



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

**Estudio y diseño de la red de abastecimiento de agua potable para el
centro urbano de la cabecera del municipio de San Pedro Sacatepéquez,
del departamento de Guatemala**

Jorge Roberto Chaluleu Baeza

Asesorado por Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, agosto de 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JORGE ROBERTO CHALULEU BAEZA

ASESORADO POR: ING MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO: Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
Vocal I:
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

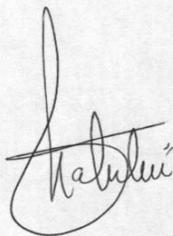
TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Examinador: Ing. Carlos Salvador Gordillo García
Examinador: Ing. Ángel Roberto Sic García
Examinador: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Secretaria: Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

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 DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE LA
CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ,
DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 24 de septiembre de 2004.



JORGE ROBERTO CHALULEU BAEZA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EPS. MAAOSU.P. 018.2005
Guatemala,
6 de junio de 2005

Ingeniero
Angel Roberto Sic Garcia
Coordinador de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
USAC

Respetable Ingeniero Sic Garcia.

Por medio de la presente, envío a usted el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), titulado ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.

Este trabajo lo desarrolló el estudiante JORGE ROBERTO CHALULEU BAEZA 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.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Supervisor de EPS



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 08 de junio de 2005
Ref. E.P.S. C. 227.06.05

Ing. Carlos Salvador Gordillo García
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería.
Presente

Estimado Ing. Gordillo García.

Atentamente y por este medio, envío a usted, el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado: **"ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"**.

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante **JORGE ROBERTO CHALULEU BAEZA**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que, *habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo* y existiendo la **APROBACIÓN DEL MISMO** por parte del Asesor y Supervisor, **ESTA COORDINACIÓN TAMBIÉN APRUEBA SU CONTENIDO**; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Angel Roberto Sic García
Coordinador de E.P.S.



cc. Archivo
ARSG/jm

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, Julio 20 de 2,005

Ingeniero
Carlos Salvador Gordillo García
Director de la Escuela de
Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Señor Director:

Por medio de la presente informo a usted, que he revisado el trabajo de graduación titulado: **"ESTUDIO Y DISEÑO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CENTRO URBANO DE LA CABECERA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEL DEPARTAMENTO DE GUATEMALA"**, elaborado por el estudiante universitario: Jorge Roberto Chaluleu Baeza y asesorado por el ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Habiendo determinado que dicho trabajo cumple con lo establecido, y que será de mucha utilidad para estudiantes y profesionales de ingeniería civil, el suscrito le da su aprobación.

Sin otro particular, me suscribo de usted, atentamente:



Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Jefe del Departamento de Hidráulica

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.

AGRADECIMIENTOS A:

DIOS, por acompañarme todo el tiempo e incluirme entre sus planes.

mis Padres, Rolando Leonel Chaluleu Pacheco e Herminia Isabel Baeza Pérez, por ser dos importantes pilares en mi vida y por su gran amistad.

RAZONESDE CAMBIO, por ser mis amigos y compañeros durante tantos años.

las siguientes personas, Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta,
Ing. Adolfo Abiche,
Ing. Alfredo Beber,
Inga. Elisa Castillo,
Eraclio Rodríguez y
Julio Aguilar,

por su ayuda desinteresada e incondicional en la realización del presente trabajo de graduación.

ACTO QUE DEDICO A:

mis padres

Rolando Leonel Chaluleu Pacheco
Herminia Isabel Baeza Pérez

mis hermanos

Rolando Leonel
Cristina Alejandra
Luisa Beatriz

mis sobrinos

Javier Iván
Jimena Abigail
Rodrigo Alejandro

mi abuela

Isabel de Baeza

RAZONES DE CAMBIO

Juan Aguirre
Manuel Vendrell
David Molina
Oscar Aguirre

mis amigos y amigas;

mi Familia, en general;

La Facultad de Ingeniería;

La Universidad de San Carlos de Guatemala.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VI
LISTADO DE SÍMBOLOS.....	VIII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Aspectos físicos.....	1
1.1.1 Localización y extensión.....	1
1.1.2 Hidrografía.....	5
1.1.3 Orografía.....	5
1.1.4 Clima.....	5
1.1.5 Topografía.....	5
1.1.6 Calidad del suelo.....	6
1.2 Monografía del Lugar.....	6
1.2.1 Aspectos históricos.....	6
1.2.1.1 Costumbres y tradiciones	8
1.2.1.2 Idiomas	8
1.2.1.3 Actividades Económicas.....	9
1.2.2 Servicios.....	10
1.2.1.4 Vías de comunicación.....	10
1.2.1.5 Agua potable.....	11
1.2.1.6 Drenajes.....	11
1.2.1.7 Centros educativos.....	11

1.2.1.1	Centro de Salud.....	12
1.2.1.2	Centros Turísticos y arqueológicos.....	12
1.2.1.3	Estación de policía.....	12
1.2.1.4	Estación de Bomberos.....	13
1.2.1.5	Hospedajes.....	13
1.2.1.6	Alumbrado Público.....	13

1. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

1.1	Datos Preliminares.....	15
1.1.1	Fuentes de agua.....	15
1.1.2	Aforos.....	16
1.1.3	Obras existentes.....	16
1.1.4	Calidad del agua.....	17
1.1.5	Levantamiento topográfico.....	17
1.1.6	Cálculo Topográfico.....	18
1.2	Descripción del proyecto.....	18
1.2.1	Red de Distribución	18
1.2.2	Presión Hidrostática.....	19
1.2.3	Presión dinámica.....	19
1.3	Diseño Hidráulico.....	20
1.3.1	Red de Campo de Fútbol.....	20
1.3.1.1	Población actual.....	20
1.3.1.2	Periodo de diseño.....	20
1.3.1.3	Población futura.....	21
1.3.1.4	Dotación.....	21
1.3.1.5	Caudal medio diario (Qm).....	22
1.3.1.6	Caudal máximo diario (CMD).....	22
1.3.1.7	Caudal máximo horario CHM.....	24
1.3.1.8	Volumen de tanque de distribución.....	24

1.1.1.1	Caudal de vivienda o Unitario.....	25
1.1.1.2	Bases de diseño	27
1.1.1.3	Cálculo de diseño hidráulico.....	28
1.1.2	Red de Cementerio.....	31
1.1.2.1	Población actual.....	31
1.1.2.2	Periodo de diseño:.....	31
1.1.2.3	Población futura.....	31
1.1.2.4	Dotación.....	32
1.1.2.5	Caudal medio diario (Qm).....	32
1.1.2.6	Caudal máximo diario (CMD).....	32
1.1.2.7	Caudal máximo horario CHM.....	33
1.1.2.8	Volumen de tanque de distribución.....	33
1.1.2.9	Caudal de vivienda o Unitario.....	34
1.1.2.10	Bases de diseño	35
1.1.2.11	Cálculo de diseño hidráulico	36
1.2	Obras de arte, <i>para las dos redes</i>	39
1.2.1	Profundidad de zanja para colocación de tubería.....	39
1.2.2	Conexiones intradomiciliarias.....	40
1.2.3	Anclajes de tubería:.....	40
1.3	Diámetro, tipo, clase de tubería y accesorios.....	41
1.3.1	Prueba de Tuberías.....	41
1.3.2	Relleno de zanjas.....	42
1.3.3	Lavado y desinfección interior de la tubería.....	42
1.3.4	Válvulas de compuerta.....	42
1.4	Análisis de Costos.....	43
1.4.1	Presupuesto final.....	43
1.4.2	Cuantificación de materiales.....	44
1.4.3	Cuantificación de mano de obra.....	52
1.5	Cronograma de ejecución.....	53

1. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
1.1 Mantenimiento Preventivo.....	55
1.2 Mantenimiento Correctivo.....	57
1.3 Reparaciones de tubería de PVC.....	57
1.4 Otras Reparaciones.....	58
2. RIESGO Y VULNERABILIDAD EN PROYECTOS DE AGUA POTABLE	
2.1 Concepto.....	59
2.2 Aplicación al proyecto a desarrollar.....	60
3. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL	
3.1 Concepto.....	77
3.2 Leyes y requisitos de las Evaluaciones de Impacto Ambiental.....	78
3.3 Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y a que parte esta afectando.....	79
3.3.1 Análisis de los impactos ambientales.....	79
3.3.1.1 Identificación de los Impactos.....	79
5.4 Ejecutor de las medidas de mitigación.....	84
5.5 Identificación y calificación de impactos ambientales.....	85
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	91
APÉNDICES.....	93
Apéndice “A”	
Caudales de bombeo y conducción, producción de agua y Volúmenes de Tanques.....	95
Apéndice “B”	

Apéndice "C"	
Descripción de Tabla de Diseño Hidráulico.....	103
Apéndice "D"	
Exámenes Bacteriológicos y análisis físico químico sanitario.....	107
Apéndice "E"	
Planos.....	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapas de Ubicación.....	3
2	Mapa de límites municipales.....	4
3	Mapa de Idiomas.....	9
4	Mapa de Vías de Comunicación.....	10
5	Mapa hipsométrico.....	14
6	Plano de Planta de conjunto general.....	123
7	Plano de Planta de conjunto Red de Campo de Fútbol.....	125
8	Plano de Planta topográfica Red de Campo de Fútbol.....	127
9	Plano de Red de distribución Red de Campo de Fútbol.....	129
10	Plano de Diagrama de flujos Red de Campo de Fútbol.....	131
11	Plano de Curvas Isopresiones Red de Campo de Fútbol.....	133
12	Plano de Válvulas de compuerta Red de Campo de Fútbol.....	135
13	Plano de Red de Campo de Fútbol.....	137
14	Plano de Planta de conjunto Red de Cementerio.....	139
15	Plano de Planta topográfica Red de Cementerio.....	141
16	Plano de Red de distribución Red de Cementerio.....	143
17	Plano de Diagrama de flujos Red de Cementerio.....	145
18	Plano de Curvas isopresiones Red de Cementerio.....	147
19	Plano de Válvulas de compuerta Red de Cementerio.....	149
20	Plano de Cajas de Válvulas de control.....	151
21	Plano de Conexión domiciliar con contador.....	153

TABLAS

I	Caudales de bombeo Red de Campo de Fútbol.....	23
II	Diseño hidráulico Red de Campo de Fútbol.....	28
III	Caudales de bombeo y conducción Red de Cementerio.....	33
IV	Diseño hidráulico Red de Cementerio.....	36
V	Presupuesto Final.....	43
VI	Listado de materiales por obra Red de Campo de Fútbol.....	44
VII	Listado de materiales por obra Red de Cementerio.....	48
VIII	Listado de herramientas y equipos.....	51
IX	Fletes.....	51
X	Cuantificación de mano de Obra.....	52
XI	Cronograma de ejecución.....	53
XII	Identificación y calificación de impactos ambientales.....	85
XIII	Caudales de bombeo y conducción, producción de agua y volúmenes de tanques.....	95
XIV	Libreta topográfica.....	97

LISTADO DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
γ	Peso específico del agua lb/pie ³
Km	Kilómetros
m	Metros
“	Pulgadas
PVC	Cloruro de Polivinilo
GPM	Galones por minuto
Lts.	Litros
Seg.	Segundos
HP	Horse Power (caballos de fuerza)
m³	metros cúbicos
m.c.a.	Metros columna de agua
L./h./d.	Litros por habitante por día (dotación)
hrs	Horas
l/s	Litros por segundo
mm.	Milímetros
m/s	Metros por segundo
%	Porcentaje
PSI	Libras por pulgada cuadrada (lb/pul ²)
ml.	Metros lineales
Kw	Kilovatios
Q.	Quetzales

GLOSARIO

Acuífero

Depósito de agua que satura el subsuelo.

Aforar

Medir el caudal de un fluido.

Agua Potable

Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.

Bombeo Mecánico

Sistema que utiliza motobombas para el aprovisionamiento de agua.

Caudal

Es la cantidad de volumen por unidad de tiempo que escurre por cualquier superficie.

Consumo

Cantidad de agua real que utiliza un persona. Es igual a la dotación.

Cota

Número que en los mapas, cartas y planos topográficos indica la altitud de un punto sobre el nivel del mar o respecto a otro de referencia.

Cota piezométrica

Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución. Altura que alcanzaría una columna de agua si en ese punto se colocara un manómetro.

Estadal

Mira graduada en centímetros utilizada para la medida indirecta de la distancia entre dos puntos de un terreno.

Gradiente Hidráulico	Línea que representa gráficamente la presión hidráulica a lo largo de una tubería
Línea de Conducción	Tubería colocada en serie para conducir por efecto de la gravedad, un caudal desde un punto a otro.
Línea de Impulsión	Tubería en serie para conducir un caudal desde un equipo de bombeo hasta la descarga, la cual puede ser un tanque de distribución o una red de distribución. A esta línea también se le llama impelencia.
Pérdida de carga por fricción	Es la pérdida de energía en un tubería, debida a la fricción de un fluido en movimiento y sus paredes.
Potencia	Cantidad de trabajo por unidad de tiempo. Se mide, normalmente, en caballos de fuerza.
Presión	Fuerza ejercida sobre un área determinada.
Red de distribución	Tuberías de circuitos abiertos o cerrados cuya función es proporcionar el caudal necesario para los usuarios de un servicio de agua.
Tanque de distribución	Depósito (de cualquier material) cuya función principal es almacenar agua para luego disponerla a la red de distribución.

RESUMEN

Para la cabecera municipal de San Pedro Sacatepéquez, se elaboró un diagnóstico, en el cual se llegó a la conclusión que el problema que más afecta a la comunidad es la distribución de agua potable. Esto conduce a que se realice un estudio para renovar la red de distribución.

Actualmente, el proyecto consta de 4 fuentes de agua por bombeo y una por gravedad. Existe desorden en la distribución de agua potable, las redes distribuyen a casi toda la cabecera, siendo, totalmente, ineficientes.

La propuesta que se hace es la creación de dos redes de distribución que dotarán a la población con un servicio adecuado a normas estándares y con continuidad de servicio. La longitud de la "Red del cementerio" es de 6986.08 metros y la del "Campo de Fútbol" es de 7529.58 metros haciendo un total de 14515.66 metros de tubería.

Se aprovecharán algunas partes del sistema antiguo, se renovará la tubería de la red de distribución y se implementarán contadores de agua.

Se encuentra, también, un análisis de costos y un presupuesto del proyecto acompañado de su respectivo cronograma, un sistema tarifario de explicación sencilla y un manual de operación y mantenimiento.

Una sección muy importante es la de Riesgo y Vulnerabilidad en proyectos de agua potable, en la cual, como se explica en el estudio, se dan varios tipos de desastres que podrían ocurrir con sus medidas de mitigación.

OBJETIVOS

Generales

1. Que en Guatemala se mejore el nivel de vida de sus ciudadanos
2. Mejorar los sistemas de Agua potable y manejar los recursos adecuadamente, de acuerdo a las necesidades de crecimiento y salubridad de los habitantes.
3. Que se cumpla con el requisito de realizar un Ejercicio Profesional Supervisado, para que el estudiante tenga alguna experiencia cuando inicie a practicar su profesión.
4. Que la Universidad de San Carlos y el estudiante manifiesten gratitud al pueblo de Guatemala, devolviéndole con un servicio lo que éste le ha ayudado.

Específicos

- 1 Que la actividad comercial y los servicios de San Pedro Sacatepéquez mejoren, logrando que se encuentre un mayor crecimiento económico.
- 2 Que el estudiante Realice un estudio, en donde tenga que estar en contacto con el campo, las personas, las instituciones y, también, tenga que revisar todos los conceptos y experiencias aprendidas en la Universidad.
- 3 Establecer parámetros para el óptimo desarrollo de la administración, operación y mantenimiento de la red de distribución de agua potable de la comunidad.

INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país en desarrollo, el cual va creciendo en todos sus aspectos, tales como: económico, social, demográfico, industrial, cultural, etc. El desarrollo de una comunidad debe tener una infraestructura básica y en este país eso aún no se cumple, por lo que se debe trabajar y crear planes de desarrollo para lograr este crecimiento.

Siendo San Pedro Sacatepéquez uno de los lugares más cercanos a la Capital de Guatemala, todavía tiene problemas de infraestructura. Luego de hacer un diagnóstico, se llegó a la conclusión de que el mayor problema que existe en esta población es el de agua potable.

A continuación, se presenta un estudio para renovar la red de distribución de agua potable del centro urbano de la cabecera del Municipio de San Pedro Sacatepéquez del Departamento de Guatemala. En la primera parte de este estudio, se realiza una investigación respecto de todos los datos importantes de esta comunidad, para poder conocer, de una forma general, todos sus aspectos. Luego, en la segunda parte que es el Servicio Técnico Profesional, se hace un análisis de la red actual y de las partes que se pueden aprovechar, como las obras existentes. Se hace un estudio de la calidad del agua, de métodos que se utilizaron para calcular la topografía y diseñar la nueva red, también de las partes que se deberán renovar en su totalidad, un presupuesto del proyecto acompañado de un cronograma y una propuesta de sistema tarifario.

En la tercera parte, se hacen algunas recomendaciones para operación y mantenimiento de la nueva red de agua potable. Se da un concepto sobre mantenimiento preventivo y correctivo dando algunas aplicaciones a este proyecto. Como última parte se proporciona el concepto respecto de riesgo y vulnerabilidad en proyectos de agua potable, ofreciendo, al mismo tiempo, las aplicaciones que se le pueden dar a este importantísimo tema.

1.FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Aspectos físicos

1.1.1 Localización y extensión

El municipio de San Pedro Sacatepéquez, se encuentra situado en la parte oeste del departamento de Guatemala en la Región I o Región Metropolitana. Desde la cabecera departamental de Guatemala hasta este municipio hay una distancia de 25 Kms., su clima es generalmente frío.

Sus colindancias son:

Norte: Municipio de San Juan Sacatepéquez (Guatemala)

Sur: Municipio de Mixco (Guatemala)

Este: Municipio de Chinautla (Guatemala);

Oeste: Municipios de Santo Domingo Xenacoj y Santiago Sacatepéquez (Sacatepéquez).

Coordenadas:

Latitud: 14° 41' 06"

Longitud: 90° 38' 32"

Altitud: 2,101.66 metros sobre el nivel del mar

Extensión territorial: 48 kilómetros cuadrados

La cabecera municipal tiene categoría de pueblo. Está dividido en las siguientes zonas:

- Zona 1, Morazán;
- Zona 2, San José;
- Zona 3, Ermita;
- y Zona 4, Barrios.

Tiene 3 aldeas y un paraje.

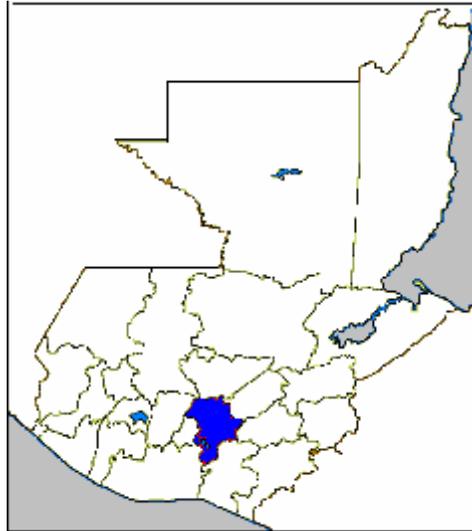
Las aldeas son:

- Buena Vista: Cuenta con los caseríos de Laguna Seca, La Presa Xenacoch
- Chillaní: con los caseríos Lo de Boc y Los López.
- Vista Hermosa: con los caseríos Cruz de Piedra, El Aguacate, Las Minas, San Martín

Paraje:

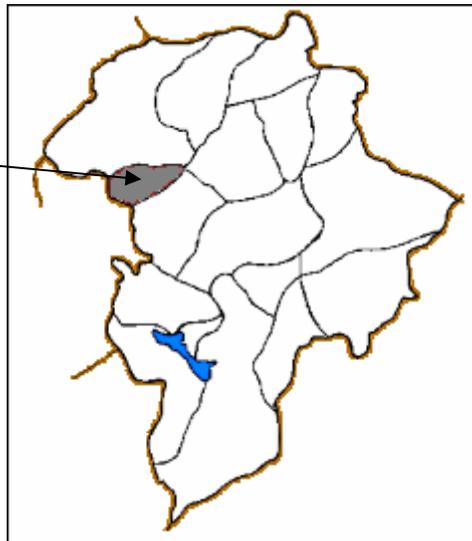
- Tres Cruces

Figura 1. Mapas de Ubicación



Departamento de Guatemala

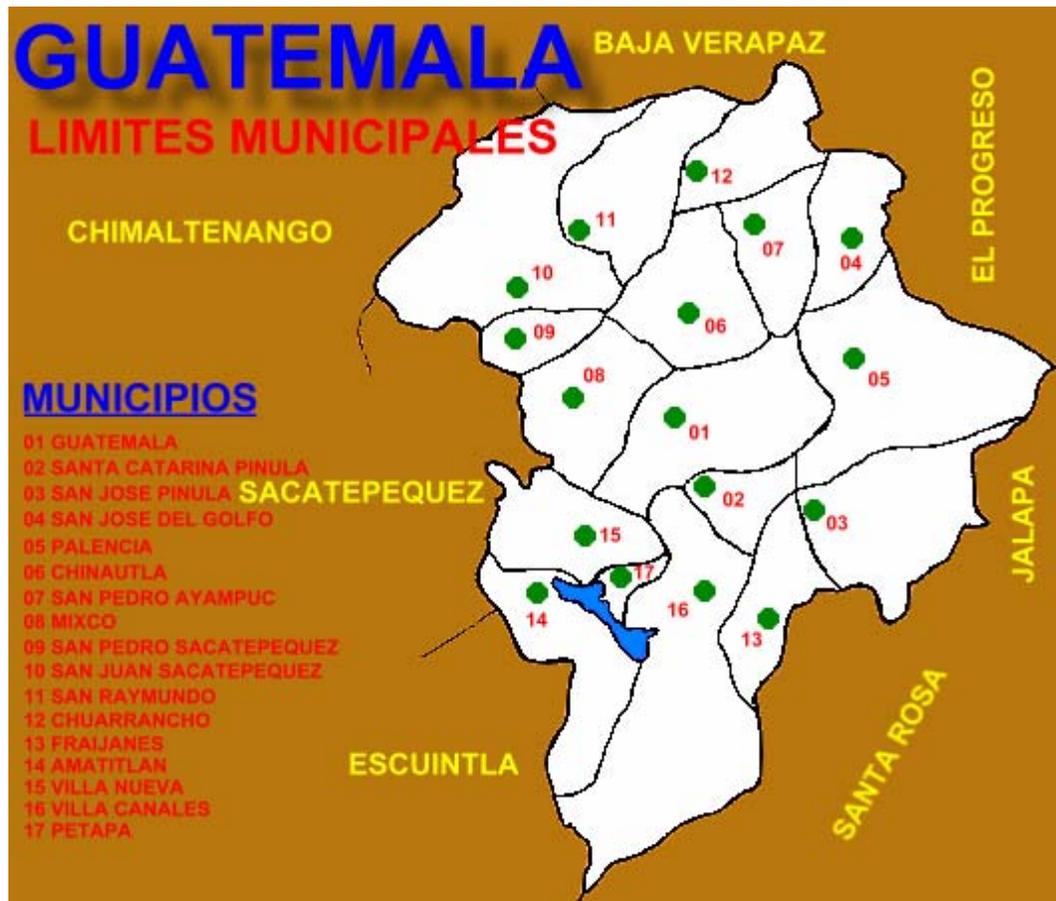
San Pedro
Sacatepéquez



- Mapas obtenidos de Atlas Conozcamos Guatemala, del INE, 2001.

El municipio de San Pedro Sacatepéquez se encuentra en el Departamento de Guatemala, en la región metropolitana de la República de Guatemala.

Figura 2. Mapa de límites municipales



- Mapa obtenido de Atlas Conozcamos Guatemala, del INE, 2001.

Las colindancias de San Pedro Sacatepéquez son:

Norte: Municipio de San Juan Sacatepéquez (Guatemala)

Sur: Municipio de Mixco (Guatemala)

Este: Municipio de Chinautla (Guatemala);

Oeste: Municipios de Santo Domingo Xenacoj y Santiago Sacatepéquez (Sacatepéquez).

1.1.2 Hidrografía

San Pedro Sacatepéquez está bañado por los ríos: Cimarrón, de Las Minas, el Milagro, El Zapote, Jesús, Las Flores, Piedra de Fuego, San Pedro y Santiago; la quebrada San Pedro y el nacimiento de agua Los Pitos.

1.1.3 Orografía

Este municipio únicamente cuenta con los cerros de: Las Limas y Xenacoch.

1.1.4 Clima

Las temperaturas anuales son las siguientes: máxima 25.8, la mínima es de 13.9 y la media es de 18.5 grados centígrados. Su precipitación anual es de 1031.9 mm. La Humedad relativa es de 68% y la evaporación a la intemperie es de 131 mm. Datos obtenidos de la estación hidrográfica "Suiza Contenta", la más cercana instalada por el Insivumeh.

1.1.5 Topografía

Las condiciones topográficas del centro urbano del Municipio de San Pedro Sacatepéquez son bastantes onduladas, como se podrá observar en los planos de curvas de nivel.

1.1.6 Calidad del suelo

Según la Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala, está clasificado como Suelo de la Altiplanicie Central, en el subgrupo B que representa suelos profundos sobre materiales volcánicos a mediana altitud. Se ha desarrollado sobre ceniza volcánica pomácea débilmente cementada. Este tipo de suelo está bien adaptado a la producción de insumos alimenticios y forrajes.

1.2 Monografía del Lugar

1.2.1 Aspectos históricos

Es posible que como municipio se formara en diciembre 1769 cuando los vecinos del lugar enteraron en la Real Caja 326 pesos y $22\frac{2}{3}$ maravedíes, valor de 422 caballerías de tierra que compraron a la corona, más una legua de ejido; terreno que posteriormente se redujo al formarse nuevos municipios adyacentes.

Como poblado ya existía desde mucho antes. Por ejemplo, el renegado fraile irlandés Tomás Gage, quien vivió en el país de 1625 a 1637, al referirse al valle de Sacatepéquez mencionó entre sus pueblos considerables a San Pedro que indicó tener 600 familias. Ximénez también mencionó específicamente que el poblado estaba en el camino de la Verapaz, al referirse a hechos de 1685:

"La cabecera de esta parroquia es el pueblo de San Pedro *Zacatepéquez* con un anexo, que es Xenacoh. En el pueblo de San Pedro hay familias 300 con 1,400 personas... El pueblo de San Pedro está muy mal situado en el costado de una montaña y esto lo hace ser abarrancado y tener sus jacales muy esparcidos entre mucha espesura de árboles; tiene bastante campos para siembras de maíces y frijoles, que se cogen en abundancia. ...Hay algún ganado de lana y mucha crianza de cerdos. ...Se habla el idioma *kacchiquel* y hay algunos que entienden y hablan, aunque torpemente, el castellano. ...Los indios están todo el día ocupados en su trabajo".

La actual cabecera fue conocida por los cakchiqueles como Ucubil.

Debido a su elevación, ubicada al pie de un alto cerro, cuenta con clima frío y sano.

Por El acuerdo gubernamental del 17 junio 1909 se erogaron fondos para introducción del agua potable; el del 8 mayo 1950 asimismo se refiere a ello. El del 17 enero 1957, ratificado el 28 febrero 1958, autorizó a la municipalidad invertir una cantidad, depositada en el Crédito Hipotecario Nacional, para los trabajos del agua potable.

El acuerdo gubernamental del 4 junio 1949 abrió al servicio público oficina 4ª categoría de Correos y Telecomunicaciones, posteriormente de la Dirección General de Correos y Telégrafos. El acuerdo gubernamental del 27 agosto 1974, publicado en el diario oficial el 11 septiembre 1974, legalizó el funcionamiento de esa oficina en tercera categoría.

1.2.1.1 Costumbres y tradiciones

La feria titular, se ha celebrado durante los tres días de la feria patronal que la hace movable. En lo religioso, la cabecera se considera parroquia extraurbana de la Arquidiócesis de Guatemala y conmemora a San Pedro Apóstol el 29 de junio. En sus fiestas y celebraciones patronales, tienen por tradición realizar danzas folklóricas llamadas Danza de los Moros.

1.2.1.2 Idiomas

Se habla español, pero el idioma predominante es el cakchiquel.

Figura 3. Mapa de Idiomas



- Mapa obtenido de Atlas Conozcamos Guatemala, del INE, 2001.

1.2.1.3 Actividades Económicas

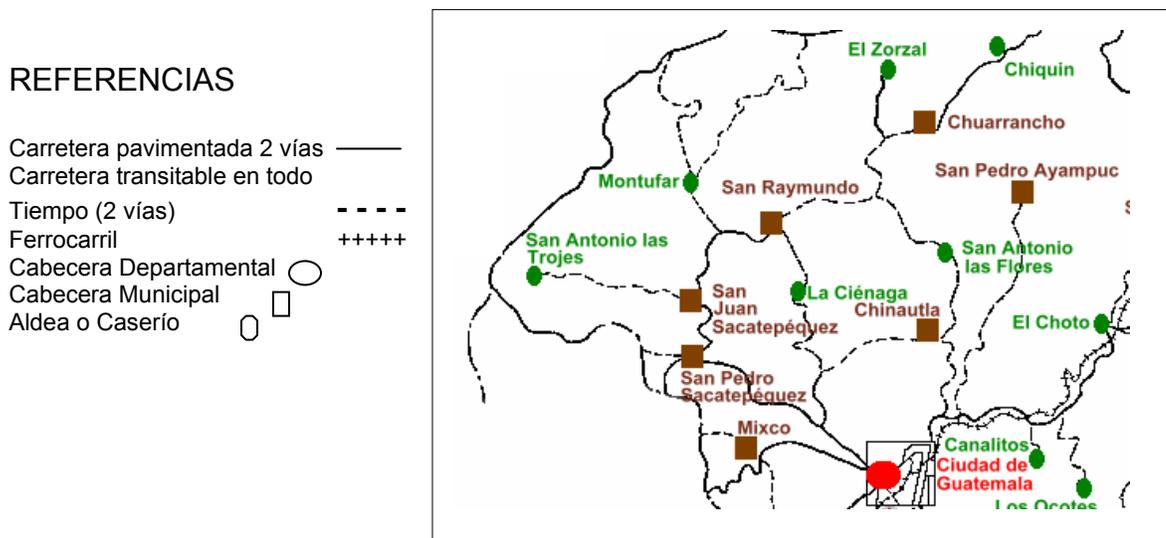
Sus fuentes de economía son la agricultura con productos como maíz, frijol, legumbres, pero especialmente flores de diferentes clases; existe algún ganado de lana y mucha crianza de cerdos; tiene fábricas de hierro, candelas y tejas de barro. Sus pobladores se dedican a la producción artesanal de tejidos típicos de algodón y a la industria maquilera.

1.2.2 Servicios

1.2.1.4 Vías de comunicación

De la ciudad capital por la ruta nacional 5, asfaltada, rumbo noroeste hay unos 25 km. a la cabecera de San Pedro Sacatepéquez y de allí al norte aproximadamente 5 km. a la de San Juan Sacatepéquez. Cuenta también con caminos, roderas y veredas que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos.

Figura 4. Mapa de Vías de Comunicación



- Mapa obtenido de Atlas Conozcamos Guatemala, del INE, 2001.

1.2.1.5 Agua potable

La red de Agua Potable fue construida hace más de veinticinco años y luego se han hecho diferentes variaciones a la red. La población ha ido creciendo y lugares que no estaban habitados ahora lo están. San Pedro Sacatepéquez se encuentra en una zona con topografía difícil, por lo que las viviendas están a diferentes niveles. Conforme crece la población los habitantes se han conectado a la red provocando insuficiencia en la distribución de agua. Sumando a este problema se menciona que hay muchas conexiones ilícitas, no existen planos de la red, existe tubería de asbesto, tubería de PVC cristalizada y en algunos lugares existen fugas. El problema se refleja en que a pesar de existir cinco nacimientos de agua grandes, la población sufre de escasez de este servicio.

1.2.1.6 Drenajes

Existe una red de drenajes que funciona aparentemente de una forma efectiva. No se cuenta con planos de esta red, ni hay registros de la tubería utilizada. Hace algunos años se instaló una planta de tratamiento que funciona correctamente.

1.2.1.7 Centros educativos

Los niños en edad escolar cuentan con varias instituciones a las que pueden acudir tanto públicas como privadas. Entre las instituciones públicas sobresale la escuela urbana mixta Justo Rufino Barrios, que se encuentran en las cercanías de la municipalidad.

En el municipio se cuenta con institutos públicos que imparten educación básica y diversificado, además se cuenta con la representación de CONALFA, comité nacional de alfabetización.

Para que los ciudadanos tengan acceso a educación superior deben dirigirse hacia la capital aunque algunos prefieren transportarse hacia la ciudad de Antigua Guatemala.

1.2.1.8 Centro de Salud

Tiene un Centro de Salud en la cabecera y puestos de salud en Concepción El Pilar y en Chillaní.

1.2.1.9 Centros Turísticos y arqueológicos

Es un pueblo de origen prehispánico. Tiene una topografía irregular que en su parte alta da refugio a la plaza central, el templo católico y el Calvario.

Sus construcciones son modernas, ya que la población fue destruida por el terremoto del 4 de febrero de 1976.

Cuenta con los centros arqueológicos de Castillo y La Zanja.

1.2.1.10 Estación de policía

Existe en este municipio la Estación San Pedro Sacatepéquez, en la 3a. Calle y 4ta. Av. Zona 4. Pertenece a la Comisaría No. 16.

1.2.1.11 Estación de Bomberos

Los Bomberos Municipales tienen una estación de servicio en este municipio.

1.2.1.12 Hospedajes

Cuenta con el Hotel Joel, ubicado en la 1a. Calle 7-11, Zona 4

1.2.1.13 Alumbrado Público

La Empresa Eléctrica de Guatemala, S. A., proporciona el servicio eléctrico a la cabecera. En mayo 1973 se puso en servicio nuevas unidades de alumbrado público en la calle principal. No todo el casco urbano cuenta con este servicio, destacándose que en algunas zonas donde es deficiente debido a que se pueden encontrar algunas lámparas que están dañadas y no han sido reemplazadas por nuevas.

Figura 5. Mapa hipsométrico



- Mapa obtenido de Atlas Conozcamos Guatemala, del INE, 2001.

San Pedro Sacatepéquez se encuentra a una altura de 2101.66 metros sobre el nivel del mar lo que provoca que el clima sea semifrío y bastante lluvioso.

2.SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Datos Preliminares

2.1.1 Fuentes de agua

Para el centro urbano de San Pedro Sacatepéquez se encuentran 2 tipos de fuentes de agua: superficial y subterráneo.

Superficial: en este tipo de fuente existe un nacimiento o brote que es una salida al exterior de agua subterránea que fluye por un acuífero.

Esta fuente se encuentra en la finca Ojo de agua, localizada a 2.5 km. del centro urbano.

Subterráneas: Los pozos perforados o mecánicos son hechos con equipo especial, el cual puede ser de percusión o del tipo rotativo, son de pequeño diámetro y de mayor profundidad que los excavados.

En San Pedro se encuentran cuatro pozos perforados.

Fuente	Ubicación
Ojo de Agua	2.5 km de el centro urbano
Diego Velásquez	dentro del centro urbano
Los Bomberos	a un lado de los bomberos
El Rastro	dentro del centro urbano

2.1.2 Aforos

El aforo realizado en la fuente superficial fue realizado por personal de la municipalidad de San Pedro obteniendo un caudal de 16 GPM.

Los demás aforos fueron realizados por PAISA, obteniendo los siguientes datos:

Fuente	Aforo (GPM)	Aforo (Lts./seg.)	Profundidad (Pies)
Ojo de agua	450	28.4	600
Diego Velásquez	120	7.57	700
Los Bomberos	110	6.9399	450
El Rastro	110	6.9399	520

2.1.3 Obras existentes

La fuente superficial de Ojo de Agua cuenta con una captación.

Las demás fuentes cuentan con una caseta de bombeo y bombas sumergibles.

Fuente	Potencia de la bomba (HP)
Ojo de Agua	40
Diego Velásquez	60
Los Bomberos	25
El Rastro	25

Existen 2 tanques de distribución semienterrados:

	Volumen (m3)
- Tanque del cementerio	310
- Tanque del Campo de Fútbol	214

2.1.4 Calidad del agua

La fuente superficial de ojo de agua no presenta coliformes fecales según los exámenes físico-químico y bacteriológico, actualmente no tiene ningún tipo de desinfección por lo cual se recomienda utilizar un hipoclorador de pastillas para obtener agua sanitariamente segura.

Para las fuentes de pozos perforados hay sistemas de desinfección de Cloro Gas, que funcionan correctamente.

2.1.5 Levantamiento topográfico

Se realizó un levantamiento topográfico de segundo orden, (método taquimétrico).

Para este trabajo se realizaron los siguientes recursos:

Recursos Humanos:

- Estudiante de EPS
- 2 cadeneros
- 2 ayudantes de la municipalidad

Recursos físicos:

- Equipo de nivelación (teodolito, trípode, 2 estadales, 2 cintas métricas de 30 metros, 2 cintas métricas de 3 metros, 2 plomadas, 1 libreta topográfica, pintura, clavos).

2.1.6 Cálculo Topográfico

Luego de realizar el levantamiento topográfico se llevó a oficina la libreta topográfica para su cálculo. Para esto se revisaron los croquis y se utilizaron paquetes de computación para el cálculo.

Se obtuvieron las distancias entre estaciones y radiaciones y las respectivas cotas. Con estos datos se logró realizar la planta del terreno con sus curvas de nivel y cotas.

2.2 Descripción del proyecto

Se diseñarán 2 redes de distribución de agua para la comunidad. La configuración geográfica de estas redes fue elegida haciendo un análisis que toma en cuenta la cantidad de servicios, la ubicación geográfica y las curvas de nivel.

2.2.1 Red de Distribución

La red de distribución comprende tuberías que van desde el tanque de distribución hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias.

Para poblaciones en general, el cálculo de la red se hará por el método de la gradiente hidráulica, considerando que las presiones de servicio en cualquier red estarán limitadas entre 10 y 60 metros columna de agua.

La velocidad del agua en las tuberías podrá llegar hasta 2.00 m/s. El método de Hardy-Cross se utilizará como acabado o verificación del cálculo, admitiéndose para el cierre de los circuitos una aproximación no mayor de 1% del caudal total que entra en la red.

El diseño de la red deberá contemplar el posible desarrollo futuro de la localidad, con el fin de proveer facilidad de ampliaciones.

2.2.2 Presión Hidrostática

Se produce cuando todo el líquido en la tubería se encuentra en reposo. En una red de distribución la máxima presión estática no debe ser mayor a 80 metros. En este caso deberá prestarse especial atención a la calidad de las válvulas y accesorios, para evitar fugas cuando el acueducto esta en servicio.

La presión estática es igual al peso específico del agua, es decir, el peso del agua multiplicado por la altura ($P = \gamma * H$).

2.2.3 Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento del agua, la presión estática modifica su valor disminuyéndose, debido a la fricción que causan las paredes de la tubería. La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno.

La menor presión dinámica en los servicios domiciliarios debe ser de 6 metros columna de agua y la máxima presión dinámica deberá ser de 60 metros columna de agua.

2.3 Diseño Hidráulico

2.3.1 Red de Campo de Fútbol

2.3.1.1 Población actual

La población actual se determinó por medio de información de la municipalidad y el centro de salud. También se obtuvo información con el levantamiento topográfico.

- Número de viviendas: 468
- Población actual: 2340

2.3.1.2 Período de diseño

El período de diseño que se utilizará será de 20 años. Se toma en cuenta este período pues así se evitará cambiar la red en un buen tiempo, también la vida útil de los materiales, que deberán resistir este período sin ninguna dificultad. Se toma en cuenta también la capacidad de producción de las fuentes de agua, la durabilidad de las instalaciones, los costos, las tasas de interés, el comportamiento de la obra en sus primeros años.

2.3.1.3 Población futura

En este caso, para calcular la población futura a un período de 20 años se utilizará el método geométrico.

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

r = tasa de crecimiento (%; información proporcionada por el INE)

n = Período de diseño (años)

Pa = 2340

r = 2.86 %

n = 20 años

Pf = 4113 habitantes

2.3.1.4 Dotación

Es la cantidad de agua signada en un día a cada usuario. Se expresa en litros por habitantes por día (L./hab./día).

Se consideran los factores: clima, nivel de vida, actividades productivas, abastecimiento privado, servicios comunales o públicos, facilidad de drenajes, calidad del agua, medición, administración del sistema y presiones del mismo.

Según el instituto de fomento municipal (1997) segunda revisión, se podrá utilizar:

- para servicios de conexión intradomicilares, con opción a varios grifos por vivienda: 90-170 Litros/habitante/día.

2.3.1.5 Caudal medio diario (Qm)

Es la cantidad de agua que requiere una población en un día, o sea en 24 horas. Este se obtiene como promedio de los consumos diarios en un período de un año.

En el caso que no se conozcan registros, se asumirá como el producto de la dotación adoptada por el número de habitantes que se haya estimado para el final del período de diseño.

$$Q_m = \text{dotación} * \text{población futura} / \text{segundos en un día} = \text{litros} / \text{segundo}$$

$$Q_m = 95 * 4113 / 86400 = 4.52 \text{ litros} / \text{segundo}$$

2.3.1.6 Caudal máximo diario (CMD)

El caudal máximo diario se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Este caudal se define como el máximo consumo de agua durante las 24 horas observadas en el período de un año.

Este caudal es el caudal de conducción y debe ser menor que el aforo.

Se utilizará un factor de 1.2 para poblaciones futuras mayores de mil habitantes.

$$\text{CMD} = \text{factor de día máximo} * Q_m = \text{litros / segundo}$$

$$\text{CMD} = 1.2 * 4.52 = 5.43 \text{ litros /segundo}$$

El aforo sumando las dos fuentes es de $6.9399+6.9399 = 13.88$ l/s.

Con lo que se demuestra que el aforo es mayor que el caudal máximo diario.

Caudal de bombeo

Hay dos líneas de conducción existentes, se realizó un aforo para saber el caudal de bombeo y se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla I. Caudales de bombeo Red de Campo de Fútbol

Línea de conducción	Caudal de bombeo (lts/seg)	Horas de bombeo	Producción (lts/seg)
Los Bomberos	4.02	18	6.9399
El Rastro	2.31	17	6.9399

Si se compara la producción de cada fuente con el caudal de bombeo se observa que este es menor, por lo tanto las fuentes si producen lo necesario para poder abastecer a este sector de la población.

2.3.1.7 Caudal máximo horario CHM

Este caudal se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año.

Se determina multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente 2 que se utiliza para poblaciones futuras mayores de 1000 habitantes.

Este es un factor de seguridad, esto se debe a que el consumo de agua presentará variaciones cada hora, mostrando horas de consumo máximo y horas de consumo mínimo. Este factor se originó a través de un diagrama de consumo (Q) contra tiempo (hora).

$$\text{CMH} = Q_m * 2 = \text{litros / segundo}$$

$$\text{CMH} = 4.52 * 2 = 9.04 \text{ litros / segundo}$$

2.3.1.8 Volumen de tanque de distribución

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo a la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se adoptará de 25 a 40% del consumo medio diario estimado y en sistemas por bombeo de 40 a 65% entre tanque de succión y distribución.

En este caso se tomará un 50%.

$$\text{Volumen} = 0.50 * Q_{md} = m^3$$

$$\text{Volumen} = 0.50 * (95 * 4113) / 1000 = 195.37 \text{ metros cúbicos.}$$

Actualmente existe un tanque de 213.9 metros cúbicos. Este tanque es semi enterrado. Con los datos obtenidos se determina que el tanque actual es suficiente para almacenar la cantidad de agua que se necesita.

2.3.1.9 Caudal de vivienda o Unitario

El caudal de vivienda es simplemente el caudal que consume cada vivienda.

Si se suman todos los caudales de vivienda en un tramo se encontrará cual es el consumo de agua en ese tramo. El caudal de vivienda se obtiene dividiendo el caudal de distribución entre el número total de viviendas existentes.

$$Q_v = \text{caudal de distribución} / \# \text{ total de viviendas}$$

$$Q_v = 9.04 / 468 = 0.01933 \text{ litros / segundo}$$

2.3.1.10 BASES DE DISEÑO RED DE CAMPO DE FUTBOL

Fuente	Pozo Perforado Los Bomberos
Aforo fuente	6.9399 l/s
Fecha	Noviembre 2003
Sistema	Bombeo
Caudal de bombeo	4.02
En 18 horas de bombeo produce	260.22 m ³
Fuente	Pozo Perforado El Rastro
Aforo fuente	6.9399 l/s
Fecha	noviembre 2003
Sistema	Bombeo
Caudal de bombeo	2.31
En 17 horas de bombeo produce	141.32 m ³
Producción total de bombeo	401.54 m ³
Servicio	Domiciliar
No. Conexiones actuales	468 Servicios
Población actual	2340 habitantes
Tasa de crecimiento	2.86 %
Periodo de diseño	20 años
Población de diseño (a 20 años)	4113 habitantes
Dotación	95 Lts/hab./día
Consumo medio diario	390.74 m ³
Caudal medio	4.52 Litros/Seg.
Factor de día máximo	1.20
Caudal de día máximo	5.43 Litros/Seg.
Factor de hora máximo	2.00
Caudal de hora máximo	9.04 Litros/Seg.
Volumen de almacenamiento	195.37 m ³
Clima	templado
Q vivienda	0.019326

2.3.1.11 CÁLCULO DE DISEÑO HIDRÁULICO

TABLA II. DISEÑO HIDRÁULICO RED DE CAMPO DE FUTBOL

No. Tramos:	121
No. Nodos:	89
Factor hora máx.:	1
Máx. Pérdida/km.	20
Máx. Aproximación:	1.00E-05

Tramo No.	de Nodo	a Nodo	Longitud (m.)	Diámetro Int. (mm.)	Diámetro Nom. (plg.)	Coefficiente C	Q. pasa (l/s.)	Velocidad (m/s.)	Pérdida (m.) /km.	Pérdida Total (m.)
1	2	1	85.14	19	3/4	140	0.07	0.23 LO	5.07	0.43
2	3	2	6	25	1	140	0.16	0.33	7.08	0.04
3	4	3	72.25	25	1	140	0.18	0.37	8.82	0.64
4	5	4	6	25	1	140	0.11	0.23 LO	3.53	0.02
5	6	5	81.91	25	1	140	0.11	0.22 LO	3.36	0.28
6	7	6	60.89	25	1	140	0.24	0.50	14.99	0.91
7	8	5	62.45	25	1	140	0.20	0.40	10.01	0.63
8	9	4	62.42	25	1	140	0.19	0.38	9.20	0.57
9	10	3	60.57	25	1	140	0.15	0.31	6.35	0.38
10	11	2	60.45	19	3/4	140	0.08	0.27	6.77	0.41
11	12	1	58.7	19	3/4	140	0.09	0.31	8.75	0.51
12	11	12	83.34	25	1	140	0.12	0.24	3.93	0.33
13	10	11	6	32	1 1/4	140	0.20	0.24	2.99	0.02
14	9	10	71.28	32	1 1/4	140	0.41	0.51	11.60	0.83
15	8	9	6	38	1 1/2	140	0.65	0.58	12.03	0.07
16	7	8	86.34	50	2	140	0.96	0.49	6.51	0.56
17	20	7	115.09	75	3	140	2.19	0.50	4.11	0.47
18	21	19	109.13	100	4	140	3.52	0.45	2.44	0.27
19	22	20	90.46	75	3	140	2.28	0.52	4.46	0.40
20	23	21	85.29	100	4	140	3.57	0.46	2.51	0.21
21	23	22	6	75	3	140	2.28	0.52	4.46	0.03
22	24	23	30.73	100	4	140	5.86	0.75	6.27	0.19
23	89	24	34.62	100	4	140	5.86	0.75	6.27	0.22
24	7	18	6	50	2	140	0.73	0.37	3.87	0.02
26	15	12	6	25	1	140	0.16	0.33	7.15	0.04
27	14	13	132.94	25	1	140	0.12	0.25	4.08	0.54
28	15	14	6	25	1	140	0.11	0.22	3.20	0.02
29	16	15	159.92	32	1 1/4	140	0.29	0.37	6.35	1.02
30	18	17	87.09	25	1	140	0.16	0.33	6.86	0.60
31	19	44	62.37	100	4	140	3.34	0.43	2.22	0.14
32	18	26	55.96	50	2	140	0.57	0.29	2.45	0.14
33	27	17	53.43	19	3/4	140	0.07	0.25	5.95	0.32
34	28	16	42	38	1 1/2	140	0.35	0.31	3.84	0.16
35	29	15	47.55	32	1 1/4	140	0.28	0.35	5.99	0.28
36	30	14	60.31	25	1	140	0.15	0.31	6.10	0.37
37	31	13	65.42	19	3/4	140	0.07	0.26	6.04	0.39
38	35	31	137.75	38	1 1/2	140	0.34	0.30	3.53	0.49
39	28	29	154.16	38	1 1/2	140	0.44	0.39	5.79	0.89
40	27	91	6	60	2 1/2	140	2.50	0.89	15.65	0.09
41	26	27	88.75	50	2	140	0.45	0.23	1.60	0.14
42	42	27	6	60	2 1/2	140	2.24	0.79	12.74	0.08
43	37	28	6	38	1 1/2	140	0.79	0.70	17.19	0.10
44	31	32	6	25	1	140	0.23	0.46	12.92	0.08
45	33	32	49.3	25	1	140	0.13	0.26	4.61	0.23
46	34	33	95.66	38	1 1/2	140	0.33	0.29	3.46	0.33
47	36	34	9.04	50	2	140	0.85	0.43	5.14	0.05
48	36	30	6	50	2	140	0.49	0.25	1.84	0.01
49	37	36	153.53	60	2 1/2	140	1.49	0.53	5.99	0.92
50	91	38	21.72	25	1	140	0.22	0.45	12.59	0.27
51	38	39	51.11	25	1	140	0.18	0.37	8.84	0.45
52	39	40	6	19	3/4	140	0.09	0.31	8.44	0.05
53	40	41	50.81	19	3/4	140	0.07	0.24	5.30	0.27
54	43	42	88.98	75	3	140	2.59	0.59	5.63	0.50
55	44	43	6	100	4	140	2.86	0.36	1.66	0.01
56	44	47	49.98	25	1	140	0.27	0.55	18.13	0.91
57	43	49	52.49	25	1	140	0.27	0.55	17.78	0.93
58	42	50	60.76	25	1	140	0.22	0.44	11.98	0.73
59	51	41	38.16	19	3/4	140	0.11	0.38	12.26	0.47
60	34	52	69.77	38	1 1/2	140	0.52	0.46	7.81	0.54
61	30	35	8.26	38	1 1/2	140	0.34	0.30	3.53	0.03
63	33	55	56.54	25	1	140	0.18	0.38	8.90	0.50
64	32	56	58.61	25	1	140	0.24	0.49	14.34	0.84

Tramo No.	de	a	Longitud (m.)	Diámetro Int. (mm.)	Diámetro Nom. (plg.)	Coefficiente C	Q. pasa (l/s.)	Velocidad (m/s.)	Pérdida (m.) /km.	Pérdida Total (m.)
65	55	56	49.76	25	1	140	0.21	0.43	11.34	0.56
67	52	55	95.16	25	1	140	0.10	0.21 LO	3.04	0.29
69	51	52	146.34	60	2 1/2	140	1.62	0.57	6.98	1.02
70	50	51	6	75	3	140	1.94	0.44	3.28	0.02
71	49	50	91.98	75	3	140	1.91	0.43	3.21	0.30
72	47	49	6	75	3	140	2.72	0.62	6.17	0.04
73	45	47	169.57	75	3	140	2.80	0.63	6.50	1.10
74	46	48	169.62	32	1 1/4	140	0.29	0.36	6.15	1.04
75	45	46	3	32	1 1/4	140	0.29	0.36	6.15	0.02
76	90	45	77.74	75	3	140	3.19	0.72	8.25	0.64
77	48	47	6	19	3/4	140	0.08	0.27 LO	6.64	0.04
78	49	65	6	50	2	140	1.02	0.52	7.20	0.04
79	52	60	6	60	2 1/2	140	1.99	0.70	10.26	0.06
80	56	57	6	25	1	140	0.35	0.72	29.44 HI	0.18
81	58	57	97.02	25	1	140	0.10	0.20 LO	2.73	0.26
82	59	58	6	32	1 1/4	140	0.23	0.29 LO	4.02	0.02
83	60	59	39.03	38	1 1/2	140	0.80	0.70	17.42	0.68
84	60	61	39.96	50	2	140	1.20	0.61	9.70	0.39
85	61	62	6	50	2	140	0.69	0.35	3.47	0.02
86	62	63	103.45	38	1 1/2	140	0.32	0.28 LO	3.14	0.32
87	65	64	91.68	38	1 1/2	140	0.33	0.29 LO	3.39	0.31
88	65	66	63.75	38	1 1/2	140	0.69	0.61	13.31	0.85
89	64	67	59.3	32	1 1/4	140	0.19	0.24 LO	2.94	0.17
90	63	68	59.69	25	1	140	0.24	0.49	14.35	0.86
91	62	69	59.31	32	1 1/4	140	0.37	0.46	9.76	0.58
92	61	70	60.49	32	1 1/4	140	0.43	0.54	12.97	0.78
93	59	71	62.66	32	1 1/4	140	0.49	0.61	16.37	1.03
94	58	72	62.88	25	1	140	0.13	0.27 LO	4.83	0.30
95	57	73	59.75	25	1	140	0.24	0.48	14.09	0.84
96	72	73	82.82	19	3/4	140	0.09	0.33	9.69	0.80
97	70	71	90.32	19	3/4	140	0.07	0.25 LO	5.91	0.53
98	69	68	104.24	19	3/4	140	0.07	0.25 LO	5.78	0.60
99	67	66	89.71	19	3/4	140	0.06	0.21 LO	4.05	0.36
100	66	81	6	38	1 1/2	140	0.65	0.57	11.98	0.07
101	69	78	6	32	1 1/4	140	0.26	0.32	5.11	0.03
102	70	77	6	32	1 1/4	140	0.32	0.40	7.52	0.05
103	73	74	6	25	1	140	0.23	0.47	13.77	0.08
104	74	75	80.03	19	3/4	140	0.07	0.26 LO	6.02	0.48
105	77	76	94.07	19	3/4	140	0.07	0.25 LO	5.64	0.53
106	78	79	104.31	25	1	140	0.12	0.25 LO	4.20	0.44
107	81	80	89.44	32	1 1/4	140	0.38	0.47	10.26	0.92
108	81	82	73.82	25	1	140	0.27	0.55	18.08	1.33
109	80	83	71.17	25	1	140	0.26	0.54	17.43	1.24
110	79	84	70.77	19	3/4	140	0.06	0.23 LO	4.89	0.35
111	78	85	60.52	19	3/4	140	0.14	0.49	20.01 HI	1.21
112	77	86	59.96	25	1	140	0.25	0.51	15.91	0.95
113	76	87	59.18	25	1	140	0.25	0.50	15.13	0.90
114	75	88	58.71	19	3/4	140	0.07	0.26 LO	6.02	0.35
115	74	88	106.57	19	3/4	140	0.08	0.29 LO	7.84	0.84
116	87	88	6	19	3/4	140	0.11	0.40	14.12	0.08
117	86	87	102.26	19	3/4	140	0.06	0.22 LO	4.62	0.47
118	86	85	6	19	3/4	140	0.09	0.33	9.53	0.06
119	84	85	104.97	19	3/4	140	0.06	0.21 LO	4.07	0.43
120	83	84	6	25	1	140	0.23	0.46	12.98	0.08
121	82	83	84.94	25	1	140	0.19	0.39	9.69	0.82
122	71	76	4.83	32	1 1/4	140	0.35	0.43	8.74	0.04
123	89	90	23.19	75	3	140	3.19	0.72	8.25	0.19
124	25	89	7.01	100	4	140	9.05	1.15	14.00	0.10
125	91	37	6.62	60	2 1/2	140	2.28	0.81	13.18	0.09

Nodo No.	Q. cons. (l/s.)	Cota Terreno	Cota Piezom.	Presión (m.c.a.)
1	-0.15	945.71	1006.08	60.37
2	-0.17	943.80	1006.51	62.71
3	-0.17	943.80	1006.55	62.75
4	-0.12	949.79	1007.19	57.40
5	-0.19	949.79	1007.21	57.42
6	-0.14	973.16	1007.49	34.33
7	-0.25	970.10	1008.40	38.30
8	-0.12	958.80	1007.84	49.04
9	-0.06	958.80	1007.76	48.96
10	-0.06	953.46	1006.94	53.48
11	0.00	953.46	1006.92	53.46

Nodo No.	Q. cons. (l/s.)	Cota Terreno	Cota Piezom.	Presión (m.c.a.)
12	-0.19	955.27	1006.59	51.32
13	-0.19	958.67	1006.07	47.40
14	-0.14	955.27	1006.62	51.35
15	-0.31	955.27	1006.64	51.37
16	-0.06	958.80	1007.65	48.85
17	-0.23	958.80	1007.78	48.98
18	0.00	970.10	1008.38	38.28
19	-0.17	970.10	1008.82	38.72
20	-0.10	990.61	1008.87	18.26
21	-0.06	990.61	1009.09	18.48
22	0.00	1001.47	1009.28	7.81
23	0.00	1001.47	1009.30	7.83
24	0.00	1006.08	1009.50	3.41
25 R	9.05	1009.81	1009.81	0.00
26	-0.12	965.72	1008.24	42.52
27	-0.12	958.69	1008.10	49.41
28	0.00	960.00	1007.81	47.81
29	-0.15	958.81	1006.92	48.11
30	0.00	959.13	1006.98	47.85
31	-0.04	960.21	1006.47	46.26
32	-0.12	960.21	1006.39	46.18
33	-0.02	959.63	1006.62	46.99
34	0.00	959.63	1006.95	47.32
35	0.00	959.13	1006.95	47.82
36	-0.15	958.81	1007.00	48.18
37	0.00	960.00	1007.92	47.92
38	-0.04	954.99	1007.73	52.74
39	-0.10	957.80	1007.28	49.48
40	-0.02	957.80	1007.23	49.43
41	-0.17	954.99	1006.96	51.97
42	-0.14	958.69	1008.17	49.48
43	0.00	965.72	1008.67	42.95
44	-0.21	965.72	1008.68	42.96
45	-0.10	990.73	1008.88	18.15
46	0.00	990.73	1008.86	18.13
47	-0.43	955.28	1007.78	52.50
48	-0.21	955.28	1007.82	52.54
49	-0.06	955.28	1007.74	52.46
50	-0.19	947.00	1007.45	60.44
51	-0.21	947.00	1007.43	60.43
52	-0.04	956.25	1006.40	50.15
55	-0.08	954.10	1006.11	52.01
56	-0.10	954.87	1005.55	50.68
57	-0.21	954.87	1005.37	50.50
58	0.00	953.80	1005.64	51.84
59	-0.08	953.80	1005.66	51.86
60	0.00	956.25	1006.34	50.09
61	-0.08	955.12	1005.95	50.83
62	0.00	955.12	1005.93	50.81
63	-0.08	947.00	1005.61	58.61
64	-0.14	947.00	1007.39	60.39
65	0.00	955.28	1007.70	52.42
66	-0.10	941.25	1006.85	65.60
67	-0.14	936.85	1007.21	70.36
68	-0.31	936.85	1004.75	67.90
69	-0.04	937.29	1005.36	68.06
70	-0.04	937.29	1005.17	67.88
71	-0.21	938.20	1004.64	66.44
72	-0.04	938.20	1005.33	67.13
73	-0.10	948.14	1004.53	56.39
74	-0.08	948.14	1004.45	56.31
75	0.00	938.20	1003.97	65.77
76	-0.17	938.20	1004.59	66.39
77	0.00	937.29	1005.13	67.83
78	0.00	937.29	1005.32	68.03
79	-0.06	936.85	1004.89	68.04
80	-0.12	936.85	1005.86	69.01
81	0.00	941.25	1006.78	65.53
82	-0.08	933.94	1005.44	71.50
83	-0.23	932.82	1004.62	71.80
84	-0.23	932.82	1004.54	71.72
85	-0.29	932.76	1004.11	71.35
86	-0.10	932.76	1004.17	71.41

Nodo No.	Q. cons. (l/s.)	Cota Terreno	Cota Piezom.	Presión (m.c.a.)
87	-0.19	935.44	1003.70	68.26
88	-0.27	935.44	1003.61	68.17
89	0.00	1007.55	1009.71	2.16
90	0.00	1008.45	1009.52	1.07
91	0.00	958.69	1008.00	49.31

2.3.2 Red de Cementerio

2.3.2.1 Población actual

- Número de viviendas: 471
- Población actual: 2355

2.3.2.2 Período de diseño:

El período de diseño que se utilizará será de 20 años.

2.3.2.3 Población futura

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

r = tasa de crecimiento (%; información proporcionada por el INE)

n = Período de diseño (años)

Pa = 2355

r = 2.86 %

n = 20 años

Pf = 4139 habitantes

2.3.2.4 Dotación

- Para servicios de conexión intradomicilares, con opción a varios grifos por vivienda: 90-170 litros.

2.3.2.5 Caudal medio diario (Qm)

$$Q_m = 95 * 4139 / 86400 = 4.55 \text{ litros / segundo}$$

2.3.2.6 Caudal máximo diario (CMD)

Se utilizará un factor de 1.2 para poblaciones futuras mayores de mil habitantes.

$$\text{CMD} = \text{factor de día máximo} * Q_m = \text{litros / segundo}$$

$$\text{CMD} = 1.2 * 4.55 = 5.46 \text{ litros /segundo}$$

$$\text{El aforo es de } 28.4+7.57+3.15 = 39.12 \text{ l/s}$$

Con lo que se demuestra que el aforo es mayor que el caudal máximo diario.

Caudal de bombeo

Hay tres líneas de conducción existentes, se realizó un aforo para saber el caudal de bombeo y el caudal de conducción con lo cual se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla III. Caudales de bombeo Red de Cementerio

Línea de impulsión/ conducción	Caudal de bombeo/conducción (Lts/seg.)	Horas de bombeo/conducción	Producción (Lts/seg.)
Ojo de agua	3.85	18	28.4
Diego Velásquez	1.62	18	7.57
Ojo de agua	0.62	24	3.15

Si se compara la producción de cada fuente, con el caudal de bombeo, se observará que este es menor, por lo tanto las fuentes si producen lo necesario para poder abastecer a este sector de la población.

2.3.2.7 Caudal máximo horario CHM

$$\text{CMH} = Q_m * 2 = \text{litros / segundo}$$

$$\text{CMH} = 4.55 * 2 = 9.10 \text{ litros / segundo}$$

2.3.2.8 Volumen de tanque de distribución

En este caso se tomará un 50%.

$$\text{Volumen} = 0.50 * Q_{md} = m^3$$

$$\text{Volumen} = 0.50 * (95 * 4139) / 1000 = 196.61 \text{ metros cúbicos.}$$

Actualmente existe un tanque de 310 metros cúbicos. Este tanque es semi enterrado. Con los datos obtenidos se determina que el tanque actual es suficiente para almacenar la cantidad de agua que se necesita.

2.3.2.9 Caudal de vivienda o Unitario

$Q_v = \text{caudal de distribución} / \# \text{ total de viviendas}$

$Q_v = 9.10 / 471 = 0.019 \text{ litros / segundo}$

2.3.2.10 BASES DE DISEÑO RED DE CEMENTERIO

Fuente	Pozo Perforado Ojo de agua
Aforo fuente	28.39 l/s
Fecha	noviembre 2003
Sistema	Bombeo
Caudal de bombeo	3.85 l/s
En 18 horas de bombeo produce	249.38 m ³
Fuente	Pozo Perforado Diego Velásquez
Aforo fuente	7.57 l/s
Fecha	noviembre 2003
Sistema	Bombeo
Caudal de bombeo	1.62 l/s
En 18 horas de bombeo produce	105.00 m ³
Fuente	Brote superficial Ojo de agua
Aforo fuente	1.01 l/s
Fecha	Noviembre 2003
Sistema	Gravedad
Caudal de conducción	0.62 l/s
En 24 horas de conducción produce	53.20 m ³
Producción total de cond. y bombeo	407.58 m ³
Servicio	Domiciliar
No. Conexiones actuales	471 Servicios
Poblacion actual	2355 habitantes
Tasa de crecimiento	2.86 %
Periodo de diseño	20 años
Población de diseño (a 20 años)	4139 habitantes
Dotación	95 Lts/hab./dia
Consumo medio diario	393.23 m ³
Caudal medio	4.55 Litros/Seg.
Factor de día máximo	1.20
Caudal de día máximo	5.46 Litros/Seg.
Factor de hora máximo	2.00
Caudal de hora máximo	9.10 Litros/Seg.
Volumen de almacenamiento	196.61 m ³
Clima	templado
Q vivienda	0.01933

2.3.2.11 CÁLCULO DE DISEÑO HIDRÁULICO

TABLA IV. DISEÑO HIDRÁULICO RED DE CEMENTERIO

No. Tramos:	127
No. Nodos:	91
Factor hora máx.:	1
Máx. Pérdida/km.:	20
Máx. Aproximación:	0.00001

Tramo No.	de Nodo	a Nodo	Longitud (m.)	Diámetro Int. (mm.)	Diámetro Nom. (plg.)	Coefficiente C	Q. pasa (l/s.)	Velocidad (m/s.)	Pérdida (m.) /km.	Pérdida Total (m.)
1	1	2	67.46	32	1 1/4	140	0.23	0.29 LO	4.09	0.28
2	2	3	6.01	25	1	140	0.16	0.33	7.03	0.04
3	3	4	20.46	25	1	140	0.12	0.25 LO	4.14	0.08
4	4	5	6.02	32	1 1/4	140	0.17	0.21 LO	2.21	0.01
5	5	6	80.61	32	1 1/4	140	0.35	0.44	8.89	0.72
6	6	7	6.03	32	1 1/4	140	0.40	0.50	11.43	0.07
7	7	8	89.47	32	1 1/4	140	0.29	0.35	6.02	0.54
8	8	9	6	32	1 1/4	140	0.29	0.37	6.39	0.04
9	9	10	49.39	32	1 1/4	140	0.30	0.37	6.56	0.32
10	10	11	6	25	1	140	0.24	0.50	14.93	0.09
11	11	12	78	25	1	140	0.21	0.42	10.99	0.86
12	13	12	58.32	19	3/4	140	0.06	0.23 LO	4.82	0.28
13	14	11	59.22	19	3/4	140	0.06	0.21 LO	4.17	0.25
14	15	10	59.75	19	3/4	140	0.06	0.21 LO	4.31	0.26
15	16	9	59.35	19	3/4	140	0.08	0.29 LO	7.50	0.45
16	17	8	59.62	19	3/4	140	0.09	0.31	8.40	0.50
17	18	7	58.43	32	1 1/4	140	0.17	0.21 LO	2.35	0.14
18	19	6	57.1	32	1 1/4	140	0.17	0.21 LO	2.24	0.13
19	20	5	60.28	32	1 1/4	140	0.28	0.35	5.92	0.36
20	21	4	60	32	1 1/4	140	0.33	0.42	8.06	0.48
21	22	3	50	25	1	140	0.11	0.23 LO	3.69	0.18
22	23	2	62.18	19	3/4	140	0.07	0.23 LO	5.01	0.31
23	24	1	62.84	32	1 1/4	140	0.29	0.36	6.19	0.39
24	24	23	63.54	25	1	140	0.14	0.29 LO	5.56	0.35
25	21	22	33.99	25	1	140	0.15	0.31	6.32	0.21
26	20	19	82.3	38	1 1/2	140	0.64	0.56	11.49	0.95
27	18	17	82.52	32	1 1/4	140	0.16	0.20 LO	2.12	0.18
28	17	16	6	32	1 1/4	140	0.48	0.59	15.63	0.09
29	16	15	46.25	32	1 1/4	140	0.40	0.49	11.06	0.51
30	15	14	6	25	1	140	0.26	0.53	16.71	0.10
31	14	13	79.71	25	1	140	0.20	0.41	10.32	0.82
32	34	17	6	32	1 1/4	140	0.48	0.60	15.72	0.09
33	31	20	6	50	2	140	0.92	0.47	5.96	0.04
34	30	21	6.12	38	1 1/2	140	0.49	0.43	7.01	0.04
35	27	24	6	38	1 1/2	140	0.43	0.38	5.62	0.03
36	26	25	78.86	19	3/4	140	0.08	0.28 LO	7.31	0.58
37	27	26	6	32	1 1/4	140	0.36	0.45	9.45	0.06
38	27	28	53.76	19	3/4	140	0.07	0.23 LO	5.04	0.27
39	29	30	33.38	25	1	140	0.11	0.22 LO	3.29	0.11
40	31	32	81.71	32	1 1/4	140	0.17	0.21 LO	2.37	0.19
41	33	34	82.48	25	1	140	0.20	0.41	10.29	0.85
42	35	34	63.19	32	1 1/4	140	0.40	0.49	11.05	0.70
43	36	33	65.09	25	1	140	0.16	0.33	7.13	0.46
44	37	32	65.19	32	1 1/4	140	0.33	0.41	7.74	0.50
45	38	31	66.07	50	2	140	1.13	0.58	8.74	0.58
46	39	30	56.82	38	1 1/2	140	0.50	0.44	7.23	0.41
47	39	29	67.33	25	1	140	0.13	0.26 LO	4.47	0.30
48	40	28	76.66	25	1	140	0.15	0.30 LO	5.86	0.45
49	42	27	62.13	50	2	140	0.88	0.45	5.52	0.34
50	26	43	62.02	19	3/4	140	0.11	0.39	13.05	0.81
51	44	25	62.02	32	1 1/4	140	0.17	0.21 LO	2.33	0.14
52	44	43	78.62	19	3/4	140	0.06	0.23 LO	4.79	0.38
53	42	41	64.25	19	3/4	140	0.04	0.14 LO	1.86	0.12
54	41	40	10.07	50	2	140	0.79	0.40	4.49	0.05
55	38	37	79.29	38	1 1/2	140	0.33	0.29 LO	3.35	0.27
56	36	35	79.79	25	1	140	0.17	0.35	7.70	0.61
57	52	35	8	32	1 1/4	140	0.38	0.47	10.26	0.08
58	51	36	6	32	1 1/4	140	0.33	0.41	8.03	0.05
60	41	38	6	50	2	140	1.54	0.78	15.39	0.09

Tramo No.	de Nodo	a Nodo	Longitud (m.)	Diámetro Int. (mm.)	Diámetro Nom. (plg.)	Coefficiente C	Q. pasa (l/s.)	Velocidad (m/s.)	Pérdida (m.) /km.	Pérdida Total (m.)
61	48	41	6	75	3	140	2.56	0.58	5.49	0.03
62	40	39	6	38	1 1/2	140	0.62	0.55	11.03	0.07
63	47	42	6	50	2	140	0.92	0.47	5.97	0.04
64	45	44	6	32	1 1/4	140	0.23	0.29 LO	4.19	0.03
65	46	45	79.09	32	1 1/4	140	0.39	0.48	10.69	0.85
66	47	48	99.47	32	1 1/4	140	0.12	0.15 LO	1.23	0.12
67	49	50	81.02	50	2	140	1.02	0.52	7.26	0.59
68	50	51	6	50	2	140	1.37	0.70	12.53	0.08
69	51	52	70.14	38	1 1/2	140	0.53	0.47	8.28	0.58
70	52	53	57.26	25	1	140	0.13	0.27 LO	4.88	0.28
71	51	54	59.15	38	1 1/2	140	0.51	0.45	7.55	0.45
72	55	50	59.07	32	1 1/4	140	0.35	0.44	8.81	0.52
73	56	49	52.84	75	3	140	1.26	0.28 LO	1.47	0.08
74	57	48	54.96	75	3	140	2.63	0.59	5.78	0.32
75	58	47	62.65	50	2	140	1.04	0.53	7.50	0.47
76	59	46	62.92	38	1 1/2	140	0.51	0.45	7.50	0.47
77	61	60	17.29	150	6	140	9.10	0.52	1.97	0.03
78	60	59	130.52	75	3	140	1.51	0.34	2.07	0.27
79	59	58	6	75	3	140	0.87	0.20 LO	0.75	0.00
80	58	57	80	75	3	140	1.99	0.45	3.44	0.28
81	56	55	85.64	50	2	140	0.47	0.24 LO	1.70	0.15
82	54	53	74.58	25	1	140	0.14	0.29 LO	5.54	0.41
83	53	69	6	25	1	140	0.10	0.21 LO	2.96	0.02
84	54	68	6	32	1 1/4	140	0.35	0.43	8.56	0.05
86	66	56	6	75	3	140	1.72	0.39	2.64	0.02
87	65	57	6	50	2	140	0.70	0.36	3.61	0.02
88	64	58	6	75	3	140	2.27	0.51	4.42	0.03
89	60	62	8	150	6	140	7.59	0.43	1.41	0.01
90	62	63	131.38	150	6	140	7.59	0.43	1.41	0.18
91	63	64	6	100	4	140	7.01	0.89	8.74	0.05
92	64	65	93.69	100	4	140	3.92	0.50	2.99	0.28
93	65	66	6	75	3	140	3.03	0.69	7.52	0.05
94	66	67	85.55	50	2	140	0.85	0.43	5.16	0.44
95	68	69	74.52	25	1	140	0.14	0.28 LO	5.09	0.38
96	69	70	59.6	25	1	140	0.10	0.21 LO	3.01	0.18
97	68	71	61.7	32	1 1/4	140	0.21	0.26 LO	3.39	0.21
98	67	72	61.91	50	2	140	0.81	0.41	4.73	0.29
99	66	73	62.13	38	1 1/2	140	0.46	0.40	6.26	0.39
100	65	74	62.22	25	1	140	0.15	0.31	6.41	0.40
101	64	75	60.96	50	2	140	0.81	0.42	4.77	0.29
102	63	91	116.32	38	1 1/2	140	0.25	0.22 LO	2.06	0.24
103	75	74	95.82	19	3/4	140	0.06	0.21 LO	4.05	0.39
104	73	72	83.64	19	3/4	140	0.06	0.21 LO	4.13	0.35
105	71	70	72.84	25	1	140	0.13	0.27 LO	4.80	0.35
106	70	81	8	25	1	140	0.10	0.20 LO	2.83	0.02
107	79	80	6	32	1 1/4	140	0.36	0.45	9.47	0.06
108	72	79	6	38	1 1/2	140	0.60	0.53	10.30	0.06
109	75	76	6	38	1 1/2	140	0.64	0.56	11.62	0.07
110	76	77	96.09	25	1	140	0.16	0.33	7.02	0.68
111	78	79	83.47	32	1 1/4	140	0.24	0.29 LO	4.21	0.35
112	80	81	71.76	25	1	140	0.23	0.47	13.71	0.98
113	83	82	6	25	1	140	0.13	0.26 LO	4.52	0.03
114	81	83	10.03	25	1	140	0.24	0.48	13.99	0.14
115	82	84	104.33	19	3/4	140	0.09	0.31	8.83	0.92
116	85	84	89.48	19	3/4	140	0.07	0.23 LO	5.01	0.45
118	83	85	57.81	19	3/4	140	0.09	0.31	8.66	0.50
119	80	86	66.61	19	3/4	140	0.13	0.47	18.31	1.22
120	79	87	66.38	25	1	140	0.24	0.49	14.39	0.96
121	78	88	67.16	19	3/4	140	0.11	0.37	12.25	0.82
122	77	89	67.39	25	1	140	0.16	0.33	7.02	0.47
123	76	90	70.09	38	1 1/2	140	0.32	0.29 LO	3.29	0.23
125	90	89	98.64	25	1	140	0.19	0.38	9.30	0.92
126	89	88	6	25	1	140	0.23	0.48	13.94	0.08
127	88	87	84.65	19	3/4	140	0.07	0.25 LO	5.72	0.48
129	86	85	64.48	19	3/4	140	0.07	0.26 LO	6.28	0.41
130	19	18	6	32	1 1/4	140	0.37	0.46	9.87	0.06
131	32	33	6	25	1	140	0.23	0.47	13.32	0.08
132	73	78	6	32	1 1/4	140	0.36	0.45	9.29	0.06

Nodo No.	Q. cons. (l/s.)	Cota Terreno	Cota Piezom.	Presión (m.c.a.)
1	-0.06	967.99	989.53	21.54
2	-0.14	948.07	989.253	41.18
3	-0.15	948.07	989.211	41.14
4	-0.29	943.62	989.127	45.51
5	-0.10	943.62	989.113	45.49
6	-0.12	942.26	988.397	46.14
7	-0.29	942.26	988.328	46.07
8	-0.08	950.54	987.789	37.25
9	-0.08	950.54	987.751	37.21
10	-0.12	954.55	987.427	32.88
11	-0.10	954.55	987.337	32.79
12	-0.27	945.71	986.48	40.77
13	-0.14	955.27	986.762	31.49
14	0.00	957.25	987.584	30.33
15	-0.08	957.25	987.685	30.43
16	0.00	958.67	988.196	29.53
17	-0.08	958.67	988.29	29.62
18	-0.04	952.08	988.465	36.39
19	-0.10	952.08	988.524	36.44
20	0.00	947.06	989.47	42.41
21	0.00	947.06	989.61	42.55
22	-0.04	952.93	989.396	36.47
23	-0.08	953.52	989.565	36.04
24	0.00	968.92	989.919	21.00
25	-0.25	982.12	989.319	7.20
26	-0.17	968.92	989.896	20.98
27	-0.02	968.92	989.952	21.03
28	-0.21	953.52	989.682	36.16
29	-0.02	952.93	989.763	36.83
30	-0.12	947.06	989.653	42.59
31	-0.04	947.06	989.506	42.45
32	-0.27	952.08	989.313	37.23
33	-0.19	952.08	989.233	37.15
34	-0.12	958.67	988.384	29.71
35	-0.15	960.21	989.083	28.87
36	0.00	961	989.697	28.70
37	0.00	961	989.817	28.82
38	-0.08	958.2	990.083	31.88
39	0.00	957.81	990.064	32.25
40	-0.02	957.81	990.13	32.32
41	-0.27	958.55	990.176	31.63
42	0.00	970.23	990.295	20.07
43	-0.17	970.23	989.086	18.86
44	0.00	985.36	989.463	4.10
45	-0.15	985.36	989.488	4.13
46	-0.12	970.23	990.334	20.10
47	0.00	970.23	990.331	20.10
48	-0.19	959.12	990.209	31.09
49	-0.23	958.55	990.409	31.86
50	0.00	961	989.82	28.82
51	0.00	961	989.745	28.75
52	-0.02	960.21	989.165	28.95
53	-0.17	954.87	988.886	34.02
54	-0.02	959.39	989.299	29.91
55	-0.12	959.39	990.341	30.95
56	0.00	964.91	990.487	25.58
57	-0.06	964.91	990.526	25.62
58	-0.12	970.29	990.801	20.51
59	-0.14	970.29	990.806	20.52
60	0.00	980.86	991.076	10.22
61 R	9.10	991.11	991.11	0.00
62	0.00	980.86	991.065	10.20
63	-0.33	970.29	990.88	20.59
64	0.00	970.29	990.828	20.54
65	-0.04	964.91	990.548	25.64
66	0.00	964.91	990.503	25.59
67	-0.04	959.39	990.061	30.67
68	0.00	959.39	989.247	29.86
69	-0.14	954.87	988.868	34.00
70	-0.14	948.14	988.688	40.55

Nodo No.	Q. cons. (l/s.)	Cota Terreno	Cota Piezom.	Presión (m.c.a.)
71	-0.08	957.68	989.0382	31.36
72	-0.27	957.68	989.7683	32.09
73	-0.04	963.72	990.1135	26.39
74	-0.21	963.72	990.1491	26.43
75	-0.12	959.41	990.5369	31.13
76	-0.15	959.41	990.4672	31.06
77	0.00	963.72	989.7922	26.07
78	-0.02	963.72	990.0577	26.34
79	-0.23	957.68	989.7065	32.03
80	0.00	957.68	989.6497	31.97
81	-0.10	945.64	988.6657	43.03
82	-0.04	944.94	988.4982	43.56
83	-0.02	945.64	988.5254	42.89
84	-0.15	935.44	987.5766	52.14
85	-0.10	936.58	988.0249	51.44
86	-0.06	936.58	988.4301	51.85
87	-0.31	937.95	988.751	50.80
88	-0.27	937.95	989.2351	51.29
89	-0.12	939.89	989.3188	49.43
90	-0.14	939.89	990.2364	50.35
91	-0.25	939.87	990.6407	50.77

2.4 Obras de arte, *para las dos redes*

2.4.1 Profundidad de zanja para colocación de tubería

- Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos o como señale el supervisor.

- Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo:

- En caminos de tránsito pesado, 1.20mts.
- En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano, 0.80mts.
- Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo, 0.60mts.

- El ancho de la zanja deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.

- El ancho de la zanja, así como las dimensiones de las ampliaciones, deberán ser aprobadas por el supervisor, tomando en cuenta el método de zanjeo y el tipo de tubería a instalarse. En general, el ancho de la zanja a ser cortada por métodos manuales deberá ser de 0.40 metros, más el diámetro exterior de la tubería.

- En este caso en particular se tendrá que romper pavimento para cruzar la tubería de un lado a otro de las calles. La forma de romper las calles también se hará de forma manual, con las herramientas respectivas.

2.4.2 Conexiones intradomiciliares

Se entiende por conexión intradomiciliar el servicio que permita la instalación de grifos o unidades dentro y fuera de una vivienda. Se construyen para centros urbanos en los cuales el sistema abastece al interior de la vivienda y a todos los servicios como duchas, inodoros, lava trastos, pilas, lavadoras, etc.

Para que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, se construyen inmediatas al cerco de las propiedades.

2.4.3 Anclajes de tubería:

En todos los puntos de cambios de dirección de las tuberías, se deberá hacer anclajes de dimensiones, peso y diseño tal que absorba el empuje producido por la presión interna en el punto de inflexión. Tales anclajes serán de mampostería o de concreto y deberán estar en firme contacto con la tubería o accesorio en el punto de inflexión.

Se podrá omitir tales anclajes, siempre que no se indique lo contrario en los planos o descripción, en el caso siguiente:

Tubería con uniones de tipo, capaz de absorber la tensión cuando estén enterradas a las profundidades normales de instalación.

2.5 Diámetro, tipo, clase de tubería y accesorios

El diámetro de las tuberías que se utiliza para el diseño hidráulico es el diámetro interno. Pero a nivel comercial se utiliza un diámetro nominal. Los dos tipos de diámetro se indican en los respectivos diseños.

La clase de la tubería se relaciona con la presión que resiste la tubería, el diámetro externo y el espesor de la pared. También en los diseños se indica la clase de tubería a utilizar.

El tipo de tubería se refiere al tipo de material con que fue hecha la tubería. Existen varios tipos: La tubería de PVC (cloruro de polivinilo), hierro fundido, acero, acero galvanizado. En este proyecto se utiliza solo tubería de PVC.

2.5.1 Prueba de Tuberías

Toda instalación deberá ser probada para resistencia y estanquedad, sometiéndola a presión interna por agua antes de hacer el relleno total de las zanjas. Se deberá rellenar previamente solo aquellas partes en que se necesita en soporte del suelo como anclaje de la tubería.

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua, después de rellenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 metros, a menos que lo autorice el supervisor. La presión a aplicar será tal que se consiga 99 PSI o la presión máxima de trabajo (determinada por la presión estática más de 20%) según la que sea mayor y por un período mínimo de 2 horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

2.5.2 Relleno de zanjas

Las zanjas de instalación de tubería, deberán ser rellenas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación.

2.5.3 Lavado y desinfección interior de la tubería

Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá procederse a lavarlas y desinfectarlas interiormente.

El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.

2.5.4 Válvulas de compuerta

Son dispositivos mecánicos de control que se utilizan tanto para cerrar, abrir o regular el flujo del agua.

2.6 ANALISIS DE COSTOS

2.6.1 PRESUPUESTO FINAL

Tabla V. PRESUPUESTO FINAL

No.	REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO EN QUETZALES	COSTO EN DOLARES
1	Red de distribución	m.l.	14,515.66	420,762.51	55,363.49
2	Conexiones intradomiciliares, (con contador)	unidad	939	448,086.94	58,958.81
3	Cajas para valvulas de control	unidad	25	30,508.52	4,014.28
4	Anclajes para tuberias de PVC	unidad	14	341.37	44.92
5	Herramientas	global	1	21,159.00	2,784.08
6	Hipoclorador de pastillas	servicio	1	1,425.00	187.50
7	Fletes	global	1	47,500.00	6,250.00
8	Mano de obra	global	1	528,750.00	69,572.37
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				Q1,498,533.34	\$197,175.44

El total del proyecto asciende a la cantidad de un millón cuatrocientos noventa y ocho mil quinientos treinta y tres quetzales con treinta y cuatro centavos

El total del proyecto asciende a la cantidad de ciento noventa y siete mil ciento setenta y cinco dolares con cuarenta y cuatro centavos de dólar.

Este presupuesto contiene el total de costos directos que se refieren a materiales y personal que trabajará en la obra, no se han contemplado los costos indirectos.

2.6.2 CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES

Tabla VI. LISTADO DE MATERIALES POR OBRA RED DE CAMPO DE FUTBOL

RED DE DISTRIBUCIÓN (7529.58 M.L.)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO Q.	COSTO TOTAL Q.
Cemento solvente	galon	14.00	334.34	4,680.76
Codo PVC 90° de 3/4"	unidad	4.00	2.11	8.44
Codo PVC 90° de 1"	unidad	9.00	5.23	47.07
Codo PVC 90° de 1 1/4"	unidad	4.00	6.65	26.60
Codo PVC 90° de 1 1/2"	unidad	3.00	7.41	22.23
Codo PVC 90° de 2"	unidad	2.00	11.38	22.76
Codo PVC 90° de 2 1/2"	unidad	1.00	52.98	52.98
Codo PVC 90° de 3"	unidad	2.00	39.83	79.66
Codo PVC 90° de 4"	unidad	1.00	71.14	71.14
Codo PVC 45° de 1 1/4"	unidad	2.00	8.19	16.38
Codo PVC 45° de 1 1/2"	unidad	1.00	10.57	10.57
Codo PVC 45° de 2"	unidad	2.00	13.40	26.80
Codo PVC 45° de 3"	unidad	2.00	51.05	102.10
Codo PVC 45° de 4"	unidad	2.00	91.08	182.16
Lija de agua No.60	pliego	34.00	6.25	212.50
Reductor Bushing PVC 1" x 3/4"	unidad	14.00	2.92	40.88
Reductor Bushing PVC 1 1/4" x 3/4"	unidad	3.00	4.93	14.79
Reductor Bushing PVC 1 1/4" x 1"	unidad	6.00	4.93	29.58
Reductor Bushing PVC 1 1/2" x 3/4"	unidad	1.00	5.05	5.05
Reductor Bushing PVC 1 1/2" x 1"	unidad	5.00	5.05	25.25
Reductor Bushing PVC 1 1/2" x 1 1/4"	unidad	4.00	5.05	20.20
Reductor Bushing PVC 2" x 1"	unidad	1.00	8.50	8.50
Reductor Bushing PVC 2" x 1 1/4"	unidad	1.00	8.50	8.50
Reductor Bushing PVC 2" x 1 1/2"	unidad	5.00	8.50	42.50
Reductor Bushing PVC 2 1/2" x 3/4"	unidad	1.00	21.50	21.50
Reductor Bushing PVC 2 1/2" x 1"	unidad	2.00	21.50	43.00
Reductor Bushing PVC 2 1/2" x 1 1/2"	unidad	2.00	21.50	43.00
Reductor Bushing PVC 2 1/2" x 2"	unidad	2.00	21.50	43.00
Reductor Bushing PVC 3" x 1"	unidad	1.00	40.19	40.19
Reductor Bushing PVC 3" x 2"	unidad	1.00	40.19	40.19
Reductor Bushing PVC 3" x 2 1/2"	unidad	2.00	40.19	80.38
Reductor Bushing PVC 4" x 1"	unidad	2.00	63.95	127.90
Reductor Bushing PVC 4" x 3"	unidad	1.00	63.95	63.95
Tapón Hembra PVC 1/2"	unidad	468.00	1.64	767.52
Tee PVC 3/4"	unidad	2.00	2.56	5.12
Tee PVC 1"	unidad	12.00	5.05	60.60
Tee PVC 1 1/4"	unidad	1.00	8.26	8.26
Tee PVC 1 1/2"	unidad	3.00	9.74	29.22
Tee PVC 2"	unidad	1.00	13.32	13.32
Tee PVC 2 1/2"	unidad	4.00	51.98	207.92
Tee PVC 3"	unidad	1.00	66.14	66.14
Tee PVC 4"	unidad	2.00	110.11	220.22
Tee PVC reductora 3/4" x 1/2"	unidad	111.00	4.76	528.36
			VAN:	8,167.19

			VIENEN:	8,167.19
Tee PVC reductora 1" x 1/2"	unidad	143.00	8.49	1,214.07
Tee PVC reductora 1" x 3/4"	unidad	4.00	8.49	33.96
Tee PVC reductora 1 1/4" x 1/2"	unidad	52.00	13.08	680.16
Tee PVC reductora 1 1/4" x 3/4"	unidad	6.00	13.08	78.48
Tee PVC reductora 1 1/4" x 1"	unidad	4.00	13.08	52.32
Tee PVC reductora 1 1/2" x 1/2"	unidad	43.00	15.72	675.96
Tee PVC reductora 1 1/2" x 3/4"	unidad	1.00	15.72	15.72
Tee PVC reductora 1 1/2" x 1"	unidad	1.00	15.72	15.72
Tee PVC reductora 1 1/2" x 1 1/4"	unidad	2.00	15.72	31.44
Tee PVC reductora 2" x 1/2"	unidad	28.00	22.90	641.20
Tee PVC reductora 2" x 1"	unidad	2.00	22.90	45.80
Tee PVC reductora 2" x 1 1/4"	unidad	2.00	22.90	45.80
Tee PVC reductora 2" x 1 1/2"	unidad	2.00	22.90	45.80
Tee PVC reductora 2 1/2" x 1/2"	unidad	16.00	42.06	672.96
Tee PVC reductora 2 1/2" x 1 1/2"	unidad	1.00	42.06	42.06
Tee PVC reductora 2 1/2" x 2"	unidad	2.00	42.06	84.12
Tee PVC reductora 3" x 1/2"	unidad	51.00	75.99	3,875.49
Tee PVC reductora 3" x 3/4"	unidad	2.00	75.99	151.98
Tee PVC reductora 3" x 1"	unidad	4.00	75.99	303.96
Tee PVC reductora 3" x 1 1/4"	unidad	1.00	75.99	75.99
Tee PVC reductora 3" x 2"	unidad	2.00	75.99	151.98
Tee PVC reductora 4" x 1/2"	unidad	24.00	102.99	2,471.76
Tee PVC reductora 4" x 3"	unidad	1.00	102.99	102.99
Tubos PVC 250 PSI de 3/4"	unidad	278.00	27.31	7,592.18
Tubos PVC 160 PSI de 1"	unidad	394.00	34.59	13,628.46
Tubos PVC 160 PSI de 1 1/4"	unidad	153.00	46.68	7,142.04
Tubos PVC 160 PSI de 1 1/2"	unidad	155.00	61.28	9,498.40
Tubos PVC 160 PSI de 2"	unidad	58.50	95.33	5,576.80
Tubos PVC 160 PSI de 2 1/2"	unidad	61.50	139.73	8,593.39
Tubos PVC 160 PSI de 3"	unidad	127.00	206.83	26,267.41
Tubos PVC 160 PSI de 4"	unidad	63.50	342.04	21,719.54
Wipe	libra	30.00	9.50	285.00
Arena de río	m ³	96.00	250.00	24,000.00
Cemento portland 4000 PSI	sacos	1,392.00	36.00	50,112.00
Piedrín	m ³	96.00	230.00	22,080.00
Agua	tonel	84.00	5.00	420.00
SUB TOTAL :				216,592.13

468 CONEXIONES INTRADOMICILIARES CON CONTADOR				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO Q.	COSTO TOTAL TOTAL Q.
Adaptador Hembra PVC de 1/2"	unidad	468.00	1.92	898.56
Adaptador Macho PVC de 1/2"	unidad	1,404.00	1.02	1,432.08
Cemento solvente	galon	7.74	334.34	2,586.29
Codo PVC 90° de 1/2"	unidad	936.00	1.15	1,076.40
Llave de paso de 1/2"	unidad	468.00	41.00	19,188.00
Medidor de agua de 1/2"	unidad	468.00	200.00	93,600.00
Teflón de 1/2"	rollos	468.00	5.50	2,574.00
Tubos PVC 315 PSI de 1/2"	unidad	468.00	21.48	10,052.64
Válvula de globo de 1/2"	unidad	468.00	40.00	18,720.00
Codo PVC con rosca a 90° de 1/2"	unidad	468.00	2.27	1,062.36
Niple HG. 1/2" x 1.50 mts.	unidad	468.00	30.00	14,040.00
Niple HG. 1/2" x 0.30 mts.	unidad	468.00	8.50	3,978.00
Codo HG 90° de 1/2"	unidad	468.00	2.00	936.00
Copla HG de 1/2"	unidad	468.00	2.40	1,123.20
LLave de chorro de 1/2"	unidad	468.00	36.00	16,848.00
Caja de concreto prefabricada	unidad	471.00	75.00	35,325.00
SUB TOTAL				223,440.53

14 ANCLAJES PARA TUBERIAS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO Q.	COSTO TOTAL Q.
Arena de río	m ³	0.12	250.00	30.00
Cemento portland 4000 PSI	sacos	1.24	36.00	44.64
Clavo de 3"	libra	1.49	3.50	5.21
Madera en tabla	pie tabla	4.95	3.50	17.32
Piedra caliza	m ³	0.37	200.00	74.00
Piedrín	m ³	0.74	230.00	170.20
SUB TOTAL				341.37

13 CAJAS PARA VÁLVULAS DE CONTROL				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO Q.	COSTO TOTAL Q.
Adaptador Macho PVC de 3/4"	unidad	2.00	1.92	3.84
Adaptador Macho PVC de 1"	unidad	12.00	3.95	47.40
Adaptador Macho PVC de 1 1/2"	unidad	2.00	5.36	10.72
Adaptador Macho PVC de 2"	unidad	2.00	7.87	15.74
Adaptador Macho PVC de 2 1/2"	unidad	2.00	20.76	41.52
Adaptador Macho PVC de 3"	unidad	2.00	29.69	59.38
Adaptador Macho PVC de 4"	unidad	4.00	41.93	167.72
Alambre de amarre	libras	8.78	4.50	39.48
Arena de río	m ³	1.95	250.00	487.50
Candados de 60 mm	unidad	13.00	85.00	1,105.00
Cemento portland 4000 PSI	sacos	32.50	36.00	1,170.00
Cemento solvente	galon	0.39	334.34	130.39
Clavo de 3"	libras	26.00	3.50	91.00
Varillas de Hierro corrugado grado 40 No. 3	unidad	16.25	18.08	293.80
Varillas de Hierro corrugado grado 40 No. 4	unidad	4.88	31.33	152.73
Varillas de Hierro liso grado 40 No. 2	unidad	9.75	7.83	76.34
Madera en parales	pietabla	143.00	3.50	500.50
Madera en tabla	pietabla	325.00	3.50	1,137.50
Tubo PVC. 250 PSI de 3/4"	unidad	3.25	27.31	88.75
Piedra caliza	m ³	16.90	200.00	3,380.00
Piedrín	m ³	3.90	230.00	897.00
Teflón de 1"	rollo	26.00	8.00	208.00
Válvula de compuerta de 3/4" Br. E.R	unidad	1.00	30.00	30.00
Válvula de compuerta de 1" Br. E.R	unidad	6.00	50.00	300.00
Válvula de compuerta de 1 1/2" Br. E.R	unidad	1.00	100.00	100.00
Válvula de compuerta de 2" Br. E.R	unidad	1.00	190.00	190.00
Válvula de compuerta de 2 1/2" Br. E.R	unidad	1.00	300.00	300.00
Válvula de compuerta de 3" Br. E.R	unidad	1.00	450.00	450.00
Válvula de compuerta de 4" Br. E.R	unidad	2.00	850.00	1,700.00
SUB TOTAL				13,174.31

TOTAL DE MATERIALES	453,548.34
----------------------------	-------------------

LISTADO DE MATERIALES POR OBRA
RED DE CEMENTERIO

Tabla VII. LISTADO DE MATERIALES POR OBRA RED DE CEMENTERIO

RED DE DISTRIBUCIÓN (6986.08 M.L.)				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO Q.	COSTO TOTAL Q.
Cemento solvente	galon	14.00	334.34	4,680.76
Codo PVC 90° de 3/4"	unidad	4.00	2.11	8.44
Codo PVC 90° de 1"	unidad	9.00	5.23	47.07
Codo PVC 90° de 1 1/4"	unidad	4.00	6.65	26.60
Codo PVC 90° de 1 1/2"	unidad	3.00	7.41	22.23
Codo PVC 90° de 2"	unidad	2.00	11.38	22.76
Codo PVC 90° de 3"	unidad	1.00	39.83	39.83
Codo PVC 90° de 6"	unidad	1.00	403.58	403.58
Codo PVC 45° de 3/4"	unidad	1.00	4.93	4.93
Codo PVC 45° de 1"	unidad	2.00	6.32	12.64
Codo PVC 45° de 1 1/2"	unidad	1.00	10.57	10.57
Codo PVC 45° de 2"	unidad	2.00	13.40	26.80
Codo PVC 45° de 3"	unidad	1.00	51.05	51.05
Lija de agua No.60	pliego	34.00	6.25	212.50
Reductor Bushing PVC 1" x 3/4"	unidad	9.00	2.92	26.28
Reductor Bushing PVC 1 1/4" x 3/4"	unidad	3.00	4.93	14.79
Reductor Bushing PVC 1 1/4" x 1"	unidad	9.00	4.93	44.37
Reductor Bushing PVC 1 1/2" x 1"	unidad	3.00	5.05	15.15
Reductor Bushing PVC 1 1/2" x 1 1/4"	unidad	7.00	5.05	35.35
Reductor Bushing PVC 2" x 1"	unidad	1.00	8.50	8.50
Reductor Bushing PVC 2" x 1 1/4"	unidad	3.00	8.50	25.50
Reductor Bushing PVC 2" x 1 1/2"	unidad	3.00	8.50	25.50
Reductor Bushing PVC 3" x 1 1/2"	unidad	1.00	40.19	40.19
Reductor Bushing PVC 3" x 2"	unidad	2.00	40.19	80.38
Reductor Bushing PVC 4" x 3"	unidad	1.00	63.95	63.95
Reductor Bushing PVC 6" x 4"	unidad	1.00	186.61	186.61
Tapón Hembra PVC 1/2"	unidad	471.00	1.64	772.44
Tapón Hembra PVC 1 1/2"	unidad	1.00	5.05	5.05
Tee PVC 3/4"	unidad	1.00	2.56	2.56
Tee PVC 1"	unidad	8.00	5.05	40.40
Tee PVC 1 1/4"	unidad	8.00	8.26	66.08
Tee PVC 1 1/2"	unidad	1.00	9.74	9.74
Tee PVC 2"	unidad	1.00	13.32	13.32
Tee PVC 3"	unidad	3.00	66.14	198.42
Tee PVC reductora 3/4" x 1/2"	unidad	84.00	4.76	399.84
Tee PVC reductora 1" x 1/2"	unidad	113.00	8.49	959.37
Tee PVC reductora 1" x 3/4"	unidad	3.00	8.49	25.47
Tee PVC reductora 1 1/4" x 1/2"	unidad	123.00	13.08	1,608.84
Tee PVC reductora 1 1/4" x 3/4"	unidad	10.00	13.08	130.80
Tee PVC reductora 1 1/4" x 1"	unidad	4.00	13.08	52.32
Tee PVC reductora 1 1/2" x 1/2"	unidad	52.00	15.72	817.44
Tee PVC reductora 1 1/2" x 3/4"	unidad	1.00	15.72	15.72
Tee PVC reductora 1 1/2" x 1"	unidad	6.00	15.72	94.32
Tee PVC reductora 1 1/2" x 1 1/4"	unidad	4.00	15.72	62.88
Tee PVC reductora 2" x 1/2"	unidad	46.00	22.90	1,053.40
Tee PVC reductora 2" x 3/4"	unidad	5.00	22.90	114.50
Tee PVC reductora 2" x 1 1/4"	unidad	4.00	22.90	91.60
Tee PVC reductora 2" x 1 1/2"	unidad	5.00	22.90	114.50
Tee PVC reductora 3" x 1/2"	unidad	25.00	75.99	1,899.75
Tee PVC reductora 3" x 1 1/4"	unidad	1.00	75.99	75.99
Tee PVC reductora 3" x 1 1/2"	unidad	2.00	75.99	151.98
Tee PVC reductora 3" x 2"	unidad	3.00	75.99	227.97
Tee PVC reductora 4" x 1/2"	unidad	7.00	102.99	720.93
Tee PVC reductora 4" x 1"	unidad	1.00	102.99	102.99
Tee PVC reductora 4" x 2"	unidad	2.00	102.99	205.98
Tee PVC reductora 4" x 3"	unidad	1.00	102.99	102.99
Abrazadera domiciliar 6" x 1/2"	unidad	21.00	207.32	4,353.72
			VAN:	20,627.64

			VIENEN:	20,627.64
Tee PVC reductora 6" x 3"	unidad	2.00	573.21	1,146.42
Tubos PVC 250 PSI de 3/4"	unidad	263.00	27.31	7,182.53
Tubos PVC 160 PSI de 1"	unidad	301.00	34.59	10,411.59
Tubos PVC 160 PSI de 1 1/4"	unidad	275.00	46.68	12,837.00
Tubos PVC 160 PSI de 1 1/2"	unidad	131.00	61.28	8,027.68
Tubos PVC 160 PSI de 2"	unidad	115.00	95.33	10,962.95
Tubos PVC 160 PSI de 3"	unidad	67.00	206.83	13,857.61
Tubos PVC 160 PSI de 4"	unidad	19.00	342.04	6,498.76
Tubos PVC 160 PSI de 6"	unidad	30.00	741.04	22,231.20
Wipe	libra	30.00	9.50	285.00
Arena de río	m ³	90.00	250.00	22,500.00
Cemento portland 4000 PSI	sacos	1,292.00	36.00	46,512.00
Piedrín	m ³	90.00	230.00	20,700.00
Agua	tonel	78.00	5.00	390.00
SUB TOTAL				204,170.38

471 CONEXIONES INTRADOMICILIARES CON CONTADOR				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO Q.	COSTO TOTAL TOTAL Q.
Adaptador Hembra PVC de 1/2"	unidad	471.00	1.92	904.32
Adaptador Macho PVC de 1/2"	unidad	1,413.00	1.02	1,441.26
Cemento solvente	galon	7.79	334.34	2,602.88
Codo PVC 90° de 1/2"	unidad	942.00	1.15	1,083.30
Llave de paso de 1/2"	unidad	471.00	41.00	19,311.00
Medidor de agua de 1/2"	unidad	471.00	200.00	94,200.00
Teflón de 1/2"	rollos	471.00	5.50	2,590.50
Tubos PVC 315 PSI de 1/2"	unidad	471.00	21.48	10,117.08
Válvula de globo de 1/2"	unidad	471.00	40.00	18,840.00
Codo PVC con rosca a 90° de 1/2"	unidad	471.00	2.27	1,069.17
Niple HG. 1/2" x 1.50 mts.	unidad	471.00	30.00	14,130.00
Niple HG. 1/2" x 0.30 mts.	unidad	471.00	8.50	4,003.50
Codo HG 90° de 1/2"	unidad	471.00	2.00	942.00
Copla HG de 1/2"	unidad	471.00	2.40	1,130.40
LLave de chorro de 1/2"	unidad	471.00	36.00	16,956.00
Caja de concreto prefabricada	unidad	471.00	75.00	35,325.00
SUB TOTAL				224,646.41

12 CAJAS PARA VÁLVULAS DE CONTROL				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO Q.	COSTO TOTAL Q.
Adaptador Macho PVC de 1"	unidad	2.00	3.95	7.90
Adaptador Macho PVC de 1 1/4"	unidad	4.00	4.05	16.20
Adaptador Macho PVC de 1 1/2"	unidad	4.00	5.36	21.44
Adaptador Macho PVC de 2"	unidad	4.00	7.87	31.48
Adaptador Macho PVC de 3"	unidad	6.00	29.69	178.14
Adaptador Macho PVC de 6"	unidad	4.00	220.82	883.28
Alambre de amarre	libras	8.10	4.50	36.45
Arena de río	m ³	1.80	160.00	288.00
Candados de 60 mm	unidad	12.00	85.00	1,020.00
Cemento portland 4000 PSI	sacos	30.00	36.00	1,080.00
Cemento solvente	galon	0.36	334.34	120.36
Clavo de 3"	libras	24.00	3.50	84.00
Varillas de Hierro corrugado grado 40 No. 3	unidad	15.00	18.08	271.20
Varillas de Hierro corrugado grado 40 No. 4	unidad	4.50	18.08	81.36
Varillas de Hierro liso grado 40 No. 2	unidad	9.00	7.83	70.47
Madera en parales	pietabla	132.00	3.50	462.00
Madera en tabla	pietabla	300.00	3.50	1,050.00
Tubo PVC. 250 PSI de 3/4"	unidad	3.00	27.31	81.93
Piedra caliza	m ³	15.60	200.00	3,120.00
Piedrín	m ³	3.60	230.00	828.00
Teflón de 1"	rollo	24.00	8.00	192.00
Valvula de compuerta de 1" Br. E.R	unidad	1.00	50.00	50.00
Válvula de compuerta de 1 1/4" Br. E.R	unidad	2.00	65.00	130.00
Válvula de compuerta de 1 1/2" Br. E.R	unidad	2.00	100.00	200.00
Válvula de compuerta de 2" Br. E.R	unidad	2.00	190.00	380.00
Válvula de compuerta de 3" Br. E.R	unidad	3.00	450.00	1,350.00
Válvula de compuerta de 6" Br. E.F	unidad	2.00	2,650.00	5,300.00
SUB TOTAL				17,334.21

TOTAL DE MATERIALES	447,576.00
----------------------------	-------------------

Tabla VIII. LISTADO DE HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

PRESUPUESTO DE HERRAMIENTAS				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
Piocha con cabo	unidad	60	40.00	2,400.00
Pala punta redonda con cabo	unidad	25	36.00	900.00
Pala punta cuadrada con cabo	unidad	16	36.00	576.00
Azadon tipo mediano con cabo	unidad	13	40.00	520.00
Barretas de 6 pie	unidad	28	125.00	3,500.00
Llave de tubo de 24"	unidad	8	950.00	7,600.00
Llave de tubo de 18"	unidad	8	175.00	1,400.00
LLave de tubo de 12"	unidad	8	80.00	640.00
Llave ajustable (cangrejo) No. 10	unidad	8	46.00	368.00
Serrucho Profesional de 22"	unidad	4	45.00	180.00
Tenaza No. 6	unidad	3	15.00	45.00
Almadana 12 lbs.	unidad	20	78.00	1,560.00
Cubeta concretera	unidad	20	7.50	150.00
Martillo de carpintero 29 mm	unidad	8	35.00	280.00
Cuchara para albañileria, tipo mediana	unidad	20	18.00	360.00
Toneles	unidad	12	50.00	600.00
Trepano	unidad	1	80.00	80.00
TOTAL				21,159.00

Tabla IX. FLETES

FLETES PARA MATERIALES LOCALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Acarreo de Ripio	fletes	145	300.00	43,500.00
SUB TOTAL				43,500.00

2.6.3 CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA

Tabla X. CUANTIFICACIÓN DE MANO DE OBRA

MANO DE OBRA NO CALIFICADA

DESCRIPCIÓN	No. PERSONAS	TIEMPO (meses)	PAGO Q.	TOTAL Q.
Corte de concreto en banquetas y zanjeo				
Peones	10	3	1300.00	39000.00
Corte de concreto de calles y zanjeo				
Peones	10	3	1300.00	39000.00
instalación de tuberías				
Peones	4	5	1300.00	26000.00
instalación de conexiones domiciliarias				
peones	4	6	1300.00	31200.00
ayudantes de albañil	4	6	1600.00	38400.00
instalación de cajas de válvulas				
ayudantes de albañil	4	5.5	1600.00	35200.00
Construcción de Anclajes				
ayudantes de albañil	2	0.5	1600.00	1600.00
Relleno de zanjas				
ayudantes de albañil	4	3.5	1600.00	22400.00
Instalaciones finales				
peones	4	1	1300.00	5200.00
SUB TOTAL				238000.00

MANO DE OBRA CALIFICADA

DESCRIPCIÓN	No. PERSONAS	TIEMPO (meses)	PAGO Q.	TOTAL Q.
instalación de tuberías				
fontaneros	4	5	2500.00	50000.00
instalación de conexiones domiciliarias				
fontaneros	4	6	2500.00	60000.00
albañiles	3	6	2500.00	45000.00
instalación de cajas de válvulas				
albañiles	2	5.5	2500.00	27500.00
Construcción de Anclajes				
albañiles	1	0.5	2500.00	1250.00
Relleno de zanjas				
albañiles	2	3.5	2500.00	17500.00
Prueba de tubería				
fontaneros	4	0.5	2500.00	5000.00
Instalaciones finales e hipoclorador				
fontaneros	5	1	2500.00	12500.00
SUB TOTAL				218750.00

DESCRIPCIÓN	No. PERSONAS	TIEMPO (meses)	PAGO Q.	TOTAL Q.
ingeniero residente	1	8	6000.00	48000.00
Maestro de obras	1	8	3000.00	24000.00
SUB TOTAL				72000.00

Total de mano de obra				528750.00
------------------------------	--	--	--	------------------

2.7 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

Tabla XI. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

PROYECTO DE AGUA DEL CENTRO URBANO DE LA CABECERA DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

ACTIVIDAD	MES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1 Zanjeo	X	X	X	X				
2 Corte de calles		X	X	X				
3 instalación de tuberías		X	X	X	X			
4 instalación de conexiones domiciliarias		X	X	X	X	X	X	
5 instalación de cajas de válvulas		X	X	X	X	X		
6 Construcción de Anclajes	X							
7 Relleno de zanjas				X	X	X	X	
8 Prueba de tubería				X	X	X	X	X
9 Instalaciones finales								X

2.8 SISTEMA TARIFARIO

Se deben tomar en cuenta varios factores para poder determinar este sistema: costo de la energía mensualmente en Kw (kilowatts) y el costo del mantenimiento correctivo y preventivo y cantidad de servicios.

Costo de Kw por hora: Q. 1.5
No. De casas 939

1 HP = 0.7457 kw

Costo de electricidad mensual: $0.7457 * potencia * horas \text{ de bombeo} * 30 \text{ días}$

FUENTE	1 HP 0.7457 Kw	POTENCIA HP	HORAS BOMBEO	DIAS	TOTAL Kw	Q / Kw	TOTAL Q.
Ojo de Agua	0.7457	40	18	30	16107.12	1.5	24160.68
Diego Velásquez	0.7457	60	18	30	24160.68	1.5	36241.02
Los Bomberos	0.7457	25	18	30	10066.95	1.5	15100.42
El Rastro	0.7457	25	17	30	9507.67	1.5	14261.5
TOTAL					59842.42		89763.62

Los operarios trabajarán ocho días al mes (dos días por semana), por cada día se pagará Q. 75.00

Costo de Operarios: $8 \text{ días} * 2 \text{ operarios} * Q.75.00 : Q. 1200.00$

Por lo tanto:

Energía mensual	Q.	89763.62
Fontaneros	Q.	1200.00
Mantenimiento	Q.	5000.00
Costo total	Q.	95963.62
Cuota por vivienda	Q.	102.19

Esta cuota por vivienda es la división del costo total y el número de servicios. El pago mensual por cada vivienda será de Q. 102.19. Este servirá para cubrir los salarios mínimos de los colaboradores encargados de la operación y el mantenimiento. Se incluye el gasto de energía eléctrica que consume la bomba, así como un estimado de los gastos de repuestos que se necesiten.

3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Existen dos tipos de mantenimiento:

- a) Mantenimiento Preventivo.
- b) Mantenimiento Correctivo.

3.1 Mantenimiento Preventivo

Se entenderá como mantenimiento preventivo todas las acciones y actividades que se planifiquen y realicen para que no aparezcan daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua, éste se realizará con el propósito de disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.

Recomendaciones para dar mantenimiento a algunas partes del sistema.

En la captación de la fuente: Durante el invierno, se recomienda visitar la fuente de agua una vez al mes, esto se hará para detectar desperfectos y el estado de limpieza de la misma y para corregir algún problema encontrado, se limpiará la fuente de maleza y vegetación, tierra, piedra o cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o represente un peligro de contaminación del agua.

El tanque de captación deberá revisarse a cada dos meses teniendo cuidado que no existan rajaduras, filtraciones y que las tapaderas de visita estén en su respectivo lugar y en buen estado. Si existiera empozamiento de agua, deberá hacer canales de desagüe para drenar el agua y evitar contaminación. Al notar derrumbes o deslaves que afecten el tanque de captación o de almacenamiento el Comité deberá de actuar de forma inmediata.

Revisión de la Línea de Conducción:

- Observar si hay deslizamiento o hundimiento de la tierra.
- Ver si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.
- Abrir las válvulas de purga de lodo para evitar los sedimentos existentes.
- Verificar el buen estado y funcionamiento del flotador, de tal manera que permita la entrada de agua.

Revisión de válvulas:

- Revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las válvulas lentamente para evitar daño a la tubería debido a las altas presiones.
- Observar que no haya fuga ruptura o falta de limpiezas, si existieran deben separarse o cambiarse. Esta actividad se puede hacer cada tres meses.

Revisión al Tanque de Distribución:

- Es importante realizar inspecciones cada tres meses y observar que el tanque no tenga grietas o filtraciones

- Revisar que la escalera que conduce a la parte superior, se encuentre en buenas condiciones.
- Inspeccionar que la tapa de visita esté en buenas condiciones.
- Verificar que el tanque esté limpio y con suficiente agua.
- Vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución se encuentren en buen estado.

3.2 Mantenimiento Correctivo

Como mantenimiento correctivo se entiende todas aquellas acciones que se ejecuten para reparar daños en el equipo e instalaciones ya sean estos causados por accidentes o deterioro a causa del uso, dentro del mantenimiento correctivo se encuentran:

3.3 Reparaciones de tubería de PVC

Si en la tubería de PVC de media pulgada de la toma domiciliar existe fuga, hay que excavar 2 metros a la izquierda y 2 metros a la derecha, y luego hacer un niple con un traslape de 2 pulgadas. Eliminar el agua de la zanja y tubería (trabajar en seco), esperar media hora para hacer circular el agua y probar las presión en las uniones.

3.4 Otras Reparaciones

Para reparaciones complejas o más difíciles de realizar es necesario contar con fontaneros con un poco más de experiencia, por lo que se recomienda a los Comités de ser necesario coordinar con las Municipalidades o con UNEPAR-INFOM.

Herramientas básicas para la operación y mantenimiento de los sistemas de agua:

Palas, piochas, marcos para sierra, sierra para metales, llaves cangrejo de 18 pulgadas, llaves de tubo de diferentes medidas, tenazas, carretillas, tarrajas, martillo.

4. RIESGO Y VULNERABILIDAD EN PROYECTOS DE AGUA POTABLE

4.1 Concepto

El centro urbano de San Pedro Sacatepéquez cuenta con una densidad de población muy alta, tomando en cuenta que existen muchas fábricas y es visitada diariamente por un gran número de personas. Por lo que se puede decir que una falla en el sistema de agua potable podría ocasionar daños muy severos y muchas pérdidas económicas.

El abastecimiento de agua y el saneamiento dependen de infraestructuras necesarias para proteger el vital líquido de agentes extraños que lo vuelvan nocivo para la salud de las personas y poder conducir ese líquido lo más cerca posible del usuario en las cantidades requeridas. Algo similar sucede con la disposición de excretas, bien sea por letrinas o mediante sistemas de alcantarillados. Toda esa infraestructura está expuesta a quedar fuera de servicio después de un terremoto, una inundación u otros fenómenos naturales.

Es importante tomar en consideración la vulnerabilidad de estos servicios ante catástrofes; y antes que ocurra la desgracia es más favorable y económico tomar las medidas de mitigación a fin de que ante lo inevitable de un suceso natural, las consecuencias sean mínimas.

El reconstruir o rehabilitar infraestructura es mucho más costoso que desarrollar las medidas de mitigación. Debe ponerse mucha atención desde la etapa de la formulación de un proyecto de abastecimiento de agua a los elementos más vulnerables, como la fuente de captación y las líneas de conducción, que en el caso de los sismos producen el aterramiento y la ruptura siendo las causas principales para la interrupción de todo el servicio.

En esta comunidad no se lleva un registro de los desastres ocurridos anteriormente por lo cual se tendrán que tomar como base los que han ocurrido en zonas cercanas y en estudios típicos de comunidades ya que el hecho de que haya ocurrido un desastre una vez no significa que se tenga que repetir o que nunca haya ocurrido que tenga menos probabilidades de ocurrir.

4.2 Aplicación al proyecto a desarrollar

El análisis de vulnerabilidad demanda conocer y determinar lo siguiente:

- a- La organización institucional para el abastecimiento de agua potable y la administración local.
- b- La forma de operación de los sistemas.
- c- Los componentes del sistema y su funcionamiento.
- d- Las amenazas, sus características e impactos.
- e- La vulnerabilidad administrativa/funcional y física.
- f- Las medidas de mitigación para reducir la vulnerabilidad identificadas.

- a. La organización institucional para el abastecimiento de agua potable y la administración local.

Actualmente el sistema de agua potable es administrado por la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, teniendo esta un Departamento Técnico, que a su vez dirige el Departamento de Aguas.

Este Departamento de Aguas se ocupa de todo lo referido a Agua potable y drenajes. Con lo que respecta a agua potable se puede decir que por el momento su trabajo es formular y construir nuevos proyectos de distribución de agua a diferentes comunidades del municipio. También arreglando algunos problemas que existen con respecto al agua.

En el caso del centro urbano, se han dado algunas soluciones temporales pero la única solución definitiva es instalar de nuevo una red, ya que la anterior no tiene documentación como planos, tipos de tubería, modificaciones, etc.

- b. La forma de operación de los sistemas.

Actualmente el sistema esta sectorizado, distribuyendo el agua en el transcurso de los días de la semana. Algunos sectores reciben solamente 2 días a la semana este vital líquido. Se tomará en cuenta que en este sector existen muchas fábricas de textiles, viviendas y comercios, lo cual hace que el sistema no sea funcional. Tampoco existen contadores en los servicios.

Para que pueda funcionar el sistema actual se necesita que dos fontaneros estén manipulando las válvulas todos los días. De esta manera se logra sectorizar a la comunidad. Actualmente no existe un plan para emergencias.

c. Los componentes del sistema y su funcionamiento.

Fuentes subterráneas y bombeo: actualmente, las bombas que son del tipo sumergibles, funcionan correctamente con las horas de bombeo que se han indicado en capítulos anteriores. La instalación y el mantenimiento esta a cargo de PAISA. Es de vital importancia poner atención a esta parte del sistema por ser de mucha importancia y gran valor económico. Se deberá darles mantenimiento periódicamente para evitar malos usos, o problemas de funcionamiento, así como también llevar un historial del funcionamiento para evaluaciones del sistema o para dar capacitaciones a los operarios.

Fuente superficial: funciona correctamente. Las obras de arte están en buenas condiciones. La municipalidad es la encargada por si algún desastre la dañara o contaminara.

Líneas de impulsión:

Funcionan correctamente, estando las tuberías del campo de Fútbol enterradas y las del cementerio enterradas y expuestas en algunos tramos. En este caso se hacen recorridos periódicamente a las líneas de impulsión ya que existen personas las cuales se conectan ilícitamente, provocando que el caudal de conducción sea menor, haciendo bajar la línea piezométrica y la presión de llegada al tanque.

La municipalidad no posee los planos de las líneas de conducción.

Cloración:

Las casetas y el equipo de cloración funcionan correctamente. El tipo de cloración de las líneas de impulsión es de “cloro gas”. El mantenimiento de este equipo lo da la municipalidad. Las casetas son construcciones sólidas y están bajo candado.

Con respecto a la fuente superficial se colocará un hipoclorador de pastillas antes de que el agua ingrese al tanque. Como medida de seguridad el terreno donde se encuentra el tanque esta cercado.

Tanques:

En tanque de cementerio: en este lugar hay contruidos 2 tanques de agua, pero solo uno esta funcionando. Por el momento no es necesario que funcione el otro. Este tanque funciona correctamente.

El tanque del campo de Fútbol se encuentra en buenas condiciones con la única observación de que probablemente tenga algunas fugas. Este tanque se encuentra a un costado de las instalaciones de la PNC. Protegida por un cerco.

Red de distribución

La red construida quedará enterrada en su mayoría bajo concreto, lo restante bajo tierra. Funcionando correctamente sin ningún tipo de manipulación de los fontaneros. Solo será necesario darle a cada cierto tiempo algún mantenimiento.

En red campo Fútbol en tramos de tierra se harán anclajes previendo que una lluvia muy fuerte arrastre la tubería por encontrarse en una pendiente fuerte o provoque la exposición de la tubería por la erosión.

d. Las amenazas, sus características e impactos.

Se debe tener en cuenta que tipo de fallas podrían ocurrir durante una catástrofe para tener planes de mitigación inmediatos y de esta manera minimizar los daños y el número de personas afectadas.

En el caso de San Pedro Sacatepéquez los sectores económicos mas afectados en un catástrofe seria la agricultura y la industria, en especial la maquilera.

Amenazas naturales y efectos en Sistemas de Agua Potable

Las amenazas naturales son de tipo geológico o de tipo metereológico. En esta región de Guatemala las principales amenazas de tipo geológico son los sismos, las erupciones volcánicas y los deslizamientos, y las de tipo climático son las inundaciones y las sequías.

Las amenazas pueden estar interrelacionadas y sus efectos magnificados. Por ejemplo, los sismos provocan deslizamientos, los cuales a su vez ocasionan represamiento de ríos e inundaciones progresivas aguas arriba, y la rotura de los represamientos de ríos e inundaciones turbulentas y crecidas aguas abajo.

El impacto de las amenazas naturales sobre los sistemas de agua potable y sus componentes puede ser muy variado y depende fundamentalmente de la magnitud y localización del fenómeno natural y de la vulnerabilidad del sistema y sus componentes, tanto en el aspecto físico como en el operativo, administrativo y organizativo. El impacto de las amenazas es directo en los componentes físicos del sistema e indirecto en los aspectos organizativos, administrativos y en la capacidad de operación.

Sismos o terremotos

Evento súbito, no predecible, no controlable ni alterable por el hombre.

La gravedad del impacto se relaciona con la magnitud de la energía liberada, la distancia y ubicación del epicentro del terremoto con relación al elemento expuesto y las condiciones locales del terreno.

El tamaño del área afectada está directamente relacionado con la cantidad de energía liberada por el evento e inversamente con la profundidad del sitio de liberación de energía.

El terremoto es capaz de modificar y destruir el entorno físico de la región.

Un terremoto tiene efectos directos y secundarios. Los efectos directos son aquellos causados por el sacudimiento producido por el paso de la onda sísmica y los secundarios por las deformaciones permanentes del terreno, como: asentamientos diferenciales del suelo, deslizamientos y correntadas de lodo, licuación del suelo, avalanchas, maremotos o tsunamis.

Los efectos del sismo en los sistemas de agua potable son:

- Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
- Roturas de las tuberías de conducción y distribución y daños en las uniones, entre tuberías o con los tanques, con la consiguiente pérdida de agua.
- Interrupción de la corriente eléctrica, de las comunicaciones y de las vías de acceso.
- Modificaciones de la calidad del agua por deslizamientos en áreas de topografía montañosa.
- Variación (disminución) del caudal en captaciones subterráneas o superficiales.
- Cambio del sitio de salida del agua en manantiales.

Erupciones volcánicas

Evento gradual, no controlable ni alterable por el hombre y predecible; se poseen técnicas adecuadas de vigilancia de los volcanes. Evento súbito si se trata de volcanes no conocidos o no vigilados.

La gravedad del impacto se relaciona con el volumen del material arrojado, carácter explosivo, duración de la erupción, espesor de los depósitos, radio de cobertura por la caída de los productos aéreos como la ceniza; y con la ubicación de los sistemas y la trayectoria de los flujos en las cercanías del volcán o a distancia considerable, a través de sus drenajes.

Los efectos de las erupciones volcánicas en los sistemas son:

- Destrucción total de los componentes en las áreas de influencia directa de los flujos, generalmente restringidas al cauce de los drenajes que nacen en el volcán.
- Obstrucción de las obras de captación, desarenadores, tuberías de conducción, flocuradores, sedimentadores y filtros, por caídas de ceniza.
- Modificaciones de la calidad del agua en captación de agua superficial y en reservorios por caída de cenizas.
- Contaminación de los ríos, quebradas y pozos en zonas de deposición de los lahares.
- Destrucción de caminos de acceso a los componentes y de las líneas de transmisión de energía eléctrica y de comunicación.
- Incendios.

Deslizamientos

Evento gradual o súbito, en ocasiones predecible, controlable y alterable. Las fallas súbitas del terreno pueden ocurrir sin advertencia. Las fallas lentas presentan signos precursores que pueden ser reconocidos y vigilados con base en la instrumentación adecuada.

La gravedad del impacto se relaciona con el volumen del material deslizado, la velocidad y trayectoria de la masa en movimiento, el tamaño de las rocas y el tipo de movimiento,

Todo esto en función a la ubicación geográfica del sistema.

Los macrodeslizamientos y los movimientos de terreno desencadenados por sismos o lluvias pueden cambiar localmente la topografía de la zona.

Los deslizamientos presentan efectos directos causados por la deformación y el impacto de la masa en movimiento y, secundarios, producidos por las inundaciones aguas arriba de un deslizamiento / represamiento y las crecidas ocasionadas aguas abajo después de la rotura del deslizamiento /represamiento.

Los efectos de los deslizamientos en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de todas las obras, en especial de captación y de conducción ubicadas sobre o en la trayectoria principal de deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o en taludes muy inclinados o susceptibles a deslizamientos.
- Contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.
- Colateralmente por impactos indirectos como la suspensión del servicio eléctrico, corte de caminos y comunicaciones.

Inundaciones

Evento gradual o súbito, que puede ser predecible si se cuenta con los medios técnicos adecuados, y controlable si se hacen las obras físicas correspondientes. Pueden ocurrir en ríos y en el borde del mar. En la zona costera las inundaciones están relacionadas con los tsunamis y marejadas mientras que tierra adentro con las fuertes lluvias y las llanuras de inundación de los ríos. En zonas de alta pendiente pueden darse crecidas instantáneas de rápido surgimiento y desaparición.

La gravedad del impacto se relaciona con el área inundada, el calado o altura de la inundación, velocidad del flujo de agua, cantidad de sedimento transportado, la duración y la frecuencia de ocurrencia de inundaciones.

La inundación en llanura cambia el curso del río y deposita sedimentos. La crecida erosiona el cauce y puede provocar deslizamientos nuevos o reactivar antiguos.

Los efectos de las inundaciones y crecidas en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas.
- Azolve y colmatación de componentes por arrastre de sedimentos.
- Pérdidas de captación por cambio del cauce del río.
- Rotura de tuberías de distribución y conexiones en el área costera debido al embate de marejadas y áreas vecinas a cauces de agua.
- Contaminación del agua en las cuencas.
- Daño de equipo de bombeo al entrar en contacto con el agua.
- Colateralmente hay impactos indirectos por la suspensión de la energía eléctrica, corte de caminos y comunicaciones.

Sequías

Evento gradual de inicio lento en períodos de años, predecible si se cuenta con los medios técnicos adecuados, controlable si se toman las medidas correspondientes en el largo plazo.

La gravedad del impacto se relaciona con el déficit de lluvias, el nivel de las precipitaciones, el período de sequía, el área de erosión de la superficie del terreno y la extensión de la zona climática desértica.

La sequía cambia el entorno bioclimático de la región y las condiciones del agua superficial y subterránea.

Los efectos de las sequías en los sistemas son:

- Pérdida o disminución del caudal del agua superficial y / o subterránea.
- Racionamiento y suspensión del servicio.
- Abandono del sistema.
- Concentración de contaminantes

e- La vulnerabilidad administrativa/funcional y física.

Los departamentos técnicos de la municipalidad deberán estar preparados y capacitar a su personal para que estén preparados cuando ocurra algún desastre.

Si ocurriera un desastre el personal deberá estar preparado para seguir una planificación para estos casos.

f- Las medidas de mitigación para reducir la vulnerabilidad identificadas.

Se deberá hacer un estudio para distribuir agua a toda la cabecera de San Pedro Sacatepéquez ya que el sistema actual distribuye a casi todo San Pedro, siendo totalmente ineficiente. Se deberán buscar nuevas fuentes, construir nuevos tanques y redes de distribución para el resto de la población.

Se debe tomar en cuenta que para que los sistemas funcionen en su totalidad se necesita que la comunidad, la municipalidad y las instituciones relacionadas formen un compromiso de responsabilidad ya que muchas veces

la vulnerabilidad no proviene de factores naturales o financieros sino por capacidad de gestión y cumplimiento de responsabilidades.

Los sistemas múltiples para abastecimiento de agua en zonas rurales presentan dos tipos de vulnerabilidades muy significativas. Primero, por tratarse de sistemas no muy sencillos desde los puntos de vista hidráulico y electromecánico, para su operación requieren de la presencia casi constante de técnicos especialistas en electricidad, hidráulica y mantenimiento de equipos de bombeo, apoyo con el que no cuentan actualmente las comunidades encargadas de su operación y mantenimiento; y segundo, para la prestación del servicio dependen completamente del suministro de energía eléctrica cuya calidad en cuanto a variaciones de voltaje y continuidad dejan mucho que desear.

Falta mayor presencia del Ministerio de Salud en la vigilancia de la calidad del agua suministrada y escasez de planes de emergencia, análisis de vulnerabilidad y mitigación de daños en sistemas rurales de agua y saneamiento.

El análisis de la distribución de daños en un sistema de agua después de un sismo, según los elementos que lo componen, revela las incidencias más altas en las líneas de conducción y fuente de abastecimiento ocasionadas principalmente por deslizamientos de suelo. Por ello es necesario orientar las acciones prioritarias de mitigación de daños ante futuros eventos protegiendo las estructuras mencionadas considerando los aspectos de la geología y la mecánica de suelos.

Es necesario mantener de forma permanente capacitaciones en el sector de agua y saneamiento dirigidas a personal de campo, técnicos y profesionales en las áreas de mitigación, análisis de vulnerabilidad y respuestas de emergencia.

La cantidad del recurso agua y el acelerado deterioro de su calidad, se constituyen en otros puntos de vulnerabilidad del sub sector de abastecimiento de agua potable para la población.

En Guatemala no existe un plan nacional para atender a los sistemas de agua y saneamiento básico en caso de un desastre y las instituciones nacionales se ven en la necesidad de crear un plan de emergencia durante el desastre o inmediatamente después de ocurrido el fenómeno lo que conduce a pérdida de recursos, duplicación de esfuerzos y amenaza de epidemias si los servicios de agua y saneamiento no son restablecidos lo antes posible.

Solo Empagua cuenta con una unidad para atender casos de emergencias en los sistemas de agua y saneamiento

Un análisis de datos recolectados por ANDA relativos a los sistemas de agua urbanos y rurales administrados por esa institución refleja los resultados siguientes relativos a la distribución de los daños reportados según los componentes de un sistema típico de abastecimiento de agua.

Fuente de abastecimiento

Posible daño:

Pozo: derrumbe y pérdida total, surgimiento de arena en el agua.

Mitigación:

PAISA será la encargada de cualquier daño ocurrido por ser la responsable de los pozos.

Captación superficial:

Posible daño:

Aterramiento de la captación por derrumbe de los taludes circundantes.

Mitigación:

Sería reforzar los taludes con concreto y maya, pero la inclinación de los taludes es mínima lo cual reduce el riesgo de un derrumbe.

Tanque

Posible daño:

Agrietamientos, rotura de la tubería de entrada al tanque.

Mitigación:

- Se deberá estudiar el tipo de daño y repararlo. Los tanques están contruidos para soportar las fuerzas devastadoras de un terremoto o un desastre, en su mayoría solo será de tapar algunas grietas.

- En cuanto a la rotura se puede colocar un Bypass que es un niple que conecta las tuberías de conducción con las tuberías de la red de distribución evitando así la entrada del agua al tanque, controlando esto con válvulas de compuerta. Esto sirve para que el agua siga circulando hacia la red mientras el tanque es reparado.

En el tanque de la red del cementerio se podría utilizar el otro tanque y ya que tiene un volumen menor se sectorizaría por horas el servicio.

Conducción

Posible daño:

Daños en la línea de conducción por derrumbes sobre la tubería o fallas en el subsuelo donde estaba instalada.

Mitigación:

- Se deberá estudiar el tipo de daño y repararlo. Se podrían guardar en bodega algunos tubos de los diámetros de la tubería de conducción por si en algún caso hubiera que cambiar algún tubo que estuviera muy dañado.
- La municipalidad deberá exigir los planos de las líneas de conducción a la organización responsable.

Equipos

Posible daño:

Daños en los equipos, bombas sumergibles dentro de los pozos; también en el caso de equipos sobre la superficie se reportan fugas en las uniones.

Mitigación:

- En el caso de las bombas PAISA serán los encargados.
- Cuando existan fugas en las uniones se tendrá que cambiar las uniones o ajustarlas.

Electricidad

Posible daño:

Pérdida de estabilidad o falla de postes de las líneas de transmisión o donde están instalados los transformadores.

Mitigación:

La empresa eléctrica será la encargada de actuar cuando algún poste o línea falle.

Red

Posible daño:

Fugas en las tuberías.

Mitigación:

- Mientras se localiza y se arregla el daño se podrá sectorizar el servicio.
- Existen pozos cercanos dentro de la comunidad y también hay servicio de venta de agua en los alrededores de la comunidad, este cuenta con transporte de agua en camiones, en caso una catástrofe ocurriera y evitara la distribución del agua.

5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

5.1 Concepto

La evaluación de impacto ambiental es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimice los impactos no deseados.

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta, para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

Como principio se debe establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, sin pretender llegar a ser una figura negativa, ni un freno al desarrollo, sino un instrumento operativo para impedir sobreexplotación del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico.

5.2 Leyes y requisitos de las evaluaciones de impacto ambiental

La base legal para la evaluación de impacto ambiental, devienen de la ordenanza contenida en el artículo 8, de la ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente Decreto 68-86 (reformado por el decreto del Congreso Número 1-93), el que a letra indica:

“Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente...”

Los sistemas y elementos ambientales son resguardados por el Título II, Capítulo Único de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto No. 68-86 en la cual parte de su texto dice:

“La presente ley tiene por objeto velar por el mejoramiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país”.

El medio ambiente en términos legales esta compuesto por los siguientes sistemas y elementos ambientales, según Titulo III capítulos del I al VI:

- Sistema Atmosférico (aire)
- Sistema hídrico (agua)
- Sistema lítico (roca y minerales)
- Sistema Edáfico (suelos)
- Sistema biótico (animales y plantas)
- Elementos Audio visuales
- Recursos naturales y culturales

5.3 Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y a que parte esta afectando.

5.3.1 Análisis de los impactos Ambientales

5.3.1.1 Identificación de los Impactos

Los impactos al ambiente se han identificado basados en la experiencia profesional de quien elabora el estudio. Los impactos potenciales al ambiente que pueden generar las actividades que se llevaran a cabo durante la construcción y el uso de la red de agua potable del Centro Urbano de la cabecera de San Pedro Sacatepéquez son los siguientes:

- Sistema Atmosférico (aire)

Durante la construcción de la red se realizará el movimiento de tierra estimado en unos 6000 m³, lo cual ocasionará polvo. Las personas de las viviendas que existen en el lugar y los trabajadores serán los más afectados. Este movimiento de tierras se llevará a cabo durante aproximadamente durante 6 meses. Este impacto negativo será mitigado regando agua encima de la material, de esta manera no se levantará polvo.

También los trabajadores romperán las banquetas y las calles levantando fracciones de concreto, esto se mitigará creando barreras alrededor de los trabajadores para que las personas mantengan la distancia y no exista oportunidad de que una de esas fracciones se acerque a alguna persona, en cuanto a los trabajadores se les recomendará usar lentes protectores, mascarillas y guantes. Otro factor que afecta el aire es el uso de camiones para el acarreo de los materiales sobrantes, aunque este factor se puede considerar como mínimo ya que San Pedro es un lugar donde existe mucho tráfico de camiones y buses.

- Sistema Hídrico (agua)

La calidad del agua de los alrededores de San Pedro puede ser afectada por las descargas de aguas residuales provenientes de los servicios que existen en las viviendas, este impacto es mitigado por una red de drenajes que funciona de una manera eficiente y que desfoga en una planta de tratamiento.

Otra forma de afectar el agua es con respecto a la captación de agua potable en la fuente superficial y los pozos ya que se está gastando los recursos hídricos, este impacto será mitigado manteniendo la flora del lugar y evitando la tala de árboles de los alrededores, se deberá aprovechar que San Pedro es un lugar con bastantes precipitación pluvial para poder mantener las fuentes.

- Sistema Lítico (roca y minerales)

En este aspecto se puede decir que es mínimo el impacto ambiental ya que solo se usará piedrín, piedra caliza y arena que serán adquiridos en alguna venta de materiales de construcción.

- Sistema Edáfico (Suelos)

Los desechos sólidos generados durante la construcción, generalmente desperdicios de materiales de construcción serán recolectados por fletes que los transportarán a un sitio autorizado por la Municipalidad de San Pedro o la de Guatemala.

- Sistema biótico (animales y plantas)

En lo que respecta a animales y plantas los impactos que existen son mucho mas positivos que negativos ya que con este sistema se están mejorando los sistemas de riego, facilitando el agua para que beban los animales, se esta fomentando mantener e incrementar las áreas donde existe vegetación y árboles.

- Elementos Audio visuales

Durante los trabajos de excavación de zanjas y rompimiento de aceras y calles y acarreo de materiales existirá bastante ruido. Estos ruidos se escucharán solo en horas hábiles para que cuando la gente regrese de sus trabajos pueda descansar tranquila. Se tratará de trabajar de la manera más eficiente para poder terminar estos trabajos en el menor tiempo posible. También se podrá producir molestias por los gritos de los trabajadores y los radios que utilizarán, esto se podrá evitar dando instrucciones para que trabajen de una manera silenciosa.

Visualmente se afectará la cabecera durante todos los trabajos que se realicen, pero será de una manera momentánea ya que toda la obra quedará bajo tierra al terminar.

Con respecto a las fuentes de agua que existen desde hace algunos años se notará que están ubicadas de una manera que no afecta de una manera drástica el entorno.

-Recursos naturales y culturales

A los recursos naturales ya se les ha identificado junto con los otros impactos ambientales, como las plantas y los animales, el suelo, etc. y se han dado algunas medidas de mitigación.

Con el aspecto cultural el impacto es altamente positivo ya que San Pedro es lugar con mucha industria maquilera y dentro de sus actividades económicas se encuentran mucha agricultura y ganado, lo que va a provocar una mejora en las industrias del lugar.

Cuando se este construyendo el nuevo sistema existirán algún tipo de problemas mientras se cambia de una conexión a la otra pero se tratará de afectar el menor tiempo posible. Esto se podrá también mitigar haciendo campañas con la municipalidad explicando que el proyecto beneficiará a todas las personas en un grado muy alto en comparación del tiempo que estarán sin agua.

También existen cerca muchos pozos de los cuales se extrae agua para la venta, mientras la las personas no se les ha conectado a la nueva red.

Si se habla de economía el proyecto dará empleo a muchas personas como ayudantes, peones, si existe mano de obra calificada, a los fontaneros, etc. durante los 8 meses que dure la construcción, también a las ferreterías del lugar y a todas las personas que de alguna manera puedan estar relacionadas con la obra.

- Seguridad e higiene

Durante la construcción, mantenimiento y operación del sistema de agua los trabajadores estarán expuestos a sufrir accidentes de trabajo, además de las molestias como el polvo, el ruido, peligro de sufrir algún accidente de tránsito. Estos impactos se podrán mitigar y prevenir con normas de seguridad e higiene que los trabajadores deberán cumplir.

Se recomienda que los trabajadores utilicen equipo de protección adecuado como guantes, botas, mascarillas, cascos y otros para salvaguardar la salud y la vida, además se contará con un botiquín de primeros auxilios y deberán estar afiliados al Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, IGSS. También se darán instrucciones a los trabajadores para que sus necesidades fisiológicas las depositen en los lugares indicados.

Se tendrá que estar consciente que el proyecto a realizar es de una necesidad básica y que los impactos ambientales negativos que tenga, son muy pequeños comparando con todas las ventajas que se obtendrán al contar con un buen servicio de agua potable.

5.4 Ejecutor de las Medidas de Mitigación

El constructor será el responsable de ejecutar las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental en el presente informe.

5.5 IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Tabla XII. IDENTIFICACIÓN Y CALIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

PROYECTO DE AGUA DEL CENTRO URBANO DE LA CABECERA DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

ACTIVIDAD	CALIFICACIÓN EN EL MEDIO						
	sistema ambiental	Sistema hídrico	Sistema lítico (minerales)	Sistema Edáfico (suelo)	Sistema biótico (animales y plantas)	Elementos Audio visuales	Recursos naturales y culturales
1 Zanjado y corte de banquetas	5	1	0	5	3	5	3
2 Corte de calles y acarreo de materiales	5	1	0	5	3	5	3
3 Instalación de tuberías	3	1	0	2	1	3	1
4 Instalación de conexiones domiciliarias	3	1	2	1	1	3	3
5 Instalación de cajas de válvulas	3	1	2	1	1	3	3
6 Construcción de Anclajes	3	1	2	1	1	3	3
7 Relleno de zanjas	5	1	1	2	1	3	5
8 Prueba de tubería	3	2	1	1	1	3	3
9 Captaciones de agua en las fuentes	3	7	3	2	5	5	8
10 Instalaciones finales	3	1	1	1	1	3	2
11 Descarga de aguas negras	7	7	3	3	7	5	8
TOTAL SOBRE 110 PUNTOS	43	24	15	24	25	41	42

Como podemos observar los impactos ambientales de este proyecto son pequeños. Estos no afectarán de una manera significativa el ambiente existente actualmente en San Pedro.

El proyecto de agua potable es de una importancia muy alta para una población pues se trata de una necesidad básica que se debe satisfacer, si tomamos en cuenta esto y se hace una comparación de los beneficios que traerá implementar este sistema con los impactos negativos que conlleva, se encontrará que definitivamente conviene realizar este proyecto y no se afectará de una manera significativa el ambiente existente en San Pedro Sacatepequez.

CONCLUSIONES

1. Se diseñará un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable que tendrá como normas de diseño basadas en Instituciones como el INFOM, *Instituto de Fomento Municipal*, esto conlleva a mejorar el sistema de distribución de agua potable en San Pedro Sacatepéquez por lo tanto a mejorar el nivel de vida de los ciudadanos.
2. El sistema está diseñado para que funcione sin necesidad de que los fontaneros estén operando el sistema ni sectorizándolo, lo cual ofrece un sistema constante y de mucha eficiencia.
3. Si se le da el mantenimiento necesario el sistema puede tener un desempeño correcto durante mucho tiempo.
4. Falta mayor presencia del Ministerio de Salud en la vigilancia de la calidad del agua suministrada y escasez de planes de emergencia, análisis de vulnerabilidad y mitigación de daños en sistemas rurales de agua y saneamiento.

5. En Guatemala, no existe un plan nacional para atender a los sistemas de agua y saneamiento básico, en caso de un desastre, las instituciones nacionales se ven en la necesidad de crear un plan de emergencia durante el desastre o, inmediatamente después de ocurrido el fenómeno, lo que conduce a pérdida de recursos, duplicación de esfuerzos y amenaza de epidemias si los servicios de agua y saneamiento no son restablecidos lo antes posible.
6. Por los antecedentes que cuenta el lugar, se puede concluir que el riesgo más cercano que pudiera tener esta comunidad es un terremoto. En este estudio, se ha elaborado un listado de riesgos y vulnerabilidades que pudiera tener el sistema, así como medidas de mitigación ante alguna falla de este.
7. Los impactos ambientales de este proyecto son pocos a comparación de la importancia de este proyecto. Hay impactos positivos e impactos negativos. El proyecto es, totalmente, factible y de gran beneficio para la comunidad.

RECOMENDACIONES

1. La municipalidad, luego de desarrollar este proyecto, debe implementar una unidad técnica especializada en mantenimiento y prevención de desastres de agua potable, en la cual se incluya también a representantes de la comunidad.
2. Dar el adecuado mantenimiento a las bombas, líneas de conducción y distribución, así como a las casetas de cloración e hipoclorador de pastillas.
3. Realizar las instalaciones y los pasos que se mencionan en este estudio para que el sistema funcione de la manera esperada.
4. El material sobrante como el ripio y la tubería que será retirada, deberá ser llevado a los lugares indicados como basureros. Este acarreo ya se ha tomado en cuenta en el presupuesto.
5. En esta investigación se realizó un estudio de impacto ambiental, en el cual se mencionan varios impactos que sufre el ambiente, junto a estos impactos están las medidas de mitigación que se tendrán que tomar para que el proyecto afecte el ambiente de una manera positiva y los aspectos negativos de una manera que se puedan mitigar.
6. Teniendo ya un contador y una cuota mensual, los usuarios deberán aprender a economizar este recurso vital.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Borges Reinoso, José Francisco, “Diseño y construcción del Sistema de Agua potable y letrización de la Aldea Iximulej, del municipio de Cuilco, Huehuetenango”, tesis Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, noviembre de 1988.**
2. **Ing. Mayorga Rouge Roberto, “Diseño de Abastecimientos Rurales de Agua potable”, Segunda Edición, ERIS, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Guatemala 1999.**
3. **Instituto de Fomento Municipal, “Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable en zonas Rurales”, Guatemala, segunda revisión, junio de 1997.**
4. **Simons, Tárano, Pinto, “Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala”, Instituto Agropecuario Nacional, Guatemala, Edición en español, 1950.**

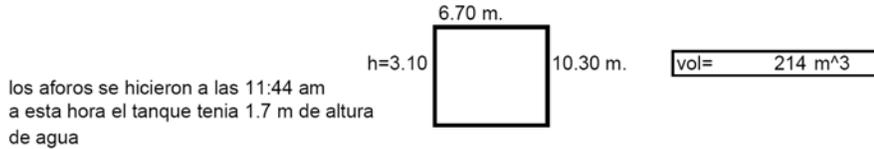
APÉNDICES

Apéndice "A": Caudales de bombeo y conducción, producción de agua y volúmenes de tanques

Tabla XIII. CAUDALES DE BOMBEO Y CONDUCCIÓN, PRODUCCIÓN DE AGUA Y VOLÚMENES DE TANQUES

AFORO DE TANQUE DE CAMPO DE FUT BOL

Guatemala 14 de noviembre de 2003

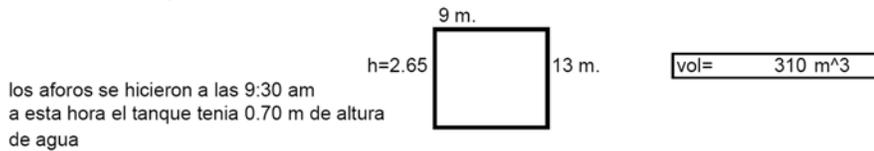


El tiempo medido es para llenar una cubeta de 4.072 galones

Conducción de los Bombeos el bombeo es durante 18 horas al día de 9pm a 3pm por bombeo	aforo 1	4 seg	15.394 lts 3.83 seg	4.02 lts/seg 64800 seg	260.22 m ³ /18 hrs
	aforo 2	4 seg			
	aforo 3	3.5 seg			
	prom	3.83 seg			
Conducción El Rastro el bombeo es durante 17 horas al día de 5 am a 10pm por bombeo	aforo 1	7 seg	15.394 lts 6.67 seg	2.31 lts/seg 61200 seg	141.32 m ³ /17 hrs
	aforo 2	7 seg			
	aforo 3	6 seg			
	prom	6.67 seg			
Conducción Nueva Esperanza		no funciona actualmente	consumo 390.74 m ³		

AFORO DE TANQUE DEL CEMENTERIO

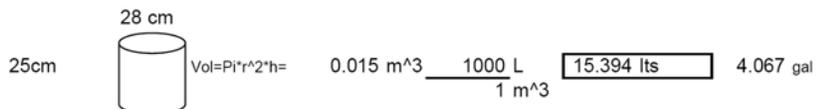
Guatemala 14 de noviembre de 2003



El tiempo medido es para llenar una cubeta de 4.072 galones

Conducción Ojo de agua Tierra colorada el agua entra al tanque 24 horas al día por gravedad	aforo 1	25 seg	15.394 lts 25.00 seg	0.62 lts/seg 86400 seg	53.20 m ³ /24 hrs
	aforo 2	25 seg			
	aforo 3	25 seg			
	prom	25.00 seg			
Conducción Diego Velásquez el bombeo es durante 18 horas al día de 5 am a 10pm por bombeo	aforo 1	10 seg	15.394 lts 9.50 seg	1.62 lts/seg 64800 seg	105.00 m ³ /18 hrs
	aforo 2	10 seg			
	aforo 3	9 seg			
	prom	9.50 seg			
Conducción Ojo de agua Tierra colorada el bombeo es durante 18 horas al día de 5 am a 10pm por bombeo	aforo 1	4 seg	15.394 lts 4.00 seg	3.85 lts/seg 64800 min	249.38 m ³ /18 hrs
	aforo 2	4 seg			
	aforo 3	4 seg			
	prom	4.00 seg			
			4.72 l/s		407.58 m ³ /día
			consumo 393.23 m ³		

CUBETA PARA AFORAR



Aforo volumétrico: se utiliza una cubeta de volumen conocido la cual se llena midiendo el tiempo. Se deben hacer al menos tres aforos para tener una mayor exactitud.

Apéndice "B": Libreta Topográfica

Tabla XIV. Libreta Topográfica

E	PO	AZ			H's			AV			Alt Inst	DH Est	Dif Niv	Xp	Yp	Xt	Yt	Zt
		Gra	Min	Seg	Sup	Med	Inf	Gra	Min	Seg								
	1														0.00	0.00	1000.00	
1	2	273	42	47	1.350	1.00	0.650	81	56	21	1.405	68.62	-9.31	-68.48	4.44	-68.67	4.41	990.61
2	3	278	47	56	1.580	1.00	0.420	79	20	23	1.538	112.03	-20.55	-110.71	17.14	-179.68	21.40	969.89
3	4	279	31	40	1.470	1.00	0.530	82	51	21	1.518	92.55	-11.08	-91.27	15.32	-271.20	36.59	958.71
4	6	280	14	15	1.830	1.00	0.170	88	36	1	1.520	165.90	-3.53	-163.26	29.49	-434.90	65.83	955.15
6	7	280	28	55	0.930	0.50	0.070	90	43	12	1.536	85.99	2.12	-84.55	15.64	-519.68	81.34	957.25
7	8	280	2	23	1.259	1.00	0.741	90	57	51	1.530	51.79	1.40	-50.99	9.03	-570.81	90.29	958.64
8	9	279	34	59	1.945	1.50	1.055	85	42	7	1.568	88.50	-6.58	-87.27	14.73	-658.32	104.90	952.00
9	10	279	0	44	1.440	1.00	0.560	86	25	10	1.478	87.66	-5.01	-86.57	13.73	-745.13	118.51	946.95
10	11	279	40	59	1.530	1.00	0.470	102	3	55	1.487	101.37	22.15	-99.92	17.05	-845.32	135.42	968.92
11	12	188	23	40	1.338	1.00	0.662	91	0	2	1.497	67.58	1.68	-9.87	-66.86	-855.22	68.00	970.58
12	13	188	38	27	1.142	1.00	0.858	91	56	51	1.416	28.37	1.38	-4.26	-28.05	-859.49	39.72	971.95
13	14	180	21	50	1.200	1.00	0.800	86	49	45	1.561	39.88	-1.65	-0.25	-39.88	-859.74	-0.49	970.29
14	15	189	7	40	1.269	1.10	0.931	84	48	23	1.559	33.52	-2.59	-5.32	-33.10	-865.08	-33.87	967.68
15	16	186	47	36	1.170	1.00	0.830	74	36	0	1.500	31.60	-8.20	-3.74	-31.38	-868.83	-65.51	959.41
16	17	188	11	36	1.411	1.00	0.589	75	30	47	1.535	77.06	-19.37	-10.98	-76.27	-879.84	-142.43	939.87
17	18	98	28	40	2.025	1.50	0.975	90	2	27	1.445	105.00	0.02	103.85	-15.48	-776.27	-158.04	939.89
18	19	97	46	26	1.455	1.00	0.545	88	27	19	1.528	90.93	-1.92	90.10	-12.30	-686.41	-170.44	937.95
19	20	96	49	11	1.349	1.00	0.651	88	25	35	1.561	69.75	-1.36	69.25	-8.28	-617.35	-178.79	936.58

20	21	98	31	42	1.415	1.00	0.585	87	50	32	1.552	82.88	-2.57	81.97	-12.29	-535.61	-191.19	933.99
21	22	13	23	12	0.571	0.50	0.429	91	46	57	1.510	14.19	1.45	3.28	13.80	-532.33	-177.50	935.43
22	23	102	25	56	2.020	1.50	0.980	88	33	18	1.508	103.93	-2.61	101.50	-22.38	-431.11	-200.07	932.79
23	24	103	46	0	2.080	1.50	0.920	90	0	5	1.524	116.00	0.03	112.67	-27.60	-318.75	-227.90	932.82
24	25	100	8	0	2.455	2.00	1.545	91	1	4	1.514	90.97	1.13	89.55	-16.01	-229.44	-244.04	933.94
25	27	11	19	41	1.780	1.00	0.220	97	47	23	1.566	153.13	21.51	30.08	150.15	-199.44	-95.16	955.28
27	28	100	21	44	2.000	1.50	1.000	100	51	42	1.436	96.45	18.44	94.88	-17.35	-104.83	-112.65	973.56
28	29	88	57	0	0.568	0.50	0.432	100	43	52	1.445	13.13	3.43	13.13	0.24	-91.74	-112.41	976.97
29	30	102	46	53	1.330	1.00	0.670	101	59	16	1.473	63.15	13.88	61.59	-13.97	-30.32	-126.50	990.73
30	31	89	14	15	0.615	0.50	0.385	103	15	12	1.526	21.79	6.16	21.79	0.29	-8.59	-126.21	996.84
31	32	21	55	58	1.115	1.00	0.885	109	17	21	1.374	20.49	7.55	7.65	19.01	-0.95	-107.37	1004.32
32	33	63	33	10	1.119	1.00	0.881	99	15	5	1.383	23.18	4.16	20.76	10.33	19.75	-97.13	1008.45
33	34	7	30	1	1.222	1.00	0.778	89	20	8	1.436	44.39	-0.08	5.79	44.01	25.53	-53.48	1008.37
34	35	348	54	20	1.235	1.00	0.765	80	58	1	1.451	45.84	-6.84	-8.82	44.98	16.68	-8.88	1001.47
35	1	298	17	13	1.595	1.50	1.405	85	43	10	1.453	18.89	-1.46	-16.64	8.95	0.00	0.00	1000.00

	2	273	42	47	1.35	1.00	0.65	81	56	21	1.41	68.62	-9.31	-68.48	4.444	-68.67	4.41	990.61
2	3	278	48	30	1.580	1.00	0.420	79	24	5	1.462	112.08	-20.51	-110.75	17.16	-179.42	21.57	970.10

	3	278	47	56	1.58	1.00	0.42	79	20	23	1.54	112.03	-20.55	-110.7	17.14	-179.68	21.40	969.89
3	36	10	5	40	1.835	1.50	1.165	92	47	12	1.516	66.84	3.27	11.72	65.81	-167.96	87.21	973.16

	3	278	47	56	1.58	1.00	0.42	79	20	23	1.54	112.03	-20.55	-110.7	17.14	-179.68	21.40	969.89
3	37	189	38	40	0.630	0.50	0.370	89	4	33	1.516	25.99	0.60	-4.35	-25.63	-184.03	-4.23	970.48

	36	10	5	40	1.835	1.50	1.165	92	47	12	1.52	66.84	3.27	11.72	65.81	-167.96	87.21	973.16
36	36	280	22	10	1.471	1.00	0.529	74	46	15	1.505	87.70	-23.37	-86.27	15.79	-254.23	102.99	949.79

	36	10	5	40	1.835	1.50	1.165	92	47	12	1.52	66.84	3.27	11.72	65.81	-167.96	87.21	973.16
36	37	279	14	13	1.855	1.00	0.145	80	8	21	1.505	165.98	-29.36	-163.83	26.64	-331.80	113.85	943.80

	36	10	5	40	1.835	1.50	1.165	92	47	12	1.52	66.84	3.27	11.72	65.81	-167.96	87.21	973.16
36	38	279	39	21	3.300	2.00	0.700	84	1	2	1.505	257.18	-27.45	-253.53	43.14	-421.50	130.34	945.71

E	PO	AZ			H's			AV			Alt Inst	DH Est	Dif Niv	Xp	Yp	Xt	Yt	Zt
		Gra	Min	Seg	Sup	Med	Inf	Gra	Min	Seg								
	36	10	5	40	1.835	1.50	1.165	92	47	12	1.52	66.84	3.27	11.72	65.81	-167.96	87.21	973.16
36	39	98	26	40	0.960	0.50	0.040	91	51	20	1.505	91.90	3.98	90.91	-13.50	-77.06	73.71	977.14
	3	278	47	56	1.58	1.00	0.42	79	20	23	1.54	112.03	-20.55	-110.7	17.14	-179.68	21.40	969.89
3	4	279	31	40	1.470	1.00	0.530	82	51	21	1.518	92.55	-11.08	-91.27	15.32	-270.95	36.72	958.80
	4	279	31	40	1.47	1.00	0.53	82	51	21	1.52	92.55	-11.08	-91.27	15.32	-270.95	36.72	958.80
4	5	279	15	10	0.889	0.50	0.111	85	17	19	1.520	77.28	-5.35	-76.27	12.43	-347.22	49.14	953.46
	4	279	31	40	1.47	1.00	0.53	82	51	21	1.52	92.55	-11.08	-91.27	15.32	-270.95	36.72	958.80
4	6	280	14	15	1.830	1.00	0.170	88	36	1	1.520	165.90	-3.53	-163.26	29.49	-434.21	66.20	955.27
	37	189	38	40	0.63	0.50	0.37	89	4	33	1.52	25.99	0.60	-4.355	-25.6	-184.03	-4.2266	970.48
37	63	188	33	0	0.685	0.50	0.315	80	52	50	1.529	36.07	-4.76	-5.36	-35.67	-189.40	-39.90	965.72
	63	188	33	0	0.685	0.50	0.315	80	52	50	1.53	36.07	-4.76	-5.363	-35.7	-189.4	-39.896	965.72
63	27	190	4	0	1.305	1.00	0.695	78	48	52	1.530	58.70	-11.08	-10.26	-57.80	-199.66	-97.70	954.64
	63	188	33	0	0.685	0.50	0.315	80	52	50	1.53	36.07	-4.76	-5.363	-35.7	-189.4	-39.896	965.72
63	64	190	50	1	1.665	1.00	0.335	78	57	30	1.530	128.12	-24.47	-24.08	-125.84	-213.48	-165.73	941.25
	63	188	33	0	0.685	0.50	0.315	80	52	50	1.53	36.07	-4.76	-5.363	-35.7	-189.4	-39.896	965.72
63	64	281	4	42	1.480	1.00	0.520	85	28	12	1.530	95.40	-7.03	-93.62	18.33	-283.02	-21.56	958.69
	64	281	4	42	1.48	1.00	0.52	85	28	12	1.53	95.40	-7.03	-93.62	18.33	-283.02	-21.565	958.69
64	65	192	6	53	0.621	0.50	0.379	78	33	0	1.505	23.25	-3.70	-4.88	-22.73	-287.90	-44.29	954.99
	64	281	4	42	1.48	1.00	0.52	85	28	12	1.53	95.40	-7.03	-93.62	18.33	-283.02	-21.565	958.69
64	66	190	54	4	2.180	1.50	0.820	80	37	41	1.505	132.39	-21.85	-25.04	-130.00	-308.06	-151.57	936.85
	64	281	4	42	1.48	1.00	0.52	85	28	12	1.53	95.40	-7.03	-93.62	18.33	-283.02	-21.565	958.69
64	67	10	40	9	0.257	0.20	0.143	89	59	10	1.505	11.40	1.30	2.11	11.20	-280.91	-10.36	960.00
	67	10	40	9	0.257	0.20	0.143	89	59	10	1.51	11.40	1.30	2.111	11.2	-280.91	-10.362	960.00
67	67	278	13	5	3.270	2.50	1.730	89	56	15	1.482	154.00	-1.19	-152.42	22.01	-433.33	11.65	958.81
	65	192	6	53	0.621	0.50	0.379	78	33	0	1.51	23.25	-3.70	-4.879	-22.7	-287.9	-44.294	954.99
65	65.3	279	13	3	1.270	1.00	0.730	92	27	22	1.503	53.90	2.81	-53.20	8.63	-341.10	-35.66	957.80
	66	190	54	4	2.18	1.50	0.82	80	37	41	1.51	132.39	-21.85	-25.04	-130	-308.06	-151.57	936.85
66	68	277	15	42	1.355	1.00	0.645	92	42	24	1.534	70.84	3.88	-70.27	8.95	-378.33	-142.61	940.73
	68	277	15	42	1.355	1.00	0.645	92	42	24	1.53	70.84	3.88	-70.27	8.954	-378.33	-142.61	940.73
68	69	280	11	58	0.700	0.50	0.300	83	33	19	1.519	39.50	-3.44	-38.87	6.99	-417.20	-135.62	937.29
	6	280	14	15	1.83	1.00	0.17	88	36	1	1.52	165.90	-3.53	-163.3	29.49	-434.9	65.8261	955.15
6	38	12	7	10	1.331	1.00	0.669	81	35	22	1.536	64.78	-9.04	13.60	63.34	-421.30	129.17	946.11

E	PO	AZ			H's			AV			Alt Inst	DH Est	Dif Niv	Xp	Yp	Xt	Yt	Zt
		Gra	Min	Seg	Sup	Med	Inf	Gra	Min	Seg								
	6	280	14	15	1.83	1.00	0.17	88	36	1	1.52	165.90	-3.53	-163.3	29.49	-434.9	65.8261	955.15
6	70	184	23	39	1.330	1.00	0.670	92	59	36	1.536	65.82	3.98	-5.04	-65.63	-439.94	0.20	959.13
	6	280	14	15	1.83	1.00	0.17	88	36	1	1.52	165.90	-3.53	-163.3	29.49	-434.9	65.8261	955.15
6	7	280	28	55	0.930	0.50	0.070	90	43	12	1.536	85.99	2.12	-84.55	15.64	-519.45	81.47	957.27
	7	280	28	55	0.93	0.50	0.07	90	43	12	1.54	85.99	2.12	-84.55	15.64	-519.45	81.4692	957.27
7	71	14	42	22	1.329	1.00	0.671	87	9	49	1.539	65.64	-2.71	16.66	63.49	-502.79	144.96	954.55
	7	280	28	55	0.93	0.50	0.07	90	43	12	1.54	85.99	2.12	-84.55	15.64	-519.45	81.4692	957.27
7	8	280	0	42	0.959	0.70	0.441	90	37	25	1.539	51.79	1.40	-51.01	9.00	-570.46	90.47	958.67
	8	280	0	42	0.959	0.70	0.441	90	37	25	1.54	51.79	1.40	-51.01	9.00	-570.46	90.4735	958.67
8	9	279	28	20	1.945	1.50	1.055	85	43	25	1.534	88.51	-6.58	-87.30	14.57	-657.76	105.04	952.08
	9	279	28	20	1.945	1.50	1.055	85	43	25	1.53	88.51	-6.58	-87.3	14.57	-657.76	105.039	952.08
9	9.1	279	11	23	2.130	1.50	0.870	90	22	16	1.528	125.99	0.84	-124.38	20.12	-782.13	125.16	952.93
	9	279	28	20	1.945	1.50	1.055	85	43	25	1.53	88.51	-6.58	-87.3	14.57	-657.76	105.039	952.08
9	9.1	279	17	12	2.173	1.50	0.827	90	36	4	1.528	134.59	1.44	-132.82	21.72	-790.58	126.76	953.52
	10	279	0	44	1.44	1.00	0.56	86	25	10	1.48	87.66	-5.01	-86.57	13.73	-745.13	118.514	946.95
10	72	6	44	41	1.335	1.00	0.665	86	40	41	1.545	66.78	-3.33	7.84	66.31	-737.29	184.83	943.62
	10	279	0	44	1.44	1.00	0.56	86	25	10	1.48	87.66	-5.01	-86.57	13.73	-745.13	118.514	946.95
10	11	187	43	18	0.820	0.50	0.180	98	56	2	1.545	62.46	10.86	-8.39	-61.89	-753.52	56.62	957.81
	10	279	0	44	1.44	1.00	0.56	86	25	10	1.48	87.66	-5.01	-86.57	13.73	-745.13	118.514	946.95
10	11	185	40	2	1.362	1.00	0.638	98	53	13	1.545	70.67	11.60	-6.98	-70.33	-752.11	48.19	958.55
	71	14	42	22	1.329	1.00	0.671	87	9	49	1.54	65.64	-2.71	16.66	63.49	-502.79	144.958	954.55
71	73	279	8	17	0.994	0.80	0.606	86	14	49	1.534	38.63	-1.80	-38.14	6.14	-540.93	151.09	952.75
	73	279	8	17	0.994	0.80	0.606	86	14	49	1.53	38.63	-1.80	-38.14	6.136	-540.93	151.09	952.75
73	74	278	32	20	1.569	1.00	0.431	84	24	29	1.545	112.72	-10.49	-111.47	16.74	-652.40	167.83	942.26
	73	279	8	17	0.994	0.80	0.606	86	14	49	1.53	38.63	-1.80	-38.14	6.136	-540.93	151.093	952.75
73	72	279	58	30	2.500	1.50	0.500	87	22	20	1.545	199.58	-9.11	-196.56	34.57	-737.50	185.66	943.64
	69	280	11	58	0.7	0.50	0.3	83	33	19	1.52	39.50	-3.44	-38.87	6.994	-417.2	-135.62	937.29
69	69	10	54	20	3.355	3.00	2.645	106	25	50	1.570	65.32	17.83	12.36	64.14	-404.85	-71.48	955.12
	69	280	11	58	0.7	0.50	0.3	83	33	19	1.52	39.50	-3.44	-38.87	6.994	-417.20	-135.62	937.29
69	74	278	52	0	1.250	1.00	0.750	91	50	45	1.570	49.95	2.18	-49.35	7.70	-466.55	-127.92	939.47
	74	278	52	0	1.25	1.00	0.75	91	50	45	1.57	49.95	2.18	-49.35	7.699	-466.55	-127.92	939.47
74	75	280	14	53	1.249	1.00	0.751	87	53	52	1.562	49.73	-1.26	-48.94	8.85	-515.49	-119.07	938.20
	75	280	14	53	1.249	1.00	0.751	87	53	52	1.56	49.73	-1.26	-48.94	8.848	-515.49	-119.07	938.20
75	76	278	1	3	2.439	2.00	1.561	96	50	21	1.557	86.55	9.94	-85.71	12.07	-601.20	-107.00	948.14

E	PO	AZ			H's			AV			Alt Inst	DH Est	Dif Niv	Xp	Yp	Xt	Yt	Zt
		Gra	Min	Seg	Sup	Med	Inf	Gra	Min	Seg								
	76	278	1	3	2.439	2.00	1.561	96	50	21	1.56	86.55	9.94	-85.71	12.07	-601.2	-107	948.14
76	77	203	31	22	0.713	0.60	0.487	81	1	22	1.585	22.05	-2.50	-8.80	-20.22	-610.00	-127.22	945.68
	76	278	1	3	2.439	2.00	1.561	96	50	21	1.56	86.55	9.94	-85.71	12.07	-601.2	-107	948.14
76	77	276	25	42	1.901	1.50	1.099	96	49	8	1.585	79.07	9.54	-78.57	8.85	-679.78	-98.15	957.68
	77	276	25	42	1.901	1.50	1.099	96	49	8	1.59	79.07	9.54	-78.57	8.853	-679.78	-98.149	957.68
77	79	276	24	1	1.825	1.50	1.175	94	48	20	1.544	64.54	5.47	-64.14	7.19	-743.92	-90.95	963.15
	79	276	24	1	1.825	1.50	1.175	94	48	20	1.54	64.54	5.47	-64.14	7.195	-743.92	-90.955	963.15
79	80	283	19	11	0.626	0.50	0.374	88	53	51	1.551	25.19	0.57	-24.51	5.80	-768.43	-85.15	963.72
	24	103	46	0	2.08	1.50	0.92	90	0	5	1.52	116.00	0.03	112.7	-27.6	-318.75	-227.9	932.82
24	82	284	28	52	2.750	2.00	1.250	89	37	38	1.557	149.99	0.53	-145.23	37.51	-463.98	-190.40	933.35
	14	180	21	50	1.2	1.00	0.8	86	49	45	1.56	39.88	-1.65	-0.253	-39.9	-859.74	-0.4923	970.29
14	83	278	5	19	1.522	1.00	0.478	85	47	11	1.530	103.84	8.18	-102.80	14.61	-962.55	14.12	978.47
	14	180	21	50	1.2	1.00	0.8	86	49	45	1.56	39.88	-1.65	-0.253	-39.9	-859.74	-0.4923	970.29
14	15	99	40	20	1.500	1.00	0.500	93	23	41	1.530	99.65	-5.38	98.23	-16.74	-761.51	-17.23	964.91
	14	180	21	50	1.2	1.00	0.8	86	49	45	1.56	39.88	-1.65	-0.253	-39.9	-859.74	-0.4923	970.29
14	14.9	99	7	21	3.960	3.00	2.040	92	49	9	1.530	191.54	-10.90	189.11	-30.37	-670.63	-30.86	959.39
	14	180	21	50	1.2	1.00	0.8	86	49	45	1.56	39.88	-1.65	-0.253	-39.9	-859.74	-0.4923	970.29
14	84	98	58	21	3.925	2.80	1.675	93	0	40	1.530	224.38	-13.07	221.63	-34.99	-638.11	-35.49	957.22
	84	98	58	21	3.925	2.80	1.675	93	0	40	1.53	224.38	-13.07	221.6	-35	-638.11	-35.487	957.22
84	84	97	53	19	0.710	0.50	0.290	94	35	42	1.510	41.73	-2.34	41.34	-5.73	-596.78	-41.21	954.87
	84	98	58	21	3.925	2.80	1.675	93	0	40	1.53	224.38	-13.07	221.6	-35	-638.11	-35.487	957.22
84	84	97	5	7	1.518	1.00	0.482	92	0	20	1.510	103.47	-3.11	102.68	-12.76	-535.43	-48.25	954.10
	84	98	58	21	3.925	2.80	1.675	93	0	40	1.53	224.38	-13.07	221.6	-35	-638.11	-35.487	957.22
84	84	97	30	5	1.750	1.00	0.250	91	30	5	1.510	149.90	-3.42	148.61	-19.57	-489.50	-55.06	953.80
	84	98	58	21	3.925	2.80	1.675	93	0	40	1.53	224.38	-13.07	221.6	-35	-638.11	-35.49	957.22
84	85	98	3	49	2.965	2.00	1.035	90	7	18	1.510	193.00	-0.90	191.09	-27.07	-447.02	-62.56	956.32
	70	184	23	39	1.33	1.00	0.67	92	59	36	1.54	65.82	3.98	-5.043	-65.6	-439.94	0.19951	959.13
70	70	278	48	20	1.450	1.00	0.550	90	2	15	1.563	90.00	0.50	-88.94	13.78	-528.88	13.98	959.63
	70	184	23	39	1.33	1.00	0.67	92	59	36	1.54	65.82	3.98	-5.043	-65.6	-439.94	0.19951	959.13
70	70	278	42	32	1.720	1.00	0.280	89	47	35	1.563	144.00	1.08	-142.34	21.80	-582.28	22.00	960.21

E	PO	AZ			H's			AV			Alt Inst	DH Est	Dif Niv	Xp	Yp	Xt	Yt	Zt
		Gra	Min	Seg	Sup	Med	Inf	Gra	Min	Seg								
	12	188	23	40	1.338	1.00	0.662	91	0	2	1.5	67.58	1.68	-9.866	-66.9	-855.22	68.0018	970.58
12	12	99	56	23	2.050	1.50	0.950	96	30	9	1.496	108.59	-12.38	106.96	-18.74	-748.26	49.26	958.20
	83	278	5	19	1.522	1.00	0.478	85	47	11	1.53	103.84	8.18	-102.8	14.61	-962.55	14.1179	978.47
83	86	6	44	51	1.467	1.40	1.333	51	23	0	1.508	8.18	6.64	0.96	8.12	-961.59	22.24	985.11
	86	6	44	51	1.467	1.40	1.333	51	23	0	1.51	8.18	6.64	0.961	8.124	-961.59	22.2419	985.11
86	86	266	10	23	3.655	3.50	3.345	94	4	4	1.445	30.84	-4.25	-30.78	-2.06	-992.36	20.18	980.86
	86	6	44	51	1.467	1.40	1.333	51	23	0	1.51	8.18	6.64	0.961	8.124	-961.59	22.2419	985.11
86	87	318	50	19	0.561	0.45	0.339	79	40	36	1.445	21.49	4.91	-14.14	16.18	-975.73	38.42	990.02
	87	318	50	19	0.561	0.45	0.339	79	40	36	1.45	21.49	4.91	-14.14	16.18	-975.73	38.4186	990.02
87	87	278	9	11	0.670	0.60	0.530	89	13	21	1.505	14.00	1.09	-13.86	1.99	-989.59	40.40	991.11
	85	98	3	49	2.965	2.00	1.035	90	7	18	1.51	193.00	-0.90	191.1	-27.1	-447.02	-62.559	956.32
85	85	354	11	40	0.611	0.50	0.389	88	23	50	1.524	22.18	1.64	-2.24	22.07	-449.26	-40.49	957.96
	34	7	30	1	1.222	1.00	0.778	89	20	8	1.44	44.39	-0.08	5.795	44.01	25.5284	-53.484	1008.37
34	34.2	348	46	38	1.275	1.20	1.125	100	14	50	1.536	14.53	-2.29	-2.83	14.25	22.70	-39.24	1006.08
	34	7	30	1	1.222	1.00	0.778	89	20	8	1.44	44.39	-0.08	5.795	44.01	25.5284	-53.484	1008.37
34	88	192	44	50	0.664	0.50	0.336	90	32	19	1.536	32.80	0.73	-7.24	-31.99	18.29	-85.47	1009.10
	88	192	44	50	0.664	0.50	0.336	90	32	19	1.54	32.80	0.73	-7.237	-32	18.2917	-85.473	1009.10
88	88	295	20	7	0.599	0.50	0.401	90	49	1	1.496	19.80	0.71	-17.89	8.47	0.40	-77.00	1009.81

Apéndice “C”. Descripción de Tabla de Diseño Hidráulico

Para realizar el diseño hidráulico de las redes de este estudio se utilizó el programa LOOP, un programa sencillo, que trabaja desde el sistema operativo *DOS*, sistema operativo de disco.

El objetivo principal de este programa es simular las características hidráulicas de una red de distribución cerrada. La red es caracterizada por tuberías y nodos, *puntos de demandas y de entradas de agua y/o uniones en las tuberías.*

Los datos que se requieren para poder diseñar con este programa describen los elementos de la red y son:

- a. longitud de las tuberías;
- b. diámetros;
- c. coeficientes de fricción;
- d. demandas nodales;
- e. elevaciones en los nodos y
- f. característica de la red, *número de tuberías, número de nodos, factor de hora máxima, pérdida máxima por kilómetro, aproximación de cierre.*

Los datos que se tendrán como resultado serán:

- a. caudales en los nodos;
- b. velocidades en los nodos y
- c. presiones en los nodos.

Otros datos importantes para este programa son:

- a. utiliza la ecuación de Hazen Williams para el cálculo de pérdida de cargas;
- b. utiliza el algoritmo de Hardy Cross para determinar las correcciones de los caudales. Estas correcciones están basadas en los conceptos de mantener la continuidad del caudal en cada nodo y mantener la suma de las pérdidas de carga igual a cero en cualquier circuito.

Antes de ingresar los datos se deben preparar los datos de la siguiente forma:

- a. preparar un esquema del sistema;
- b. numerar los nodos y uniones sin repetición de números;
- c. asignar las demandas a los diferentes nodos;
- d. determinar las elevaciones de los nodos;
- e. determinar las longitudes de tubería, diámetros propuestos, coeficientes de rugosidad para cada tubería.

Descripción de la Tabla.

No. de tramos: Numero de tuberías.

No. de nodos: Numero de nodos.

Factor de hora máxima: en este caso se utilizará 1 ya que el caudal de distribución ya ha sido multiplicado anteriormente por este factor.

Máx. Pérdida/Km. Es la máxima pendiente de carga permitida por kilómetro.

Máx. Aproximación Es el máximo caudal no balanceado permitido (0.001 y 0.01)

En la primera columna se ingresa el número de tramo, el cual se ha asignado en el esquema del sistema, este tramo conecta dos nodos los que se numeran en la segunda y tercera columna

En las siguientes columnas se encuentra la longitud del tramo en metros, el diámetro interno de cada tubería en milímetros y luego se encuentra el diámetro nominal que es como se encuentra comercialmente. Los diámetros utilizados serán asumidos por el diseñador.

El coeficiente C es un coeficiente de capacidad hidráulica que se selecciona tomando en cuenta la material de la tubería, el envejecimiento de este y las condiciones fisicoquímicas del agua. En este caso, sólo se utilizará tubería de PVC y el coeficiente será de 140.

Los datos de las cuatro columnas siguientes son resultados que da el programa.

Q pasa: es el caudal que pasa en ese tramo esta dado en litros por segundo.

Velocidad es la velocidad con que pasa el caudal la velocidad mínima recomendada es de 0.3 metros por segundo. Si esta debajo de este límite marca LO.

Pérdida (m)/km: es la pérdida de carga en un kilómetro.

Pérdida Total: es la perdida total de carga en el tramo.

Más adelante, se encuentran cinco columnas más que dan información sobre los nodos.

En la primera columna aparece el número de nodo, en la siguiente se indica cuál es el nodo de descarga, está indicado con una R.

En Q.cons se encuentra el caudal que se consume en cada nodo, este dependerá del número de viviendas que existan en los tramos que conecta y la dirección que se le asigne a cada tramo. Esta columna se escribe con números negativos, ya que, es la suma de los caudales que está consumiendo cada vivienda, el caudal del nodo indicado como descarga aparecerá en números positivos pues es donde se está alimentando la red.

La cota del terreno es la cota que se ha calculado en el levantamiento topográfico.

Cota piezométrica es la cota con referencia a la cota del terreno que representa la presión dinámica.

Presión es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno, esta dada en metros columna de agua.

APÉNDICE “D”

EXÁMENES BACTERIOLÓGICOS Y ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No.17276		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 21239	
INTERESADO:	Facultad de Ingeniería -USAC-	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	Jorge Chaluleu Baeza	DEPENDENCIA:	USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	San Pedro Sacatepequez	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2004-02-03; 09 h 20 min.		
FUENTE:	Tanque de campo de fútbol	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2004-02-03; 12 h 00 min.		
DEPARTAMENTO:	Guatemala	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
MUNICIPIO:	San Pedro Sacatepequez				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	-- °C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	151,00 umhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,31 UNT	6. pH:	06,30 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,21	6. CLORUROS (Cl ⁻)	10,00	11. SÓLIDOS TOTALES	93,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,20	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	11,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	02,42	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	07,00	13. SÓLIDOS FIJOS	82,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	02,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	40,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	80,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	74,00	74,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: el agua es BLANDA. Potencial de Hidrógeno (pH) ácido. Las demás determinaciones indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), Guatemala.

Guatemala, 2004-02-06

Vo.Bo. 
 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CI/USAC

 DIRECCION

 JEFE DE LABORATORIO
 ZELENY MACH SANTOS
 Ing. Química Col. No. 426
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 17276		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-180289	
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería USAC</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Jorge Chaluleu Baeza</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>San Pedro Sacatepequez</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2004-02-03; 09 h 17 min.</u>		
FUENTE:	<u>Tanque de fútbol</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2004-02-03; 12 h 00 min.</u>		
MUNICIPIO:	<u>San Pedro Sacatepequez</u>				
DEPARTAMENTO:	<u>Guatemala</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
SABOR:	<u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>		
ASPECTO:	<u>claro</u>	CLORO RESIDUAL	<u>----</u>		
OLOR:	<u>inodora</u>				

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		<2	<2
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19 th NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
CONCLUSION Bacteriológicamente el agua <u>ES POTABLE</u> , según NORMA COGUANOR NGO 29001.			
Guatemala, 2004-02-06			
Vo.Bo. Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz DIRECTOR CI/USAC		 JEFE DE LABORATORIO Ing. Jorge Chaluleu Baeza M. Sc. en Ingeniería Sanitaria	





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) –CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No.17276		INF. No. 21240	
INTERESADO:	Facultad de Ingeniería –USAC-	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD
RECOLECTADA POR:	Jorge Chalucú Baeza	DEPENDENCIA:	USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	San Pedro Sacatepequez	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2004-02-03; 10 h 08 min.
FUENTE:	Tanque del cementerio	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO	2004-02-03; 12 h 00 min.
DEPARTAMENTO:	Guatemala	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración
MUNICIPIO:	San Pedro Sacatepequez		
RESULTADOS			
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora
2. COLOR:	02,00 Unidades	5. SABOR:	-----
3. TURBIEDAD:	01,20 UNT	6. pH:	06,50 unidades
		7. TEMPERATURA:	(En el momento de recolección) -- °C
		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	192,00 µmhos/cm
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,18	6. CLORUROS (Cl)	11,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,07
3. NITRATOS (NO ₃)	09,68	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	07,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	60,00
		11. SÓLIDOS TOTALES	116,00
		12. SÓLIDOS VOLÁTILES	12,00
		13. SÓLIDOS FIJOS	104,00
		14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
		15. SÓLIDOS DISUELTOS	102,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
00,00	00,00	90,00	90,00

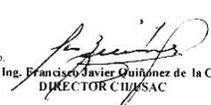
OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: Las determinaciones indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4910 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), Guatemala.

Guatemala, 2004-02-06

Vo.Bo.


 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CHUSAC




 JEFE DE LABORATORIO
 Ing. GUILLERMO DOL. No. 420
 I. Sc. en Ingeniería Sanitaria





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 17276		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-180290	
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería USAC</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Jorge Chalulen Baeza</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>San Pedro Sacatepequez</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2004-02-03; 10 h 05 min.</u>		
FUENTE:	<u>Tanque de Cementerio</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2004-02-03; 12 h 00 min.</u>		
MUNICIPIO:	<u>San Pedro Sacatepequez</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Guatemala</u>	SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>claro</u>	COLOR RESIDUAL	<u>----</u>		
OLOR:	<u>inodora</u>				
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)					
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA			
		FORMACION DE GAS			
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C		
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria		
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria		
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria		
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2		
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.					
CONCLUSION Bacteriológicamente el agua ES POTABLE , según NORMA COGUANOR NGO 29001.					
Guatemala, 2004-02-06					
Vo.Bo.  Ing. Francisco Javier Quinonez de la Cruz DIRECTOR CI / USAC		 JEFE DEL LABORATORIO 			



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO				INF. No. 21241	
O.T. No.17276					
INTERESADO:	<u>Facultad de Ingeniería -USAC-</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>		
RECOLECTADA POR:	<u>Jorge Chaldule Baeza</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>San Pedro Sacatepequez</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2004-02-03; 10 h 38 min.</u>		
FUENTE:	<u>Usuario final</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2004-02-03; 12 h 00 min.</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Guatemala</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
MUNICIPIO:	<u>San Pedro Sacatepequez</u>				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u> </u> ° C	
2. COLOR:	<u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>157,00</u> $\mu\text{mhos/cm}^{-1}$	
3. TURBIEDAD:	<u>00,60 UNT</u>	6. pH:	<u>06,70 unidades</u>		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,20	6. CLORUROS (Cl ⁻)	11,00	11. SOLIDOS TOTALES	98,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,07	12. SOLIDOS VOLÁTILES	13,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	03,74	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	07,00	13. SOLIDOS FIJOS	85,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	02,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	48,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	83,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	80,00	80,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico quimico sanitario: El agua ES BLANDA. Las demás determinaciones indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), Guatemala.

Guatemala, 2004-02-06

Vo.Bo.

Francisco Javier Quintero de la Cruz
 Ing. Francisco Javier Quintero de la Cruz
 DIRECTOR CI/USAC



[Signature]
 JEFE DE LABORATORIO
 ZELIA GONZALEZ
 Ing. Químico C.O. No. 429
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-180291	
O.T. No. 17276			CONTROL DE CALIDAD DE AGUA
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería USAC</u>	PROYECTO:	
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Jorge Chaluleu Baeza</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>San Pedro Sacatepequez</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2004-02-03; 10 h 35 min.</u>
FUENTE:	<u>Usuario final</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2004-02-03; 12 h 00 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>San Pedro Sacatepequez</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Guatemala</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>claro</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENOS)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua -- ES POTABLE, según NORMA COGUANOR NGO 29001. -- --

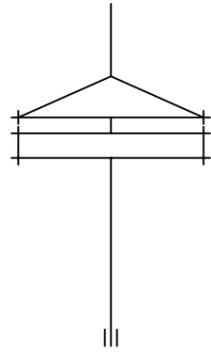
Guatemala, 2004-02-06

Vo.Bo. 
 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CI / USAC


 JEFE DE LABORATORIO


APÉNDICE “E”

PLANOS



SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
E-	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
○	ESTACIÓN
—	CARRETERA, CALLE
⌂	VIVIENDA
□	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
---	TUBERÍA PRINCIPAL RED CEMENTERIO
---	TUBERÍA SECUNDARIA RED CEMENTERIO
---	TUBERÍA PRINCIPAL RED CAMPO DE FÚTBOL
---	TUBERÍA SECUNDARIA RED CAMPO DE FÚTBOL

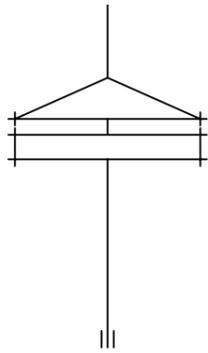
NOTA:
Las calles y avenidas son de 6 metros de ancho



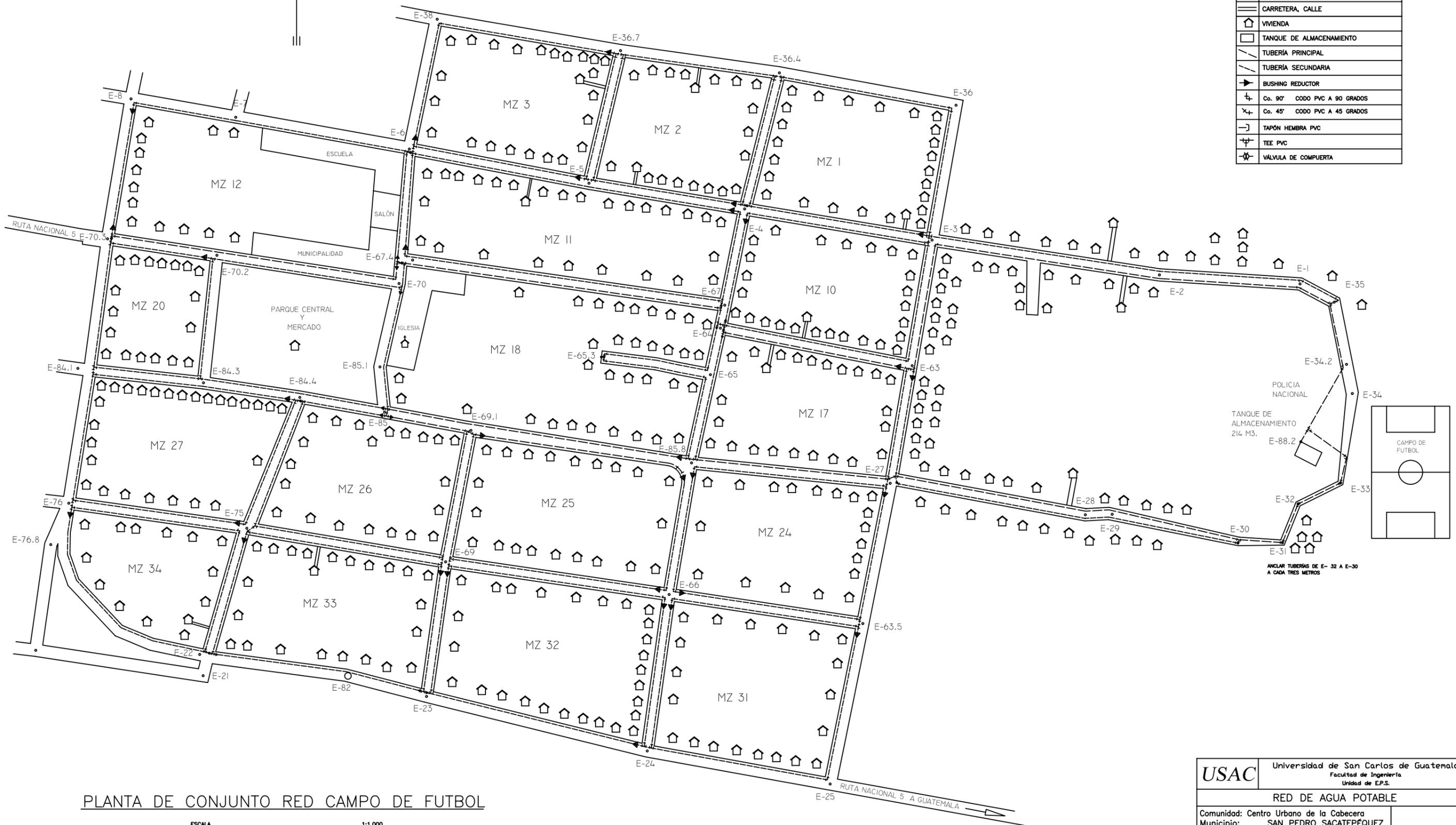
PLANTA DE CONJUNTO GENERAL

ESCALA 1:1,500

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la Cabecera		
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		
PLANTA DE CONJUNTO GENERAL		
TOPÓGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu	HOJA No. 1 15
CALCULO: Jorge Chaluleu	INDICADA: INDICADA	
DESAO: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillaga	



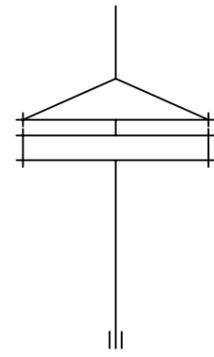
SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
E-	ESTACIÓN TOPOGRAFICA
o	ESTACIÓN
—	CARRETERA, CALLE
⌂	VIVIENDA
□	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
—	TUBERÍA PRINCIPAL
—	TUBERÍA SECUNDARIA
▶	BUSHING REDUCTOR
⊥	Co. 90° CODO PVC A 90 GRADOS
⊥	Co. 45° CODO PVC A 45 GRADOS
⊥	TAPÓN HEMBRA PVC
⊥	TEE PVC
⊥	VÁLVULA DE COMPUERTA



PLANTA DE CONJUNTO RED CAMPO DE FUTBOL

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la Cabecera		
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		
PLANTA DE CONJUNTO RED CAMPO DE FUTBOL		
TOPÓGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu	HOJA No. 2 15
ELABORADO: Jorge Chaluleu	INDICADA: INDICADA	
DEBIDO: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillago	

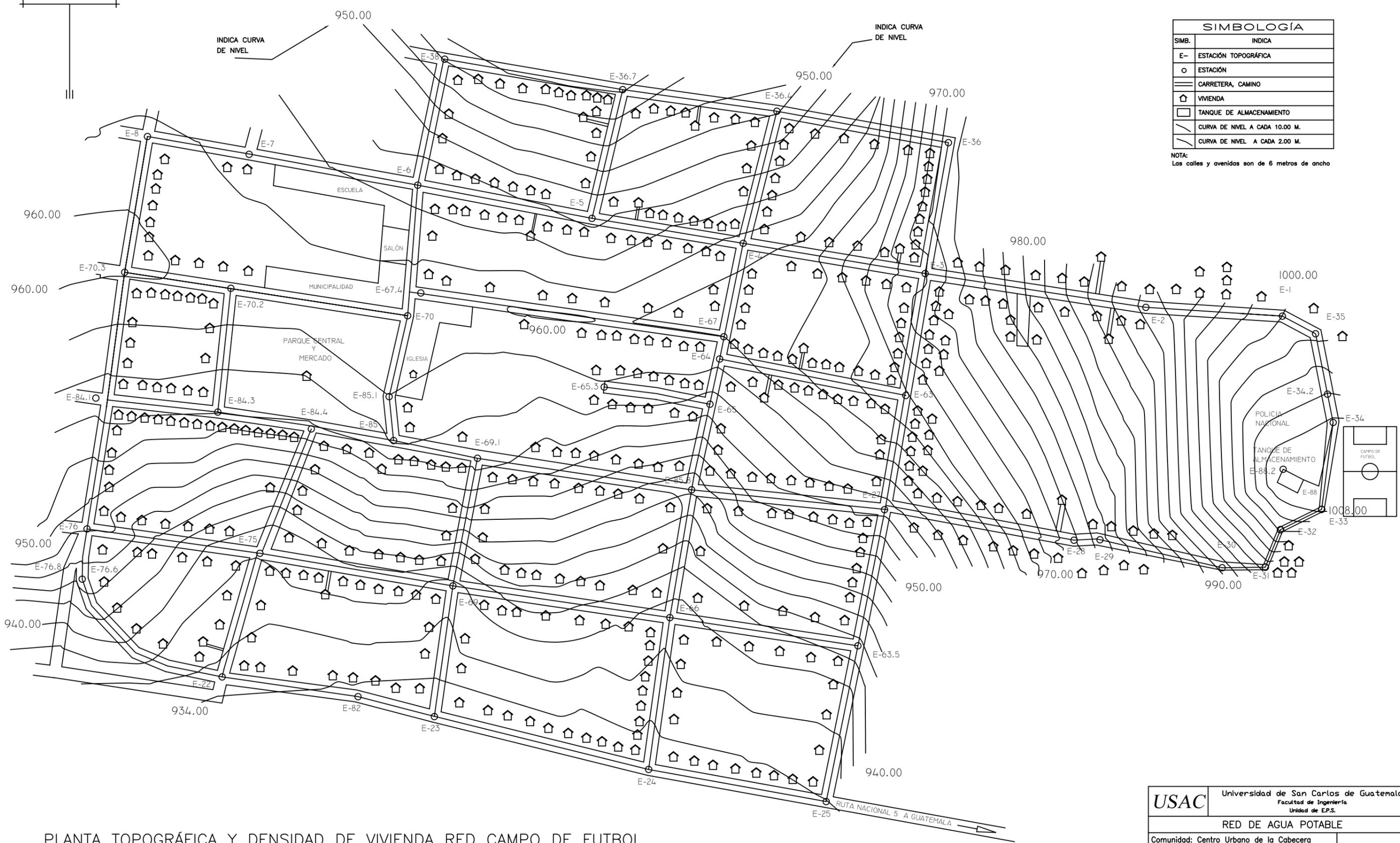


INDICA CURVA DE NIVEL

INDICA CURVA DE NIVEL

SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
E-	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
○	ESTACIÓN
—	CARRETERA, CAMINO
⌂	VIVIENDA
□	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
—	CURVA DE NIVEL A CADA 10.00 M.
—	CURVA DE NIVEL A CADA 2.00 M.

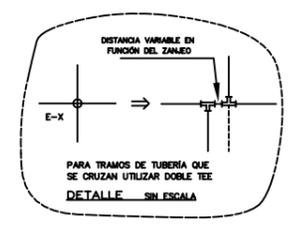
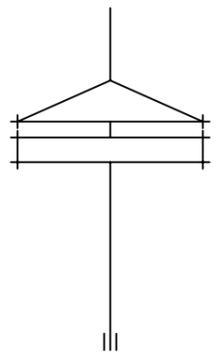
NOTA:
Las calles y avenidas son de 6 metros de ancho



PLANTA TOPOGRÁFICA Y DENSIDAD DE VIVIENDA RED CAMPO DE FUTBOL

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la Cabecera		
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		
PLANTA TOPOGRÁFICA Y DENSIDAD DE VIVIENDA RED CAMPO DE FUTBOL		
TOPOGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu	HOJA No. 3 15
CALCULO: Jorge Chaluleu	INDICADA: INDICADA	
DEBIDO: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillago	



SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
[Square]	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
[Diamond]	NODO DE DISEÑO
[Circle]	NÚMERO DE TRAMO
[Tee]	Co. 90° CODD PVC A 90 GRADOS
[Tee]	Co. 45° CODD PVC A 45 GRADOS
[Tee]	TAPÓN HEMBRA PVC
[Tee]	TEE PVC
[Circle]	DIÁMETRO
[Star]	VÁLVULA DE COMPUERTA
[Arrow]	BUSHING REDUCTOR
[Line]	CARRETERA, CALLE
[Dashed Line]	TUBERÍA SECUNDARIA
[Solid Line]	TUBERÍA PRINCIPAL
[Circle]	1 1/2" DIÁMETROS DE TUBERÍA

RED DE DISTRIBUCIÓN							
TRAMO	Nº NODO	NODO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (PULGADAS)	MATERIAL	PSI	CANTIDAD TUBOS
2	3	2	6.00	3/4"	PVC	250	1.5
4	5	4	6.00	1"	PVC	180	1.5
13	10	11	6.00	1 1/2"	PVC	180	1.5
15	8	9	6.00	1 1/2"	PVC	180	1.5
21	23	22	6.00	3"	PVC	180	1.5
24	7	18	6.00	2"	PVC	180	1.5
26	15	12	6.00	1"	PVC	180	1.5
28	15	14	6.00	1"	PVC	180	1.5
40	27	91	6.00	2 1/2"	PVC	180	1.5
42	42	27	6.00	2 1/2"	PVC	180	1.5
43	37	28	6.00	1 1/2"	PVC	180	1.5
44	31	32	6.00	1"	PVC	180	1.5
47	36	34	9.04	1"	PVC	180	2
48	36	30	6.00	2"	PVC	180	1.5
50	91	38	21.72	1"	PVC	180	4
52	49	40	6.00	3/4"	PVC	250	1.5
55	44	43	6.00	4"	PVC	180	1.5
61	30	35	8.26	1 1/2"	PVC	180	1.5
70	50	51	6.00	3"	PVC	180	1.5
72	47	49	6.00	3"	PVC	180	1.5
75	45	46	3.00	3"	PVC	180	1.5
77	48	47	6.00	1 1/4"	PVC	250	1.5
78	49	65	6.00	2"	PVC	180	1.5
79	52	60	6.00	2 1/2"	PVC	180	1.5
80	56	57	6.00	1"	PVC	180	1.5
82	59	58	6.00	2"	PVC	180	1.5
85	61	62	6.00	1 1/4"	PVC	180	1.5
100	66	81	6.00	1 1/2"	PVC	180	1.5
101	69	78	6.00	1 1/4"	PVC	180	1.5
102	70	77	6.00	1 1/4"	PVC	180	1.5
103	73	74	6.00	1 1/4"	PVC	180	1.5
116	87	88	6.00	3/4"	PVC	250	1.5
118	85	85	6.00	3/4"	PVC	250	1.5
120	83	84	6.00	1"	PVC	180	1.5
122	71	76	4.83	1 1/4"	PVC	180	1.5
123	89	90	3.00	3"	PVC	180	1.5
124	25	89	4.00	4"	PVC	180	1.5
125	91	37	6.62	2 1/2"	PVC	180	1.5

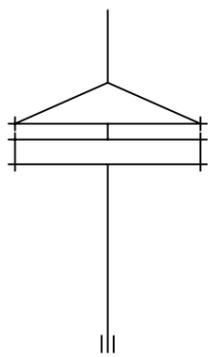
NOTA:
POR MOTIVOS DE ESPACIO LOS TRAMOS CORTOS SE COLOCAN EN ESTA TABLA



RED DE DISTRIBUCIÓN RED CAMPO DE FUTBOL

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la Cabecera		HOJA No.
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		4
RED DE DISTRIBUCIÓN RED CAMPO DE FUTBOL		
TOPÓGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu	15
CALCULO: Jorge Chaluleu	ERRORES: INDICADA	
DEBIDO: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillaga	



SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	NODO DE DISEÑO
L/S	LITROS POR SEGUNDO
Q=	CAUDAL
	CALLE, CALLEJÓN
	SAUDA DE FLUJO
	SENTIDO DEL FLUJO
	RED DE DISTRIBUCIÓN

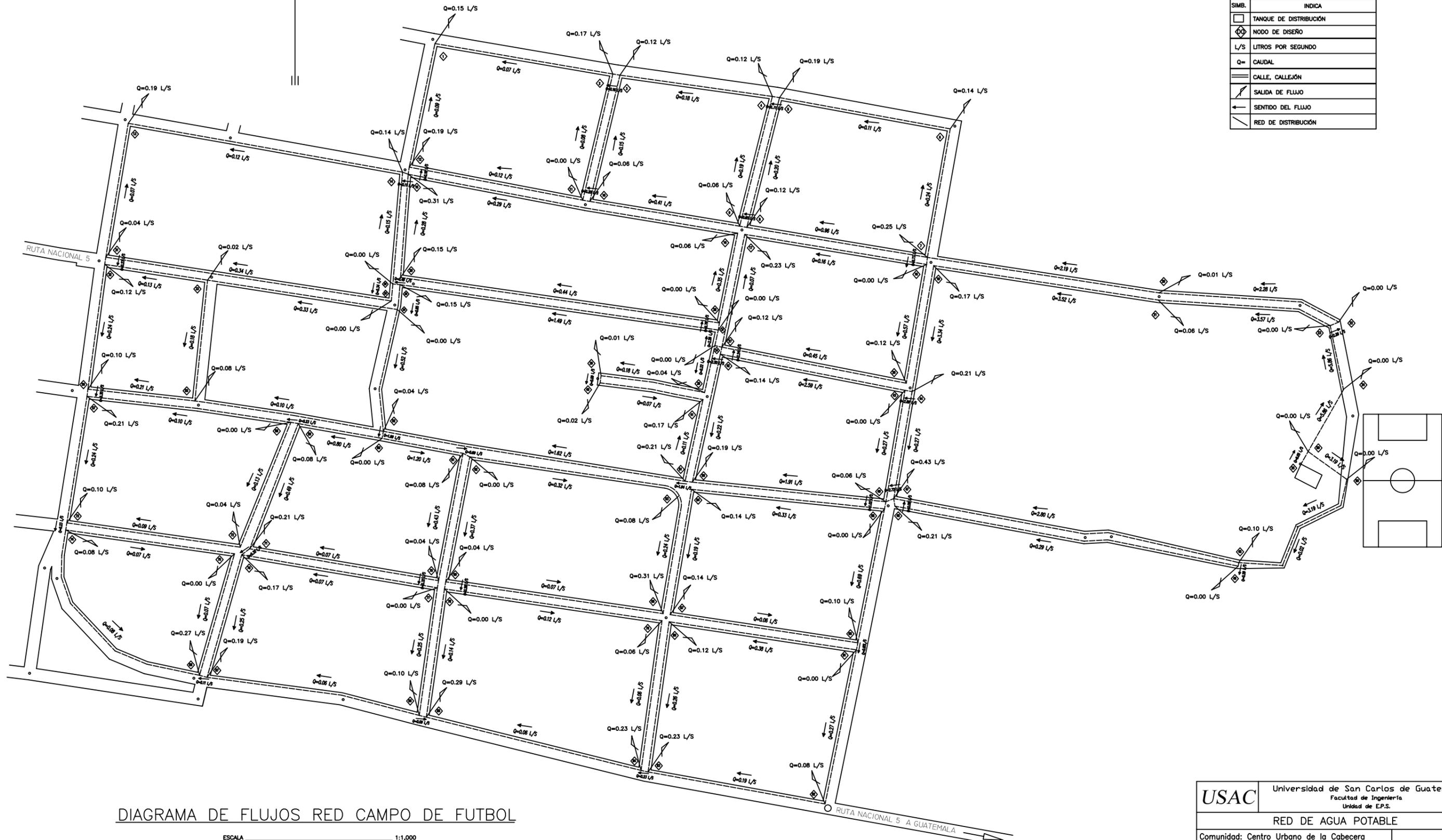
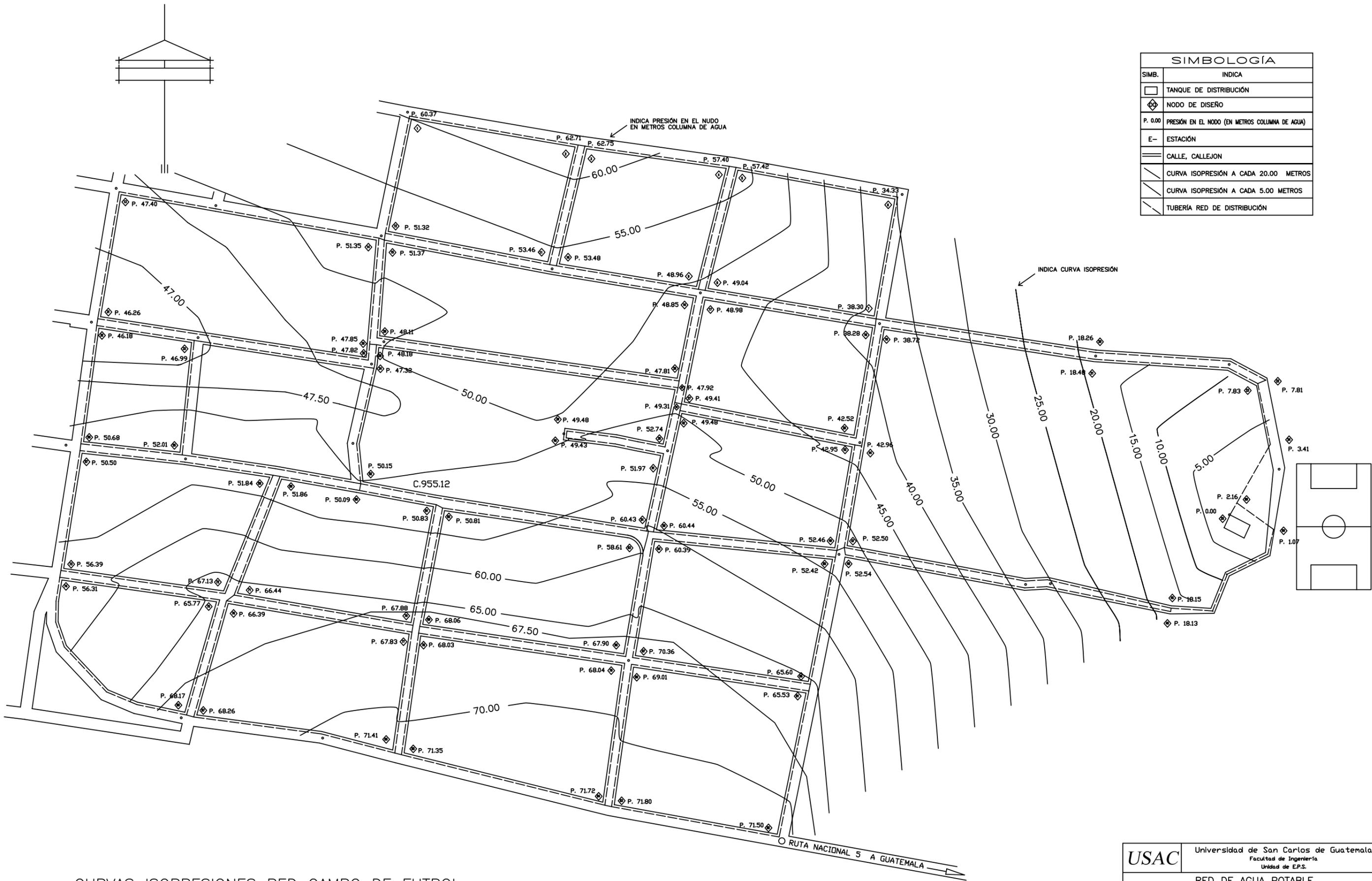


DIAGRAMA DE FLUJOS RED CAMPO DE FUTBOL

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la Cabecera		
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		
DIAGRAMA DE FLUJOS RED CAMPO DE FUTBOL		
TOPOGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu	HOJA No. 5 15
CALCULO: Jorge Chaluleu	INDICADA: INDICADA	
DEBIDO: Jorge Chaluleu	REVISOR: Ing. Manuel Arrivillaga	

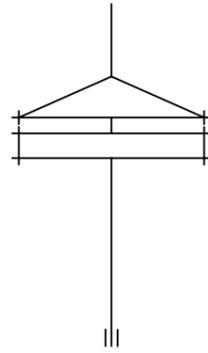


SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	NODO DE DISEÑO
P. 0.00	PRESIÓN EN EL NUDO (EN METROS COLUMNA DE AGUA)
E-	ESTACIÓN
	CALLE, CALLEJON
	CURVA ISOPRESIÓN A CADA 20.00 METROS
	CURVA ISOPRESIÓN A CADA 5.00 METROS
	TUBERÍA RED DE DISTRIBUCIÓN

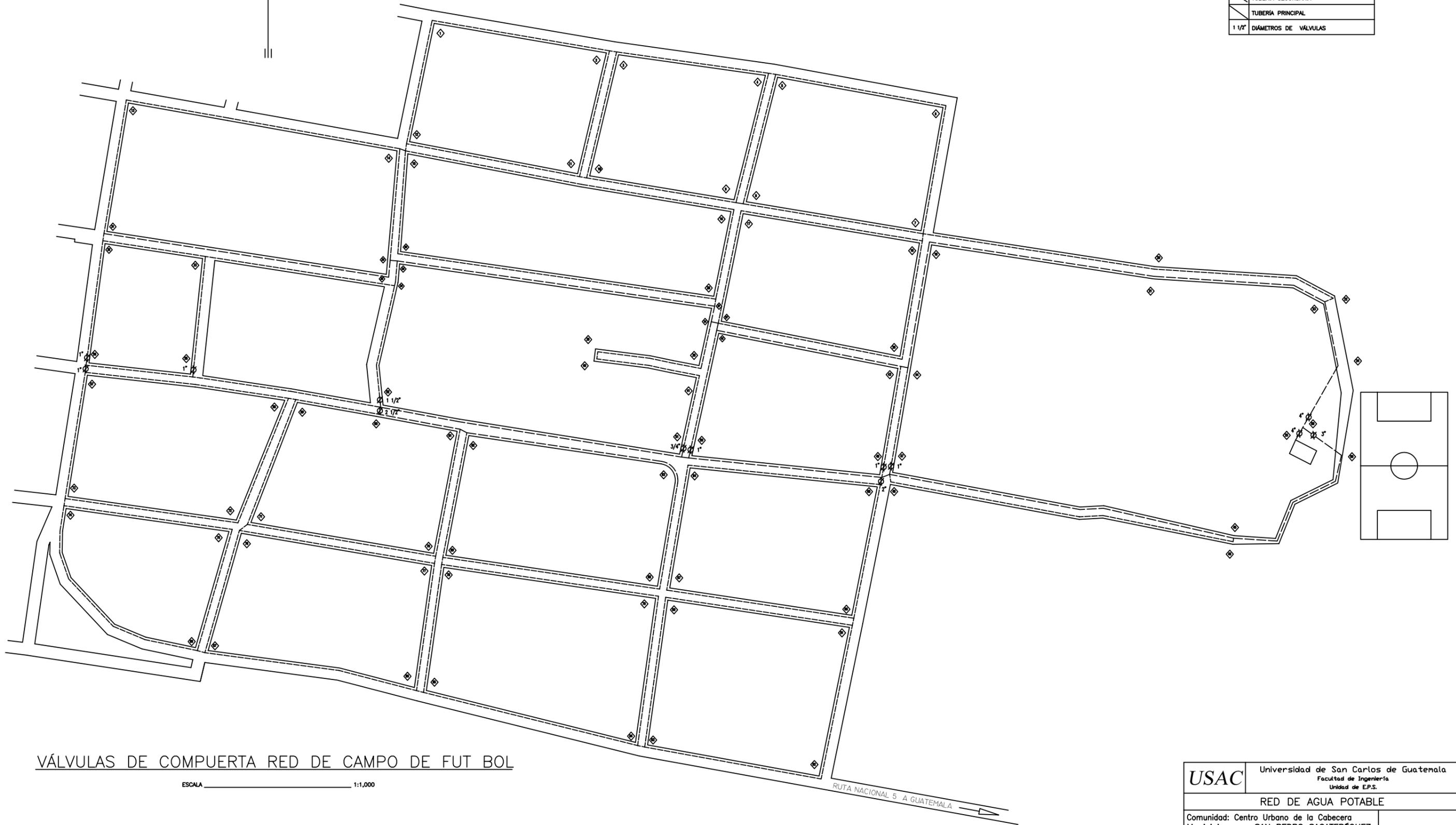
CURVAS ISOPRESIONES RED CAMPO DE FUTBOL

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la Cabecera		HOJA No. 6 15
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		
CURVAS ISOPRESIONES RED CAMPO DE FUTBOL		
TITULAR:	DISEÑO:	
ORLANDO:	ESCALA:	
DIBUJO:	REVISIÓN:	
Jorge Chaluleu	Ing. Manuel Arrivillaga	



SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NODO DE DISEÑO
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	CARRETERA, CALLE
	TUBERÍA SECUNDARIA
	TUBERÍA PRINCIPAL
1 1/2"	DIÁMETROS DE VÁLVULAS

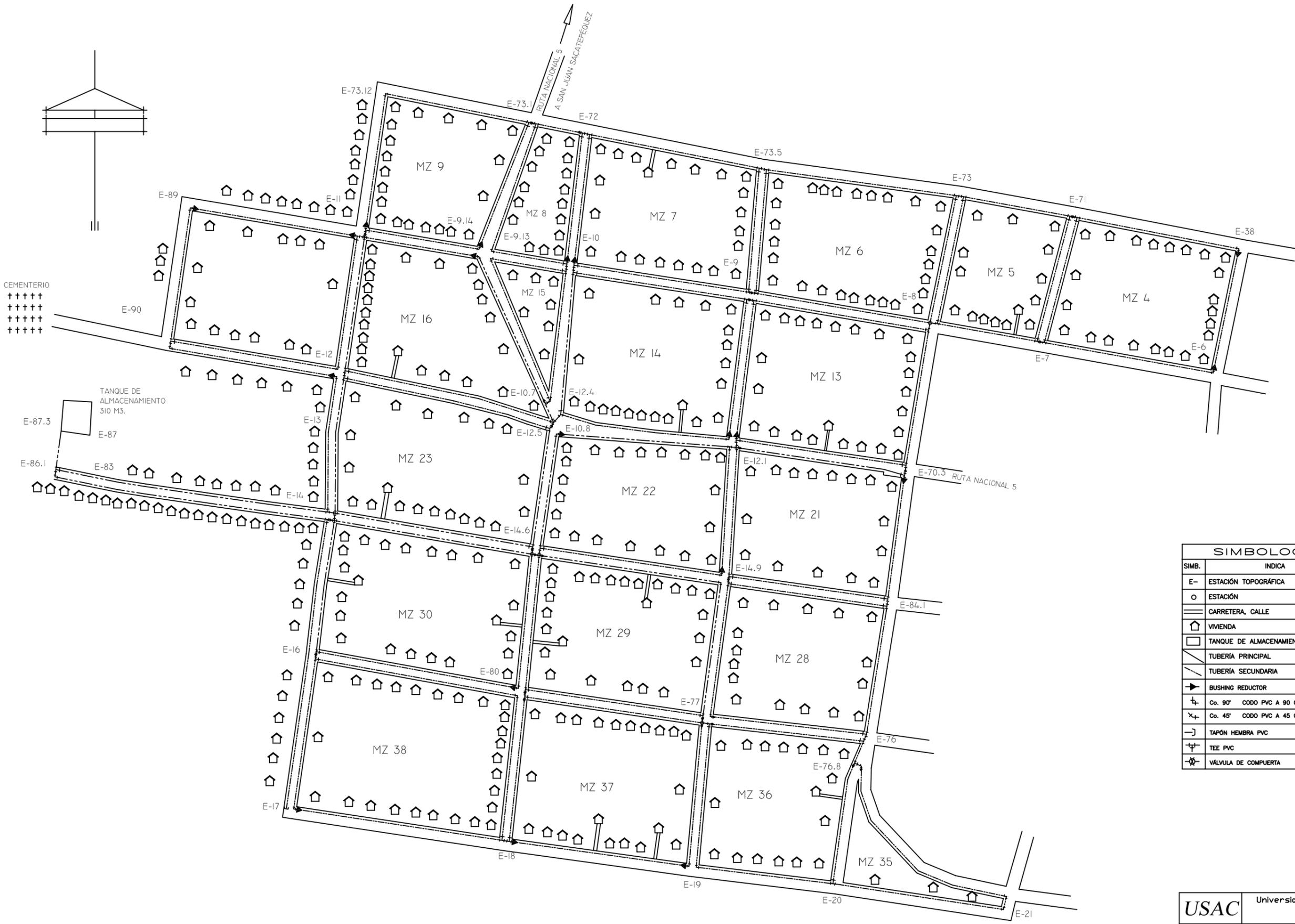


VÁLVULAS DE COMPUERTA RED DE CAMPO DE FUT BOL

ESCALA _____ 1:1,000

RUTA NACIONAL 5 A GUATEMALA

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la Cabecera		
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		
VÁLVULAS DE COMPUERTA RED DE CAMPO DE FUT BOL		
TOPÓGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu	HOJA No. 7 15
CALCULO: Jorge Chaluleu	ERRORES: INDICADA	
DIBUJO: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillago	



CEMENTERIO
 +++++
 +++++
 +++++
 +++++

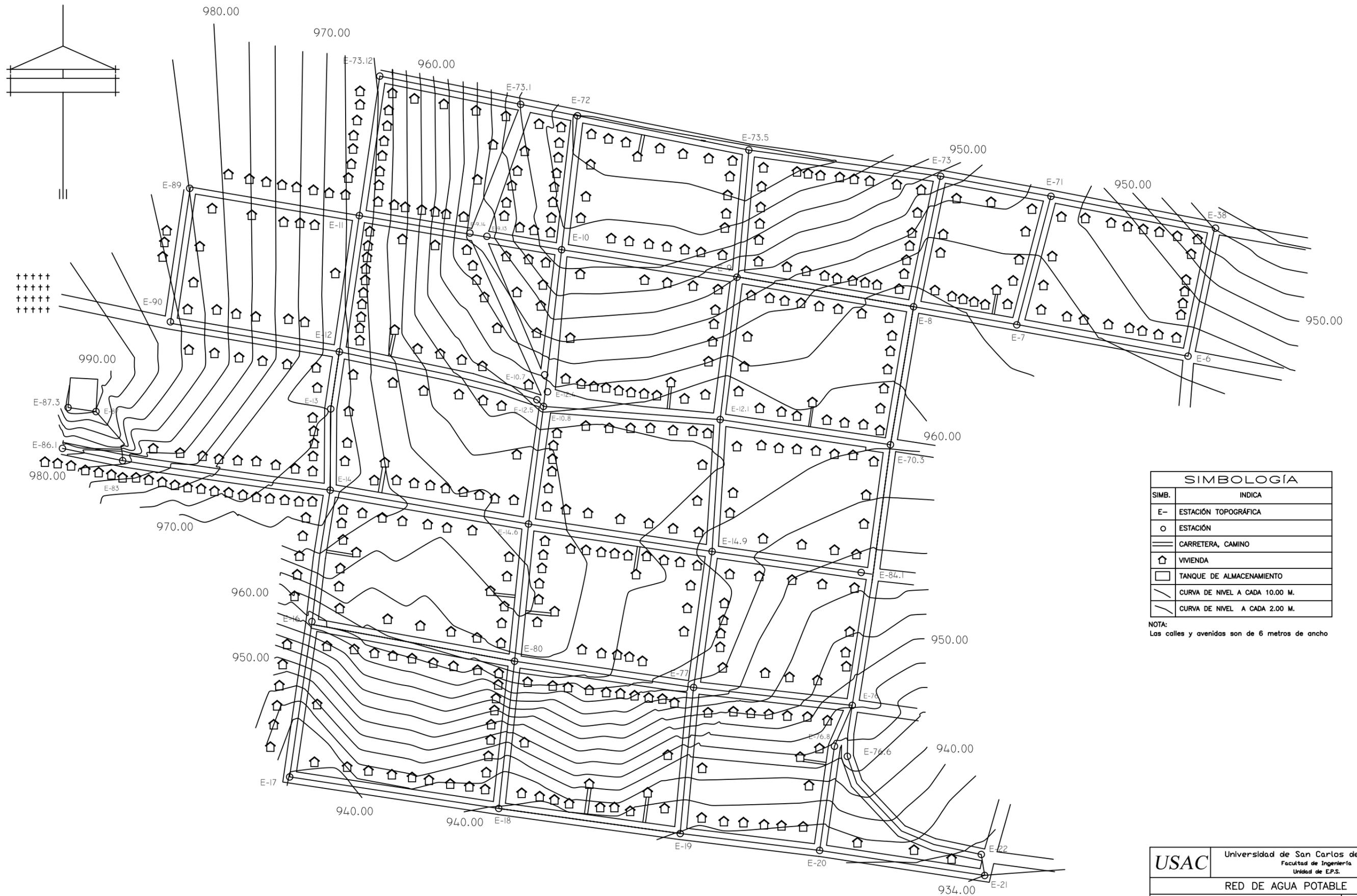
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
 310 M3.

PLANTA DE CONJUNTO RED CEMENTERIO

ESCALA 1:1,000

SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
E-	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
o	ESTACIÓN
—	CARRETERA, CALLE
🏠	VIVIENDA
◻	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
—	TUBERÍA PRINCIPAL
—	TUBERÍA SECUNDARIA
➔	BUSHING REDUCTOR
⊥	Co. 90° CODO PVC A 90 GRADOS
⊥	Co. 45° CODO PVC A 45 GRADOS
—	TAPÓN HEMBRA PVC
⊥	TEE PVC
⊗	VÁLVULA DE COMPUERTA

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la cabecera		HOJA No. 8 15
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		
PLANTA DE CONJUNTO RED CEMENTERIO		
TOPÓGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu	
CALCULO: Jorge Chaluleu	ERRORES: INDICADA	
DEBIDO: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillaga	



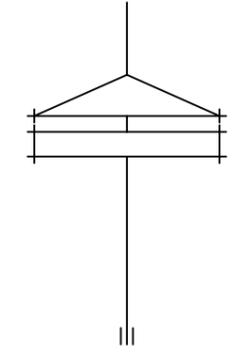
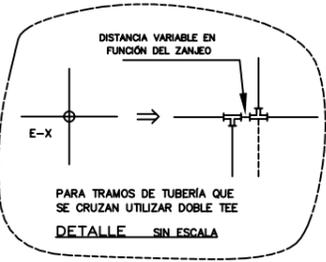
SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
E-	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
○	ESTACIÓN
—	CARRETERA, CAMINO
⌂	VIVIENDA
□	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
—	CURVA DE NIVEL A CADA 10.00 M.
—	CURVA DE NIVEL A CADA 2.00 M.

NOTA:
Las calles y avenidas son de 6 metros de ancho

PLANTA TOPOGRÁFICA Y DENSIDAD DE VIVIENDA RED CEMENTERIO

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la cabecera Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ Departamento: GUATEMALA		
PLANTA TOPOGRÁFICA Y DENSIDAD DE VIVIENDA RED CEMENTERIO		
TOPOGRÁFICO: Jorge Chaluleu CALZADA: Jorge Chaluleu DIBUJO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu EROSA: INDICADA REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillaga	HOJA No. 9 15



SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NODO DE DISEÑO
	NÚMERO DE TRAMO
	Co. 90° CODO PVC A 90 GRADOS
	Co. 45° CODO PVC A 45 GRADOS
	TAPÓN HEMBRA PVC
	TEE PVC
	DIÁMETRO
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	BUSHING REDUCTOR
	CARRETERA, CALLE
	TUBERÍA SECUNDARIA
	TUBERÍA PRINCIPAL
	DIÁMETROS DE TUBERÍA



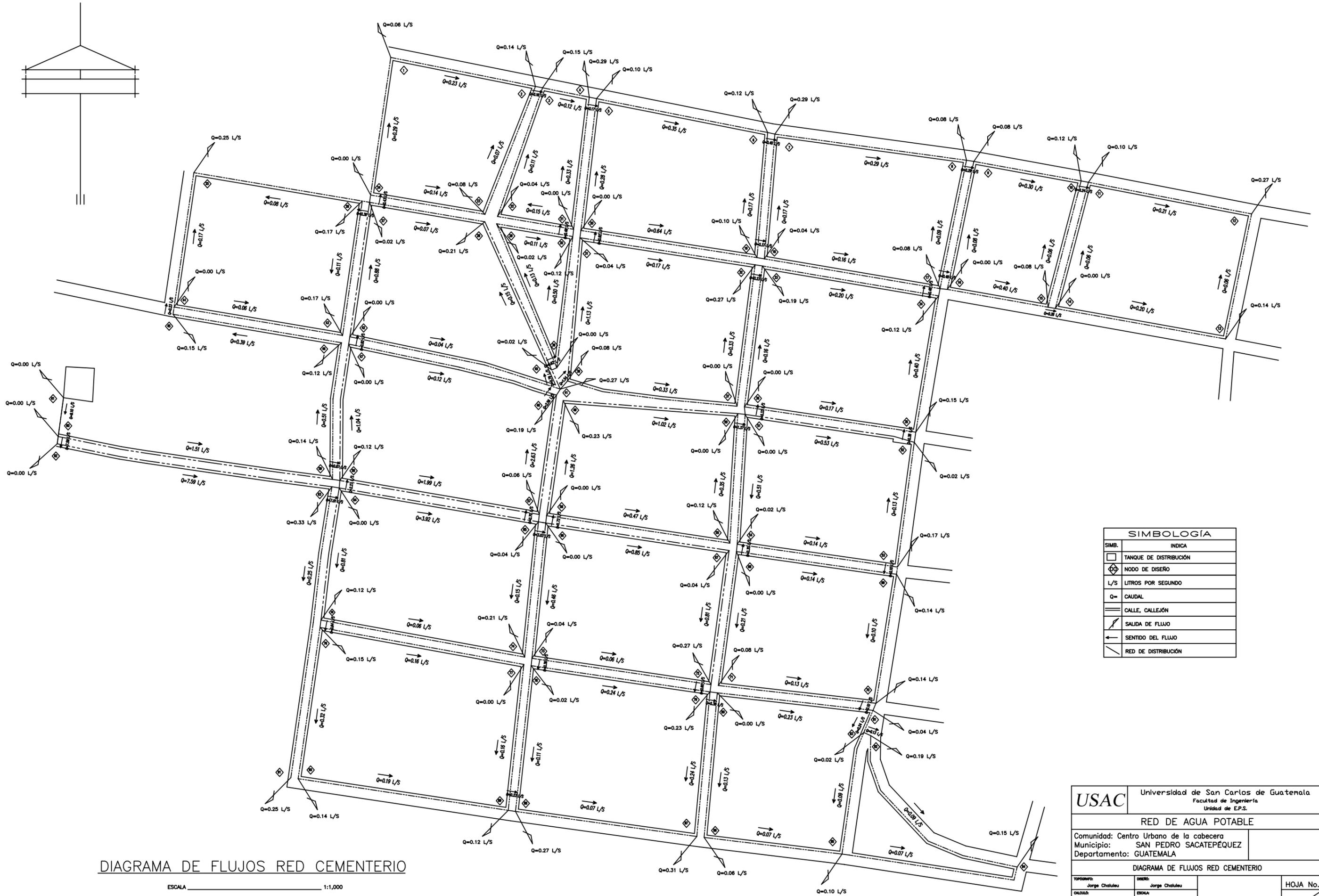
RED DE DISTRIBUCIÓN							
TRAMO	DE NODO	A NODO	LONGITUD (m)	DIÁMETRO (PULGADAS)	MATERIAL	PSI	CANTIDAD TUBOS
2	2	3	6.01	1"	PVC	160	1.5
3	4	4	29.46	4"	PVC	160	4
4	5	5	6.02	1 1/4"	PVC	160	1.5
6	8	9	6.03	1 1/4"	PVC	160	1.5
8	8	9	6.00	1 1/4"	PVC	160	1.5
10	10	11	6.00	1"	PVC	160	1.5
28	17	16	6.00	1 1/2"	PVC	160	1.5
30	15	14	6.00	1 1/4"	PVC	160	1.5
32	34	17	6.00	1 1/4"	PVC	160	1.5
33	31	20	6.00	2"	PVC	160	1.5
34	30	21	6.12	1 1/2"	PVC	160	1.5
35	27	24	6.04	1 1/2"	PVC	160	1.5
37	27	26	9.04	1 1/4"	PVC	160	1.5
54	41	40	10.07	2"	PVC	160	2
57	52	35	8.00	1 1/4"	PVC	160	1.5
58	51	36	6.00	3 1/4"	PVC	160	1.5
60	41	38	6.00	2"	PVC	160	1.5
61	48	41	6.00	3"	PVC	160	1.5
62	40	39	6.00	1 1/2"	PVC	160	1.5
63	47	42	6.00	2"	PVC	160	1.5
64	45	44	6.00	1 1/4"	PVC	160	1.5
68	50	51	6.00	2"	PVC	160	1.5
77	81	60	17.29	6"	PVC	160	3.5
79	59	58	6.00	3"	PVC	160	1.5
83	53	69	6.00	1"	PVC	160	1.5
84	54	68	6.00	1 1/4"	PVC	160	1.5
86	56	56	6.00	3"	PVC	160	1.5
87	66	55	6.00	2"	PVC	160	1.5
88	64	58	6.00	3"	PVC	160	1.5
89	60	62	8.00	6"	PVC	160	1.5
91	63	64	6.00	4"	PVC	160	1.5
93	66	66	6.00	3"	PVC	160	1.5
106	70	81	8.00	1"	PVC	160	1.5
107	79	80	6.00	1 1/4"	PVC	160	1.5
108	72	79	6.00	1 1/2"	PVC	160	1.5
109	75	76	6.00	1 1/2"	PVC	160	1.5
113	83	82	6.00	1"	PVC	160	1.5
114	81	83	10.03	1"	PVC	160	2
126	89	88	6.00	1"	PVC	160	1.5
130	19	18	6.00	1 1/4"	PVC	160	1.5
131	32	33	6.00	1"	PVC	160	1.5
132	73	78	6.00	1 1/4"	PVC	160	1.5

NOTA:
POR MOTIVOS DE ESPACIO LOS TRAMOS CORTOS SE COLOCAN EN ESTA TABLA

RED DE DISTRIBUCIÓN RED CEMENTERIO

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.																
RED DE AGUA POTABLE																	
Comunidad: Centro Urbano de la cabecera Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ Departamento: GUATEMALA																	
RED DE DISTRIBUCIÓN RED CEMENTERIO																	
<table border="1"> <tr> <th>TOPÓGRAFO:</th> <th>DISENO:</th> </tr> <tr> <td>Jorge Chalúe</td> <td>Jorge Chalúe</td> </tr> <tr> <th>CALCULO:</th> <th>ERROEA:</th> </tr> <tr> <td>Jorge Chalúe</td> <td>INDICADA</td> </tr> <tr> <th>DESAO:</th> <th>REVISOR:</th> </tr> <tr> <td>Jorge Chalúe</td> <td>Ing. Manuel Arrillago</td> </tr> </table>	TOPÓGRAFO:	DISENO:	Jorge Chalúe	Jorge Chalúe	CALCULO:	ERROEA:	Jorge Chalúe	INDICADA	DESAO:	REVISOR:	Jorge Chalúe	Ing. Manuel Arrillago	<table border="1"> <tr> <th colspan="2">HOJA No.</th> </tr> <tr> <td>10</td> <td>15</td> </tr> </table>	HOJA No.		10	15
TOPÓGRAFO:	DISENO:																
Jorge Chalúe	Jorge Chalúe																
CALCULO:	ERROEA:																
Jorge Chalúe	INDICADA																
DESAO:	REVISOR:																
Jorge Chalúe	Ing. Manuel Arrillago																
HOJA No.																	
10	15																

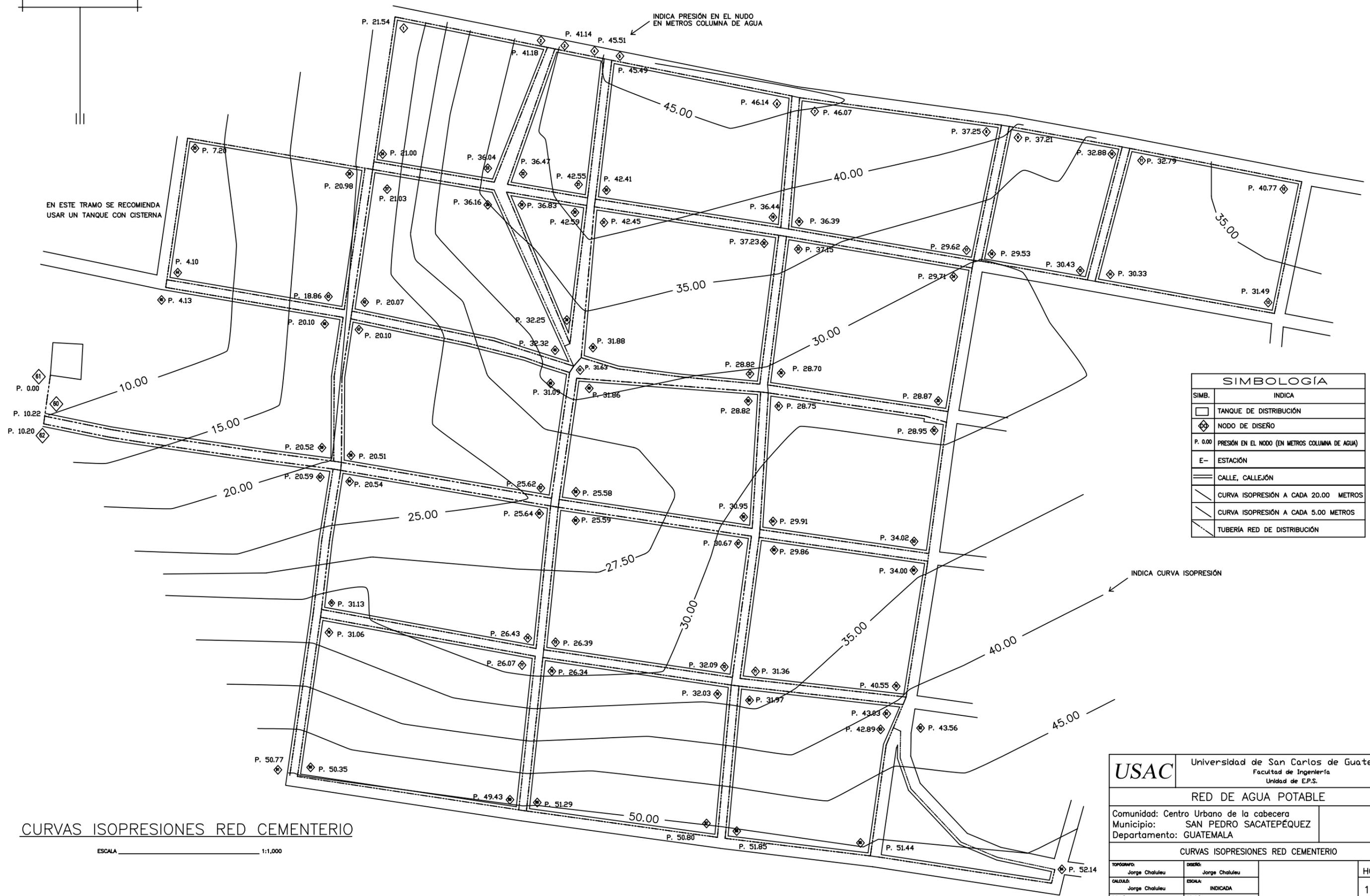
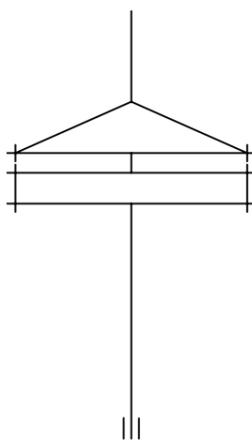


SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICIA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	NODO DE DISEÑO
L/S	LITROS POR SEGUNDO
Q=	CAUDAL
	CALLE, CALLEJÓN
	SALIDA DE FLUJO
	SENTIDO DEL FLUJO
	RED DE DISTRIBUCIÓN

DIAGRAMA DE FLUJOS RED CEMENTERIO

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
	RED DE AGUA POTABLE	
Comunidad: Centro Urbano de la cabecera		
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ		
Departamento: GUATEMALA		
DIAGRAMA DE FLUJOS RED CEMENTERIO		
TOPÓGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu	HOJA No. 11 15
CALCULO: Jorge Chaluleu	ERRORES: INDICADA	
DEBIDO: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillaga	

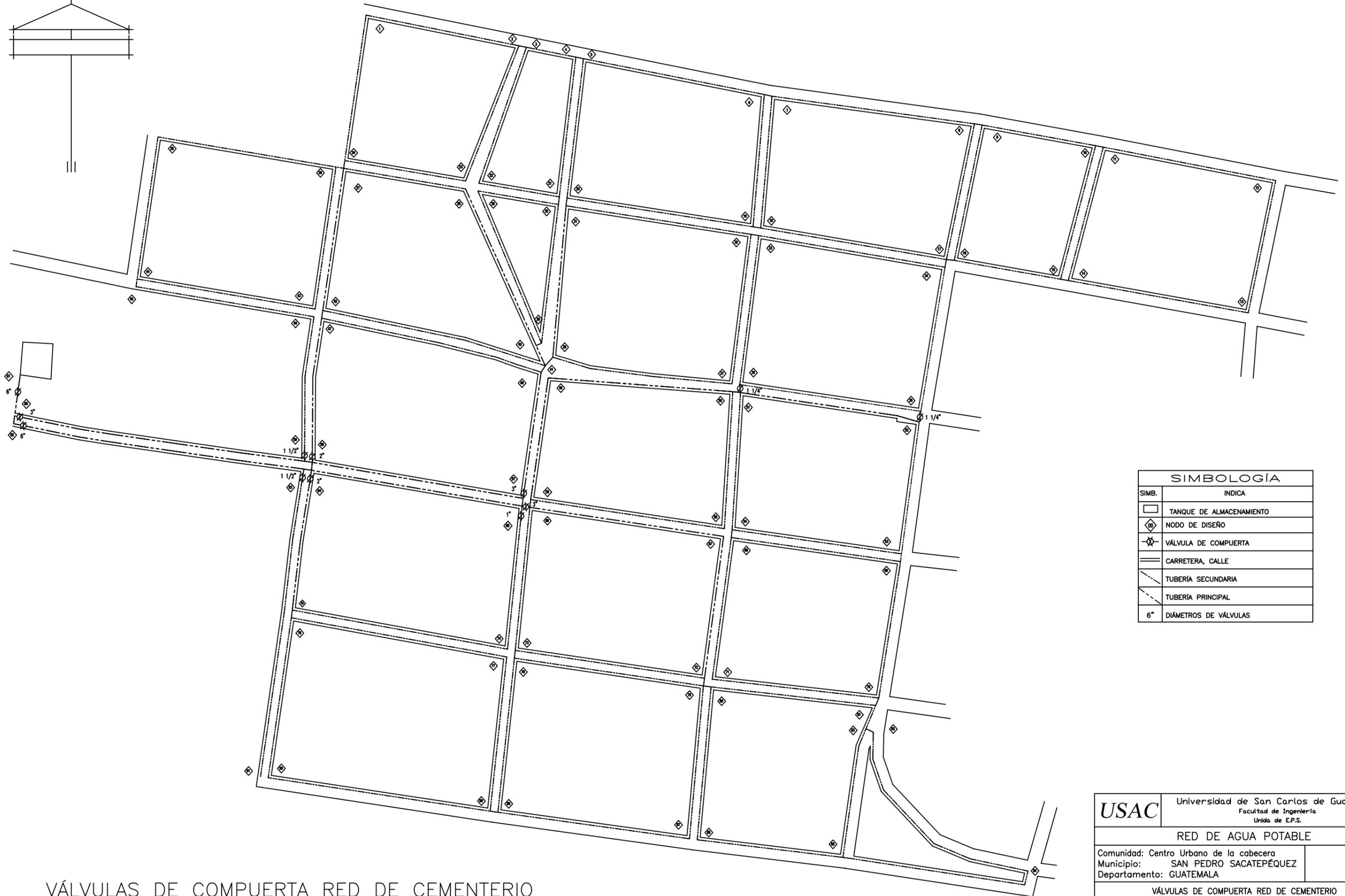
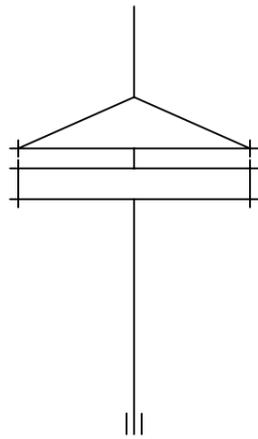


SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
[Square]	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
[Diamond]	NODO DE DISEÑO
P. 0.00	PRESIÓN EN EL NUDO (EN METROS COLUMNA DE AGUA)
E-	ESTACIÓN
[Line]	CALLE, CALLEJÓN
[Dashed line]	CURVA ISOPRESIÓN A CADA 20.00 METROS
[Solid line]	CURVA ISOPRESIÓN A CADA 5.00 METROS
[Dotted line]	TUBERÍA RED DE DISTRIBUCIÓN

CURVAS ISOPRESIONES RED CEMENTERIO

ESCALA 1:1,000

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.		
	RED DE AGUA POTABLE		
Comunidad: Centro Urbano de la cabecera		HOJA No.	
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ			
Departamento: GUATEMALA		12	
CURVAS ISOPRESIONES RED CEMENTERIO			
TOPÓGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu		15
CALCULO: Jorge Chaluleu	ESCALA: INDICADA		
DELLA: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivilla		

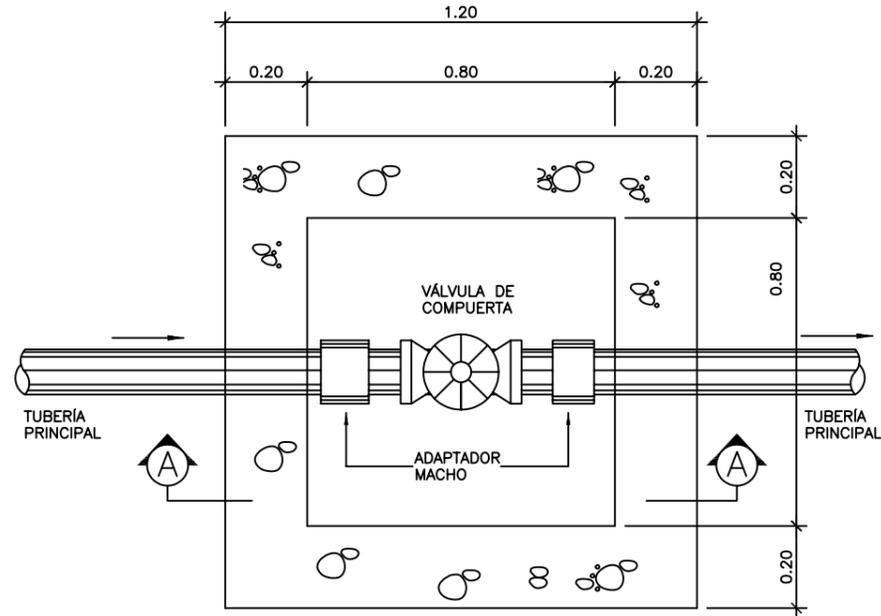


SIMBOLOGÍA	
SIMB.	INDICA
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NODO DE DISEÑO
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	CARRETERA, CALLE
	TUBERÍA SECUNDARIA
	TUBERÍA PRINCIPAL
6"	DIÁMETROS DE VÁLVULAS

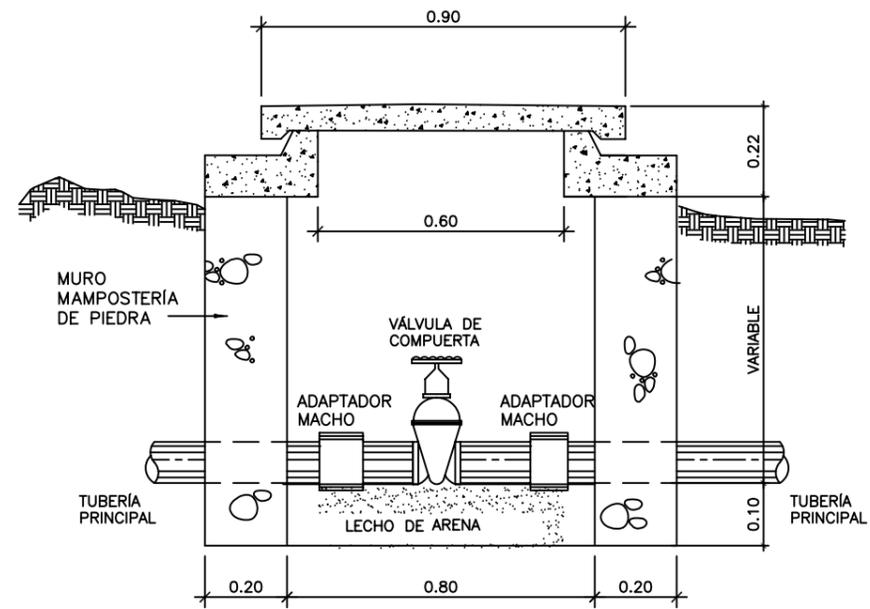
VÁLVULAS DE COMPUERTA RED DE CEMENTERIO

ESCALA _____ 1:1,000

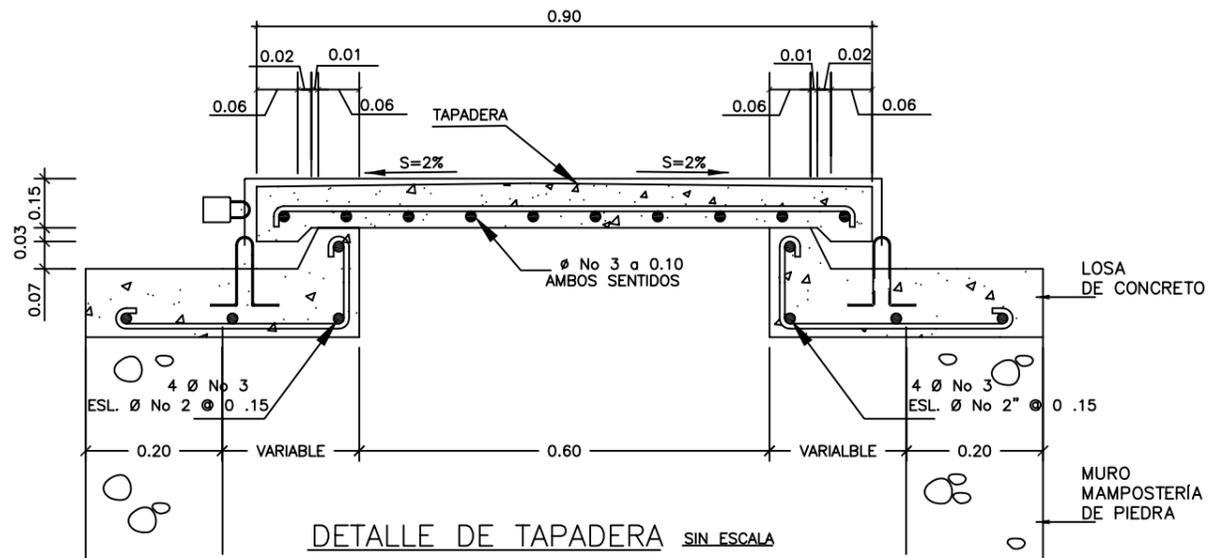
USAC		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.	
RED DE AGUA POTABLE			
Comunidad: Centro Urbano de la cabecera		Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	
Departamento: GUATEMALA			
VÁLVULAS DE COMPUERTA RED DE CEMENTERIO			
TOPÓGRAFO: Jorge Chaluleu	DISEÑO: Jorge Chaluleu		HOJA No. 13 15
CALCULO: Jorge Chaluleu	ESCALA: INDICADA		
DESAÑO: Jorge Chaluleu	REVISIÓN: Ing. Manuel Arrivillaga		



VÁLVULA DE CONTROL
EN RED DE DISTRIBUCIÓN SIN ESCALA



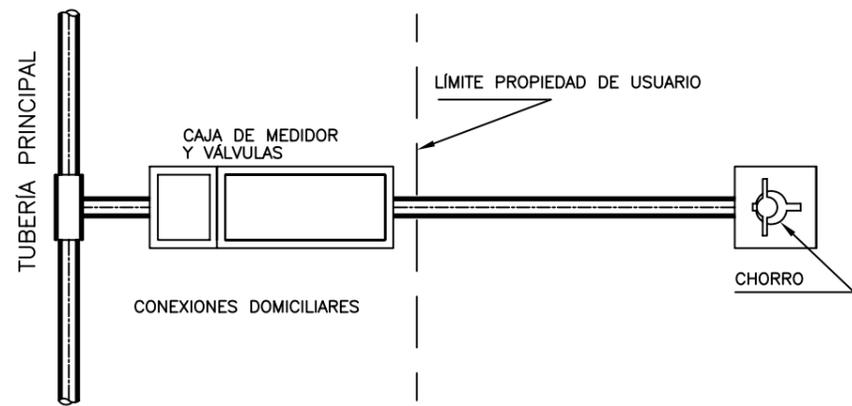
VÁLVULA DE CONTROL
EN RED DE DISTRIBUCIÓN SECCIÓN A-A SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA SIN ESCALA

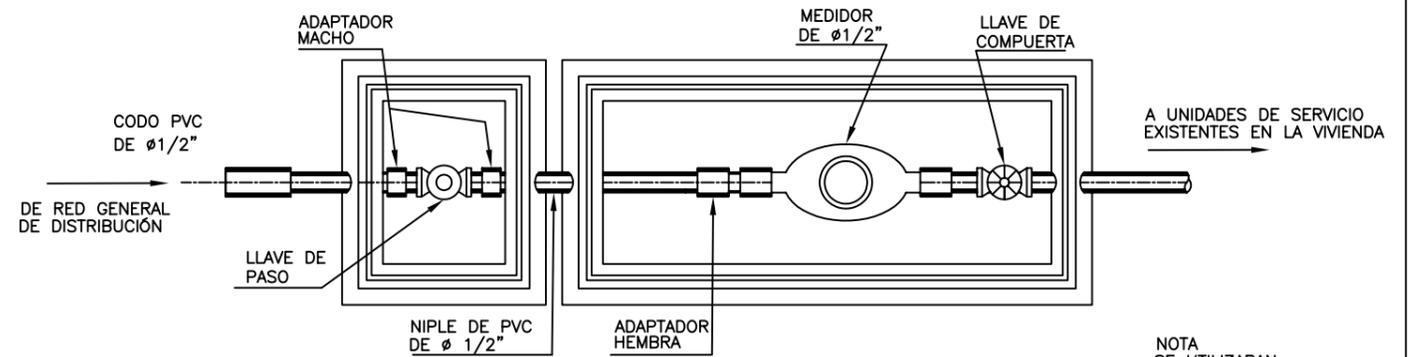
- LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE HARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:
33 % DE MORTERO
67 % DE PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO Y ARENA DE RIO
- EL CONCRETO SERÁ EN LA PROPORCIÓN, EN VOLUMEN 1:2:3 CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRÍN DE 1/2" RESPECTIVAMENTE
- SE REPELLARÁ EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SABIETA: PROPORCIÓN VOLUMEN 1:2 , CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO
- SE REALIZARÁ UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.

USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala		HOJA No.
	Facultad de Ingeniería Unidad de E.P.S.		
RED DE AGUA POTABLE			
Comunidad: Centro Urbano de la cabecera			
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ			
Departamento: GUATEMALA			
CAJA DE VÁLVULAS			
TOPÓGRAFO:	Jorge Chaluleu	DISEÑO:	Jorge Chaluleu
CALCULO:	Jorge Chaluleu	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	Jorge Chaluleu	REVISIÓN:	Ing. Manuel Arrivillaga
			14
			15



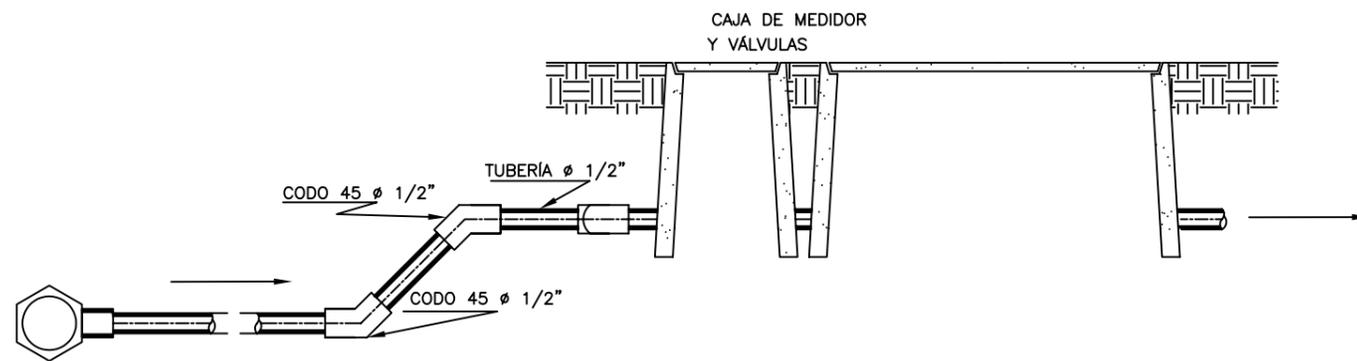
LOCALIZACIÓN DE CONEXIÓN DOMICILIAR

SIN ESCALA



PLANTA SIN ESCALA

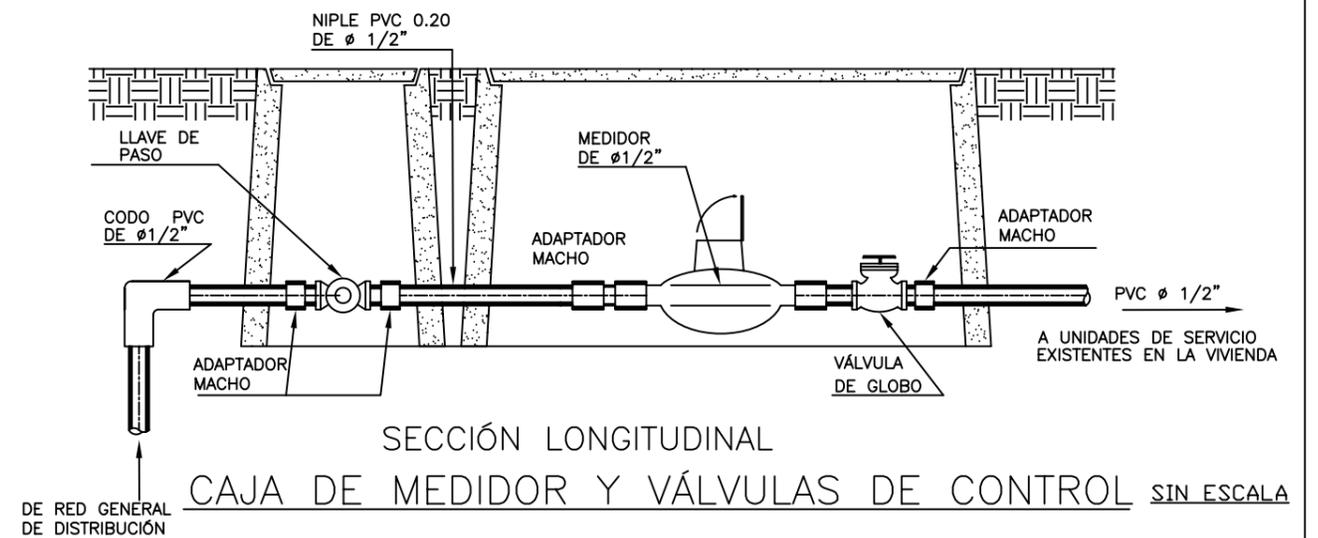
NOTA SE UTILIZARAN CAJAS ESTANDAR PREFABRICADAS



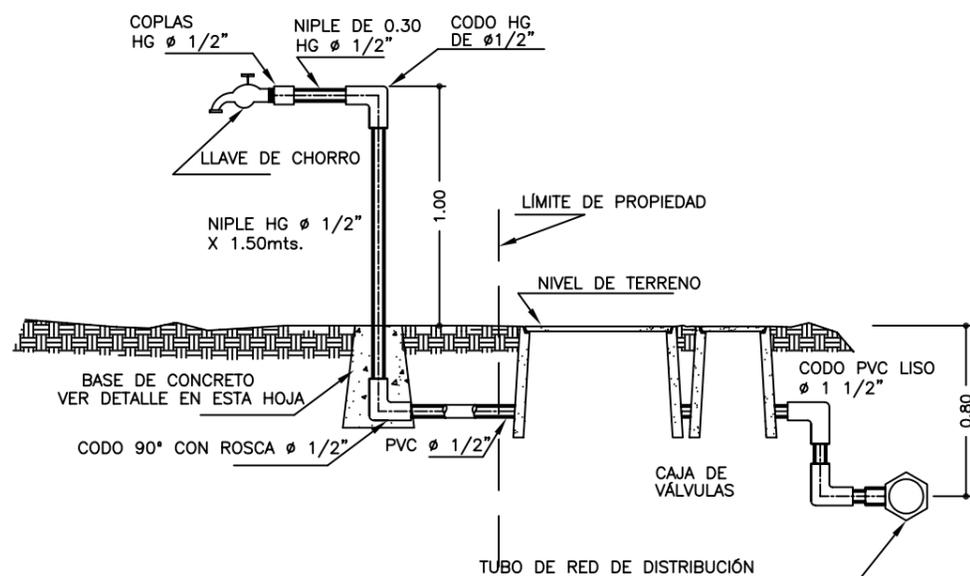
TUBERÍA PRINCIPAL RED DE DISTRIBUCIÓN

ELEVACIÓN

SIN ESCALA

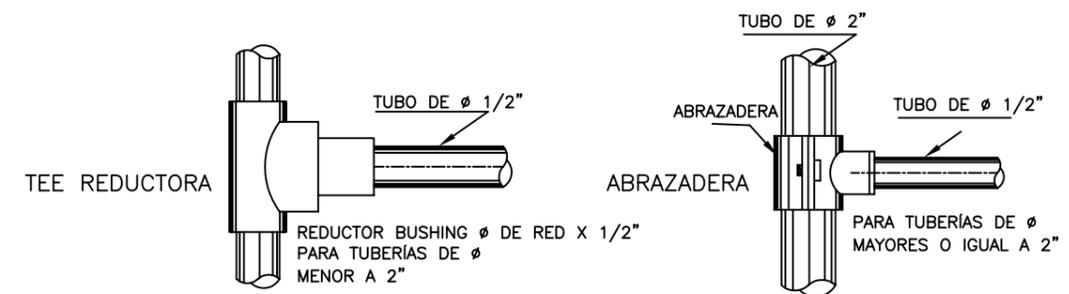


SECCIÓN LONGITUDINAL CAJA DE MEDIDOR Y VÁLVULAS DE CONTROL SIN ESCALA

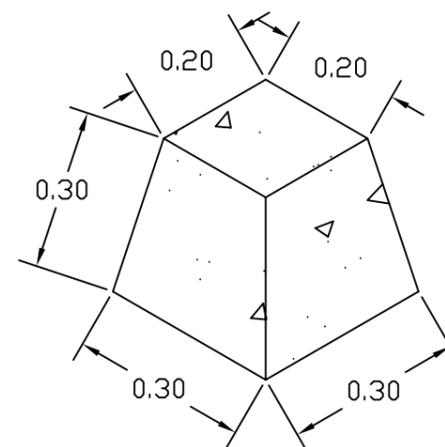


CONEXIÓN DOMICILIAR ESTANDAR PARA INSTALACION DE PILA

SIN ESCALA



ALTERNATIVA DE LA TOMA DOMICILIARIA SIN ESCALA



DETALLE DE BASE SIN ESCALA

USAC		Universidad de San Carlos de Guatemala	
		Facultad de Ingeniería	
		Unidad de E.P.S.	
RED DE AGUA POTABLE			
Comunidad: Centro Urbano de la cabecera			
Municipio: SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ			
Departamento: GUATEMALA			
CONEXIÓN DOMICILIAR CON CONTADOR			
TOPOGRAFO:	Jorge Chaluleu	DISEÑO:	Jorge Chaluleu
CALCULO:	Jorge Chaluleu	ESCALA:	INDICADA
DIBUJO:	Jorge Chaluleu	REVISIÓN:	Ing. Manuel Arrivillaga
			HOJA No.
			15
			15