	Q 4.96	Q	4.96
30	Tapones hembra de 1 ¼ "	1.00	Unidad	Q 4.14	Q	4.14
31	Pegamento PVC	3.00	Galones	Q 350.00	Q	1,050.00
32	Selecto	113.72	M³	Q 85.00	Q	9,666.20
33	Adoquín Standard de 10 x 22 x 24	1197.00	Unidad	Q 5.10	Q	6,104.70
34	Cemento Portland	72.76	Sacos	Q 39.00	Q	2,837.64
35	Arena de río	4.45	M³	Q 85.00	Q	378.25
36	Piedrín	3.83	M³	Q 130.00	Q	497.90
37	Tapadera de metal(1.00 x 1.00 x 1/8")	14.00	Unidad	Q 350.00	Q	4,900.00
TOTAL DE MATERIALES						Q 106,892.65
MANO DE OBRA						
1	Levantado de adoquín	631.78	M³	Q 5.50	Q	3,474.79
2	Excavación de zanja de 0.40 x 0.60	1216.02	M³	Q 22.50	Q	27,360.45
3	Colocación de tuberías y accesorios	651.00	Unidad	Q 13.15	Q	8,560.65
4	Relleno de zanja + compactación	1216.02	M³	Q 6.50	Q	7,904.13
5	Colocación de adoquín	631.78	M³	Q 12.00	Q	7,581.36
6	Caja para válvulas	13.00	Unidad	Q 400.00	Q	5,200.00
7	Caja rompepresión	1.00	Unidad	Q 950.00	Q	950.00
8	Limpieza general	1824.02	M³	Q 2.51	Q	4,578.29
TOTAL MANO DE OBRA						Q 65,609.67
TOTAL DE MATERIALES				Q	106,592.65	\$13,147.93
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q	65,609.67	\$8,070.07
SUB TOTAL				Q	172,202.32	\$21,218.00
IMPREVISTOS 15%				Q	25,830.35	\$3,182.70
COSTO TOTAL DE RED No.1 Y No.2				Q	198,032.67	\$24,400.70
CANTIDAD EN METROS LINEALES = 3,580.50						
COSTO POR METRO LINEAL = Q. 55.41 = \$ 6.81						

Tabla XXXIX. Presupuesto red No.3

MATERIALES						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unit.	Sub-Total	
1	Tubo con campana PVC de 4"x 20 , 160 psi	20.00	Unidad	Q 342.04	Q	6,840.80
2	Tubo con campana PVC de 2 ½"x 20 , 160 psi	152.00	Unidad	Q 139.73	Q	21,238.96
3	Tubo con campana PVC de 2"x 20 , 160 psi	75.00	Unidad	Q 95.33	Q	7,149.75
4	Tubo con campana PVC de 1½"x 20 , 160 psi	46.00	Unidad	Q 60.19	Q	2,768.74
5	Tubo con campana PVC de 1¼"x 20' , 160 psi	72.00	Unidad	Q 46.68	Q	3,360.96
6	Codo de 90° de 4 "	1.00	Unidad	Q 61.14	Q	61.14
7	Codo de 90° de 2 ½ "	3.00	Unidad	Q 52.98	Q	158.94
8	Codo de 90° de 2 "	4.00	Unidad	Q 11.38	Q	45.52
9	Codo de 90° de 1¼"	4.00	Unidad	Q 6.65	Q	26.60
10	Válvulas de compuerta de 4"	1.00	Unidad	Q 354.00	Q	354.00
11	Válvulas de compuerta de 2 ½"	4.00	Unidad	Q 175.00	Q	700.00
12	Válvulas de compuerta de 2"	3.00	Unidad	Q 115.00	Q	345.00
13	Válvulas de compuerta de 1½"	4.00	Unidad	Q 94.00	Q	376.00
14	Adaptadores machos de 4"	2.00	Unidad	Q 110.11	Q	220.22
15	Adaptadores machos de 2½"	8.00	Unidad	Q 51.18	Q	409.44
16	Adaptadores machos de 2"	6.00	Unidad	Q 36.75	Q	220.50
17	Adaptadores machos de 1½"	8.00	Unidad	Q 22.50	Q	180.00
18	Tee de 4 "	1.00	Unidad	Q 110.11	Q	110.11
19	Tee de 2½"	8.00	Unidad	Q 51.18	Q	409.44
20	Tee de 2"	5.00	Unidad	Q 13.32	Q	66.60
21	Tee de 1½"	1.00	Unidad	Q 10.79	Q	10.79
22	Reducidor Bushing de 4" a 2 ½ "	2.00	Unidad	Q 102.99	Q	205.98
23	Reducidor Bushing de 2 ½ " a 1 ½ "	1.00	Unidad	Q 42.06	Q	42.06
24	Reducidor Bushing de 2 ½ " a 1 ¼ "	6.00	Unidad	Q 42.06	Q	252.36
25	Reducidor Bushing de 2 " a 1 ½ "	2.00	Unidad	Q 22.90	Q	45.80
26	Reducidor Bushing de 1½" a 1¼"	2.00	Unidad	Q 15.72	Q	31.44
27	Tapones hembra de 2 ½ "	1.00	Unidad	Q 26.42	Q	26.42
28	Tapones hembra de 1 ¼ "	2.00	Unidad	Q 4.14	Q	8.28
29	Pegamento PVC	2.00	Galones	Q 350.00	Q	700.00
30	Selecto	116.00	M³	Q 85.00	Q	9,860.00
31	Adoquín standard de 10 x 22 x 24	1221.00	Unidad	Q 5.10	Q	6,227.10
32	Cemento Portland	38.81	Saco	Q 39.00	Q	1,513.59
33	Arena de río	3.38	M³	Q 85.00	Q	286.96
34	Piedrín	1.94	M³	Q 130.00	Q	252.20
35	Tapadera de metal (1.00 x 1.00 x 1/8")	12.00	Unidad	Q 350.00	Q	4,200.00
TOTAL DE MATERIALES						Q 68,705.70
MANO DE OBRA						
1	Levantado de adoquín	644.44	M²	Q 5.50	Q	3,544.42
2	Excavación de zanja de 0.40 x 1.00	796.23	M³	Q 22.50	Q	17,915.18
3	Colocación de tuberías y accesorios	365.00	Unidad	Q 13.15	Q	4,799.75
4	Relleno de zanja + compactación	796.23	M³	Q 6.50	Q	5,175.50
5	Colocación de adoquín	644.44	M²	Q 12.00	Q	7,733.28
6	Caja de Válvulas	12.00	Unidad	Q 400.00	Q	4,800.00
TOTAL MANO DE OBRA						Q 43,968.12
TOTAL DE MATERIALES				Q	68,705.70	\$8,450.89
TOTAL MANO DE OBRA				Q	43,968.12	\$5,408.13
SUB TOTAL				Q	112,673.82	\$13,859.02
IMPREVISTOS 15 %				Q	16,901.07	\$2,078.85
TOTAL DE RED No. 3				Q	129,574.89	\$15,937.87

CANTIDAD EN METROS LINEALES = 2007.50

COSTO POR METRO LINEAL = Q. 59.41 = \$ 7.31

Tabla XL. Presupuesto red No.4

MATERIALES					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unid.	Sub-Total
1	Tubo con campana PVC de 4"x 20' , 160 ps	108.00	Unidad	Q 342.04	Q 36,940.32
2	Tubo con campana PVC de 3"x 20' , 160ps	8.00	Unidad	Q 206.83	Q 1,654.64
3	Tubo con campana PVC de 2 ½"x 20' , 160	23.00	Unidad	Q 139.73	Q 3,213.79
4	Tubo con campana PVC de 1½"x 20' , 160	139.00	Unidad	Q 60.19	Q 8,366.41
5	Tubo con campana PVC de 1¼"x 20' , 160	222.00	Unidad	Q 46.68	Q 10,362.96
6	Codo de 90° de 2 ½"	1.00	Unidad	Q 52.98	Q 52.98
7	Codo de 90° de 1½"	1.00	Unidad	Q 10.57	Q 10.57
8	Codo de 90° de 1¼"	3.00	Unidad	Q 6.65	Q 19.95
9	Válvulas de compuerta de 4"	1.00	Unidad	Q 354.00	Q 354.00
10	Válvulas de compuerta de 3"	1.00	Unidad	Q 252.00	Q 252.00
11	Válvulas de compuerta de 1½"	6.00	Unidad	Q 94.00	Q 564.00
12	Válvulas de compuerta de 1¼"	9.00	Unidad	Q 73.00	Q 657.00
13	Adaptadores machos de 4"	2.00	Unidad	Q 110.10	Q 220.20
14	Adaptadores machos de 3"	2.00	Unidad	Q 66.14	Q 132.28
15	Adaptadores machos de 1½"	12.00	Unidad	Q 22.50	Q 270.00
16	Adaptadores machos de 1¼"	18.00	Unidad	Q 14.50	Q 261.00
17	Tee de 4 "	1.00	Unidad	Q 110.11	Q 110.11
18	Tee de 3 "	1.00	Unidad	Q 66.14	Q 66.14
19	Tee de 2½"	6.00	Unidad	Q 51.18	Q 307.08
20	Tee de 1½"	19.00	Unidad	Q 10.79	Q 205.01
21	Tee de 1¼"	9.00	Unidad	Q 8.26	Q 74.34
22	Reductor Bushing de 4" a 3"	1.00	Unidad	Q 102.99	Q 102.99
23	Reductor Bushing de 3" a 2½"	1.00	Unidad	Q 75.99	Q 75.99
24	Reductor Bushing de 3" a 1 ½"	2.00	Unidad	Q 75.99	Q 151.98
25	Reductor Bushing de 2½ " a 1 ½"	2.00	Unidad	Q 42.06	Q 84.12
26	Reductor Bushing de 2½ " a 1 ¼"	3.00	Unidad	Q 42.06	Q 126.18
27	Reductor Bushing de 1½" a 1¼"	21.00	Unidad	Q 15.72	Q 330.12
28	Tapones hembra de 2 "	1.00	Unidad	Q 5.76	Q 5.76
29	Tapones hembra de 1½"	1.00	Unidad	Q 4.96	Q 4.96
30	Tapones hembra de 1 ¼ "	1.00	Unidad	Q 4.14	Q 4.14
31	Pegamento PVC	3.00	Galones	Q 350.00	Q 1,050.00
32	Selecto	227.40	M ³	Q 85.00	Q 19,329.00
33	Adoquín standard de 10 x 22 x 24	2393.00	Unidad	Q 5.10	Q 12,204.30
34	Cemento Portland	54.98	Saco	Q 39.00	Q 2,144.22
35	Arena de río	3.37	M ³	Q 85.00	Q 286.45
36	Piedrín	2.75	M ³	Q 130.00	Q 357.50
37	Tapadera de metal(1.00 x 1.00 x 1/8")	17.00	Unidad	Q 350.00	Q 5,950.00
TOTAL DE MATERIALES					Q 106,302.49
MANO DE OBRA					
1	Levantado de adoquín	1263.30	M ³	Q 5.50	Q 6,948.15
2	Excavación de zanja de 0.40 x 1.00	874.62	M ³	Q 22.50	Q 19,678.95
3	Colocación de tuberías y accesorios	500.00	Unidad	Q 13.15	Q 6,575.00
4	Relleno de zanja + compactación	874.62	M ³	Q 6.50	Q 5,685.03
5	Colocación de adoquín	1263.30	M ³	Q 12.00	Q 15,159.60
6	Caja para válvulas	17.00	Unidad	Q 400.00	Q 6,800.00
7	Limpieza general	1583.12	M ³	Q 2.51	Q 3,973.63
TOTAL MANO DE OBRA					Q 64,820.36
TOTAL DE MATERIALES			Q	106,302.49	\$13,075.34
TOTAL DE MANO DE OBRA			Q	64,820.36	\$7,972.98
SUB TOTAL			Q	171,122.85	\$21,048.32
IMPREVISTOS 15%			Q	25,668.43	\$3,157.25
COSTO TOTAL DE RED No. 4			Q	196,791.28	\$24,205.57
CANTIDAD EN METROS LINEALES = 2750.00 M.L.					
COSTO POR METRO LINEAL = Q. 71.56 = \$ 8.80					

Tabla XLI. Presupuesto red No.5

CUADRO No.9		PRESUPUESTO DE RED No.5			
MATERIALES					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unit.	Sub-Total
1	Tubo con campana PVC de 4"x 20 , 160 psi	14.00	Unidad	Q 342.04	Q 4,788.56
2	Tubo con campana PVC de 3"x 20' , 160psi	58.00	Unidad	Q 206.83	Q 11,996.14
3	Tubo con campana PVC de 2 ½"x 20 , 160 psi	11.00	Unidad	Q 139.73	Q 1,537.03
4	Tubo con campana PVC de 2"x 20 , 160 psi	141.00	Unidad	Q 95.33	Q 13,441.53
5	Tubo con campana PVC de 1½"x 20 , 160 psi	128.00	Unidad	Q 60.19	Q 7,704.32
6	Tubo con campana PVC de 1¼"x 20' , 160 psi	48.00	Unidad	Q 46.68	Q 2,240.64
7	Codo de 90° de 2"	4.00	Unidad	Q 11.38	Q 45.52
8	Codo de 90° de 1½"	3.00	Unidad	Q 10.57	Q 31.71
9	Válvulas de compuerta de 4"	1.00	Unidad	Q 354.00	Q 354.00
10	Válvulas de compuerta de 3"	3.00	Unidad	Q 252.00	Q 756.00
11	Válvulas de compuerta de 2 ½"	1.00	Unidad	Q 175.00	Q 175.00
12	Válvulas de compuerta de 2"	6.00	Unidad	Q 115.00	Q 690.00
13	Válvulas de compuerta de 1½"	4.00	Unidad	Q 94.00	Q 376.00
14	Válvulas de compuerta de 1¼"	3.00	Unidad	Q 73.00	Q 219.00
15	Adaptadores machos de 4"	3.00	Unidad	Q 110.11	Q 330.33
16	Adaptadores machos de 3"	6.00	Unidad	Q 66.14	Q 396.84
17	Adaptadores machos de 2½"	2.00	Unidad	Q 51.18	Q 102.36
18	Adaptadores machos de 2"	12.00	Unidad	Q 36.75	Q 441.00
19	Adaptadores machos de 1½"	8.00	Unidad	Q 22.50	Q 180.00
20	Adaptadores machos de 1¼"	6.00	Unidad	Q 14.50	Q 87.00
21	Tee de 4 "	1.00	Unidad	Q 101.11	Q 101.11
22	Tee de 3 "	5.00	Unidad	Q 66.15	Q 330.75
23	Tee de 2½"	1.00	Unidad	Q 51.18	Q 51.18
24	Tee de 2"	2.00	Unidad	Q 13.32	Q 26.64
25	Tee de 1½"	3.00	Unidad	Q 10.79	Q 32.37
26	Tee de 1¼"	1.00	Unidad	Q 8.26	Q 8.26
27	Reducidor Bushing de 4" a 3"	1.00	Unidad	Q 102.99	Q 102.99
28	Reducidor Bushing de 4" a 2"	1.00	Unidad	Q 102.99	Q 102.99
29	Reducidor Bushing de 3" a 2"	4.00	Unidad	Q 75.99	Q 303.96
30	Reducidor Bushing de 3" a 2½"	1.00	Unidad	Q 75.99	Q 75.99
31	Reducidor Bushing de 3" a 1 ½"	1.00	Unidad	Q 75.99	Q 75.99
32	Reducidor Bushing de 2½" a 2"	1.00	Unidad	Q 42.06	Q 42.06
33	Reducidor Bushing de 2½ " a 1 ½"	1.00	Unidad	Q 42.06	Q 42.06
34	Reducidor Bushing de 2" a 1 ½ "	2.00	Unidad	Q 22.90	Q 45.80
35	Reducidor Bushing de 2" a 1 ¼ "	3.00	Unidad	Q 22.90	Q 68.70
36	Reducidor Bushing de 1½" a 1¼"	5.00	Unidad	Q 15.72	Q 78.60
37	Tapones hembra de 2 "	1.00	Unidad	Q 5.76	Q 5.76
38	Tapones hembra de 1½"	1.00	Unidad	Q 4.96	Q 4.96
39	Tapones hembra de 1 ¼ "	1.00	Unidad	Q 4.14	Q 4.14
40	Pegamento PVC	2.00	Galones	Q 350.00	Q 700.00
41	Selecto	84.84	M³	Q 85.00	Q 7,211.40
42	Adoquin standard de 10 x 22 x 24	1488.00	Unidad	Q 5.10	Q 7,588.80
43	Cemento Portland	61.45	Sacos	Q 39.00	Q 2,396.39
44	Arena de río	3.76	M³	Q 85.00	Q 319.60
45	Piedrín	3.08	M³	Q 130.00	Q 400.14
46	Tapadera de metal(1.00 x 1.00 x 1/8")	18.00	Unidad	Q 350.00	Q 6,300.00
	TOTAL DE MATERIALES				Q 72,313.62

Tabla XLI. Presupuesto red No.5 (continuación)

MANO DE OBRA					
1	Levantado de adoquín	785.57	M²	Q 5.50	Q 4,320.64
2	Excavación de zanja de (0.40 x 1.00)	814.36	M³	Q 22.50	Q 18,323.10
3	Colocación de tuberías y accesorios	400	Unidad	Q 13.15	Q 5,260.00
4	Relleno de zanja + compactación	814.36	M³	Q 4.50	Q 3,664.62
5	Colocación de adoquín	785.57	M²	Q 12.00	Q 9,426.84
6	Caja para válvulas	18	Unidad	Q 400.00	Q 7,200.00
7	Limpieza general	814.36	M²	Q 2.51	Q 2,044.04
TOTAL MANO DE OBRA					Q 50,239.24
TOTAL DE MATERIALES				Q 72,313.62	\$8,894.66
TOTAL MANO DE OBRA				Q 50,239.24	\$6,179.49
SUB TOTAL				Q 122,552.86	\$15,074.15
IMPREVISTOS 15 %				Q 18,382.93	\$2,261.12
COSTO TOTAL DE RED No.5				Q 140,935.79	\$17,335.27
TOTAL EN METROS LINEALES = 2,200.00 M.L.					
COSTO POR METRO CUADRADO = Q. 64.06 = \$ 7.88					

Tabla XLII. Presupuesto red No.6

MATERIALES					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unit.	Sub-Total
1	Tubo con campana PVC de 2 ½"x 20 , 160 psi	162.00	Unidad	Q 137.23	Q 22,231.26
2	Tubo con campana PVC de 2"x 20 , 160 psi	83.00	Unidad	Q 93.63	Q 7,771.29
3	Codo a 90° de 2 ½"	1.00	Unidad	Q 36.11	Q 36.11
4	Codo a 90° de 2 "	3.00	Unidad	Q 13.40	Q 40.20
5	Codo a 45° de 2 ½"	2.00	Unidad	Q 36.11	Q 72.22
6	Válvulas de compuerta de 2 ½"	2.00	Unidad	Q 175.00	Q 350.00
7	Válvulas de compuerta de 2"	2.00	Unidad	Q 115.00	Q 230.00
8	Adaptadores machos de 2½"	4.00	Unidad	Q 45.50	Q 182.00
9	Adaptadores machos de 2"	4.00	Unidad	Q 30.45	Q 121.80
10	Tee de 2½"	1.00	Unidad	Q 51.18	Q 51.18
11	Reductor Bushing de 2½" a 2"	2.00	Unidad	Q 42.06	Q 84.12
12	Tapones hembra de 2 "	2.00	Unidad	Q 5.76	Q 11.52
13	Pegamento PVC	1.00	Galones	Q 350.00	Q 350.00
14	Tapadera de metal (1.00 x 1.00 x 1/8)	12.00	Unidad	Q 350.00	Q 4,200.00
15	Selecto	27.18	M³	Q 85.00	Q 2,310.30
16	Adoquín Standard de 10 x 22 x 24	284.00	Unidad	Q 5.10	Q 1,448.40
17	Cemento Portland	38.81	Saco	Q 39.00	Q 1,513.59
18	Arena de río	2.38	M³	Q 90.00	Q 213.84
19	Piedrin ¼ "	1.94	M³	Q 130.00	Q 252.72
TOTAL DE MATERIALES					Q 41,470.55
MANO DE OBRA					
1	Levantado de adoquín	264.91	M²	Q 3.50	Q 927.19
2	Excavación de zanja de (0.40 x 0.80)	238.25	M³	Q 20.00	Q 4,765.00
3	Colocación de Tuberías y accesorios	245.00	Unidad	Q 13.15	Q 3,221.75
4	Relleno de zanja + compactación	238.25	M³	Q 4.50	Q 1,072.13
5	Colocación de adoquín	264.91	M²	Q 12.00	Q 3,178.92
6	Caja para válvulas	12.00	Unidad	Q 400.00	Q 4,800.00
7	Limpieza general	372.27	M²	Q 2.51	Q 934.40
TOTAL MANO DE OBRA					Q 18,899.38
TOTAL DE MATERIALES				Q 41,470.55	\$5,100.93
TOTAL MANO DE OBRA				Q 18,899.38	\$2,324.65
SUB TOTAL				Q 60,369.93	\$7,425.58
IMPREVISTOS 15%				Q 9,055.49	\$1,113.84
COSTO TOTAL RED No. 6				Q 69,425.42	\$8,539.42
TOTAL EN METROS LINEALES = 1,347.50 M.L.					
COSTO POR METRO LINEAL = Q. 51.52 = \$ 6.36					

Tabla XLIII. Presupuesto red No.7

MATERIALES					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unit.	Sub-Total
1	Tubo con campana PVC de 4"x 20' , 160 psi	33.00	Unidad	Q 342.04	Q 11,287.32
2	Tubo con campana PVC de 3"x 20' , 160psi	54.00	Unidad	Q 206.83	Q 11,168.82
3	Tubo con campana PVC de 2 ½"x 20' , 160 psi	44.00	Unidad	Q 139.73	Q 6,148.12
4	Tubo con campana PVC de 2"x 20' , 160 psi	52.00	Unidad	Q 95.33	Q 4,957.16
5	Tubo con campana PVC de 1½"x 20' , 160 psi	211.00	Unidad	Q 60.19	Q 12,700.09
6	Tubo con campana PVC de 1¼"x 20' , 160 psi	12.00	Unidad	Q 46.68	Q 560.16
7	Codo de 90° de 3 "	1.00	Unidad	Q 51.05	Q 51.05
8	Codo de 90° de 1½"	2.00	Unidad	Q 10.57	Q 21.14
9	Codo de 45° de 2 ½"	1.00	Unidad	Q 36.11	Q 36.11
10	Codo de 45° de 1½"	3.00	Unidad	Q 10.57	Q 31.71
11	Válvulas de compuerta de 4"	1.00	Unidad	Q 354.00	Q 354.00
12	Válvulas de compuerta de 3"	1.00	Unidad	Q 252.00	Q 252.00
13	Válvulas de compuerta de 2 ½"	1.00	Unidad	Q 175.00	Q 175.00
14	Válvulas de compuerta de 2"	1.00	Unidad	Q 115.00	Q 115.00
15	Válvulas de compuerta de 1½"	5.00	Unidad	Q 94.00	Q 470.00
16	Válvulas de compuerta de 1¼"	1.00	Unidad	Q 73.00	Q 73.00
17	Adaptadores machos de 4"	2.00	Unidad	Q 110.11	Q 220.22
18	Adaptadores machos de 3"	2.00	Unidad	Q 66.14	Q 132.28
19	Adaptadores machos de 2½"	2.00	Unidad	Q 51.18	Q 102.36
20	Adaptadores machos de 2"	2.00	Unidad	Q 36.75	Q 73.50
21	Adaptadores machos de 1½"	10.00	Unidad	Q 22.50	Q 225.00
22	Adaptadores machos de 1¼"	2.00	Unidad	Q 14.50	Q 29.00
23	Tee de 4 "	1.00	Unidad	Q 110.11	Q 110.11
24	Tee de 3 "	1.00	Unidad	Q 66.14	Q 66.14
25	Tee de 2½"	3.00	Unidad	Q 51.18	Q 153.54
26	Tee de 2"	1.00	Unidad	Q 13.32	Q 13.32
27	Tee de 1½"	3.00	Unidad	Q 10.79	Q 32.37
28	Reductor Bushing de 4" a 3"	1.00	Unidad	Q 102.99	Q 102.99
29	Reductor Bushing de 4" a 2"	1.00	Unidad	Q 102.99	Q 102.99
30	Reductor Bushing de 3" a 2½"	1.00	Unidad	Q 102.99	Q 102.99
31	Reductor Bushing de 3" a 1 ½"	1.00	Unidad	Q 75.99	Q 75.99
32	Reductor Bushing de 2½" a 2"	1.00	Unidad	Q 42.06	Q 42.06
33	Reductor Bushing de 2½" a 1 ½"	3.00	Unidad	Q 42.06	Q 126.18
34	Reductor Bushing de 2" a 1 ½ "	2.00	Unidad	Q 22.90	Q 45.80
35	Reductor Bushing de 1½" a 1¼"	1.00	Unidad	Q 15.72	Q 15.72
36	Tapones hembra de 2 "	2.00	Unidad	Q 5.76	Q 11.52
37	Tapones hembra de 1½"	2.00	Unidad	Q 4.96	Q 9.92
38	Tapones hembra de 1 ¼ "	1.00	Unidad	Q 4.14	Q 4.14
39	Pegamento PVC Tangit	2.00	Galones	Q 350.00	Q 700.00
40	Tapadera p/caja de válvulas (1.00 x 1.00 x 1/8)	10.00	Unidad	Q 350.00	Q 3,500.00
41	Selecto	34.84	M ³	Q 85.00	Q 2,961.40
42	Cemento Portland	32.34	Sacos	Q 39.00	Q 1,261.26
43	Arena de rio	1.98	M ³	Q 85.00	Q 168.30
44	Piedrin	1.62	M ³	Q 130.00	Q 210.60
45	Adoquin	306.00	Unidad	Q 5.10	Q 1,560.60
46	Cemento Portland	70.96	Sacos	Q 39.00	Q 2,767.44
47	Arena de rio	4.33	M ³	Q 85.00	Q 368.05
48	Piedrin	5.45	M ³	Q 130.00	Q 708.50
49	Acero No. 5	8.00	Varilla	Q 40.00	Q 320.00
50	Acero No. 3	10.00	Varilla	Q 11.00	Q 110.00

Tabla XLIII. Presupuesto red No.7

50	Acero No. 3	10.00	Varilla	Q	11.00	Q	110.00
51	Alambre de amarre	5.00	Lbs.	Q	3.00	Q	15.00
52	Codo PVC a 45° de 2 ½ "	4.00	Unidad	Q	36.11	Q	144.44
53	Tubo Galvanizado H.G. de 2 ½" x 20'	9.00	Unidad	Q	275.00	Q	2,475.00
54	Mordazas para cable de tirante Ø 3/8"	4.00	Unidad	Q	5.50	Q	22.00
55	Mordazas para cable de tirante Ø 1/4"	40.00	Unidad	Q	3.50	Q	140.00
56	Cable para tirante de Ø 3/8 "	70.00	ML.	Q	18.50	Q	1,295.00
57	Cable para tirante de Ø 1/4 "	25.00	ML.	Q	12.50	Q	312.50
58	Guardacable de Ø 3/8 "	2.00	Unidad	Q	6.50	Q	13.00
TOTAL DE MATERIALES							69,251.91
MANO DE OBRA							
1	Levantado de adoquín	193.54	M²	Q	5.50	Q	1,064.47
2	Excavación de zanja de 0.40 x 0.80	886.42	M³	Q	22.50	Q	19,944.45
3	Colocación de tuberías y accesorios	406.00	Unidad	Q	13.15	Q	5,338.90
4	Relleno de zanja + compactación	886.42	M³	Q	5.50	Q	4,875.31
5	Colocación de adoquín	193.54	M²	Q	12.00	Q	2,322.48
6	Cajas para válvulas	10.00	Unidad	Q	400.00	Q	4,000.00
7	Paso elevado	1.00	Global	Q	11,400.00	Q	11,400.00
TOTAL MANO DE OBRA							48,945.61
TOTAL DE MATERIALES				Q	69,251.91	Q	8,518.07
TOTAL MANO DE OBRA				Q	48,945.61	Q	6,020.37
SUB TOTAL				Q	118,197.52	Q	14,538.44
IMPREVISTOS 15 %				Q	17,729.63	Q	2,180.77
COSTO TOTAL DE RED No.7				Q	135,927.15	Q	16,719.21
CANTIDAD TOTAL EN METROS LINEALES = 2,233.00 M.L.							
COSTO POR METRO LINEAL = Q. 60.87 = \$ 7.49							

Tabla XLIV. Presupuesto línea de conducción "Chijucú"

MATERIALES							
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unit.	Sub-Total		
1	Tubo con campana PVC de 2 ½"x 20 , 160 psi	139.73	Unidad	Q 139.73	Q	19,524.47	
2	Tubo H.G. de 2 ½ "x 20	2.00	Unidad	Q 95.33	Q	190.66	
3	Codo de 45° de 2 ½"	2.00	Unidad	Q 36.11	Q	72.22	
4	Válvulas de compuerta de 2 ½ "	2.00	Unidad	Q 354.00	Q	708.00	
5	Adaptadores machos de 2 ½ "	4.00	Unidad	Q 110.11	Q	440.44	
6	Adaptadores machos de 2 "	2.00	Unidad	Q 36.75	Q	73.50	
7	Adaptadores hembra de 2 "	2.00	Unidad	Q 22.50	Q	45.00	
8	Reductor Bushing de 2" a 1 ½ "	2.00	Unidad	Q 22.90	Q	45.80	
9	Pegamento PVC	1.00	Galon	Q 350.00	Q	350.00	
10	Cemento Portland	9.70	Sacos	Q 39.00	Q	378.38	
11	Arena de río	0.60	M³	Q 85.00	Q	51.00	
12	Piedrín	0.50	M³	Q 130.00	Q	65.00	
TOTAL DE MATERIALES							Q 21,944.47
MANO DE OBRA							
1	Remoción de vegetación	836.36	M²	Q 2.51	Q	2,099.26	
2	Excavación de zanja de 0.40 x 1.00	334.54	M³	Q 22.50	Q	7,527.24	
3	Colocación de tubería y accesorios	147.00	Unidad	Q 13.15	Q	1,933.05	
4	Caja de válvulas	3.00	Unidad	Q 350.00	Q	1,050.00	
5	Limpieza general	836.36	M²	Q 2.51	Q	2,099.26	
TOTAL MANO DE OBRA							Q 14,708.82
TOTAL DE MATERIALES				Q	21,944.47		\$2,789.77
TOTAL MANO DE OBRA				Q	14,708.82		\$1,809.20
SUB TOTAL				Q	36,653.29		\$4,598.97
IMPREVISTOS 15%				Q	5,497.99	Q	689.85
COSTO TOTAL CONDUCCION CHIJUCU				Q	42,151.28		\$5,288.82
CANTIDAD TOTAL EN METROS LINEALES = 806.36 M.L.							
COSTO POR METRO LINEAL = Q. 53.32 = \$ 6.56							

La longitud total	=	14,924.86	M.L.
El costo por metro lineal	=	Q.60.10	

Los costos indirectos, no están considerados en el costo por metro lineal antes descrito, dejando el valor a criterio de la unidad ejecutora.

Los costos de los tanques de almacenamiento se consideran en el resumen final del presupuesto.

5.2 Presupuestos de tanques de almacenamiento

El diseño hidráulico propone la construcción de dos tanques de almacenamiento para las redes anexo a sector No.2 y red de distribución No.7 (ver detalles de planos en el apéndice No.3).

En los siguientes presupuestos se incluyen, la cuantificación de los materiales de mampostería de piedra bola, acero de refuerzo, así como madera para encofrado de losas. El costo de la mano de obra incluye la calificada y no calificada, cuantificando la cantidad final como costo directo únicamente, dejando a criterio de la unidad ejecutora el valor de los costos indirectos. A continuación se definen los presupuestos de los tanques No.1 y No.2 en las siguientes tablas:

Tabla XLV. Presupuesto de tanque No. 1

MATERIALES					
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unit.	Sub-Total
1	Cemento Portland	670.00	Sacos	Q 42.00	Q 28,140.00
2	Arena de rio	50.00	m³	Q 95.00	Q 4,750.00
3	Piedrin	16.00	m³	Q 150.00	Q 2,400.00
4	Acero No.6 grado 40 de 20'	9.00	Varilla	Q 96.67	Q 870.03
5	Acero No.5 grado 40 de 20'	25.00	Varilla	Q 72.50	Q 1,812.50
6	Acero No.4 grado 40 de 20'	2.00	Varilla	Q 41.42	Q 82.84
7	Acero No.3 grado 40 de 20'	436.00	Varilla	Q 22.31	Q 9,727.16
8	Alambre de amarre	100.00	Lbs.	Q 5.00	Q 500.00
9	Madera	5652.00	Pie-tablar	Q 5.00	Q 28,260.00
10	Piedra bola	100.00	m³	Q 235.00	Q 23,500.00
11	Clavos de 2"	75.00	Lbs.	Q 6.00	Q 450.00
12	Clavos de 4"	75.00	Lbs.	Q 6.00	Q 450.00
TOTAL DE MATERIALES					Q 100,942.53
MANO DE OBRA					
1	Remoción de vegetación	120	m²	Q 2.51	Q 301.20
2	Excavación de zanja de 0.40 x 1.00	625.00	m³	Q 30.00	Q 18,750.00
3	Fundicion de base inferior de tanque	140.00	m²	Q 30.00	Q 4,200.00
4	Levantado de muros de mamposteria de piedra	140.00	m³	Q 60.00	Q 8,400.00
5	Formaleta, armado y fundicion de losa + vigas	72.00	m²	Q 350.00	Q 25,200.00
6	Alizado de interior de tanque	100.00	m²	Q 8.00	Q 800.00
7	Limpieza general	120	M²	Q 2.51	Q 301.20
TOTAL MANO DE OBRA					Q 57,952.40
TOTAL DE MATERIALES			Q	100,942.53	\$12,617.82
TOTAL MANO DE OBRA			Q	57,952.40	\$7,244.05
SUB TOTAL			Q	158,894.93	\$19,861.87
IMPREVISTOS 15%			Q	23,834.24	\$2,979.28
TOTAL TANQUE DE DISTRIBUCION No.1			Q	182,729.17	\$22,841.15

Tabla XLVI. Presupuesto de tanque No. 2

MATERIALES						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio/Unit.	Sub-Total	
1	Cemento Portland	238.00	Sacos	Q 42.00	Q	9,996.00
2	Arena de rio	19.00	m³	Q 95.00	Q	1,805.00
3	Piedrin	2.00	m³	Q 150.00	Q	300.00
4	Acero No.4 grado 40 de 20'	10.00	Varilla	Q 41.42	Q	414.20
5	Acero No.3 grado 40 de 20'	34.00	Varilla	Q 22.31	Q	758.54
6	Alambre de amarre	15.00	Lbs.	Q 5.00	Q	75.00
7	Madera	1390.00	Pie-tablar	Q 5.00	Q	6,950.00
8	Piedra bola	47.00	m³	Q 235.00	Q	11,045.00
9	Clavos de 2"	23.00	Lbs.	Q 6.00	Q	138.00
10	Clavos de 4"	22.00	Lbs.	Q 6.00	Q	132.00
TOTAL DE MATERIALES						Q 31,613.74
MANO DE OBRA						
1	Remoción de vegetación	41.00	m²	Q 2.51	Q	102.91
2	Excavación de zanja de 0.40 x 1.00	182.00	m³	Q 30.00	Q	5,460.00
4	Levantado de muros de mamposteria de piedra	67.00	m³	Q 60.00	Q	4,020.00
5	Formaleta, armado y fundicion de losa + vigas	15.00	m²	Q 350.00	Q	5,250.00
6	Alizado de interior de tanque	42.00	m²	Q 8.00	Q	336.00
7	Limpieza general	41.00	M²	Q 2.51	Q	102.91
TOTAL MANO DE OBRA						Q 15,271.82
TOTAL DE MATERIALES				Q	31,613.74	\$3,951.72
TOTAL MANO DE OBRA				Q	15,271.82	\$1,908.98
SUB TOTAL				Q	46,885.56	\$5,860.70
IMPREVISTOS 15%				Q	7,032.83	\$879.10
TOTAL TANQUE DE DISTRIBUCION No.2				Q	53,918.39	\$6,739.80

Tabla XLVII. Integración final de presupuestos

DESCRIPCION	COSTO EN	COSTO EN
	QUETZALES	DOLARES
RED No.1 Y 2	Q198,377.67	\$24,400.70
RED No. 3	Q119,269.04	\$14,670.24
RED No. 4	Q196,791.28	\$24,205.57
RED No.5	Q140,935.79	\$17,335.28
RED No.6	Q69,425.42	\$8,539.41
RED No.7	Q135,927.15	\$16,719.21
LINEA DE CONDUCCION CHIJCÚ	Q42,151.28	\$5,184.66
TANQUE DE DISTRIBUCION No.1	Q182,729.17	\$22,841.15
TANQUE DE DISTRIBUCION No.2	Q53,918.39	\$6,739.80
COSTO TOTAL	Q1,139,525.19	\$140,636.02
ESTE PRESUPUESTO ASCIENDE A LA CANTIDAD DE UN MILLON CIENTO TREINTA Y NUEVE MIL, QUINIENTOS VEINTICINCO CON 19/100 QUETZALES EXACTOS.		
	Q1,139,525.19	\$133,277.80
	CAMBIO AL DIA Q 8.55	
FECHA: Agosto del 2006		

5.3 Manual de operación y mantenimiento

Durante las diferentes actividades de trabajo de instalación del nuevo sistema de distribución de agua potable propuesto, se deberán considerar las siguientes normas de construcción, para agua potable.

Excavación

En sus especificaciones para la construcción de acueductos rurales UNEPAR (Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales), dice: las zanjas deberán tener como mínimo un ancho de 0.40m. y la profundidad mínima de .60 sobre la corona (nivel superior del tubo). Si los terrenos son dedicados a la agricultura la profundidad mínima será de 0.80 m.

Instalaciones

Cuando la zanja ha quedado preparada en forma adecuada, se debe bajar la tubería y proceder a montar las juntas, se debe tener cuidado en el manejo; para evitar daños.

El acoplamiento de las tuberías se debe practicar con todo cuidado. Cada tipo de tubería exige procedimientos especiales para su acoplamiento.

Una parte importante de la instalación de tuberías es el ancho o fijado de las tes, codos, tapas, tapones y otras. Con el anclado se debe compensar cualquier desequilibrio en la presión de la línea, pues en otra forma se podrían separar las juntas.

Relleno y restauración de la superficie

Después de que se han instalado las tuberías, conexiones, válvulas y otros aditamentos y se han inspeccionado debidamente, se vacía en la zanja un relleno seleccionado esto es, un relleno que debe encontrarse exento de rocas grandes, piedras, cenizas u otras substancias impropias, para evitar daños y para producir un relleno denso y compacto. El material de relleno se debe apisonar en

capas alrededor de la tubería y, cuando menos, por una altura de 30 cms., sobre el lomo de la tubería. Cuando carece de importancia el asentamiento dentro de la zanja, la porción remanente de la zanja se puede rellenar del material excavado, formando un lomo sobre la zanja, en calles y en otros lugares donde no es recomendable el asentamiento, se debe consolidar el relleno por apisonamiento. En el caso de existir superficie con adoquinamiento que haya sido removido, se deberá, colocar nuevamente con las mismas normas de construcción, evitando la colocación de aquellas unidades dañadas o falladas, debiendo ser cambiadas por unidades nuevas.

Pruebas de presión hidrostática y de fugas

Siempre que sea posible, se deben hacer pruebas de presión hidrostática y de fugas, en particular en las instalaciones principales. Para realizar esas pruebas, cada sección de la tubería que quede entre dos válvulas se llena lentamente con agua, expeliendo el aire de la línea a través de los hidrantes o de perforaciones hechas en los puntos más elevados. La prueba de presión se verifica, generalmente, por medio de una bomba y un manómetro de prueba, debiendo ser la presión de la prueba cuando menos, un 50 por ciento mayor que la presión que se tomó inicialmente entre las dos válvulas que se llenaron; a continuación se debe hacer un examen de la línea para detectar fugas visibles o Desplazamientos de las tuberías. Cualquier defecto obvio se debe corregir antes de realizar la prueba de fugas.

La prueba de fugas se realiza al terminar la prueba de presión. Se hace determinando, por medio de un medidor calibrado, la cantidad de agua que entra en la sección de prueba bajo la presión normal de trabajo, durante un período de dos horas, como mínimo, consultar la 0600 de la norma AWWA (American Water Works Association).

Desinfección de tuberías

Aunque se tomen las precauciones durante la instalación, para mantener el interior de la tubería y de los proyectos libres de desechos y de contaminación se lleva a cabo la limpieza a chorro de agua y la desinfección de la tubería, para tener la seguridad que se entrega a los consumidores agua sanitariamente segura.

5.4 Válvulas de compuerta

Funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua. Las válvulas de compuerta pueden ser de hierro fundido ó de bronce, se instalan a la entrada y salida de los tanques de distribución, además sirven para seccionar tramos de tubería.

5.5 Válvulas de limpieza

Son dispositivos que permiten la descarga de los sedimentos acumulados en el sistema, y se colocan en los puntos más bajos de la línea de conducción o distribución. Consiste en una derivación de la tubería provista de válvulas de compuerta.

5.6 Válvulas de globo

Este tipo de válvula hace que el recorrido del agua a través de su sección provoque una considerable pérdida de carga, aún con la válvula completamente abierta. Este tipo de válvula es aconsejable emplearlas en las conexiones domiciliarias, tanto para suspender temporalmente el servicio como para regular el caudal.

5.7 Válvulas automáticas de admisión y evacuación de aire

El aire disuelto en el agua, o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que puede acumularse reduce la sección de la tubería y por ende, su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua.

Las válvulas automáticas de aire permiten tanto la salida del aire como su ingreso; el acceso del aire se produce cuando se inicia bruscamente la salida del agua, como el caso de una rotura; de no contarse con la válvula de aire, pueden llegar a producirse presiones negativas dentro de la tubería, la que podría romperse si es de PVC, o a colapsarse si es de acero.

5.8 Estrategia de capacitación

Para lograr el funcionamiento óptimo del sistema de distribución de agua potable es necesario crear estrategias de capacitación del personal, sobre todo en los aspectos que conducen a una adecuada operación y al mantenimiento requerido, necesario como

preventivo, en todas las áreas del sistema, para no caer en maniobras de operación que puedan afectar a los componentes del sistema.

5.9 Actividades de mantenimiento

Se deberá trazar un plan de mantenimiento de todo el sistema de tuberías tanto de conducción así como de distribución, para prevenir los posibles daños que se ocasionan en los diferentes accesorios, que al estar expuestos al constante desgaste del uso diario. Siendo las más vulnerables las válvulas de control ó posibles fallas o rupturas de los diferentes tramos de tubería, los que podrían provocar serios daños en la conducción ó en la distribución domiciliar.

CONCLUSIONES

1. El período de diseño del sistema de distribución de agua potable de la cabecera municipal ha finalizado, contando actualmente con tramos que ya rebasan los 30 años de uso, sufriendo cambios de tuberías en sectores donde el crecimiento poblacional lo ha requerido, los que han sido efectuados sin contar con un diseño hidráulico adecuado.
2. De acuerdo con los resultados obtenidos de los exámenes bacteriológicos realizados a las fuentes de pozo mecánico “Casa Alianza” y manantial “Chijucú”, el agua no es potable, ya que la presencia de las bacterias E. coli es alta, por lo que es necesario seguir utilizando los sistemas de cloración existentes, e implementar nuevos, en las demás fuentes.
3. Actualmente, el sistema funciona como una sola red general, es decir conectándose entre sí por tanques de alimentación ubicados en diferentes alturas, provocando una combinación de presiones que conjuntamente con la topografía del área hacen que el servicio, sea irregular y difícil de controlar en los sectores de las partes altas y partes bajas.
4. Para el correcto funcionamiento del sistema de distribución de agua potable en la cabecera municipal de Magdalena Milpas Altas, es necesario el diseño de circuitos hidráulicos totalmente independientes, aprovechando la ubicación de los tanques de

almacenamiento existentes y la topografía del lugar, permitiendo de esta manera que las pérdidas por fricción y presiones de cada circuito, dependan de una sola cota inicial. Por las condiciones anteriores se diseña un sistema hidráulico comprendido de siete redes que se conforman en sectores, adecuados a la ubicación de viviendas del casco urbano, logrando así un sistema de distribución más efectivo.

5. El período de servicio para el que fue diseñado el sistema hidráulico es de 20 años, con una población futura de 9,667 habitantes a una tasa de crecimiento del 3%, el caudal necesario para abastecer a esta población será de 26.85 litros/segundo, con una dotación de 120 litros/habitante/día y un factor de hora máxima de 2.00

6. Por el diseño original del sistema de abastecimiento y la carencia de tanques de almacenamiento en las líneas de conducción “Chijucú” y “La Virgen y Panul”, para el diseño hidráulico propuesto, será necesaria la implementación de dos tanques de almacenamiento, en cada una de sus líneas de conducción, en puntos estratégicos que permitan un mejor funcionamiento en la distribución domiciliar.

RECOMENDACIONES

1. Actualmente, muchas familias de la comunidad hacen uso indebido del agua, consumiendo cantidades exageradas en las actividades domésticas. Para evitar lo anterior, se recomienda la implementación de reguladores de caudal domiciliar, a través de válvulas de compuerta, válvulas de globo o contadores. Aunque según se sabe, la implementación de contadores ya ha sido rechazada por la comunidad en años anteriores, sin embargo es necesaria su implementación, ya que sólo de esta manera la actitud de las personas hacia el consumo del agua, se modifica en forma positiva, si se sabe que la cantidad consumida requiere un pago proporcional.
2. Para que el diseño de distribución propuesto sea funcional, se recomienda realizar el cambio total de tuberías existentes, por un sistema completamente nuevo, para evitar cualquier problema de fugas o conexiones ilícitas, dichos cambios deben hacerse por sectores o etapas bien planificadas.
3. Promover programas de concientización enfocadas a evitar la tala inmoderada de árboles, la conservación de los astilleros municipales, y la implementación de nuevas áreas naturales con especies de árboles que contribuyan a la evapotranspiración, proceso por el cual se acelera y mantiene el ciclo del agua, para asegurar así la supervivencia de las generaciones futuras de la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. DE LEON TOLEDO, Mario José, Estudio de las condiciones de distribución del agua potable en la cabecera municipal de San Lucas Tolimán, replanteo y diseño de la nueva red de distribución, Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos. Guatemala, 1995. 87 pp.
- 2.- LOZANO RODAS, Juan José. Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea La Blanquita, del departamento de Retalhuleu, Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos. Guatemala 2002. 98 pp.
- 3.- CIFUENTES VILLATORO, Sergio René. Estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea El Canaque, municipio de San Marcos, departamento de San Marcos, Tesis: Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos. Guatemala 1999. 36 pp.
- 4.-BAZANT, Jan. Manual de Criterios de diseño urbano. 4ta. Edición. México D.F., Editorial Trillas, 1988. 375 pp.
- 6.-STREETER, Victor L. Et. al. Mecánica de los fluidos. Tr.: Andrés García et. al. 8ª. Edición (3era en español). México D.F., Editorial Mc Graw Hill/Interamericana de México, S.A., 1988. 594 pp.

APÉNDICE 1
LIBRETA TOPOGRÁFICA

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No.1										
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS										
EST.	EST,	DISTANCIA	AZIMUT	HILO	HILO	HILO	ALTURA	ÁNGULO	COTA	
				SUP.	MED.	INF.	INST.	VERTICAL		
0	NORTE	0.00	00° 00' 00"	0.000	0.000	0.000	1.446	00° 00' 00"	1000.00	
0	R1	10.28	TANQUE DE ALMACENAMIENTO " EL CIPRESAL"							
0	1	63.10	247° 50' 40"	1.731	1.405	1.079	1.446	100° 20' 51"	988.52	
1	2	33.00	265° 31' 35"	1.472	1.300	1.128	1.355	101° 41' 35"	981.75	
2	3	50.52	249° 40' 10"	1.760	1.500	1.240	1.482	99° 42' 51"	973.08	
3	4	54.04	183° 40' 40"	1.781	1.500	1.219	1.403	101° 18' 33"	962.18	
4	5	25.44	212° 12' 53"	1.531	1.400	1.269	1.363	99° 48' 10"	957.75	
5	6	73.54	227° 05' 34"	1.889	1.500	1.111	1.425	103° 31' 52"	953.32	
6	7	44.00	212° 29' 48"	1.630	1.400	1.170	1.342	102° 02' 54"	943.87	
7	8	41.27	186° 14' 57"	1.721	1.500	1.279	1.312	104° 54' 32"	932.69	
8	9	48.70	167° 53' 48"	1.845	1.600	1.355	1.525	94° 29' 03"	928.80	
9	10	50.19	225° 46' 19"	1.851	1.600	1.349	1.439	90° 46' 43"	927.96	
10	11	80.15	239° 48' 38"	1.201	0.800	0.399	1.445	88° 34' 00"	930.61	
11	12	48.04	228° 33' 30"	1.741	1.500	1.259	1.458	86° 41' 50"	933.34	
12	13	30.73	213° 18' 55"	1.554	1.400	1.246	1.475	87° 19' 44"	934.85	
RAMAL DEL BARRIO CORAZÓN DE JESÚS										
13	13.1	43.55	335° 44' 16"	1.772	1.540	1.308	1.460	104° 20' 20"	923.64	
13.1	13.2	17.65	336° 43' 59"	1.415	1.309	1.203	1.280	114° 10' 02"	915.70	
13.2	13.3	17.18	331° 57' 02"	1.375	1.288	1.201	1.325	83° 31' 38"	917.69	
13.3	13.4	21.72	85° 41' 25"	1.323	1.213	1.103	1.300	83° 31' 02"	920.25	
13.4	13.4,1	54.00	60° 24' 16"	IGLESIA EVANGELICA						
13.4	13.5	51.08	349° 33' 09"	1.580	1.300	1.020	1.315	72° 45' 47"	936.11	
13	14	7.63	128° 18' 55"	1.137	1.095	1.098	1.059	81° 34' 57,5"	936.34	
14	14.1	123.41	76° 53' 52"	2.450	1.825	1.200	1.453	83° 31' 22,5"	949.99	
14.1	14.2	32.10	93° 03' 32"	1.525	1.363	1.200	1.525	83° 38' 04"	953.73	
14.2	14.3	21.76	127° 57' 38"	1.219	1.110	1.000	1.485	85° 25' 56"	955.86	
14.3	15.2	54.73	142° 30' 01"	1.558	1.284	1.010	1.462	92° 08' 16"	954.12	
14.3	14.4	49.92	65° 26' 28"	1.519	1.265	1.010	1.462	82° 01' 31"	963.05	
14.4	14.5	50.31	52° 29' 19"	1.717	1.459	1.201	1.535	80° 54' 55"	971.17	
14.5	14.6	67.70	65° 47' 48"	1.715	1.368	1.020	1.415	80° 44' 22"	982.26	
14	22	95.48	239° 54' 57,5"	2.082	1.595	1.108	1.453	98° 03' 58"	922.67	
14	15	80.51	145° 14' 09"	2.123	1.746	1.369	1.453	94° 45' 03"	929.36	
15	15.1	78.32	78° 50' 10"	1.812	1.416	1.020	1.451	83° 56' 45"	937.71	
15.1	15.2	82.44	75° 41' 51"	2.060	1.631	1.201	1.355	78° 25' 09"	954.17	
15.1	R1	15.60	55° 29' 10"		CASA					
15.1	R2	10.50	111° 12' 27,5"		CASA					
15.1	15,1,1	40.17	161° 32' 47"	1.402	1.201	1.000	1.355	88° 19' 10"	939.04	
15,1,1	15,1,2	30.53	136° 03' 16"	1.507	1.354	1.201	1.405	87° 18' 03"	940.54	
15,1,2	15,1,3	19.56	136° 18' 09"	1.197	1.099	1.001	1.315	94° 54' 57,5"	939.08	
15,1,3	15,1,4	29.90	97° 30' 10"	2.779	2.630	2.480	1.328	89° 59' 59"	937.78	

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No.3									
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS									
EST.	EST.	DISTANCIA	AZIMUT	HILO			ALTURA INST.	ÁNGULO	
				SUP.	MED.	INF.		VERTICAL	COTA
27	30	73.77	233° 54' 03"	1.974	1.605	1.235	1.395	92° 22' 58"	910.12
30	31	25.40	244° 58' 59"	1.465	1.338	1.211	1.435	89° 21' 23"	910.50
30	R1	30.00	143° 55' 10"			callejón			
31	70	42.53	251° 00' 18"	1.749	1.536	1.323	1.433	92° 18' 49"	908.68
RAMAL DEL CONTORNO DEL PARQUE									
31	31.1	18.36	165° 41' 05"	1.592	1.500	1.408	1.467	92° 48' 34"	909.57
31.1	31.2	30.69	230° 10' 55"	1.654	1.500	1.346	1.475	93° 29' 07"	907.68
24	28	81.67	233° 17' 28"	1.883	1.474	1.065	1.428	92° 16' 51"	912.12
28	32	46.35	232° 23' 49"	1.665	1.433	1.201	1.333	91° 48' 28"	910.56
28	29	41.84	325° 00' 50"	1.648	1.439	1.229	1.333	91° 55' 18"	910.61
25	24	41.78	141° 39' 54"	1.709	1.500	1.291	1.465	88° 52' 34"	915.43
25	29	82.09	229° 33' 57"	1.914	1.501	1.091	1.555	92° 51' 44"	910.60
25	25.1	23.42	318° 46' 03"	1.402	1.295	1.187	1.555	90° 00' 35"	914.92
29	33	44.69	232° 08' 26"	1.643	1.419	1.195	1.515	92° 48' 03"	908.52
22	26	76.93	233° 02' 43"	1.984	1.595	1.199	1.535	97° 32' 25"	912.46
26	25.1	22.20	145° 11' 45"	1.419	1.308	1.197	1.518	84° 09' 46"	914.94
26	34	25.15	235° 33' 02"	1.447	1.319	1.191	1.518	97° 38' 05"	909.29
34	36	62.25	318° 36' 12"	1.839	1.524	1.209	1.498	96° 15' 25"	902.44
34	35	102.35	226° 58' 53"	2.012	1.500	0.988	1.460	91° 17' 57"	906.93
35	77	73.92	230° 29' 30"	1.933	1.563	1.193	1.485	91° 55' 43"	904.36
35	33	36.54	141° 40' 18"	1.561	1.378	1.195	1.485	87° 39' 11"	908.53
33	32.1	24.43	145° 42' 22"	1.479	1.357	1.234	1.525	87° 19' 59"	909.84
32.1	71	40.79	235° 17' 39"	1.608	1.404	1.200	1.510	90° 49' 15"	909.36
32.1	32	17.18	149° 20' 18"	1.377	1.291	1.205	1.510	88° 18' 23"	910.57
32.1	R1	12.00	270° 31' 27"	ESCUELA HUNAPÚ					
32.1	R2	9.20	187° 06' 53"	IGLESIA CATÓLICA					
32	31	32.40	146° 09' 42"	1.538	1.377	1.214	1.481	90° 17' 55"	910.50
36	37	23.49	21° 23' 22"	1.398	1.276	1.154	1.498	97° 31' 15"	899.56
37	38	38.70	42° 42' 42"	1.795	1.601	1.406	1.513	94° 08' 39"	896.67
38	39	16.60	344° 43' 18"	1.441	1.358	1.275	1.528	90° 43' 27"	896.63
39	40	18.00	273° 50' 00"	1.383	1.293	1.203	1.502	88° 40' 20"	897.26
40	41	66.25	231° 13' 12"	1.899	1.567	1.234	1.443	86° 28' 49"	901.21
41	42	33.32	34° 55' 37"	1.495	1.328	1.161	1.500	87° 06' 34"	903.06
42	43	59.42	316° 12' 04"	1.792	1.475	1.158	1.515	75° 29' 12"	918.48
43	44	49.71	312° 23' 00"	1.894	1.644	1.394	1.450	85° 38' 18"	922.08
44	47	58.77	310° 23' 23"	1.800	1.505	1.210	1.415	86° 26' 59"	925.64
44	45	90.77	40° 26' 51"	2.138	1.673	1.208	1.415	81° 05' 04"	936.06
45	45.1	74.27	107° 38' 53"	1.911	1.539	1.167	1.392	92° 24' 24"	932.79
47	48	19.50	318° 16' 55"	1.414	1.317	1.219	1.420	90° 24' 32"	925.60
48	48.1	52.52	329° 22' 20"	1.871	1.608	1.345	1.448	92° 14' 00"	923.39
48.1	48.2	32.46	322° 06' 39"	1.545	1.381	1.216	1.396	96° 37' 44"	919.63
48.1	R1	10.00	354° 04' 05"			1 CASA			

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No. 4										
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS										
EST.	EST.	DISTANCIA	AZIMUT	HILO	HILO	HILO	ALTURA	ÁNGULO	COTA	
				SUP.	MED.	INF.	INST.	VERTICAL		
41	49	54.31	250° 19' 49"	1.891	1.619	1.347	1.487	87° 40' 03"	903.29	
49	50	43.93	271° 48' 30"	1.451	1.231	1.011	1.530	91° 39' 45"	902.32	
50	51	45.64	267° 12' 50"	1.739	1.511	1.282	1.565	91° 59' 59"	900.78	
51	52	35.60	254° 49' 12"	1.591	1.412	1.232	1.495	95° 12' 58"	897.61	
52	53	83.91	245° 24' 46"	2.159	1.739	1.319	1.464	91° 54' 04"	894.55	
53	54	16.09	271° 43' 18"	1.378	1.298	1.217	1.468	91° 41' 15"	894.25	
54	R1	21.29	125° 11' 44"	1.525	1.419	1.312	1.485	91° 14' 43"	893.85	
54	55	26.15	301° 56' 09"	1.674	1.543	1.412	1.485	92° 32' 43"	893.03	
55	59	102.32	227° 42' 41"	2.194	1.678	1.162	1.490	95° 17' 36"	883.36	
55	56	22.87	304° 19' 00"	1.458	1.344	1.229	1.490	81° 55' 32,5"	893.21	
56	57	49.25	36° 44' 27"	1.880	1.630	1.380	1.435	82° 58' 57"	899.08	
56	58	40.33	300° 17' 25"	1.679	1.477	1.274	1.435	86° 19' 41"	895.76	
58	R2	20.10	285° 53' 59"	4 CASAS EN LÍNEA						
58	58.1	68.00	308° 16' 10"	1.340	1.000	0.660	1.415	89° 54' 01"	896.29	
58.1	58.2	15.19	292° 59' 59"	1.076	1.000	0.924	1.413	91° 08' 34"	896.40	
58.2	58.2,1	68.48	345° 59' 59"	1.947	1.600	1.253	1.431	83° 22' 24"	904.19	
58.2	58.3	54.19	287° 00' 21"	1.271	1.000	0.729	1.431	90° 40' 12"	896.20	
58.3	58.4	22.66	296° 30' 41"	1.114	1.000	0.886	1.465	94° 33' 20"	894.86	
58.4	R	45.60	241° 55' 12"			1 CASA				
58.4	58.5	46.13	350° 26' 45"	1.631	1.400	1.169	1.445	87° 42' 06"	896.76	
58.5	58.6	65.82	259° 04' 24"	2.330	2.000	1.670	1.471	86° 59' 59"	899.68	
58.6	R	65.06	51° 46' 00"	1.829	1.500	1.171	1.495	83° 55' 27,5"	906.60	
59	60	43.90	223° 21' 50"	1.712	1.492	1.272	1.460	92° 50' 22"	881.15	
60	R	10.47	199° 35' 45"	1.408	1.355	1.303	1.475	92° 56' 05"	880.73	
60	61	20.70	309° 17' 01"	1.403	1.300	1.196	1.475	90° 36' 37"	881.10	
61	65	111.24	214° 19' 42"	2.348	1.792	1.235	1.460	91° 22' 21"	878.10	
61	62	42.63	305° 26' 04"	1.816	1.601	1.286	1.460	84° 41' 23"	884.92	
62	62.1	200.00	133° 37' 31"	4 CASAS EN LÍNEA						
62	63	35.48	294° 39' 51"	1.579	1.400	1.221	1.470	84° 33' 11"	888.37	
63	R	25.00	155° 03' 00"			1 CASA				
63	64	79.56	293° 47' 15"	2.098	1.700	1.302	1.372	88° 42' 49"	889.83	
65	66	25.57	198° 05' 16,5"	1.628	1.500	1.372	1.410	91° 58' 20"	877.13	
66	66.1	81.36	279° 16' 31,5"	1.908	1.500	1.092	1.484	86° 54' 38"	881.52	
66	67	69.12	214° 14' 18,5"	1.846	1.500	1.154	1.484	91° 58' 19"	874.73	
66.1	66.2	28.00	291° 05' 4,5"	1.440	1.300	1.160	1.510	89° 26' 27"	882.00	
67	67.1	64.29	135° 37' 57,5"	1.524	1.200	0.876	1.570	95° 06' 27"	869.35	
67	68	23.76	218° 02' 32,5"	1.419	1.300	1.181	1.570	92° 14' 20"	874.07	
68	69	23.80	253° 29' 36,5"	1.519	1.400	1.281	1.500	90° 21' 41"	874.02	
69	69.1	96.75	214° 27' 30,5"	2.386	1.900	1.414	1.482	93° 53' 39"	867.02	
70	R	35.00	284° 17' 58,5"			1 CASA				
69	69.2	34.08	297° 00' 57,5"	1.671	1.500	1.329	1.482	86° 39' 38"	875.99	
				CENTRO DEL MUNICIPIO						

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No.5									
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS									
EST.	EST,	DISTANCIA	AZIMUT	HILO	HILO	HILO	ALTURA	ÁNGULO	COTA
				SUP.	MED.	INF.	INST.	VERTICAL	
70	Tanque	18.11	125° 58' 50"	1.591	1.500	1.409	1.530	85° 52' 02"	910.02
70	73	25.26	252° 18' 14"	1.427	1.300	1.173	1.530	94° 11' 05"	907.06
70	71	38.19	328° 31' 36,5"	1.791	1.600	1.409	1.530	88° 54' 41"	909.34
70	Muni	8.90	300° 19' 24"						
73	72	28.00	136° 11' 09"	1.642	1.500	1.358	1.490	96° 49' 30"	903.70
73	74	10.19	310° 42' 18"	1.251	1.200	1.149	1.490	91° 37' 14"	907.06
74	81	46.89	224° 50' 19"	1.737	1.500	1.263	1.465	95° 58' 05"	902.12
74	75	20.38	316° 16' 20"	1.402	1.300	1.198	1.465	91° 35' 43,5"	906.66
75	71	31.99	54° 08' 18"	1.561	1.400	1.239	1.508	85° 20' 25"	909.38
75	76	19.32	316° 43' 33,5"	1.397	1.300	1.203	1.508	93° 39' 39"	905.63
76	82	44.33	227° 26' 19"	2.623	2.400	2.177	1.510	94° 29' 42"	901.26
76	77	36.35	325° 27' 54"	1.682	1.500	1.318	1.510	92° 09' 56"	904.27
77	77.1	7.12	243° 05' 28"	1.336	1.300	1.264	1.530	96° 06' 33"	903.74
72	80	49.10	223° 28' 40"	1.948	1.700	1.452	1.357	95° 45' 48"	898.40
80	85	79.24	224° 19' 47"	1.799	1.400	1.001	1.505	94° 49' 22,5"	891.82
80	81.1	24.45	315° 17' 18"	1.524	1.400	1.276	1.505	83° 09' 00"	901.44
80	80.1	26.40	131° 10' 48"	1.632	1.500	1.368	1.505	89° 54' 33"	898.44
80.1	80.2	48.86	128° 17' 40"	1.648	1.400	1.152	1.508	97° 00' 30"	892.54
80.2	80.3	45.93	194° 58' 38"	1.836	1.600	1.364	1.460	99° 26' 08"	884.77
77	77.1	7.12	243° 05' 28"	1.336	1.300	1.264	1.530	96° 06' 33"	903.74
77.1	78	37.60	320° 09' 50"	1.788	1.600	1.412	1.505	90° 41' 08"	903.20
77.1	83	44.70	231° 17' 51"	1.726	1.500	1.274	1.505	96° 03' 29"	899.00
83	84	40.51	313° 56' 37"	1.604	1.400	1.196	1.513	85° 07' 54"	902.56
83	82	41.07	134° 47' 27"	1.806	1.600	1.394	1.513	86° 44' 13"	901.25
83	88	81.48	228° 55' 06"	1.911	1.500	1.089	1.513	95° 23' 17"	891.33
88	87.1	23.00	134° 09' 52,5"	1.416	1.300	1.184	1.483	84° 34' 54"	893.69
88	89	39.17	312° 40' 49"	1.701	1.500	1.299	1.483	80° 47' 58,5"	897.66
88	93	41.58	223° 41' 31,5"	1.509	1.300	1.091	1.483	94° 10' 39"	888.48
93	92	47.22	136° 34' 25"	1.729	1.500	1.271	1.485	89° 27' 07"	888.92
93	97	27.16	217° 41' 33"	1.536	1.400	1.264	1.485	92° 09' 02"	887.55
97	98	17.59	179° 58' 32,5"	1.688	1.600	1.512	1.558	91° 28' 22"	887.06
98	98.1	16.98	139° 48' 19"	1.385	1.300	1.215	1.540	92° 03' 01"	886.69
98	98.2	18.19	304° 01' 16"	1.491	1.400	1.309	1.540	90° 57' 23,5"	886.90
82	81	41.98	139° 24' 02"	1.610	1.400	1.190	1.505	88° 54' 18"	902.16
82	87	80.18	224° 33' 37,5"	1.906	1.500	1.094	1.505	96° 26' 01"	892.21
87	86	40.40	138° 49' 22"	1.702	1.500	1.298	1.490	89° 39' 03,5"	892.45
87	87.1	24.50	312° 55' 38"	1.723	1.600	1.477	1.490	86° 23' 15"	893.69
87	92	44.02	224° 08' 54"	2.221	2.000	1.779	1.490	93° 38' 33"	888.90
92	91	40.58	135° 16' 51"	1.903	1.700	1.497	1.510	88° 38' 31"	889.67
92	96	40.10	229° 18' 42"	1.701	1.500	1.299	1.510	92° 54' 02"	886.88
81	86	79.69	225° 27' 21"	1.901	1.500	1.099	1.447	96° 55' 39"	892.50
81	80.1	14.97	142° 04' 15"	1.575	1.500	1.425	1.477	92° 33' 42"	901.47
86	85	41.00	135° 42' 41"	1.705	1.500	1.295	1.480	90° 54' 27"	891.83
86	91	41.63	223° 43' 04"	1.809	1.600	1.391	1.480	93° 40' 15"	889.71
91	90	41.00	137° 45' 01"	1.905	1.700	1.495	1.470	89° 25' 36"	889.89

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No.6									
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS									
EST.	EST.	DISTANCIA	AZIMUT	HILO	HILO	HILO	ALTURA	ÁNGULO	COTA
				SUP.	MED.	INF.	INST.	VERTICAL	
95	96	44.98	318° 13' 51"	1.825	1.600	1.375	1.534	91° 11' 41"	886.96
95	94	41.18	136° 17' 15"	1.706	1.500	1.294	1.534	89° 10' 39"	888.59
85	85.1	63.19	135° 24' 42"	1.816	1.500	1.184	1.475	90° 39' 59"	891.06
85	90	43.11	224° 00' 56"	1.616	1.400	1.184	1.475	92° 37' 55"	889.91
90	94	40.76	222° 45' 37"	1.804	1.600	1.396	1.482	91° 43' 50"	888.56
94	94.1	53.00	134° 35' 37"	1.665	1.400	1.135	1.517	89° 23' 32"	889.24
94	99	97.19	224° 13' 33"	2.386	1.900	1.414	1.517	89° 18' 51"	889.34
99	99.1	93.40	132° 10' 11"	2.667	2.200	1.733	1.550	90° 22' 31,5"	888.08
99	100	58.00	223° 28' 11"	1.690	1.400	1.110	1.550	89° 26' 20"	890.06
99	R	21.50	184° 40' 29"		ESTADIO MUNICIPAL				
77.1	78	37.60	320° 09' 50"	1.788	1.600	1.412	1.505	90° 41' 08"	903.20
78	79	36.18	335° 00' 15"	1.587	1.400	1.213	1.410	100° 24' 59"	896.56
78	78.1	23.60	239° 18' 34"	1.618	1.500	1.382	1.410	89° 10' 17,5"	903.45
78.1	84	25.57	230° 06' 58"	1.628	1.500	1.372	1.498	91° 57' 25"	902.57
84	89	81.53	227° 35' 59"	2.209	1.800	1.391	1.535	93° 17' 22"	897.61
84	84.1	40.32	321° 48' 52"	1.703	1.500	1.297	1.535	94° 47' 58"	899.22
84.1	84,1,1	29.78	234° 52' 01"	1.149	1.000	0.851	1.470	91° 21' 48"	898.98
84.1	84.2	40.10	328° 14' 39"	2.912	2.700	2.488	1.470	103° 29' 42"	888.37
84.2	84,2,1	14.06	238° 07' 53"	1.374	1.300	1.226	1.420	77° 07' 01"	891.71
84,2,1	casa	13.00	238° 07' 53"						
84.2	84.3	19.59	329° 19' 00"	1.609	1.500	1.391	1.420	108° 33' 04"	881.72
84.2	casa	7.00	356° 47' 40"						
98.1	96	11.26	135° 05' 11"	1.557	1.500	1.443	1.453	88° 25' 10"	886.95
98.1	103	149.16	240° 05' 41"	2.646	1.900	1.154	1.453	90° 58' 09"	883.72
103	102	36.57	141° 11' 56"	1.683	1.500	1.317	1.478	88° 15' 56"	884.81
103	104	141.54	239° 48' 10"	2.208	1.500	0.792	1.478	91° 13' 17"	880.68
104	104.1	35.66	320° 43' 47,5"	1.579	1.400	1.221	1.510	93° 34' 47"	878.56
104	105	147.20	240° 59' 59"	2.938	2.200	1.462	1.510	92° 59' 58"	872.27
104.1	104.2	95.21	315° 07' 06"	1.978	1.500	1.022	1.507	93° 39' 46"	872.47
104.2	R	12.50	55° 12' 32"						
104.2	104.3	33.00	225° 02' 11"	1.665	1.500	1.335	1.497	91° 02' 11"	871.87
104.3	104.4	29.66	312° 07' 49"	1.550	1.400	1.250	1.452	96° 06' 42"	868.75
104.4	104.5	21.19	224° 38' 37"	1.406	1.300	1.194	1.530	91° 09' 07"	868.55
105	106	75.20	235° 05' 18"	1.878	1.500	1.122	1.450	94° 11' 06"	866.72
106	107	16.72	286° 19' 54"	1.584	1.500	1.416	1.438	93° 54' 36"	865.52
107	108	47.69	290° 37' 43"	1.839	1.600	1.361	1.482	92° 42' 42"	863.26
108	109	61.07	190° 48' 35"	1.906	1.600	1.294	1.482	92° 39' 31"	862.57
109	110	82.06	221° 05' 08"	2.112	1.700	1.288	1.480	93° 41' 10"	857.06
110	Pozo	3.00	132° 07' 54"						857.06
103	102	36.57	141° 11' 56"	1.683	1.500	1.317	1.478	88° 15' 56"	884.81
102	101	57.72	141° 25' 45"	2.291	2.000	1.709	1.524	84° 59' 59"	889.38

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No.7									
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS									
EST.	EST.	DISTANCIA	AZIMUT	HILO	HILO	HILO	ALTURA	ÁNGULO	COTA
				SUP.	MED.	INF.	INST.	VERTICAL	
102	102.1	36.60	246° 56' 27"	1.783	1.600	1.417	1.524	89° 30' 59"	885.04
102.1	102.2	42.61	152° 49' 39"	1.814	1.600	1.386	1.555	86° 08' 05"	887.87
101	100	45.39	140° 11' 10"	1.631	1.400	1.169	1.475	89° 11' 33"	890.11
100	100.1	57.19	201° 33' 36"	1.686	1.400	1.114	1.440	89° 24' 51"	890.68
100.1	100,1,1	46.40	317° 36' 04"	1.632	1.400	1.168	1.475	89° 39' 09"	891.04
100.1	100.2	88.34	197° 53' 19"	2.142	1.700	1.258	1.475	91° 01' 11"	888.88
98	98.2	18.19	304° 01' 16"	1.491	1.400	1.309	1.540	90° 57' 23,5"	886.90
98.2	98.3	34.98	316° 07' 28"	1.575	1.400	1.225	1.500	88° 46' 31"	887.75
98.3	98,3,1	33.18	43° 47' 51"	1.771	1.600	1.429	1.515	82° 57' 58"	891.76
98.3	98.4	41.15	310° 42' 38"	1.511	1.300	1.099	1.515	91° 55' 36"	886.58
98.4	98,4,1	47.71	213° 19' 03"	1.641	1.400	1.159	1.478	95° 46' 20"	881.84
98.4	98.5	18.54	302° 44' 34"	1.393	1.300	1.207	1.478	93° 16' 58"	885.69
98.5	98.6	12.52	290° 59' 59"	1.463	1.400	1.337	1.479	94° 35' 06"	884.76
98.5	98,5,1	45.94	211° 28' 49"	1.732	1.500	1.268	1.479	95° 43' 57"	881.06
98,5,1	98,5,4	56.11	302° 45' 49"	1.781	1.500	1.219	1.453	92° 17' 24"	878.77
98,5,1	98,5,2	30.42	226° 40' 42"	1.653	1.500	1.347	1.453	94° 24' 47"	878.67
98,5,2	98,5,3	20.15	290° 39' 45"	1.401	1.300	1.199	1.434	92° 49' 04"	877.81
98,5,4	casa	12.50	221° 04' 02"						
98,5,4	98,5,5	20.30	310° 44' 25"	1.502	1.400	1.298	1.440	93° 57' 41"	877.40
98,5,5	98,5,6	36.78	307° 19' 57,5"	1.690	1.500	1.310	1.425	100° 19' 16"	870.63
98,5,6	casa	23.00	222° 04' 10"						
98.6	98,6,1	60.80	39° 04' 40"	2.010	1.700	1.390	1.442	82° 01' 09"	893.03
98.6	98.7	26.81	298° 37' 32"	1.736	1.600	1.464	1.442	96° 53' 18"	881.36
98.7	98.8	30.08	322° 01' 04"	1.659	1.500	1.341	1.427	103° 27' 20"	874.09
98.8	98.9	33.73	310° 56' 38"	1.581	1.400	1.219	1.442	105° 08' 59"	865.00
98.9	R	20.83	52° 08' 00"	0.905	0.800	0.695	1.470	95° 13' 25"	863.77
98.9	98.10	46.16	352° 30' 05"	1.831	1.600	1.369	1.470	88° 15' 21"	866.28
98.10	98.11	9.66	04° 10' 13"	1.349	1.300	1.251	1.447	83° 04' 11"	867.60
98.11	R	25.21	97° 11' 26"	1.635	1.500	1.365	1.350	104° 56' 28"	860.72
98.11	POSTE	3.50	222° 54' 31"						
98.11	98,11,1	18.77	239° 46' 31"	1.397	1.300	1.203	1.350	79° 36' 03"	871.09
98,11,1	98,11,2	18.00	260° 12' 20"	1.491	1.400	1.309	1.370	83° 51' 34"	873.00
98.11	98.12	29.51	297° 00' 05"	1.858	1.700	1.542	1.350	75° 05' 32"	875.11
98.12	98.13	28.98	325° 45' 12"	1.449	1.300	1.151	1.375	80° 25' 42"	880.07
98.13	98.14	55.40	346° 42' 38"	1.577	1.300	1.023	1.400	89° 43' 22"	880.44
94.1	94.2	33.59	134° 41' 32"	1.668	1.500	1.332	1.500	91° 08' 58"	888.57
94.2	94.3	29.57	134° 21' 47"	1.250	1.400	1.550	1.487	96° 54' 40"	885.07
94.3	94.4	16.34	93° 39' 59"	1.587	1.500	1.413	1.450	100° 09' 18"	882.09
94.3	94,3,1	49.54	199° 55' 41"	1.948	1.700	1.452	1.450	87° 57' 44"	886.58
94,3,1	94,3,2	85.00	198° 34' 45"	2.035	1.600	1.165	1.455	98° 43' 01"	873.40
94,3,2	94,3,3	47.58	296° 31' 50"	2.048	1.800	1.552	1.425	78° 21' 50"	882.82
94,3,3	99.1	21.62	27° 04' 44"	1.409	1.300	1.191	1.777	84° 44' 20"	885.29
94,3,4	99.1	36.09	352° 27' 43"	1.882	1.700	1.518	1.510	85° 18' 33"	888.06

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No.8									
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS									
EST.	EST.	DISTANCIA	AZIMUT	HILO	HILO	HILO	ALTURA	ÁNGULO	COTA
				SUP.	MED.	INF.	INST.	VERTICAL	
94,3,4	94-A	44.47	117° 02' 25"	2.521	2.300	2.079	1.510	99° 37' 15"	877.22
94.4	94.5	68.65	71° 58' 30"	2.056	1.700	1.344	1.345	100° 54' 16"	868.51
94.5	94.6	12.76	88° 12' 54"	1.365	1.300	1.235	1.477	97° 43' 44"	866.96
94.5	80.4	56.00	353° 35' 29"	1.889	1.600	1.311	1.477	79° 49' 36"	878.44
80.4	80.3	29.91	00° 40' 06"	1.560	1.500	1.344	1.485	78° 15' 32"	884.77
80.4	85.2	22.86	214° 05' 03"	1.415	1.300	1.185	1.485	85° 29' 58"	880.42
85.2	85.1	59.64	312° 50' 32"	1.908	1.600	1.292	1.464	79° 44' 02"	891.09
80.3	80,3,1	4.72	292° 47' 25"	0.727	0.700	0.673	1.485	69° 11' 48"	887.34
80,3,1	80,3,2	34.00	310° 34' 48"	2.278	2.100	1.922	1.480	77° 44' 58"	894.10
94.5	94.6	12.76	88° 12' 54"	1.365	1.300	1.235	1.477	97° 43' 44"	866.96
94.5	94.7	16.60	136° 37' 43"	1.483	1.400	1.317	1.450	90° 21' 59"	866.90
94.7	94.8	84.13	166° 40' 02"	1.920	1.500	1.070	1.464	84° 12' 12"	875.40
94.8	94.9	48.47	153° 23' 01"	1.747	1.500	1.253	1.465	82° 06' 18"	882.09
94.9	R	70.49	62° 15' 14"	2.158	1.800	1.442	1.445	82° 51' 20"	890.57
94.9	94.10	29.97	142° 17' 05"	1.651	1.500	1.349	1.445	84° 59' 59"	884.66
94.10	R	20.50	217° 42' 28"						
94.10	94.11	47.16	137° 03' 55"	1.736	1.500	1.264	1.450	91° 40' 49"	883.23
94.11	94.12	79.88	157° 40' 20"	1.800	1.400	1.000	1.475	87° 48' 20"	886.36
94.12	R	30.60	63° 05' 14"						
94.12	94.13	48.29	152° 44' 21"	1.942	1.700	1.458	1.435	87° 16' 51"	888.39
94.13	94.14	41.99	155° 35' 23"	1.610	1.400	1.190	1.430	91° 02' 55"	887.65
94.14	94,14,1	156.83	64° 38' 09"	2.286	1.500	0.714	1.430	87° 12' 53"	895.21
94.14	94.15	33.98	137° 57' 09"	1.570	1.400	1.230	1.500	91° 18' 07"	886.98
94.15	94,15,1	182.03	63° 23' 08"	2.412	1.500	0.588	1.500	87° 25' 59"	895.14
94,15,1	94,15,2	33.80	145° 59' 59"	1.669	1.500	1.331	1.490	89° 24' 31"	895.48
94,15,2	94,15,3	83.86	59° 37' 37"	1.721	1.300	0.879	1.390	86° 19' 52"	900.95
94,15,3	R	11.00	78° 08' 59"						
94,15,3	94,15,4	100.66	157° 26' 52"	2.309	1.800	1.291	1.390	83° 55' 59"	911.24
94,15,4	94,15,5	63.77	52° 08' 21"	1.521	1.200	0.879	1.415	85° 19' 06"	916.68
94,15,4	94,15,6	19.10	156° 09' 06"	1.296	1.200	1.104	1.415	85° 51' 35"	912.84
94.15	94.16	78.12	159° 43' 43"	1.891	1.500	1.109	1.475	88° 08' 03"	889.50
94.16	94,16,1	89.52	239° 50' 18"	1.949	1.500	1.051	1.565	93° 11' 20"	884.58
94.16	94.17	84.14	160° 42' 58"	1.921	1.500	1.079	1.565	91° 30' 27"	887.35
94.17	98.18	43.46	165° 13' 07"	1.719	1.500	1.281	1.535	95° 01' 26"	883.56
94.17	94,17,1	55.26	225° 41' 56"	1.779	1.500	1.221	1.535	95° 39' 48"	881.91
94.18	94,18,1	55.96	160° 32' 19"	1.782	1.500	1.218	1.443	95° 03' 17"	878.55
94.18	94.19	14.96	140° 05' 20"	1.125	1.050	0.975	1.443	87° 12' 47"	884.68
94.19	94.20	68.39	134° 07' 31"	1.842	1.500	1.158	1.410	89° 24' 57"	885.29
94.20	94.21	25.40	104° 46' 35"	0.627	0.500	0.373	1.325	89° 41' 09"	886.25
94.21	94.22	35.40	72° 32' 09"	1.377	1.200	1.023	1.455	90° 15' 33"	886.34
94.22	94.23	23.34	74° 28' 05"	0.418	0.300	0.182	1.385	96° 03' 49"	884.95
94.23	94.24	9.97	84° 05' 05"	0.850	0.800	0.750	1.400	92° 59' 59"	885.03
94.24	94.25	33.56	57° 32' 03"	0.568	0.400	0.232	1.335	91° 54' 37"	884.85

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No.9									
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS									
EST.	EST,	DISTANCIA	AZIMUT	HILO	HILO	HILO	ALTURA	ÁNGULO	COTA
				SUP.	MED.	INF.	INST.	VERTICAL	
94.25	94.26	14.30	45° 45' 06"	0.372	0.300	0.228	1.430	94° 45' 41"	884.79
94.26	94.27	17.74	25° 00' 52"	0.989	0.900	0.811	1.443	93° 16' 05"	884.32
94.27	94.28	11.60	38° 48' 55"	1.058	1.000	0.942	1.405	91° 07' 18"	884.50
94.28	94.29	32.78	27° 28' 40"	1.264	1.100	0.936	1.440	91° 17' 30"	884.10
94.29	94.30	28.55	38° 16' 26"	1.843	1.700	1.557	1.350	87° 33' 48"	884.96
94.30	94.31	25.96	43° 07' 13"	1.330	1.200	1.070	1.320	92° 17' 31,5"	884.04
94.31	94.32	45.60	49° 28' 08"	1.328	1.100	0.872	1.500	90° 45' 23,5"	883.84
94.32	94.33	34.97	64° 30' 50"	1.775	1.600	1.425	1.440	88° 18' 50"	884.71
94.33	94.34	31.99	67° 59' 59"	1.660	1.500	1.340	1.450	91° 05' 35"	884.05
94.34	94.35	33.00	69° 22' 41"	1.165	1.000	0.835	1.398	89° 56' 22"	884.48
94.35	94.36	21.04	69° 24' 10"	0.406	0.300	0.194	1.400	95° 03' 31"	883.72
94.36	94.37	21.17	80° 11' 58"	0.806	0.700	0.594	1.435	92° 03' 00"	883.70
94.37	94.38	13.98	64° 40' 49"	0.970	0.900	0.830	1.400	87° 47' 19"	884.74
94.38	94.39	12.37	69° 21' 29"	0.862	0.800	0.738	1.410	92° 41' 45"	884.77
94.39	94.40	22.76	50° 15' 20"	1.214	1.100	0.986	1.400	92° 19' 39"	884.14
94.40	94.41	23.00	64° 32' 29"	1.015	0.900	0.785	1.475	91° 04' 46"	884.28
94.41	94.42	26.56	95° 17' 01"	1.033	0.900	0.767	1.605	92° 05' 18"	884.02
94.42	94.43	14.60	76° 28' 49"	1.373	1.300	1.227	1.462	89° 19' 30"	884.35
94.43	94.44	15.57	48° 27' 54"	0.778	0.700	0.622	1.445	92° 32' 10"	884.41
94.44	94.45	18.16	31° 02' 52"	1.091	1.000	0.909	1.400	87° 17' 11"	885.67
94.45	94.46	31.58	26° 45' 38"	0.859	0.700	0.541	1.482	94° 45' 50"	883.82
94.46	94.47	31.60	38° 36' 55"	1.458	1.300	1.142	1.485	89° 11' 44"	884.45
94.47	94.48	31.80	51° 31' 31"	0.959	0.800	0.641	1.431	90° 42' 30"	884.69
94.48	94.49	41.79	44° 53' 29"	0.709	0.500	0.291	1.565	90° 59' 59"	885.03
94.49	94.50	15.57	51° 15' 40"	0.379	0.300	0.221	1.530	96° 52' 43"	884.38
94.50	94.51	27.00	44° 22' 38"	0.735	0.600	0.465	1.510	88° 58' 13"	885.78
94.51	94.52	48.05	44° 42' 19"	1.041	0.800	0.559	1.589	86° 45' 25"	889.29
94.52	R	1.00	75° 46' 03"	NACIMIENTO					
94.52	CAJA	9.00	231° 06' 32"	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES					

LIBRETA TOPOGRÁFICA HOJA No.10									
LINEA DE CONDUCCION FUENTE CHIJCÚ									
EST.	EST.	DISTANCIA	AZIMUT	HILO	HILO	HILO	ALTURA	ÁNGULO	COTA
				SUP.	MED.	INF.	INST.	VERTICAL	
0	NORTE	0.00	0	0.000	0.000	0.000	1.405	0	100.00
0	R1	10.39	87° 31' 10"	0.552	0.500	0.448	1.405	91° 50' 03.5"	100.57
0	1	36.78	262° 54' 58"	1.684	1.500	1.316	1.405	91° 11' 00"	99.15
1	2	29.58	281° 29' 27"	0.650	0.500	0.350	1.475	91° 23' 28"	99.39
2	3	23.14	274° 05' 12"	1.516	1.400	1.284	1.375	93° 01' 50"	98.14
3	4	37.60	261° 30' 20"	1.488	1.300	1.112	1.400	90° 08' 20"	98.15
4	5	13.60	251° 42' 40"	1.068	1.000	0.932	1.385	89° 43' 34"	98.60
5	6	28.20	238° 56' 17"	1.141	1.000	0.859	1.384	90° 16' 19"	98.85
6	7	28.90	255° 08' 49"	2.351	2.200	2.049	1.525	101° 57' 10"	92.05
6	6.1	15.98	219° 41' 38"	1.680	1.600	1.520	1.525	91° 45' 43"	98.28
6.1	6.2	39.41	133° 53' 42"	1.698	1.500	1.302	1.480	86° 01' 18"	101.00
6.2	6.3	29.90	122° 46' 39"	1.850	1.700	1.550	1.525	86° 36' 26"	102.60
7	8	7.43	239° 13' 28"	1.346	1.300	1.254	1.405	116° 39' 27"	88.43
8	9	25.49	238° 39' 07"	1.956	1.800	1.644	1.395	125° 13' 11"	70.03
9	10	8.05	251° 10' 58"	1.373	1.300	1.227	1.468	132° 04' 04"	62.93
10	11	9.13	255° 40' 08"	0.546	0.500	1.155	1.470	94° 52' 51"	63.12
10	10.1	10.26	200° 20' 53"	0.552	0.500	0.448	1.470	96° 45' 41"	62.87
10.1	12	12.26	301° 37' 29"	0.864	0.800	0.736	1.500	78° 11' 01"	66.13
12	11	5.38	80° 20' 21"	1.335	1.300	1.265	1.470	118° 44' 31"	63.34
12	13	30.98	286° 37' 11"	1.557	1.400	1.243	1.470	83° 19' 50"	69.32
13	14	46.99	280° 50' 12"	0.741	0.500	0.259	1.365	80° 53' 02"	78.23
14	15	33.29	278° 20' 41"	1.969	1.800	1.631	1.325	82° 55' 30"	81.89
15	16	28.72	282° 19' 09"	0.845	0.700	0.555	1.365	84° 24' 18"	85.37
16	17	56.20	301° 21' 50"	0.784	0.500	0.216	1.535	84° 05' 18"	92.22
17	18	18.20	297° 19' 27"	1.591	1.500	1.409	1.390	89° 48' 54"	92.17
18	18.1	60.71	278° 20' 06"	2.614	2.300	1.986	1.413	79° 28' 47"	102.86
18	19	15.79	302° 14' 54"	1.579	1.500	1.421	1.413	88° 14' 39"	92.56
19	20	42.00	304° 06' 02"	1.210	1.000	0.790	1.350	90° 25' 02"	92.60
20	21	27.98	315° 41' 46"	0.740	0.600	0.460	1.405	91° 35' 54"	92.62
21	22	9.57	301° 24' 42"	0.548	0.500	0.452	1.408	93° 26' 10"	92.95
22	23	42.20	287° 00' 00"	1.211	1.000	0.789	1.380	89° 45' 28"	93.51
23	24	18.52	289° 54' 54"	1.094	1.000	0.906	1.375	97° 01' 40"	91.60
24	25	29.77	274° 08' 47"	1.149	1.000	0.851	1.445	91° 48' 16"	91.11
25	26	42.20	253° 45' 09"	3.411	3.200	2.989	1.414	89° 50' 21"	89.44
26	26.1	59.98	206° 22' 22"	1.900	1.600	1.300	1.528	88° 58' 24"	90.04
26	27	64.39	225° 40' 49"	2.322	2.000	1.678	1.528	90° 52' 13"	88.59
26.1	26.2	50.77	207° 09' 48.5"	0.754	0.500	0.246	1.540	91° 20' 32"	89.89
26.2	26.3	17.18	263° 52' 03"	1.586	1.500	1.414	1.500	92° 10' 50"	89.24
26.3	26.4	77.94	242° 13' 43"	1.990	1.600	1.210	1.465	91° 37' 03"	86.90
26.4		POSIBLE UBICACIÓN DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN EN TERRENO DE PORFIRIO RIVERA							
27	28	59.75	253° 38' 03"	1.301	1.000	0.699	1.549	94° 57' 50"	83.95
28		POSIBLE UBICACIÓN DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN EN TERRENO DE DOMINGO CHAVEZ							

APÉNDICE 2
INFORMES DE CALIDAD DEL AGUA

INFORME DE ANALISIS DE AGUA

Cliente : UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (1752) Número de orden : 42843
 Persona Responsable: DANY LOPEZ Código de muestra: 04.02.03.02.10
 Finca : (1752) Fecha de ingreso: 03/02/2004
 Localización : Fecha del Informe: 17/02/2004
 Referencia Cliente : POZO CASA ALIANZA Asesor : MARITZA MILIAN

PARAMETRO	RANGO ADECUADO	NIVEL
pH	7.4	5.0 - 6.8
C.S.	0.19 ds/m	1.0 - 3.0 ds/m
R.A.S.	0.64	< 4.0
DUREZA	75.8 ppm CaCO ₃	< 100
ALCALINIDAD TOTAL	88.0 ppm CaCO ₃	ADECUADO

ELEMENTO	ppm	RANGO NORMAL	NIVEL
Nitrogeno	N-NO ₃ 5.0	0.0 - 21.0	N
Fósforo	P 1.2	0.0 - 5.0	N
Potasio	K 2.1	0.0 - 70.0	N
Calcio	Ca 16.7	0.0 - 121.0	N
Magnesio	Mg 8.3	0.0 - 25.0	N
Boro	B < 0.1	0.0 - 0.5	N
Cobre	Cu < 0.1	0.0 - 0.2	N
Hierro	Fe < 0.1	0.0 - 0.2	N
Manganeso	Mn < 0.1	0.0 - 0.2	N
Zinc	Zn 0.1	0.0 - 0.5	N
Sodio	Na 12.7	0.0 - 60.0	N
Carbonatos	CO ₃ < 5.0	0.0 - 5.0	N
Bicarbonatos	HCO ₃ 122.8	0.0 - 183.0	N

Revisado: 
Jefe de Laboratorio Agrícola

CLAVE:
 N=Normal A=Alto E=Excesivo T=Toxico

Observaciones

- El pH es alto. Si la alcalinidad es alta (> 150 ppm CaCO_3) el agua es inadecuada para irrigación y aplicación de pesticidas. Se recomienda la aplicación de ácidos para reducir la alcalinidad

m mhos/cm = milimhos por centimetro
ppm = partes por millon
NTU = Unidades nefelometricas de Turbidez

Revisado: *P. Urbesano*
Jefe de Laboratorio Agrícola

Metodología con base en:

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, ANWA, WWP. 19th.ed. 1995

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

INFORME DE ANALISIS

Cliente	: UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (1752)	Número de orden	: 42643
Persona Responsable:	DANY LOPEZ	Código de muestra:	04.02.03.05.08
Finca	: (1752)	Fecha de ingreso:	03/02/2004
Localización	: ,	Fecha del Informe:	10/02/2004
Referencia Cliente	: POZO CASA ALIANZA	Asesor	: MARITZA MILIAN

Fecha de muestreo: 03/02/2004	Temperatura de Ingreso : REFRIGERADA
Hora de muestreo: 09:00 HORAS	Temperatura almacenaje : 4 ± 2°C
Lugar de muestreo: POZO CASA ALIANZA	Tipo de muestra : AGUA
Recipiente : PLASTICO	Responsable de muestreo: CLIENTE
Fecha Inicio de Analisis : 03/02/2004	

PARAMETROS	DIMENSIONALES	VALOR
CLORURO	mg/L Cl	4
SULFATO	mg/L SO4	13

Revisado: 
Lic. Barbara Carr
JEFE DE LABORATORIO

Metodología basada en:

Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF. 20 ed. 1998
Chloride Method 8111, HACH

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

INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Cliente : UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (1752) Número de orden : 42843
 Persona Responsable: DANY LOPEZ Código de muestra: 04.02.03.01.09
 Finca/Industria : (1752) Fecha de ingreso: 03/02/2004
 Localización : , Fecha del informe: 09/02/2004
 Referencia Cliente : POZO CASA ALIANZA Asesor Asignado : MARITZA MILLAN

DATOS DE LA MUESTRA


Tipo muestra: AGUA	Temperatura : REFRIGERADA
Apariencia : CLARA	Fecha de muestreo: 03/02/2004
Recipiente : BOLSA ESTERIL	Hora de muestreo : 09:00 HORAS
Procedencia : POZO CASA ALIANZA	Hora de ingreso : 16:57:13
Resp. de Muestreo: CLIENTE	Fecha analisis : 04/02/2004

RESULTADOS

ANALISIS	RESULTADO	LIMITE ACEPTABLE
CONTEO DE BACTERIAS AEROBIAS	< 10 UFC/ml	Menor de 500
COLIFORMES TOTALES	8 NMP/100ml	Menor de 2
COLIFORMES FECALES	8 NMP/100ml	Menor de 2
<i>Escherichia coli</i>	8 NMP/100ml	Menor de 2

NMP: Número más probable
 UFC: Unidades formadoras de colonia
 <: Menor de

En base a la norma Guatemalteca COGUANOR (NGO 29 001) para analisis microbiologico de agua potable, la muestra analizada se encuentra FUERA de los limites establecidos

Revisado: 
 Lic. Maureen Cruz Chang
 Jefe de Laboratorio Microbiológico

Metodología con base en:
 Heterotrophic Plate Count (9215). Multiple-tube Fermentation Technique for members of the Coliform group (9221).
 Standard Methods for the examination of water and wastewater APHA, AWWA, WEF 20th ed. 1998.

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



**Soluciones
Analíticas**

Agricultura • Industria • Ambiente

II Avenida 36-40, Zona 11 Guatemala, C.A.

Teléfono: PBX 442-2422 Fax: 477-0678

solucionesanaliticas@solucionesanaliticas.com

www.solucionesanaliticas.com

INFORME DE ANALISIS DE AGUA

Cliente : UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (1752)
 Persona Responsable: DANY LOPEZ
 Finca : (1752)
 Localización :
 Referencia Cliente : NACIMIENTO CHOCUJU

Número de orden : 42843
 Código de muestra: 04.02.03.02.13
 Fecha de ingreso: 03/02/2004
 Fecha del Informe: 17/02/2004
 Asesor : MARITZA MILIAN

PARAMETRO		RANGO ADECUADO	NIVEL
pH	7.3	5.0 - 6.8	
C.S.	0.14 ds/m	1.0 - 3.0 ds/m	NORMAL
R.A.S.	0.59	< 4.0	NORMAL
DUREZA	50.2 ppm CaCO3	< 100	ADECUADA
ALCALINIDAD TOTAL	70.5 ppm CaCO3		ADECUADO

ELEMENTO	ppm	RANGO NORMAL	NIVEL
Nitrogeno	N-NO3 3.7	0.0 - 21.0	N
Fósforo	P 0.4	0.0 - 5.0	N
Potasio	K 2.2	0.0 - 70.0	N
Calcio	Ca 11.4	0.0 - 121.0	N
Magnesio	Mg 5.3	0.0 - 25.0	N
Boro	B < 0.1	0.0 - 0.5	N
Cobre	Cu < 0.1	0.0 - 0.2	N
Hierro	Fe < 0.1	0.0 - 0.2	N
Manganeso	Mn 0.2	0.0 - 0.2	A
Zinc	Zn < 0.1	0.0 - 0.5	N
Sodio	Na 9.6	0.0 - 60.0	N
Carbonatos	CO3 < 5.0	0.0 - 5.0	N
Bicarbonatos	HCO3 100.4	0.0 - 100.0	N

Revisado: 
 Jefe de Laboratorio Agrícola

CLAVE:
 N-Normal

L-Alto

E-Excesivo

T-Toxico

Observaciones

- El pH es alto. Si la alcalinidad es alta (> 150 ppm CaCO_3) el agua es inadecuada para irrigación y aplicación de pesticidas. Se recomienda la aplicación de ácidos para reducir la alcalinidad

m mhos/cm = milimhos por centímetro
ppm = partes por millón
NTU = Unidades nefelométricas de Turbidez

Revisado: *P. Guadalupe*
Jefe de Laboratorio Agrícola

Metodología con base en:

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WWP. 19th.ed. 1995

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

INFORME DE ANALISIS

Cliente	: UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (1752)	Número de orden	: 42843
Persona Responsable:	DANY LOPEZ	Código de muestra:	04.02.03.05.11
Finca	: (1752)	Fecha de ingreso:	03/02/2004
Localización	: ,	Fecha del Informe:	10/02/2004
Referencia Cliente	: NACIMIENTO CHOCUJU	Asesor	: MARITZA MILIAN

Fecha de muestreo: 03/02/2004	Temperatura de Ingreso : REFRIGERADA
Hora de muestreo: 08:30 HORAS	Temperatura almacenaje : 4 ± 2°C
Lugar de muestreo: NACIMIENTO CHOCUJU	Tipo de muestra : AGUA
Recipiente : PLASTICO	Responsable de muestreo: CLIENTE
Fecha Inicio de Analisis : 03/02/2004	

PARAMETROS	DIMENSIONALES	VALOR
CLORURO	mg/L Cl	3
SULFATO	mg/L SO4	6

Revisado: 
Lic. Barbara Cano
JEFE DE LABORATORIO

Metodología basada en:
Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA, AWWA, WEF. 20 ed. 1998
Chloride Method 8113, HACH

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

INFORME DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

Cliente : UNIVERSIDAD DE COSTA RICA (1752) Número de orden : 42843
 Persona Responsable: DANY LOPEZ Código de muestra: 04.02.03.01.11
 Finca/Industria : (1752) Fecha de ingreso: 03/02/2004
 Localización : , Fecha del informe: 09/02/2004
 Referencia Cliente : NACIMIENTO CHOCUJU Asesor Asignado : MARITZA MILLAN

DATOS DE LA MUESTRA

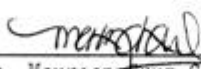
Tipo muestra: AGUA	Temperatura : REFRIGERADA
Apariencia : CLARA CON SEDIMENTO	Fecha de muestreo: 03/02/2004
Recipiente : BOLSA ESTERIL	Hora de muestreo : 08:30 HORAS
Procedencia : NACIMIENTO CHOCUJU	Hora de ingreso : 16:57:15
Resp. de Muestreo: CLIENTE	Fecha analisis : 04/02/2004

RESULTADOS

ANALISIS	RESULTADO	LIMITE ACEPTABLE
CONTEO DE BACTERIAS AEROBIAS	119 UFC/ml	Menor de 500
COLIFORMES TOTALES	7 NMP/100ml	Menor de 2
COLIFORMES FECALES	4 NMP/100ml	Menor de 2
<i>Escherichia coli</i>	< 2 NMP/100ml	Menor de 2

NMP: Número más probable
 UFC: Unidades formadoras de colonia
 <: Menor de

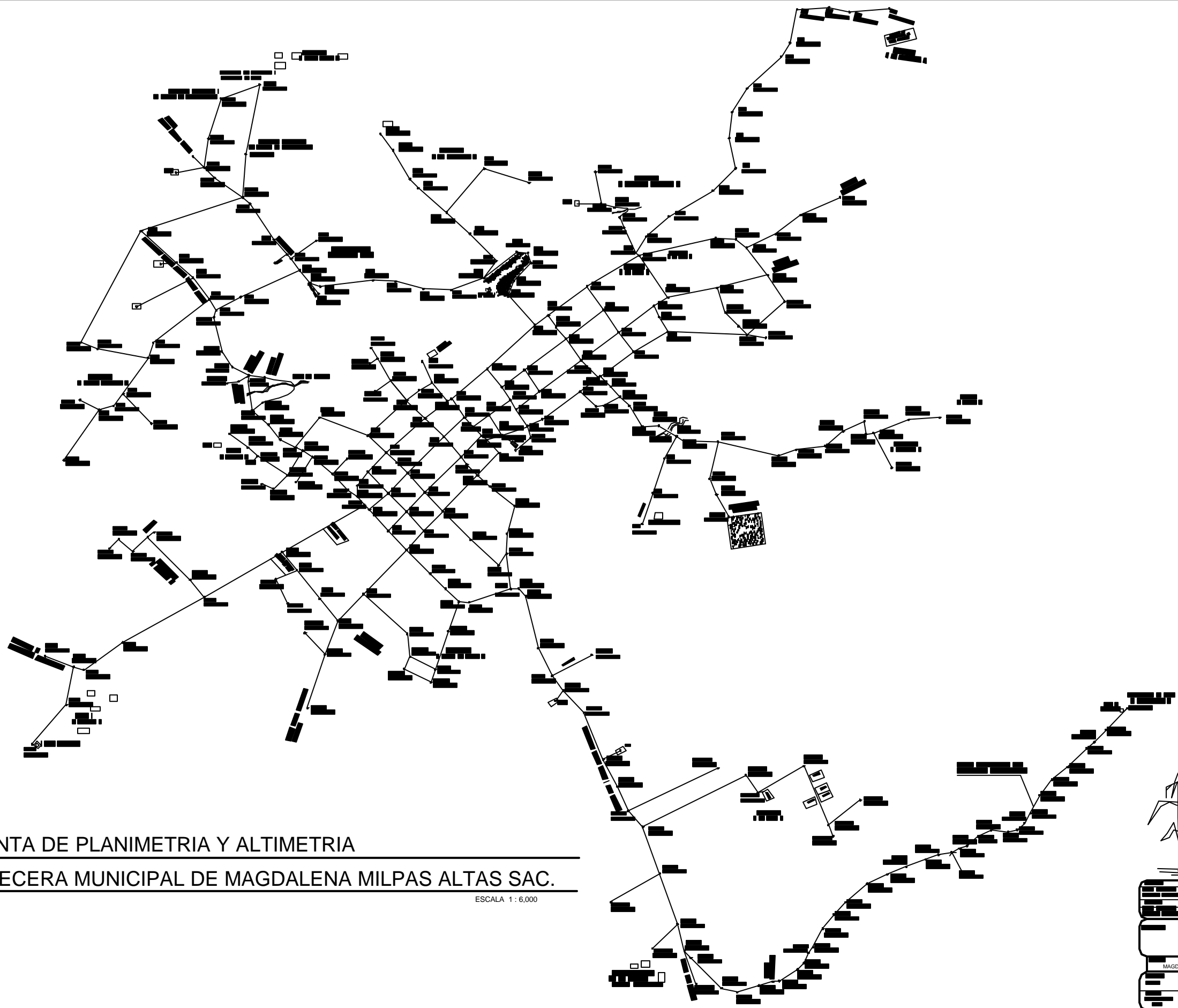
En base a la norma Guatemalteca COGUANOR (NGO 29 001) para analisis microbiologico de agua potable, la muestra analizada se encuentra FUERA de los limites establecidos

Revisado: 
 Lic. Maureen Cruz Chang
 Jefe de Laboratorio Microbiológico

Metodología con base en:
 Heterotrophic Plate Count (9215). Multiple-tube Fermentation Technique for members of the Coliform group (9221).
 Standard Methods for the examination of water and wastewater APHA, AWWA, WEF 20th ed. 1998.

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

APÉNDICE 3
PLANOS DE DISEÑO HIDRÁULICO



PLANTA DE PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA
 CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

ESCALA 1 : 6,000

INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.	
PLANTA DE PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA	
MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ	
1	20



PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A. SAC.

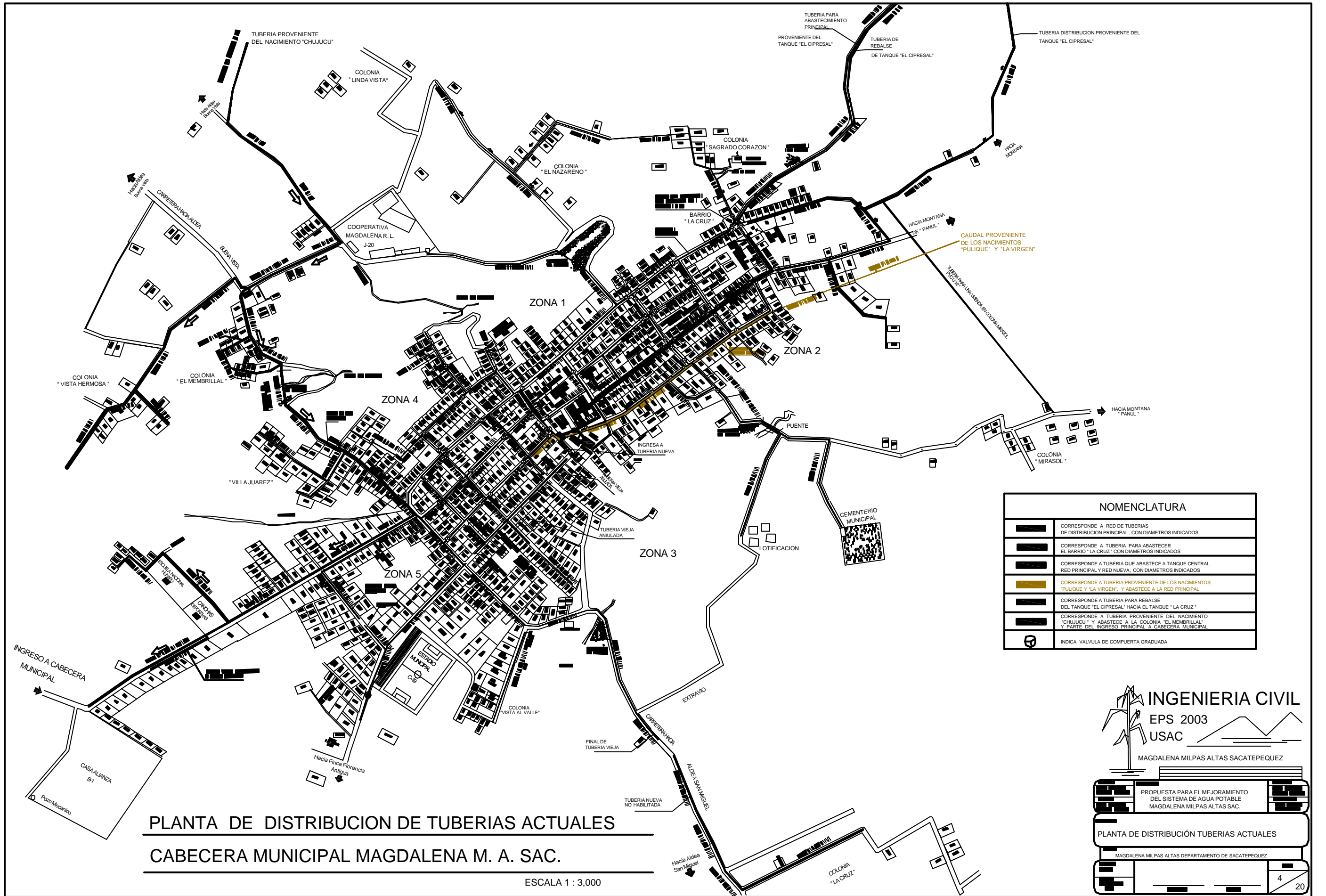
ESCALA 1 : 4,500

INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPIUESTA PARA EL MEJORAMIENTO
 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

3 / 20



PLANTA DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS ACTUALES
CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A. SAC.

ESCALA 1 : 3,000

NOMENCLATURA	
	CORRESPONDE A RED DE TUBERIAS DE DISTRIBUCION PRINCIPAL, CON DIAMETROS INDICADOS
	CORRESPONDE A TUBERIA PARA ABASTECER EL BARRIO "LA CRUZ" CON DIAMETROS INDICADOS
	CORRESPONDE A TUBERIA QUE ABASTECE A TANQUE CENTRAL RED PRINCIPAL Y RED NUEVA, CON DIAMETROS INDICADOS
	CORRESPONDE A TUBERIA PROVENIENTE DE LOS NACIMIENTOS "PULIQUE Y LA VIRGEN", Y ABASTECE A LA RED PRINCIPAL
	CORRESPONDE A TUBERIA PARA REBALSE DEL TANQUE "EL CIPRESAL" HACIA EL TANQUE "LA CRUZ"
	CORRESPONDE A TUBERIA PROVENIENTE DEL NACIMIENTO "CHUJUCU" Y ABASTECE A LA COLONIA "EL MEMBRILLAL" Y PARTE DEL INGRESO PRINCIPAL A CABECERA MUNICIPAL
	INDICA VALVULA DE COMPUERTA GRADUADA

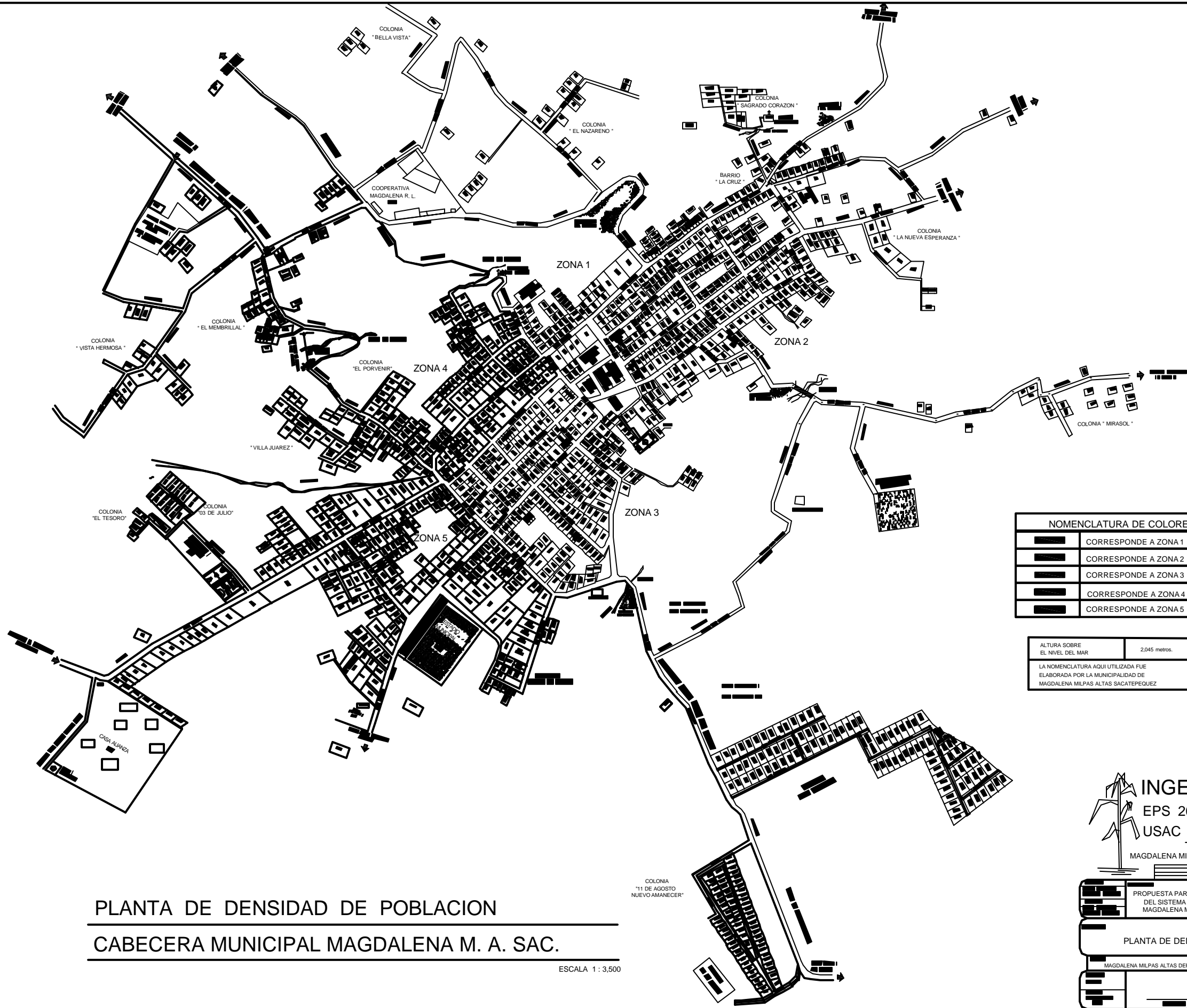
INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPIETA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA DE DISTRIBUCION TUBERIAS ACTUALES

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

4 / 20



NOMENCLATURA DE COLORES	
[Color swatch]	CORRESPONDE A ZONA 1
[Color swatch]	CORRESPONDE A ZONA 2
[Color swatch]	CORRESPONDE A ZONA 3
[Color swatch]	CORRESPONDE A ZONA 4
[Color swatch]	CORRESPONDE A ZONA 5

ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR 2,045 metros.
 LA NOMENCLATURA AQUI UTILIZADA FUE ELABORADA POR LA MUNICIPALIDAD DE MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION
CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A. SAC.

ESCALA 1 : 3,500

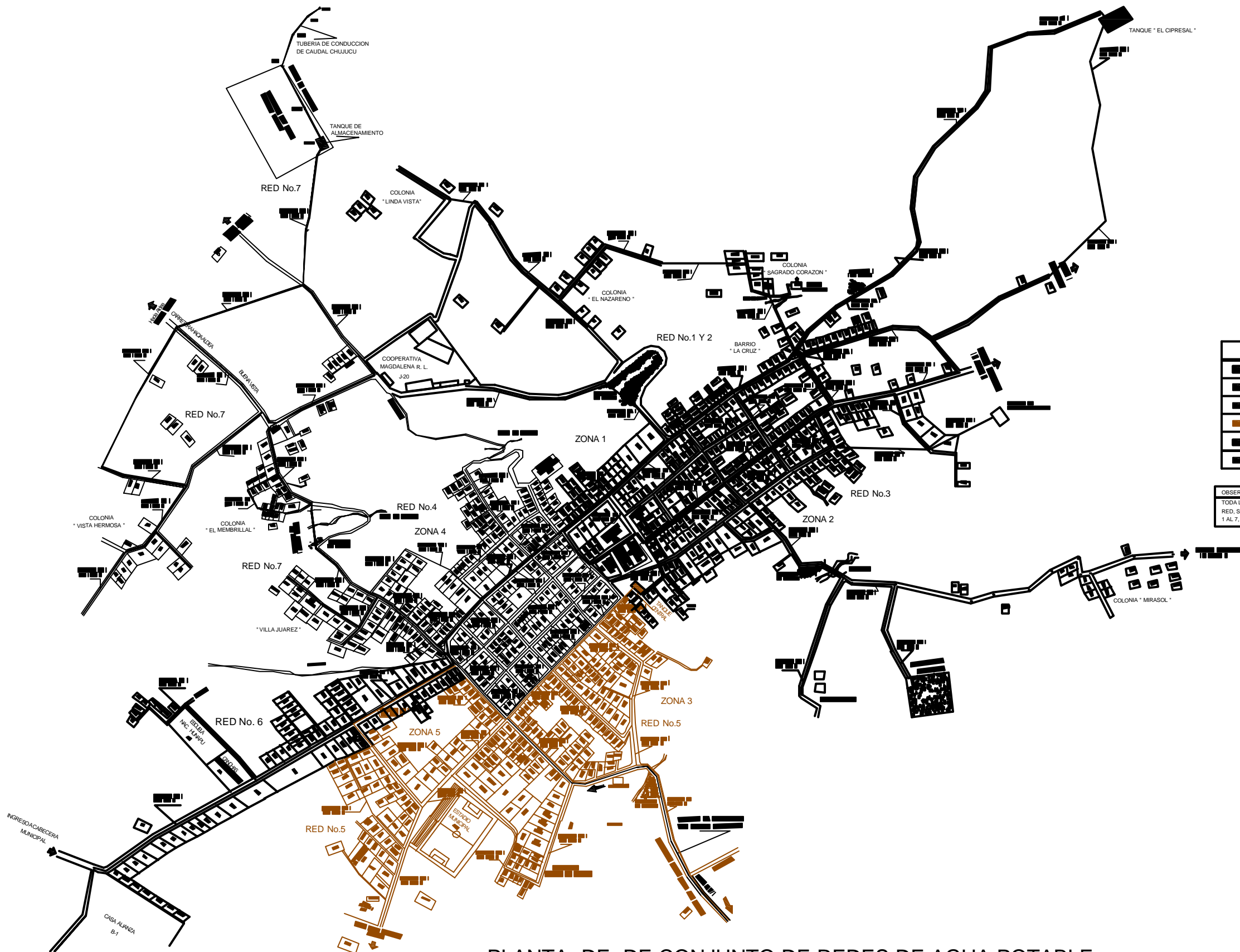
INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPIETA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

2 / 20



NOMENCLATURA DE COLORES	
	CORRESPONDE A RED No.1 Y RED No.2
	CORRESPONDE A RED No. 3
	CORRESPONDE A RED No. 4
	CORRESPONDE A RED No. 5
	CORRESPONDE A RED No. 6
	CORRESPONDE A RED No. 7

OBSERVACION:
 TODA LA INFORMACION CORRESPONDIENTE A CADA RED, SE DESCRIBEN EN LAS HOJAS DEL 1 AL 6 Y DEL 1 AL 7, DEL DISEÑO EN PROPUESTA PARA TODO EL SISTEMA.

**PLANTA DE DE CONJUNTO DE REDES DE AGUA POTABLE
 CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A. SAC.**

ESCALA 1 : 2,500

INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

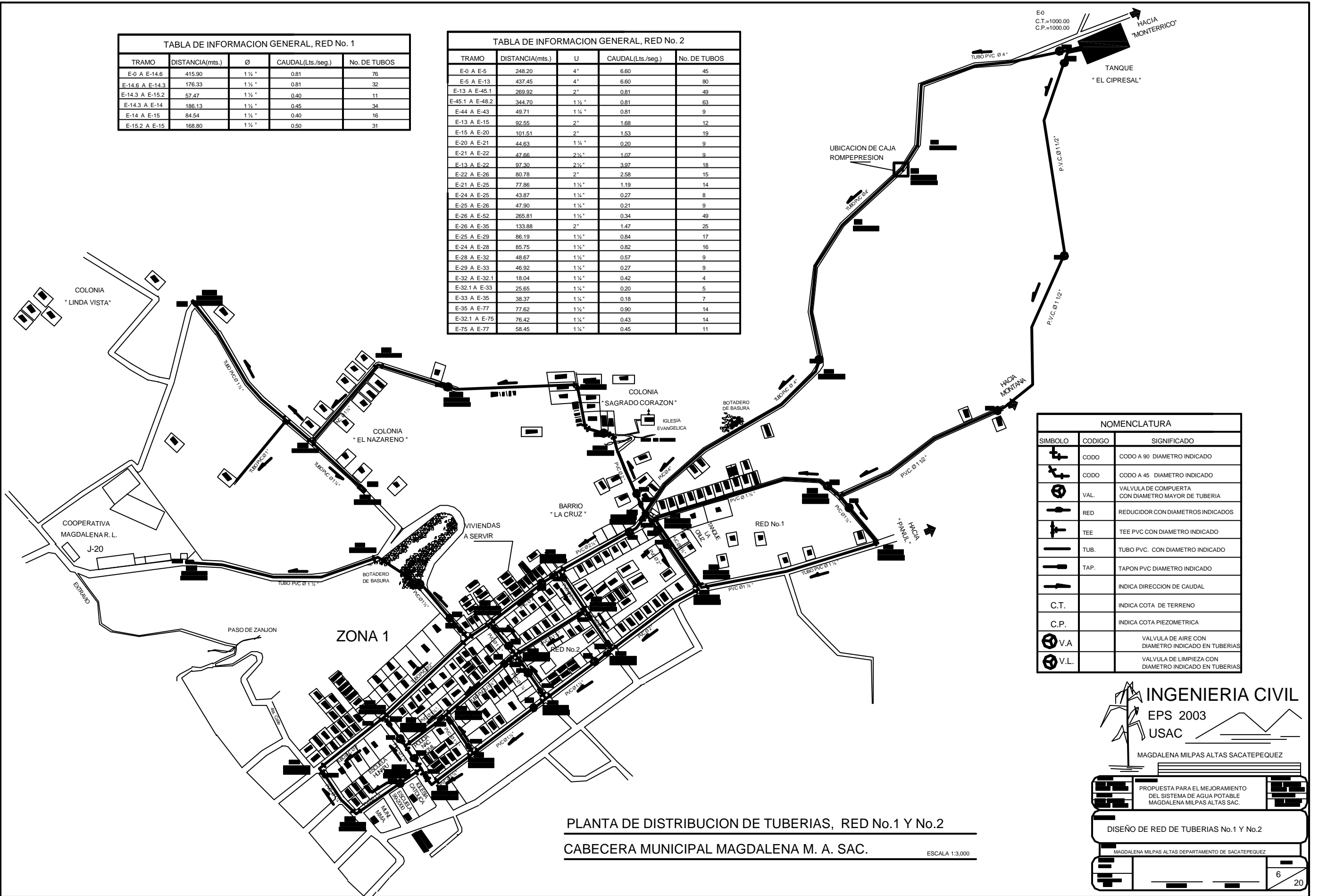
PLANTA DE CONJUNTO DE REDES

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

5 / 20

TABLA DE INFORMACION GENERAL, RED No. 1				
TRAMO	DISTANCIA(mts.)	Ø	CAUDAL(Lts./seg.)	No. DE TUBOS
E-0 A E-14.6	415.90	1 ½"	0.81	76
E-14.6 A E-14.3	176.33	1 ½"	0.81	32
E-14.3 A E-15.2	57.47	1 ½"	0.40	11
E-14.3 A E-14	186.13	1 ½"	0.45	34
E-14 A E-15	84.54	1 ½"	0.40	16
E-15.2 A E-15	168.80	1 ½"	0.50	31

TABLA DE INFORMACION GENERAL, RED No. 2				
TRAMO	DISTANCIA(mts.)	U	CAUDAL(Lts./seg.)	No. DE TUBOS
E-0 A E-5	248.20	4"	6.60	45
E-5 A E-13	437.45	4"	6.60	80
E-13 A E-45.1	269.92	2"	0.81	49
E-45.1 A E-48.2	344.70	1 ½"	0.81	63
E-44 A E-43	49.71	1 ½"	0.81	9
E-13 A E-15	92.55	2"	1.68	12
E-15 A E-20	101.51	2"	1.53	19
E-20 A E-21	44.63	1 ½"	0.20	9
E-21 A E-22	47.66	2 ½"	1.07	9
E-13 A E-22	97.30	2 ½"	3.97	18
E-22 A E-26	80.78	2"	2.58	15
E-21 A E-25	77.86	1 ½"	1.19	14
E-24 A E-25	43.87	1 ½"	0.27	8
E-25 A E-26	47.90	1 ½"	0.21	9
E-26 A E-52	265.81	1 ½"	0.34	49
E-26 A E-35	133.88	2"	1.47	25
E-25 A E-29	86.19	1 ½"	0.84	17
E-24 A E-28	85.75	1 ½"	0.82	16
E-28 A E-32	48.67	1 ½"	0.57	9
E-29 A E-33	46.92	1 ½"	0.27	9
E-32 A E-32.1	18.04	1 ½"	0.42	4
E-32.1 A E-33	25.65	1 ½"	0.20	5
E-33 A E-35	38.37	1 ½"	0.18	7
E-35 A E-77	77.62	1 ½"	0.90	14
E-32.1 A E-75	76.42	1 ½"	0.43	14
E-75 A E-77	58.45	1 ½"	0.45	11



NOMENCLATURA		
SIMBOLO	CODIGO	SIGNIFICADO
	CODO	CODO A 90° DIAMETRO INDICADO
	CODO	CODO A 45° DIAMETRO INDICADO
	VAL.	VALVULA DE COMPUERTA CON DIAMETRO MAYOR DE TUBERIA
	RED	REDUCIDOR CON DIAMETROS INDICADOS
	TEE	TEE PVC CON DIAMETRO INDICADO
	TUB.	TUBO PVC. CON DIAMETRO INDICADO
	TAP.	TAPON PVC DIAMETRO INDICADO
		INDICA DIRECCION DE CAUDAL
	C.T.	INDICA COTA DE TERRENO
	C.P.	INDICA COTA PIEZOMETRICA
	V.A.	VALVULA DE AIRE CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS
	V.L.	VALVULA DE LIMPIEZA CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS

PLANTA DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS, RED No.1 Y No.2
 CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A. SAC. ESCALA 1:3,000

INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

DISEÑO DE RED DE TUBERIAS No.1 Y No.2

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

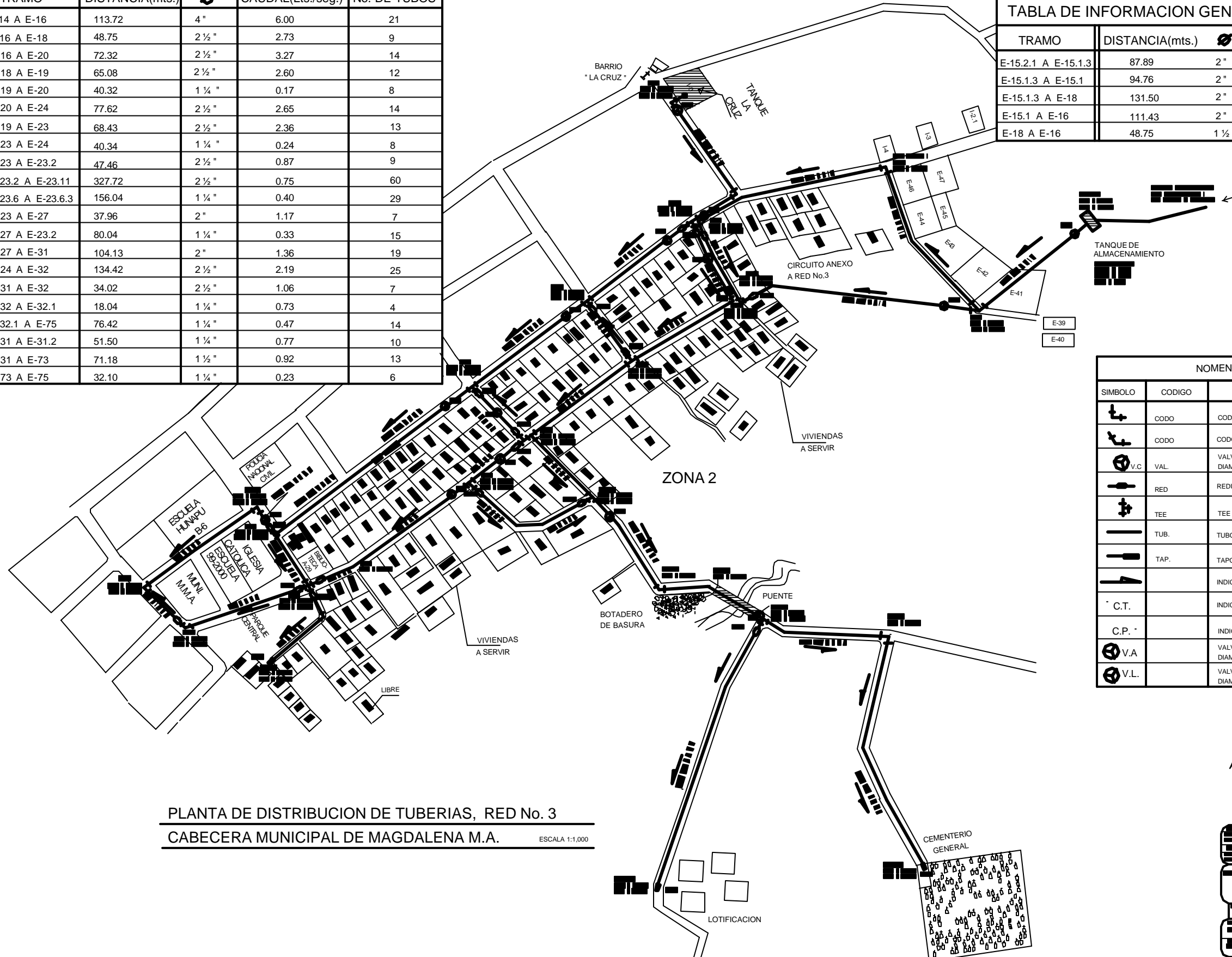
6 / 20

TABLA DE INFORMACION GENERAL, RED No. 3

TRAMO	DISTANCIA(mts.)	Ø	CAUDAL(Lts./seg.)	No. DE TUBOS
E-14 A E-16	113.72	4"	6.00	21
E-16 A E-18	48.75	2 ½"	2.73	9
E-16 A E-20	72.32	2 ½"	3.27	14
E-18 A E-19	65.08	2 ½"	2.60	12
E-19 A E-20	40.32	1 ¼"	0.17	8
E-20 A E-24	77.62	2 ½"	2.65	14
E-19 A E-23	68.43	2 ½"	2.36	13
E-23 A E-24	40.34	1 ¼"	0.24	8
E-23 A E-23.2	47.46	2 ½"	0.87	9
E-23.2 A E-23.11	327.72	2 ½"	0.75	60
E-23.6 A E-23.6.3	156.04	1 ¼"	0.40	29
E-23 A E-27	37.96	2"	1.17	7
E-27 A E-23.2	80.04	1 ¼"	0.33	15
E-27 A E-31	104.13	2"	1.36	19
E-24 A E-32	134.42	2 ½"	2.19	25
E-31 A E-32	34.02	2 ½"	1.06	7
E-32 A E-32.1	18.04	1 ¼"	0.73	4
E-32.1 A E-75	76.42	1 ¼"	0.47	14
E-31 A E-31.2	51.50	1 ¼"	0.77	10
E-31 A E-73	71.18	1 ½"	0.92	13
E-73 A E-75	32.10	1 ¼"	0.23	6

TABLA DE INFORMACION GENERAL ANEXO A RED No. 3

TRAMO	DISTANCIA(mts.)	Ø	CAUDAL(Lts./seg.)	No. DE TUBOS
E-15.2.1 A E-15.1.3	87.89	2"	0.72	16
E-15.1.3 A E-15.1	94.76	2"	0.60	18
E-15.1.3 A E-18	131.50	2"	0.27	24
E-15.1 A E-16	111.43	2"	0.64	21
E-18 A E-16	48.75	1 ½"	0.56	9



NOMENCLATURA		
SIMBOLO	CODIGO	SIGNIFICADO
	CODO	CODO A 90º DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	CODO	CODO A 45º DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	VAL.	VALVULA DE COMPUERTA CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS
	RED.	REDUCIDOR CON DIAMETROS INDICADOS EN TUBERIA
	TEE	TEE PVC CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	TUB.	TUBO PVC. CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	TAP.	TAPON PVC DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
		INDICA DIRECCION DE CAUDAL
	C.T.	INDICA COTA DE TERRENO
	C.P.	INDICA COTA PIEZOMETRICA
	V.A.	VALVULA DE AIRE CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS
	V.L.	VALVULA DE LIMPIEZA CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS

PLANTA DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS, RED No. 3
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA M.A. ESCALA 1:1,000

INGENIERIA CIVIL
EPS 2003
USAC
MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

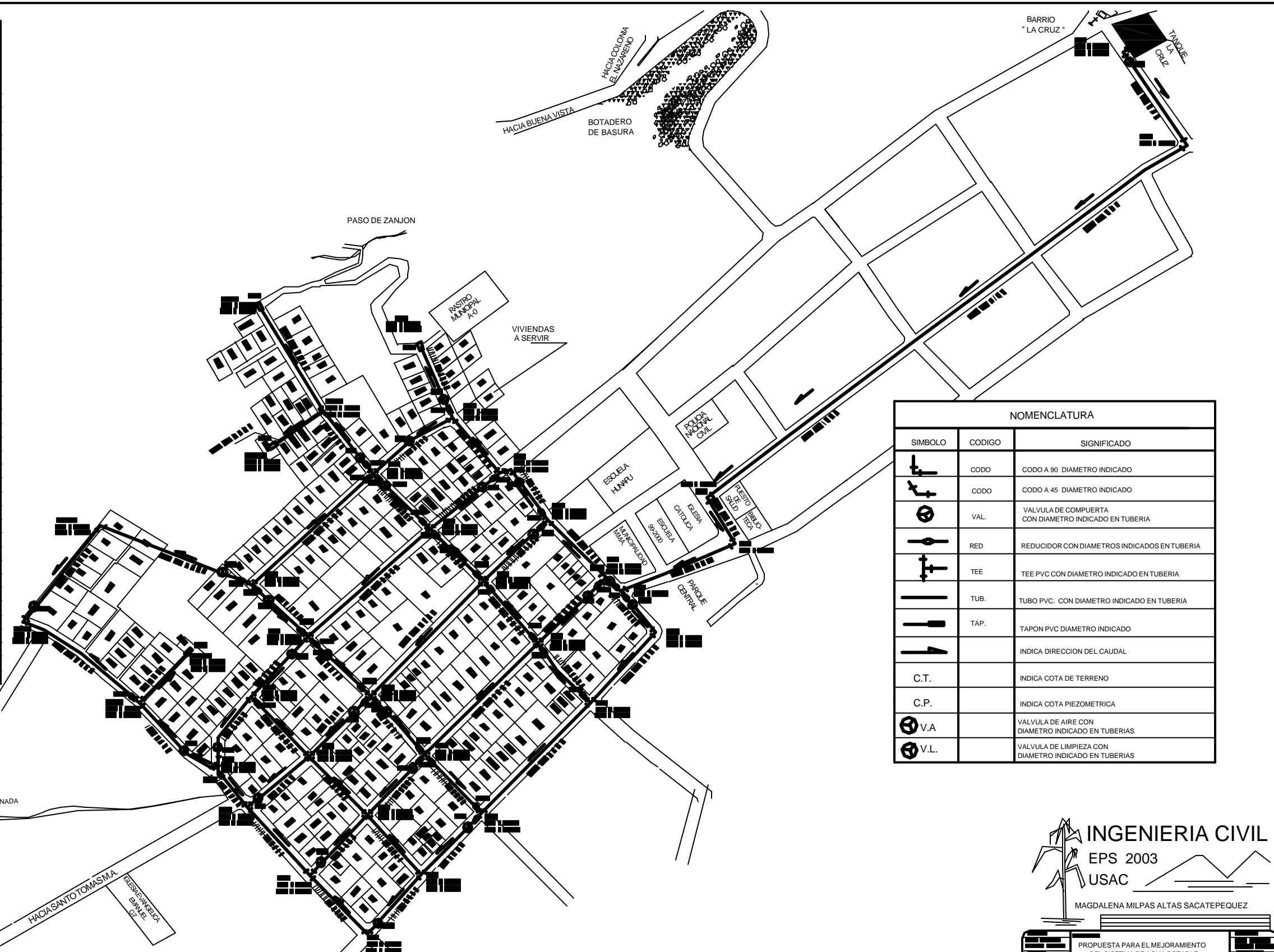
DISEÑO DE RED DE TUBERIAS No.3

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

7/20

TABLA DE INFORMACION GENERAL, RED No. 4

TRAMO	DISTANCIA (mts.)	Ø	CAUDAL (Lts./seg.)	No. DE TUBOS
E-14 A E-74	514.00	4"	7.17	94
E-74 A E-72	40.10	1½"	1.05	8
E-72 A E-80	51.56	1½"	0.84	10
E-80 A E-85	83.20	1½"	0.82	15
E-85 A E-90	45.27	1½"	0.49	9
E-90 A E-94	42.80	1½"	0.50	8
E-94 A E-95	43.24	1½"	0.31	8
E-95 A E-96	47.23	1½"	0.36	9
E-74 A E-81	49.20	1½"	1.20	9
E-81 A E-80	43.44	1½"	0.33	8
E-81 A E-82	44.08	1½"	0.41	8
E-81 A E-86	83.67	1½"	0.91	16
E-86 A E-85	43.05	1½"	0.06	8
E-86 A E-87	42.42	1½"	0.34	8
E-86 A E-91	43.71	1½"	0.61	8
E-91 A E-90	43.05	1½"	0.26	8
E-91 A E-92	42.61	1½"	0.39	8
E-91 A E-95	44.04	1½"	0.50	8
E-74 A E-76	41.69	3"	4.82	8
E-76 A E-77	38.17	2½"	3.63	7
E-76 A E-82	46.55	1½"	1.17	9
E-82 A E-83	43.12	1½"	0.46	8
E-82 A E-87	84.19	1½"	0.90	16
E-87 A E-88	44.88	1½"	0.42	8
E-87 A E-92	46.22	1½"	0.59	9
E-92 A E-93	49.58	1½"	0.26	9
E-92 A E-96	42.11	1½"	0.54	8
E-77 A E-78	39.48	2½"	2.49	8
E-77 A E-83	46.96	1½"	1.09	9
E-83 A E-88	85.55	1½"	0.88	16
E-88 A E-93	43.66	1½"	0.87	8
E-93 A E-98	46.99	1½"	0.58	9
E-98 A E-96	29.65	1½"	0.21	6
E-98 A E-98.3	55.83	1½"	0.36	10
E-98.3 A E-98.3.1	34.84	1½"	0.56	7
E-98.3 A E-98.6	75.82	1½"	0.48	14
E-78 A E-79	39.99	1½"	0.70	8
E-78 A E-84	51.63	2½"	1.94	10
E-84 A E-83	42.54	1½"	0.44	8
E-84 A E-84.2	84.45	1½"	0.73	16
E-84.1 A E-84.1.1	31.27	1½"	0.56	7
E-84 A E-89	85.61	1½"	0.99	16
E-89 A E-88	41.13	1½"	0.27	8
E-89 A E-98.6.1	85.12	1½"	0.48	16
E-98.6.1 A E-98.6	63.84	1½"	0.60	12



NOMENCLATURA		
SIMBOLO	CODIGO	SIGNIFICADO
	CODO	CODO A 90 DIAMETRO INDICADO
	CODO	CODO A 45 DIAMETRO INDICADO
	VAL.	VALVULA DE COMPUERTA CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	RED.	REDUCIDOR CON DIAMETROS INDICADOS EN TUBERIA
	TEE	TEE PVC CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	TUB.	TUBO PVC. CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	TAP.	TAPON PVC DIAMETRO INDICADO
		INDICA DIRECCION DEL CAUDAL
C.T.		INDICA COTA DE TERRENO
C.P.		INDICA COTA PIEZOMETRICA
	V.A	VALVULA DE AIRE CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS
	V.L.	VALVULA DE LIMPIEZA CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS

PLANTA DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS, RED No.4
CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A. SAC.

ESCALA 1:1,000

INGENIERIA CIVIL
EPS 2003
USAC

MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

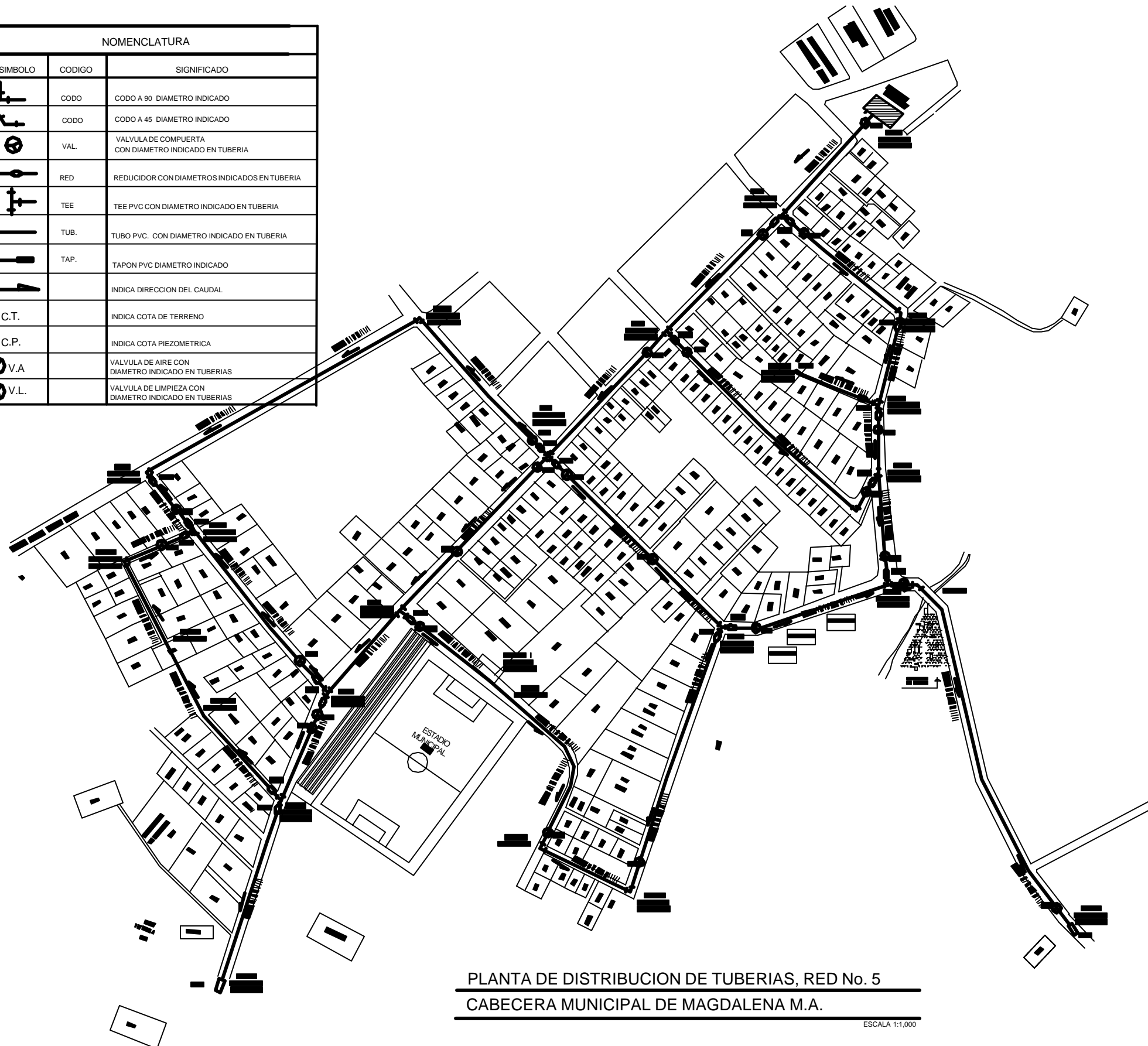
PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO
DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

DISEÑO DE RED DE TUBERIAS No.4

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

8
20

NOMENCLATURA		
SIMBOLO	CODIGO	SIGNIFICADO
	CODO	CODO A 90 DIAMETRO INDICADO
	CODO	CODO A 45 DIAMETRO INDICADO
	VAL.	VALVULA DE COMPUERTA CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	RED.	REDUCIDOR CON DIAMETROS INDICADOS EN TUBERIA
	TEE	TEE PVC CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	TUB.	TUBO PVC. CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIA
	TAP.	TAPON PVC DIAMETRO INDICADO
		INDICA DIRECCION DEL CAUDAL
	C.T.	INDICA COTA DE TERRENO
	C.P.	INDICA COTA PIEZOMETRICA
	V.A.	VALVULA DE AIRE CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS
	V.L.	VALVULA DE LIMPIEZA CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS



TRAMO	DISTANCIA (mts.)	Ø	CAUDAL (Lts./seg.)	No. DE TUBOS
E-70.1 A E-80	78.76	4"	7.80	15
E-80 A E-80.2	79.02	2"	1.39	15
E-80.2 A E-80.3	48.23	1½"	0.91	9
E-80.3 A E-80.3.2	40.66	1½"	0.40	8
E-80.3 A E-80.4	31.41	1½"	0.71	6
E-80.4 A E-94.5	58.80	1½"	0.64	11
E-94.5 A E-94.10	200.79	1½"	0.34	37
E-80 A E-85	83.20	3"	6.06	15
E-85 A E-80.4	152.97	2"	1.00	28
E-85 A E-94	88.06	3"	5.06	16
E-94 A E-94.3	121.47	2"	0.93	22
E-94.3 A E-94.5	89.24	1½"	0.34	17
E-94.3 A E-94.3.2	141.27	1½"	0.59	26
E-94 A E-98.1	102.29	2"	0.90	19
E-94 A E-99	102.05	3"	2.89	19
E-99 A E-94.3.2	208.62	1½"	0.78	38
E-99 A E-100	60.90	3"	1.76	11
E-100 A E-100.1	60.05	2½"	1.01	11
E-100.1 A E-102.1	149.98	1½"	0.35	28
E-102.1 A E-102	38.43	1½"	0.15	7
E-102 A E-103	38.40	1½"	0.31	7
E-100.1 A E-100.2	92.76	2"	0.78	17
E-98.1 A E-103	156.62	2"	1.08	29

PLANTA DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS, RED No. 5
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA M.A.

ESCALA 1:1,000



PROPIETA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

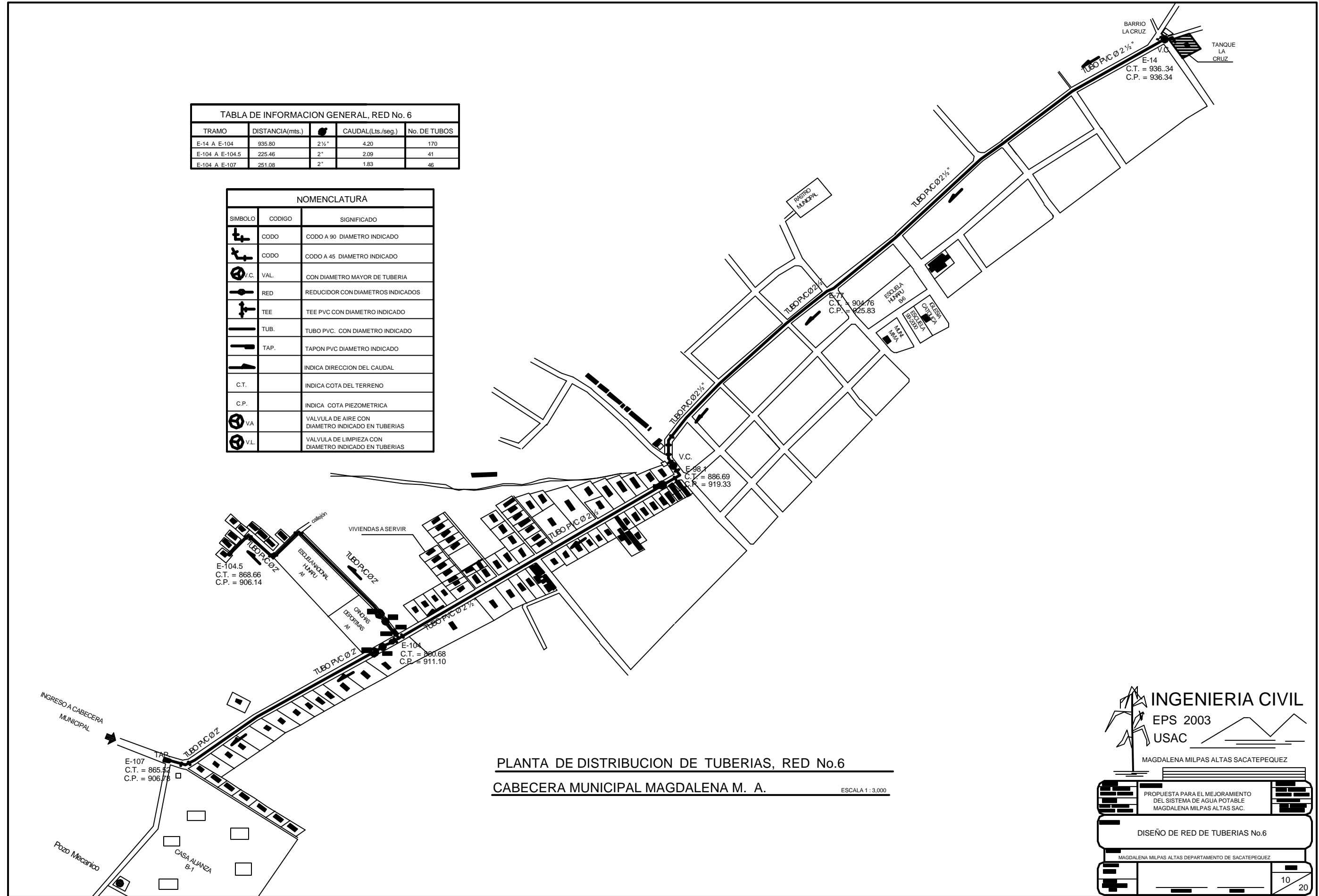
DISEÑO DE RED DE TUBERIAS No.5

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

9/20

TABLA DE INFORMACION GENERAL, RED No. 6				
TRAMO	DISTANCIA(mts.)	CAUDAL(Lts./seg.)	No. DE TUBOS	
E-14 A E-104	935.80	2 1/2"	4.20	170
E-104 A E-104.5	225.46	2"	2.09	41
E-104 A E-107	251.08	2"	1.83	46

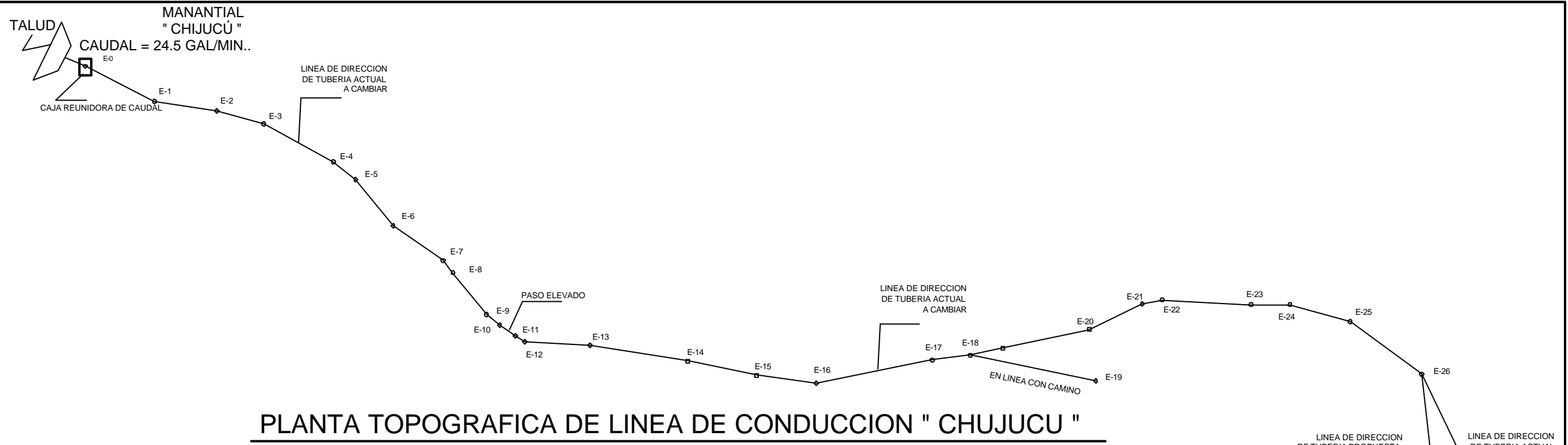
NOMENCLATURA		
SIMBOLO	CODIGO	SIGNIFICADO
	CODO	CODO A 90° DIAMETRO INDICADO
	CODO	CODO A 45° DIAMETRO INDICADO
	VAL.	CON DIAMETRO MAYOR DE TUBERIA
	RED.	REDUCIDOR CON DIAMETROS INDICADOS
	TEE	TEE PVC CON DIAMETRO INDICADO
	TUB.	TUBO PVC. CON DIAMETRO INDICADO
	TAP.	TAPON PVC DIAMETRO INDICADO
		INDICA DIRECCION DEL CAUDAL
C.T.		INDICA COTA DEL TERRENO
C.P.		INDICA COTA PIEZOMETRICA
	VA	VALVULA DE AIRE CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS
	V.L.	VALVULA DE LIMPIEZA CON DIAMETRO INDICADO EN TUBERIAS



PLANTA DE DISTRIBUCION DE TUBERIAS, RED No.6
CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A. ESCALA 1:3,000

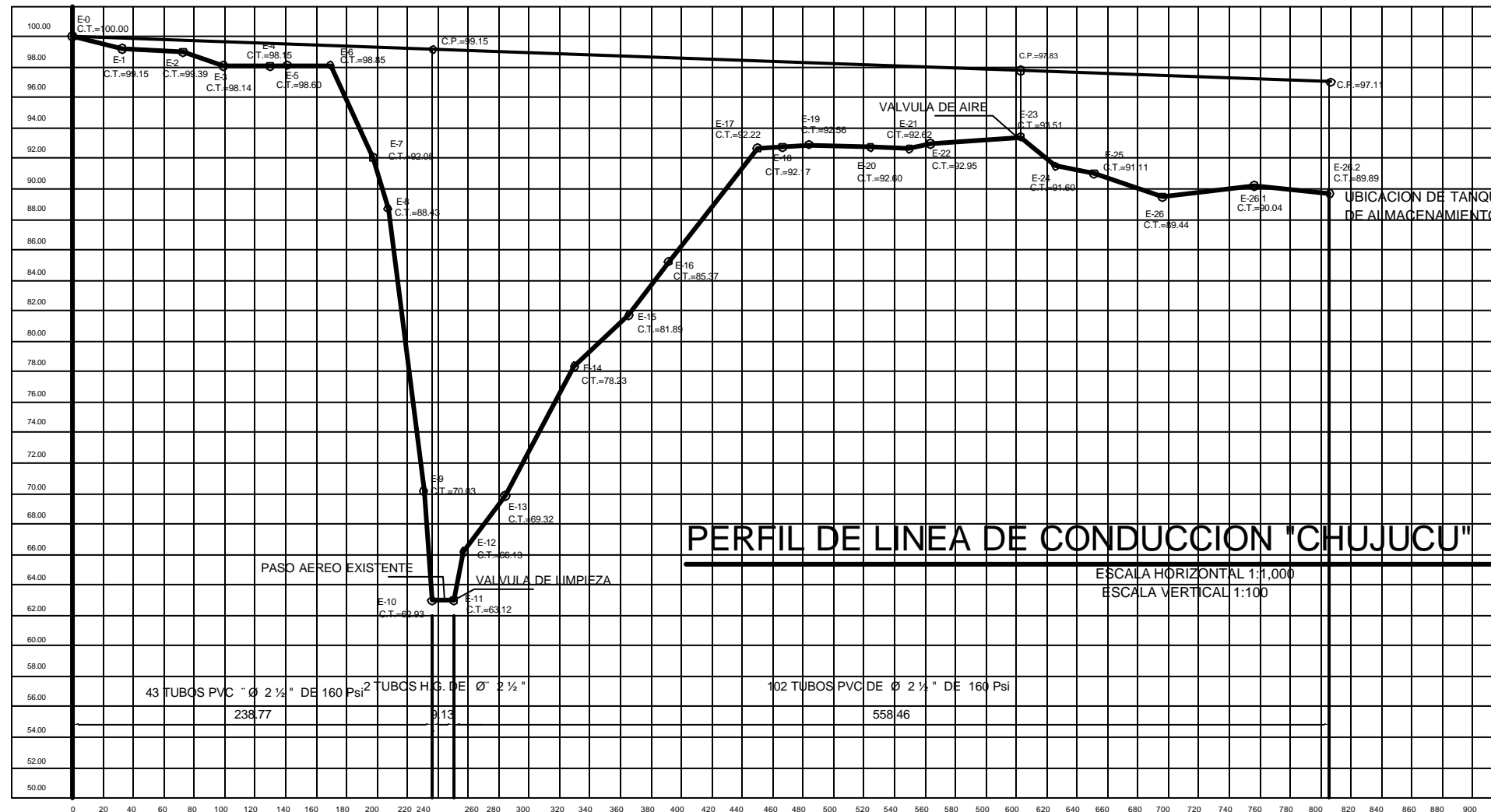
INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPOSTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.	
DISEÑO DE RED DE TUBERIAS No.6	
MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ	
10	20



PLANTA TOPOGRAFICA DE LINEA DE CONDUCCION " CHUJUCU "

ESCALA 1:1,000



PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION "CHUJUCU"

ESCALA HORIZONTAL 1:1,000
ESCALA VERTICAL 1:100

UBICACION DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

EN PROPIEDAD DEL SEÑOR DOMINGO CHAVEZ

DIMENSIONES DE TANQUE:

- ANCHO = 5.60 m.
- LONGITUD = 11.00 m.
- ALTURA = 3.00 m.
- Vol. = 185.00 m³

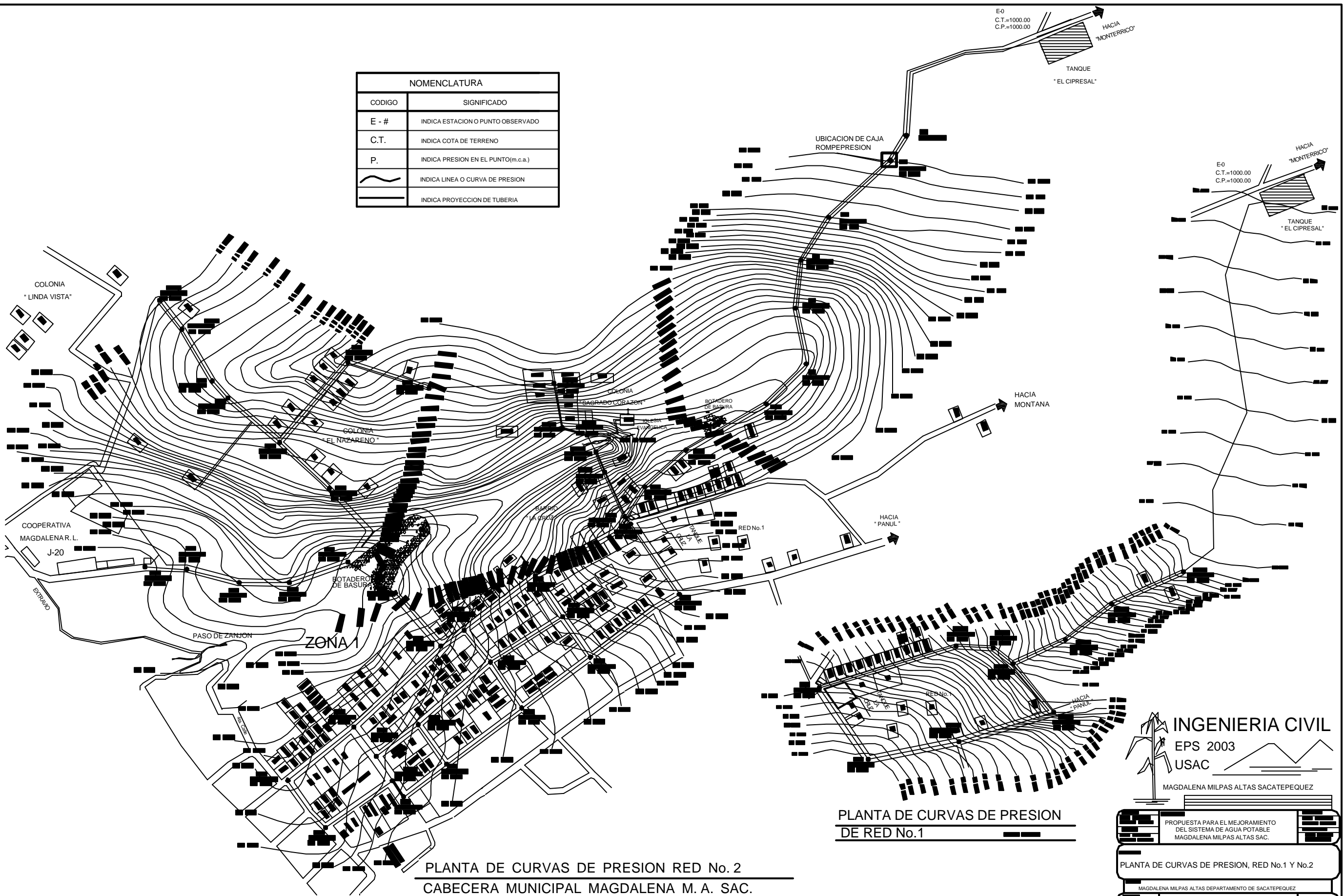
INGENIERIA CIVIL
EPS 2003
USAC
MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA + PERFIL
LINEA DE CONDUCCION "CHIJUCÚ"

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

NOMENCLATURA	
CODIGO	SIGNIFICADO
E - #	INDICA ESTACION O PUNTO OBSERVADO
C.T.	INDICA COTA DE TERRENO
P.	INDICA PRESION EN EL PUNTO(m.c.a.)
	INDICA LINEA O CURVA DE PRESION
	INDICA PROYECCION DE TUBERIA



PLANTA DE CURVAS DE PRESION RED No. 2
CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A. SAC.

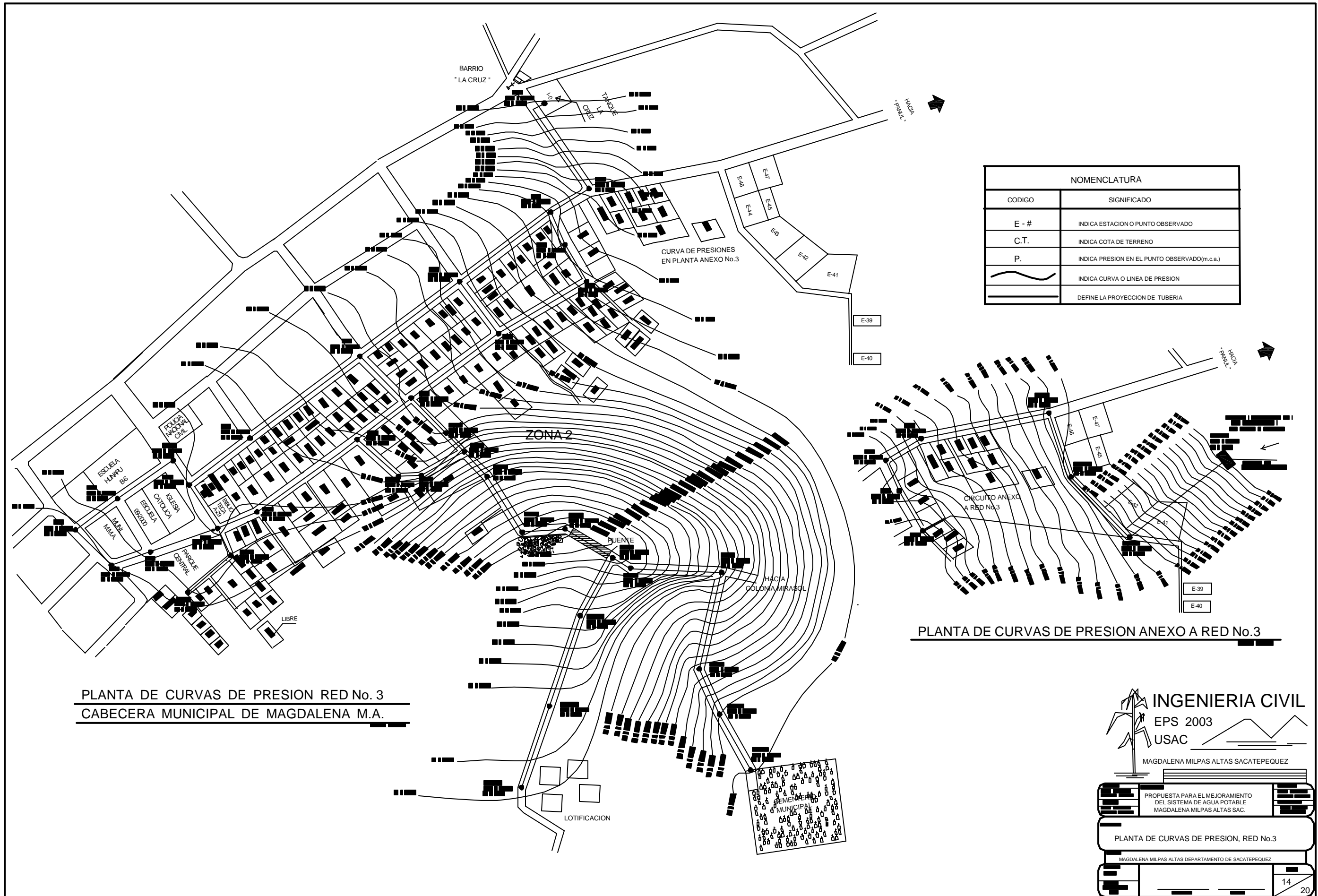
PLANTA DE CURVAS DE PRESION
DE RED No.1

INGENIERIA CIVIL
EPS 2003
USAC
MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPIEDAD PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA DE CURVAS DE PRESION, RED No.1 Y No.2

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ



NOMENCLATURA	
CODIGO	SIGNIFICADO
E - #	INDICA ESTACION O PUNTO OBSERVADO
C.T.	INDICA COTA DE TERRENO
P.	INDICA PRESION EN EL PUNTO OBSERVADO(m.c.a.)
	INDICA CURVA O LINEA DE PRESION
	DEFINE LA PROYECCION DE TUBERIA

PLANTA DE CURVAS DE PRESION RED No. 3
CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA M.A.

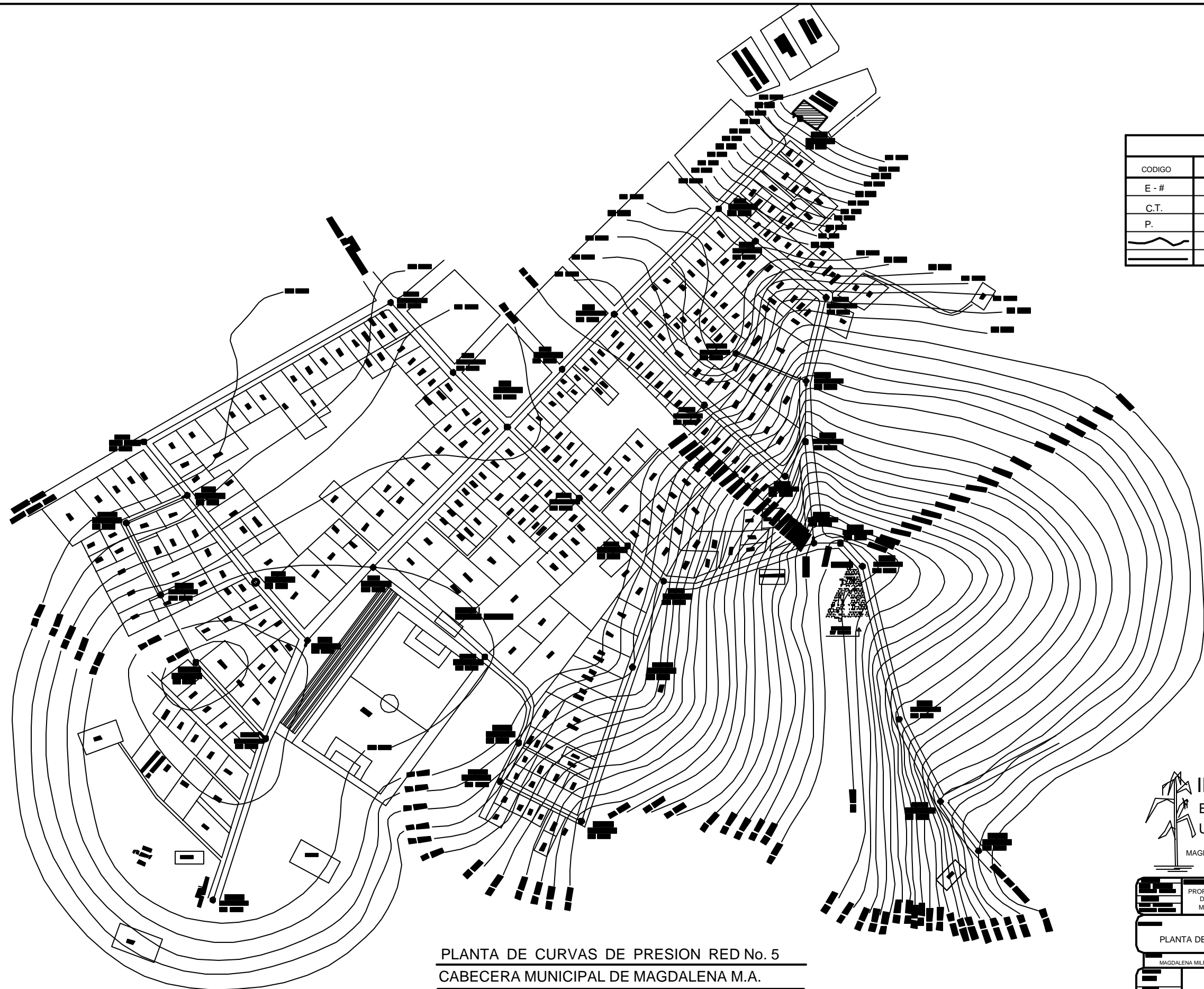
PLANTA DE CURVAS DE PRESION ANEXO A RED No.3


INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO
 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA DE CURVAS DE PRESION, RED No.3
 MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

14 / 20



NOMENCLATURA	
CODIGO	SIGNIFICADO
E - #	INDICA ESTACION O PUNTO OBSERVADO
C.T.	INDICA COTA DE TERRENO
P.	INDICA PRESION EN EL PUNTO (m.c.a.)
	INDICA CURVA DE PRESION
	INDICA PROYECCION DE TUBERIA

PLANTA DE CURVAS DE PRESION RED No. 5
 CABECERA MUNICIPAL DE MAGDALENA M.A.

ESCALA 1:2,000




INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

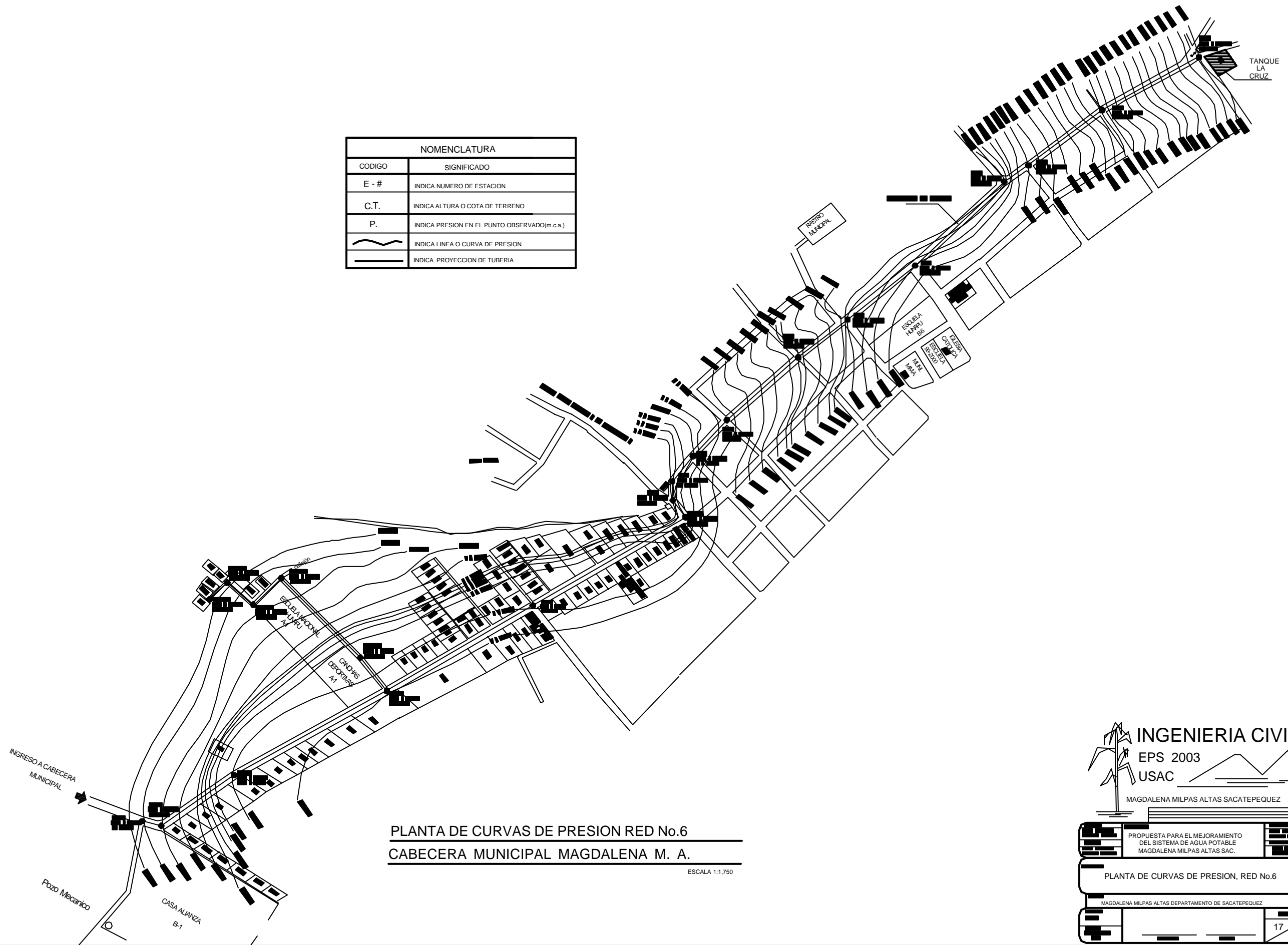
PROPIEDAD PARA EL MEJORAMIENTO
 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA DE CURVAS DE PRESION, RED No.5

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ

16 / 20

NOMENCLATURA	
CODIGO	SIGNIFICADO
E - #	INDICA NUMERO DE ESTACION
C.T.	INDICA ALTURA O COTA DE TERRENO
P.	INDICA PRESION EN EL PUNTO OBSERVADO(m.c.a.)
	INDICA LINEA O CURVA DE PRESION
	INDICA PROYECCION DE TUBERIA



PLANTA DE CURVAS DE PRESION RED No.6
 CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A.

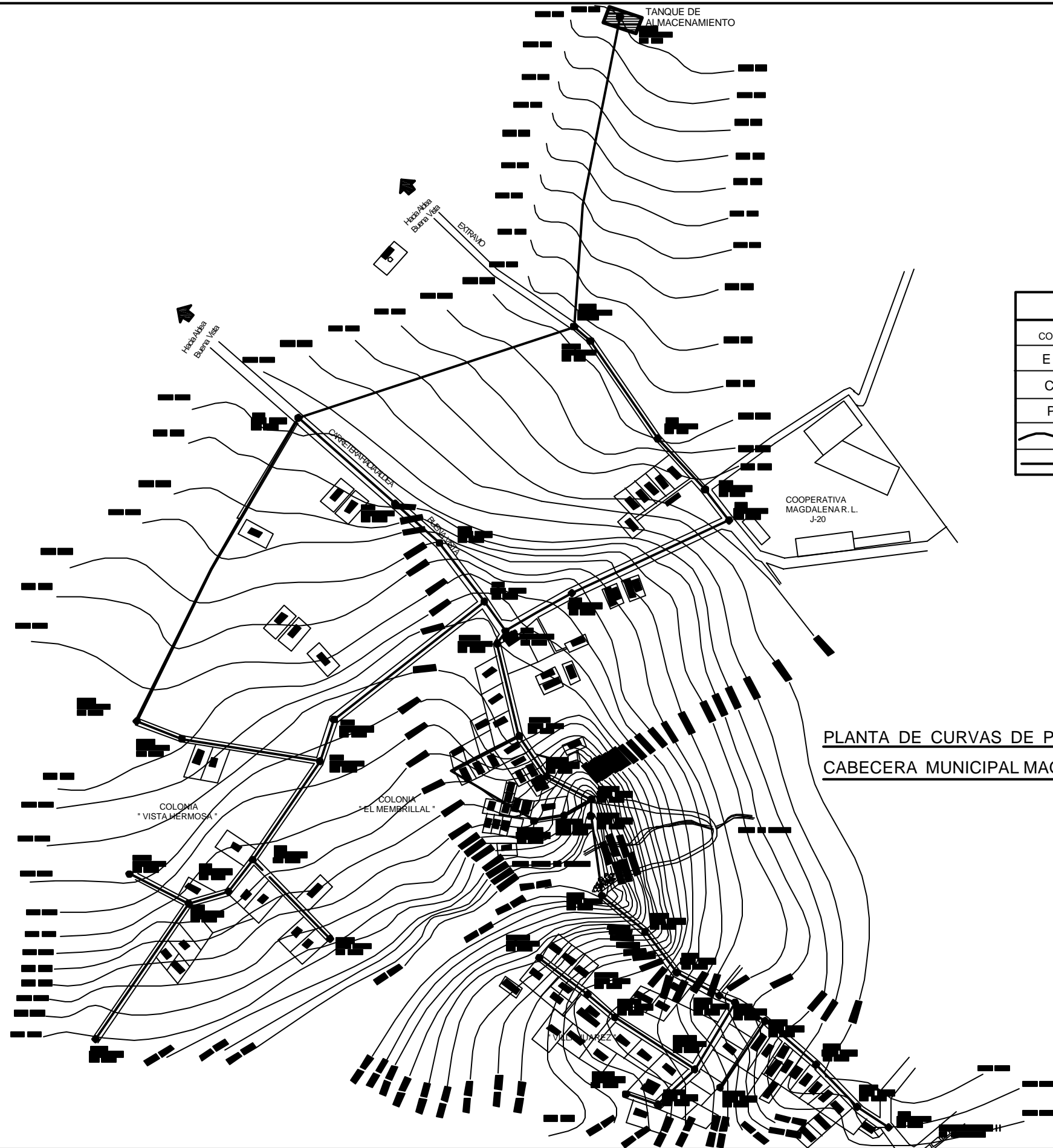
ESCALA 1:1,750

INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROUESTA PARA EL MEJORAMIENTO
 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA DE CURVAS DE PRESION, RED No.6

MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ



NOMENCLATURA	
CODIGO	SIGNIFICADO
E - #	INDICA ESTACION O PUNTO OBSERVADO
C.T.	INDICA COTA O ALTURA DE TERRENO
P.	INDICA PRESION EN EL PUNTO OBSERVADO(m.c.a.)
	INDICA LINEA O CURVA DE PRESION EN M.C.A.
	INDICA PROYECCION DE TUBERIA

PLANTA DE CURVAS DE PRESION RED No.7

CABECERA MUNICIPAL MAGDALENA M. A.

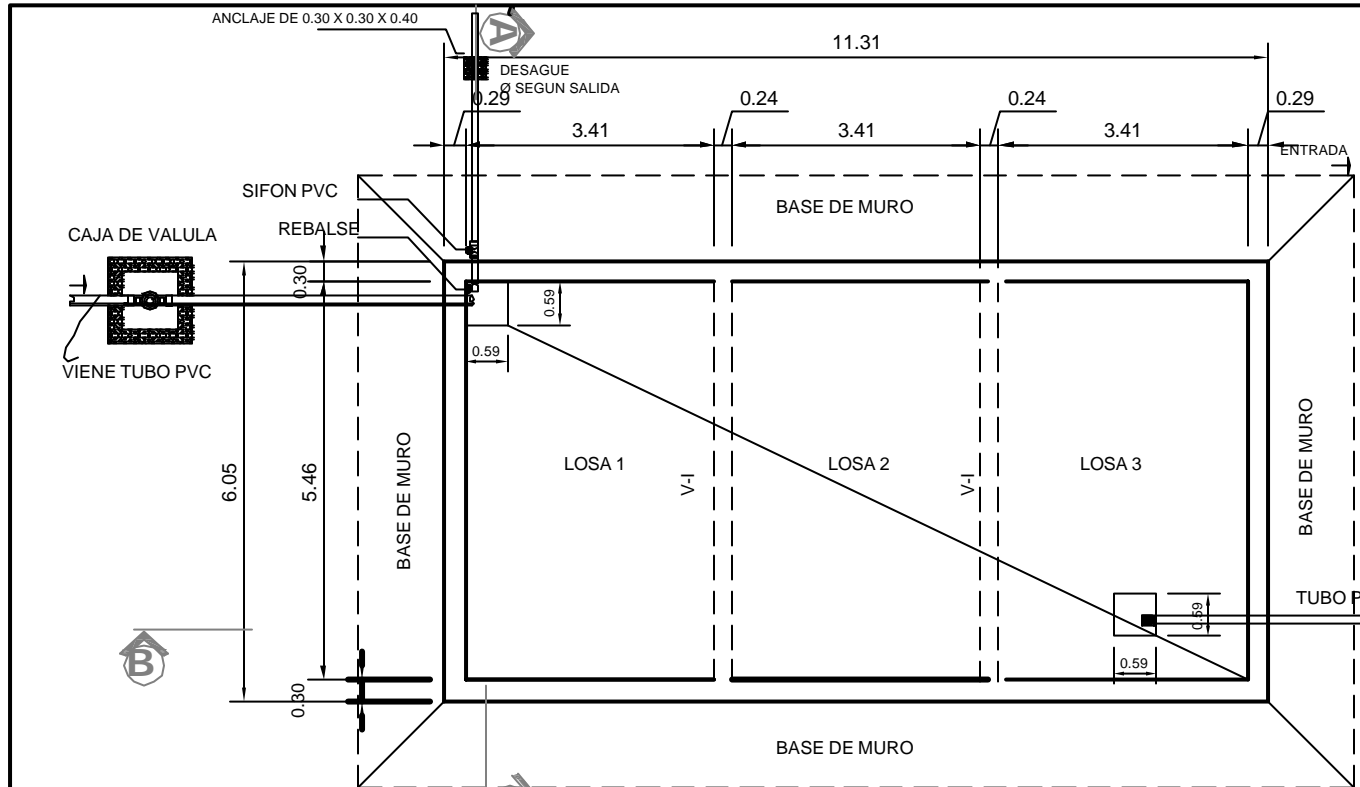
ESCALA 1:1,750


INGENIERIA CIVIL
 EPS 2003
 USAC
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

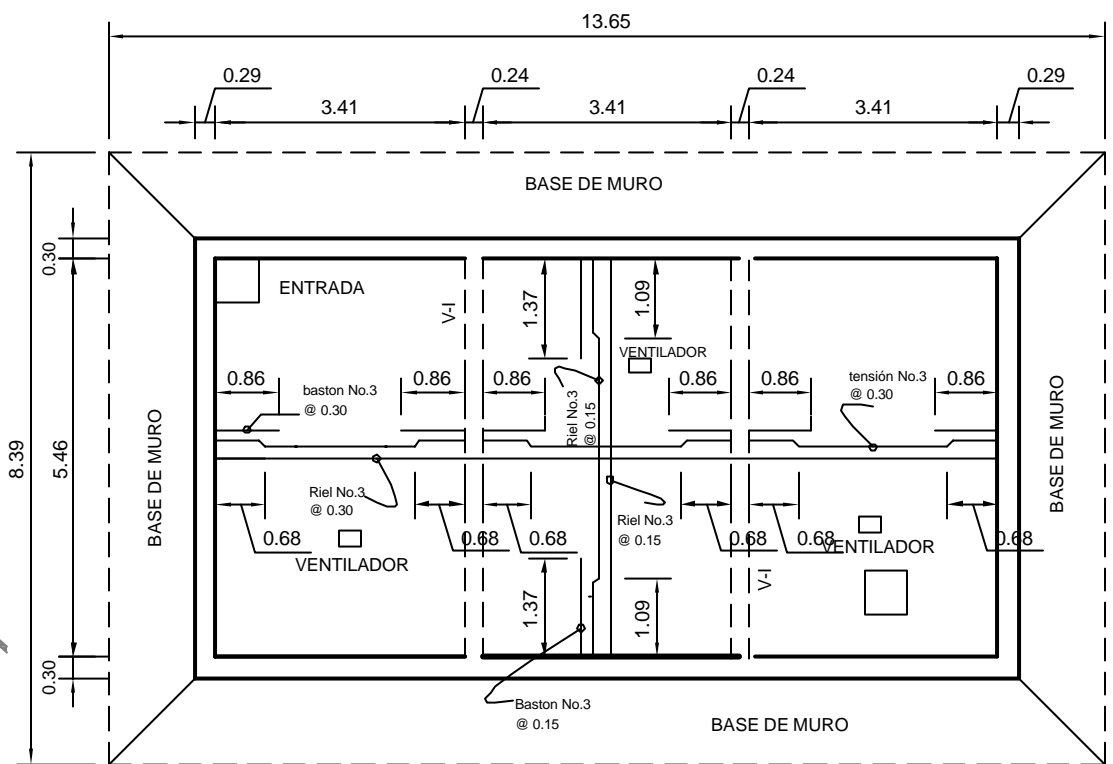
PROPIEDAD DEL DISEÑO
 PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO
 DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
 MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.

PLANTA DE CURVAS DE PRESION, RED No.7

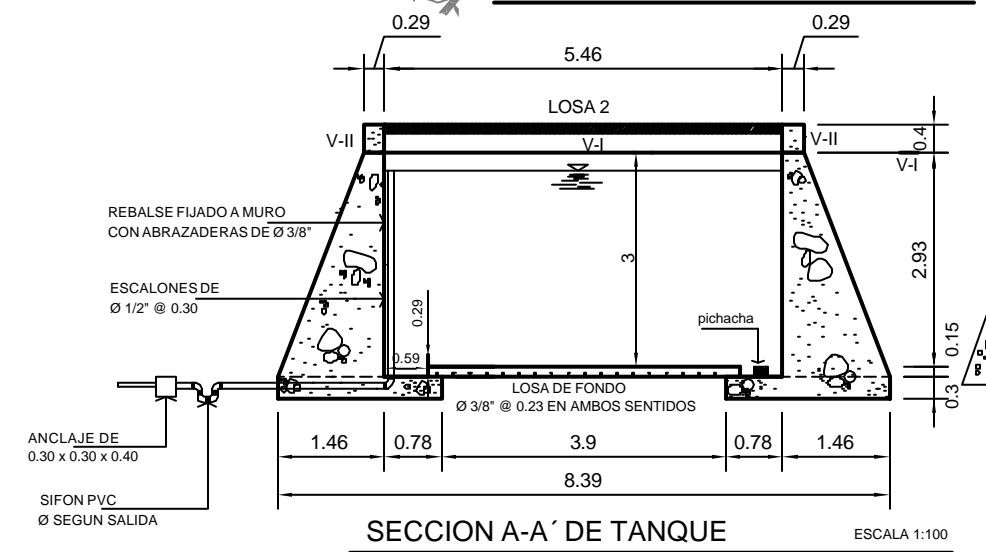
MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ



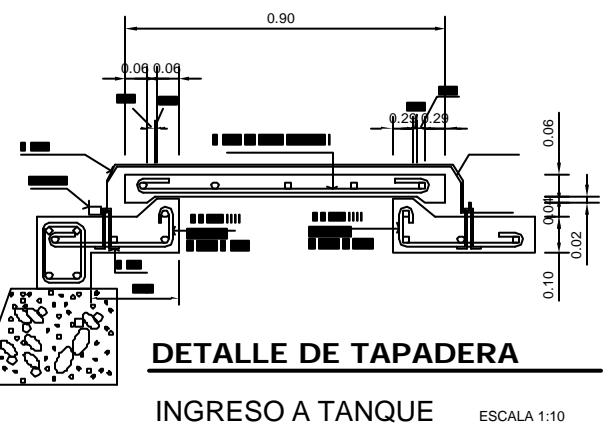
PLANTA DE TANQUE No.1 ESCALA 1:100



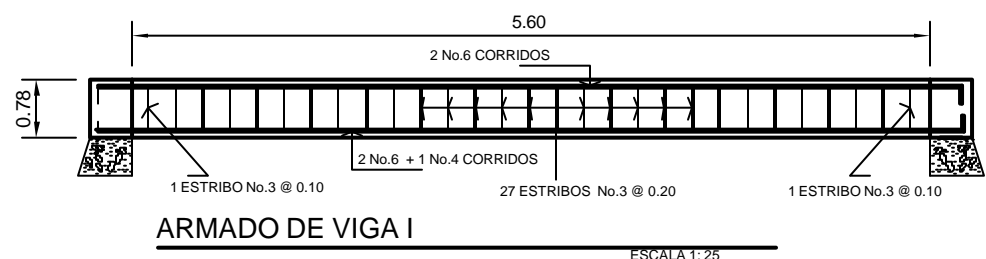
PLANTA DE LOSAS TANQUE No.1 ESCALA 1:100



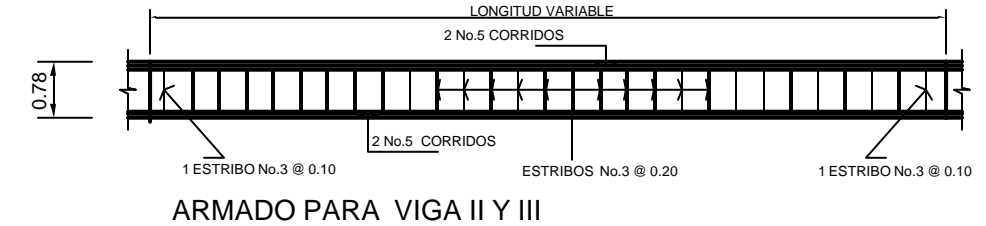
SECCION A-A' DE TANQUE ESCALA 1:100



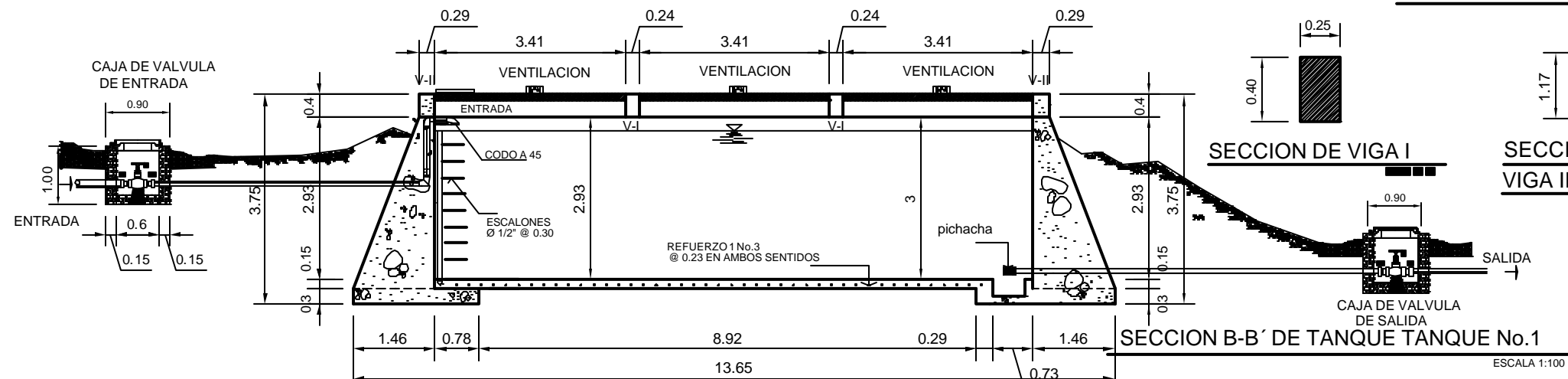
DETALLE DE TAPADERA INGRESO A TANQUE ESCALA 1:10



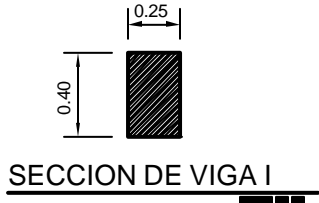
ARMADO DE VIGA I ESCALA 1:25



ARMADO PARA VIGA II Y III ESCALA 1:25



SECCION B-B' DE TANQUE TANQUE No.1 ESCALA 1:100



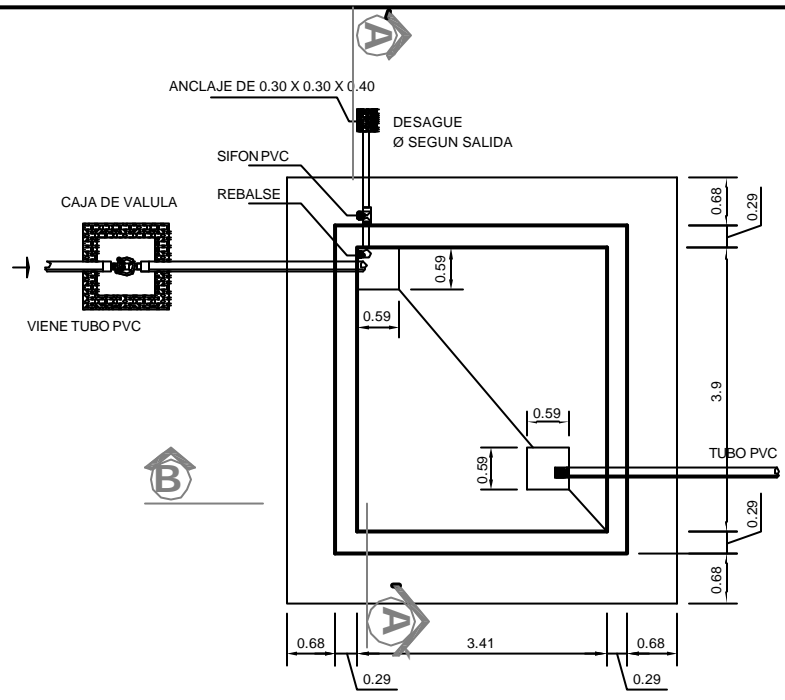
SECCION DE VIGA I



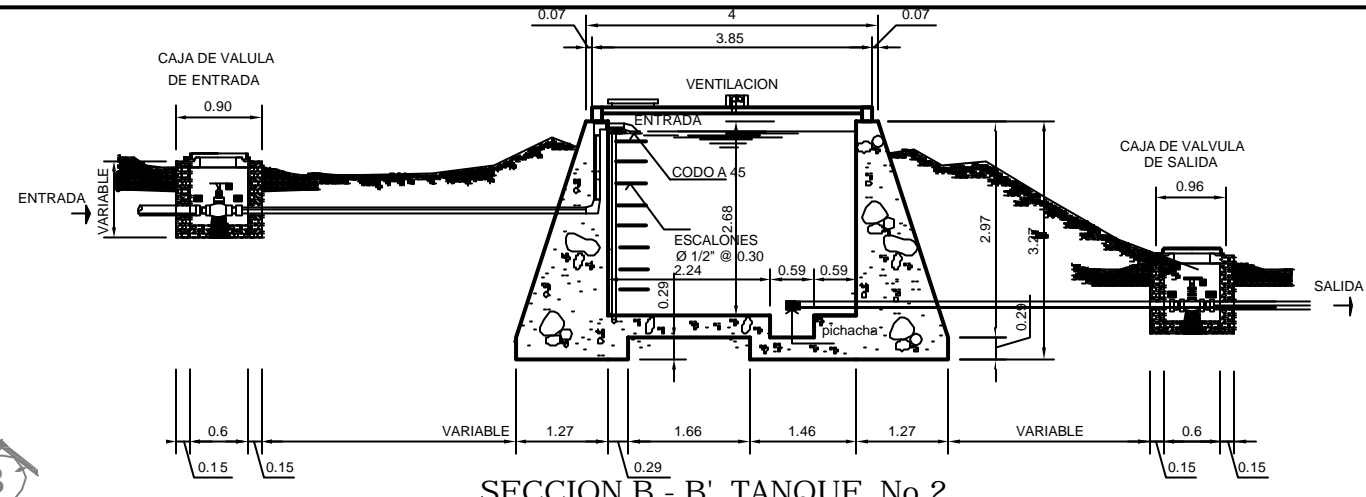
SECCION DE VIGA II Y III

INGENIERIA CIVIL
EPS 2003
USAC
MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

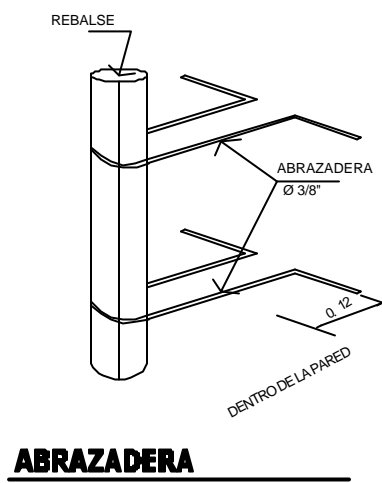
PROPIEDAD PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.
DETALLES ESTRUCTURALES TANQUE No.1
MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ



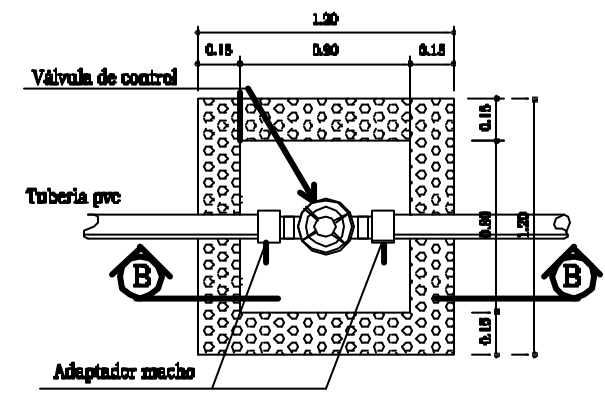
PLANTA TANQUE No.2
ESCALA 1:75



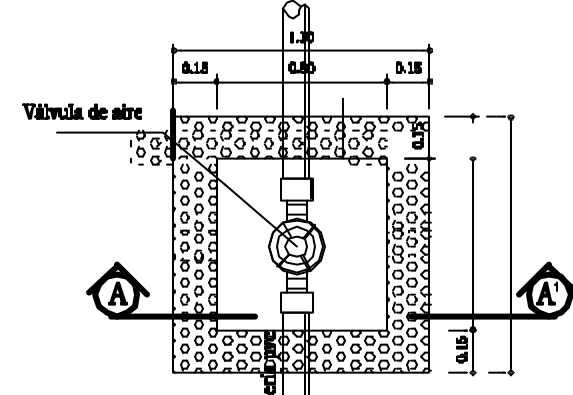
SECCION B - B' TANQUE No.2
ESCALA 1:75



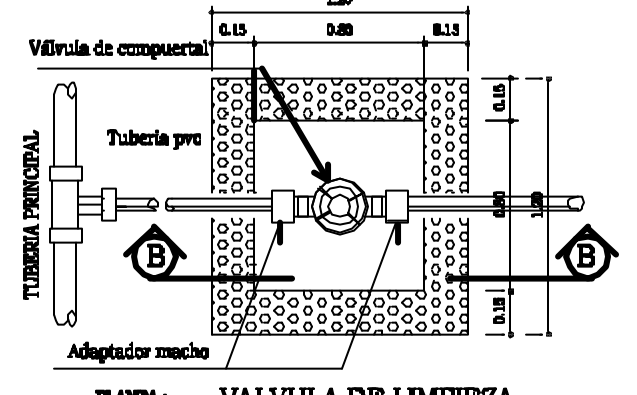
ABRAZADERA
ESCALA 1:20



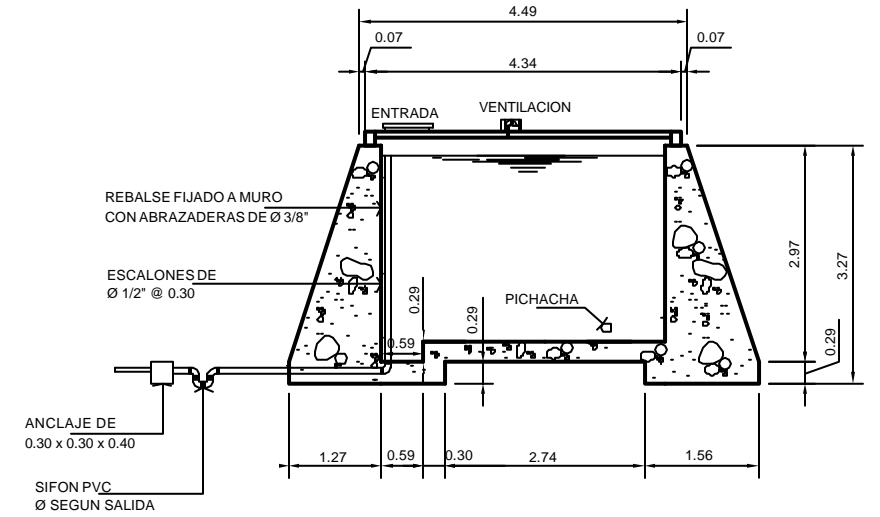
PLANTA: VALVULA DE COMPUERTA
ESCALA 1:25



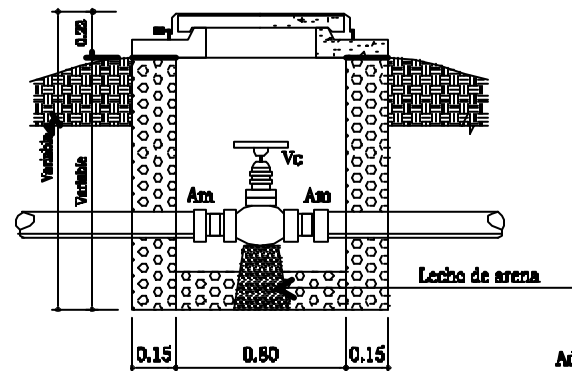
PLANTA: VALVULA DE AIRE
ESCALA 1:25



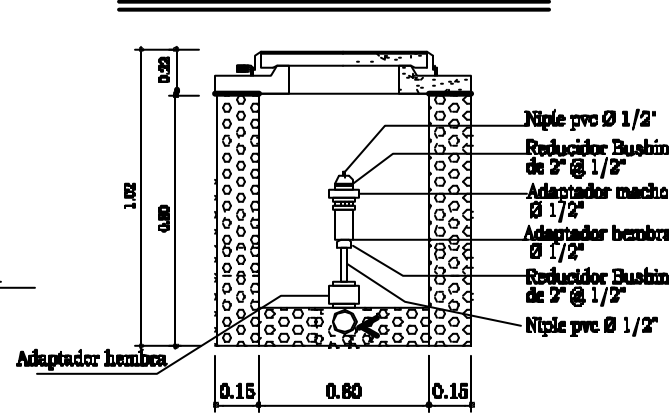
PLANTA: VALVULA DE LIMPIEZA
ESCALA 1:25



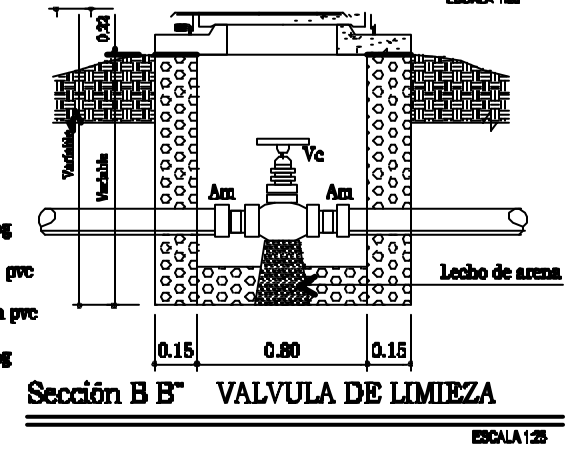
SECCION A - A' TANQUE No.2
ESCALA 1:75



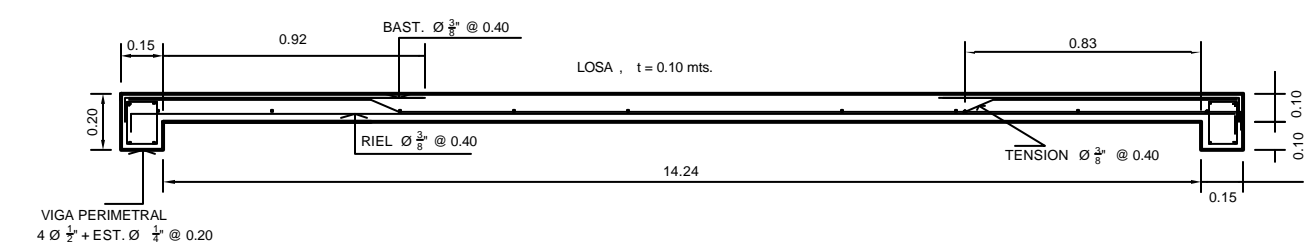
Sección B B' VALVULA DE COMPUERTA
ESCALA 1:25



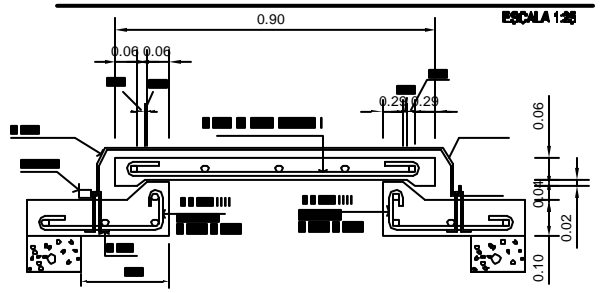
Sección A-A' VALVULA DE Aire
ESCALA 1:25



Sección B B' VALVULA DE LIMPIEZA
ESCALA 1:25



DETALLE DE ARMADO DE LOSA TANQUE No.2
ESCALA 1:20



DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:10

INGENIERIA CIVIL
EPS 2003
USAC
MAGDALENA MILPAS ALTAS SACATEPEQUEZ

PROPOSTA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE MAGDALENA MILPAS ALTAS SAC.
DETALLES DE TANQUE No.2 + DETALLES DE OBRAS DE ARTE
MAGDALENA MILPAS ALTAS DEPARTAMENTO DE SACATEPEQUEZ