



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA**

Hugo Waldemar Roque Contreras

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, octubre de 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HUGO WALDEMAR ROQUE CONTRERAS

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Jurgen Andoni Ramírez Ramírez
VOCAL V	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha de febrero de 2017.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval. The signature is cursive and appears to read 'Hugo Waldemar Roque Contreras'.

Hugo Waldemar Roque Contreras



Guatemala, 09 de agosto de 2017
REF.EPS.DOC.525.08.17

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Hugo Waldemar Roque Contreras, Registro Académico 201122837 y CUI 2398 88340 2101**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)
Área de Ingeniería Civil
Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
S]RS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
14 de agosto de 2017

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hugo Waldemar Roque Contreras, con CUI 2398883402101 Registro Académico No. 201122837, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑADA A TODOS



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

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

/mrrm.



Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 17 de agosto de 2017
REF.EPS.D:257.08.17

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

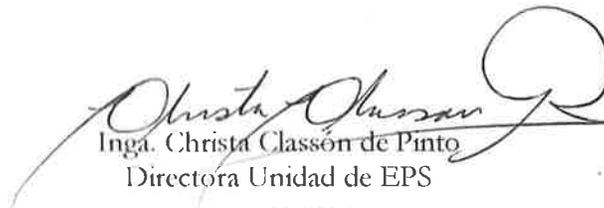
Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Hugo Waldemar Roque Contreras, Registro Académico 201122837 y CUI 2398 88340 2101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Silvio José Rodríguez Serrano**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





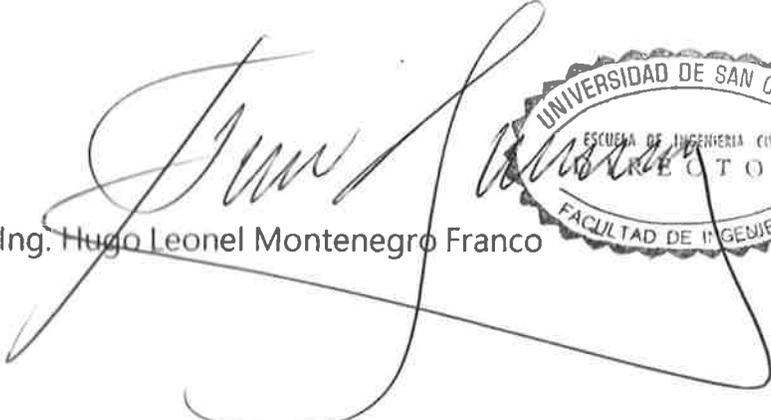
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Hugo Waldemar Roque Contreras titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre
/mrrm.





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Hugo Waldemar Roque Contreras**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2017



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser quien me ha guiado e iluminado a lo largo de mi carrera y mi vida.
Mis padres	Hugo Roque y Amarilis Contreras, su apoyo será siempre mi fortaleza.
Mi hermana	Tania Roque por su apoyo y cariño.
Mi sobrina	Allison Escobar por su cariño.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de estudiar la carrera que me gusta
Facultad de Ingeniería	Por ser mi segunda casa en mi tiempo de estudiante.
Mis amigos de la Facultad	Gustavo Recinos, Fernando Gil, Diego Santizo, Diego Herrera y Cristian Franco.
Rossio Zometa	Por su apoyo en los estudios.
Ramón Portillo	Por su sincera amistad.
Rodrigo Rivera	Por su apoyo.
Nelson Folgar	Por su amistad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. MONOGRAFÍA DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA.....	1
1.1. Características físicas.....	3
1.1.1. Ubicación geográfica	3
1.1.2. Demografía	4
1.1.3. Servicios públicos	4
1.1.4. Economía.....	6
1.1.5. Transporte y comunicaciones	6
1.1.6. Clima	8
1.1.7. Características del suelo	9
1.1.8. Topografía	9
1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Manuel Chaparrón, Jalapa	10
1.2.1. Descripción de las necesidades	10
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	11

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	13
2.1.	Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón.....	13
2.1.1.	Descripción del proyecto	13
2.1.2.	Localización de fuentes de abastecimiento	14
2.1.3.	Aforos.....	14
2.1.4.	Calidad del agua	15
2.1.5.	Levantamiento topográfico	15
2.1.5.1.	Altimetría	16
2.1.5.2.	Planimetría	16
2.1.6.	Criterios de diseño	16
2.1.6.1.	Período de diseño	17
2.1.6.2.	Tasa de crecimiento poblacional	17
2.1.6.3.	Estimación de población futura	17
2.1.6.4.	Dotación	18
2.1.6.5.	Factores de consumo.....	19
2.1.7.	Determinación de caudales.....	21
2.1.7.1.	Caudal medio diario	21
2.1.7.2.	Caudal máximo diario.....	22
2.1.7.3.	Caudal máximo horario	22
2.1.8.	Parámetros de diseño	23
2.1.9.	Diseño hidráulico del sistema.....	25
2.1.9.1.	Captación	26
2.1.9.2.	Línea de conducción	27
2.1.9.3.	Tanque de almacenamiento.....	31
2.1.9.4.	Red de distribución.....	47
2.1.9.5.	Obras hidráulicas	52
2.1.9.6.	Sistema de desinfección	54
2.1.10.	Programa de operación y mantenimiento.....	56

2.1.11.	Propuesta de tarifa	58
2.1.12.	Elaboración de planos	60
2.1.13.	Elaboración de presupuesto	61
2.1.14.	Evaluación de impacto ambiental	62
2.1.15.	Evaluación socioeconómica.....	66
2.1.15.1.	Valor presente neto	67
2.1.15.2.	Tasa interna de retorno	69
CONCLUSIONES		71
RECOMENDACIONES		73
BIBLIOGRAFÍA		75
APÉNDICES		77
ANEXOS		91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama de momentos en losa	35
2.	Momentos en losas	37
3.	Balanceo de momentos negativos en losa.....	39
4.	Muro de tanque de abastecimiento	42
5.	Cargas y momentos en tanque de abastecimiento	45
6.	Planta de distribución de J-18 a J-20.....	49
7.	Requisitos para la presentación de un EIA	64
8.	Estimación de VPN	68

TABLAS

I.	Regulación de leyes, San Manuel Chaparrón.....	2
II.	Aforo de caudal de la fuente de agua	14
III.	Tubería de PVC 1 120 ASTM D 2 241 SDR 26	24
IV.	Tubería de PVC 1 120 ASTM D 2 241 SDR 17	25
V.	Balanceo de momentos negativos	38
VI.	Cálculo de balanceo de momentos negativos.....	38
VII.	Cargas y momentos del muro de tanque de almacenamiento	45
VIII.	Presupuesto para diseño de abastecimiento de agua, San Manuel, Chaparrón	61
IX.	Matriz de Leopold, impacto ambiental.....	63
X.	Costo del sistema de abastecimiento de agua potable.....	67

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
π	3.14159
@	a cada
\emptyset	Ángulo de fricción Interna
\approx	Aproximadamente igual a
A	Área
As máx	Área de acero máxima
As mín	Área de acero mínima
Ast	Área de acero por temperatura
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
PVC	Cloruro de polivinilo
Ka	Coefficiente de empuje activo
Kp	Coefficiente de empuje pasivo
<i>Cu</i>	Cohesión del suelo
ρ	Cuantía de acero
\emptyset	Diámetro
Fdm	Factor día máximo
Fhm	Factor hora máximo

kg	Kilogramo
psi	Libra por pulgada cuadrada
l	Litros
l/hab/día	Litros por habitante por día
L	Longitud
m.c.a.	Metros columna de agua
M	Momento
Ma	Momento activo
Mp	Momento pasivo
Mr	Momento resultante
d	Peralte
Hf	Pérdida de carga
N	Período de diseño
γ_{agua}	Peso específico del agua
γ_c	Peso específico del concreto
γ_{cpeo}	Peso específico del concreto ciclópeo
γ_s	Peso específico del suelo
Pa	Población actual
pf	Población futura
P	Presión
plg	Pulgada
Fy	Resistencia del acero a tensión
F'c	Resistencia del concreto
S	Separación
Σ	Sumatoria
Tc	Tasa de crecimiento de la población
Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad

GLOSARIO

Accesorios	Elementos secundarios en las líneas de las tuberías, tales como codos, yees, tees, coplas, entre otros.
Acero mínimo	Cantidad de acero necesaria para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales, evitando grietas, expansión o contracción por temperatura en el concreto.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Agua libre de microorganismos dañinos a la salud y agradable a los sentidos.
Azimut	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, el rango varía de 0° a 360°.
Bases de diseño	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.
Carga muerta	Peso constante soportado por un elemento estructural durante la vida útil, incluyendo el propio.

Carga viva	Peso variable dado por el uso de la estructura, muebles, maquinaria móvil, entre otros, soportado por el elemento.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
Especificaciones	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto, son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Momento	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia del centro de masa.
Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la latitud y altura, referidas a banco de marca.

Presupuesto	Valor anticipado de una obra o proyecto. Rasante Es la línea que se obtiene de la proyección vertical de la parte superior de la capa de rodadura.
Topografía	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Proyecto de Acueductos Rurales.
Valor soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.

RESUMEN

El presente trabajo contiene información sobre el diseño de un proyecto que beneficiará a los pobladores de la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, el cual además de brindarles el servicio indispensable de agua potable ayudará en gran medida en la actividad socioeconómica de la cabecera.

El proyecto consiste en el diseño de la línea central de la red de distribución de agua potable, el cual incluye captación, tanque de almacenamiento, línea de conducción, red de distribución y obras especiales que según los estudios que se realicen se determinaran cuales serán, si así fuesen necesarias.

El proyecto se diseñará en base a normas y especificaciones de INFOM tomando en cuenta que al agua se le realizará su respectiva toma de muestras para determinar que sea apta para el consumo humano.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico de necesidades de servicios básicos en la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón.
2. Proporcionar un diseño del sistema de agua potable para mejorar las necesidades básicas de los pobladores de la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón.
3. Proporcionar a la municipalidad de San Manuel Chaparrón los documentos necesarios del proyecto, como presupuesto y planos, para gestionar el financiamiento.
4. Capacitar a los miembros de COCODE de la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
5. Adquirir experiencia en el ámbito laboral por medio del Ejercicio Profesional Supervisado.

INTRODUCCIÓN

La cabecera municipal de San Manuel Chaparrón en los últimos años ha tenido un crecimiento considerable de población, por lo cual la carencia de servicios básicos y de infraestructura en las comunidades ha aumentado, así trabajando en conjunto a la municipalidad de San Manuel Chaparrón se tomó como prioridad el nuevo diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de este mismo.

En la cabecera municipal existe la falta de suministro del agua lo cual provoca muchos problemas a los pobladores. El sistema de abastecimiento existente es deficiente y con el crecimiento de la población, se ha vuelto más obsoleto. Es por esta razón que se realizará el diseño de un sistema de abastecimiento de agua que está conformado por una obra de captación, 5 km de línea de conducción, un tanque de abastecimiento y 21 km de línea de distribución, para que la municipalidad pueda ejecutarlo y proveer del vital líquido a los habitantes.

1. MONOGRAFÍA DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA

Los primeros pobladores arribados impelidos por la necesidad de trabajo durante el siglo XIX, las personas llegaron al territorio chaparrero al ver que en ese lugar había una gran variedad de vegetación, frutas, verduras, y hierbas. Los primeros pobladores llegaron al municipio de San Manuel Chaparrón en el año de 1854 y al despejar el terreno de la vegetación que había decidieron quedarse allí y tomarlo como su propiedad.

El 24 de noviembre de 1873 se estableció el nuevo departamento de Jalapa, por Decreto número 107, siendo Presidente de la República de Guatemala el general Justo Rufino Barrios; quien creó el nuevo departamento debido a la gran extensión del departamento de Jutiapa, lo que dificultaba la vigilancia de las autoridades.

Según los historiadores del municipio de San Manuel Chaparrón existen tres versiones que revelan el verdadero origen del nombre que actualmente tiene el municipio.

Dicen que en 1866 un grupo de turistas caminaban para una hacienda, inesperadamente aconteció una lluvia muy fuerte y debido al gran aguacero que quedó sobre los suelos del terreno le llamaron el chaparrón.

Dicen que un rancharo sembró un de un árbol que lo llamó napoleón y creció tanto que ofrecía sombra y el olor agradable de sus flores. Los viajeros le llamaron al árbol como chaparrón y los pobladores les gustó el nombre y decidieron llamar así el lugar.

Otras personas dicen que el nombre del chaparrón proviene de un árbol que daba un fruto amarillo de sabor exquisito y el árbol crecía en la rivera de un río que hoy es llamado el río chaparrón.

Los municipios se encuentran regulados en diversas leyes de la República que establecen su forma de organización, lo relativo a la conformación de sus órganos administrativos y los tributos destinados para los mismos. Aunque se trata de entidades autónomas, se encuentran sujetos a la legislación nacional y las principales leyes que los rigen desde 1985 son:

Tabla I. Regulación de leyes, San Manuel Chaparrón

Núm.	Ley	Descripción
1	Constitución Política de la República de Guatemala	Tiene una regulación legal específica para los municipios en los artículos 253 al 262.
2	Ley Electoral y de Partidos Políticos	Ley de carácter constitucional aplicable a los municipios en el tema de la conformación de sus autoridades electas.
3	Código Municipal	Decreto 12-2002 del Congreso de la República de Guatemala. Tiene la categoría de ley ordinaria y contiene preceptos generales aplicables a todos los municipios, e inclusive contiene legislación referente a la creación de los municipios.
4	Ley de Servicio Municipal	Decreto 1-87 del Congreso de la República de Guatemala. Regula las relaciones entra la municipalidad y los servidores públicos en materia laboral. Tiene su base constitucional en el artículo 262 de la constitución que ordena la emisión de la misma.
5	Ley General de Descentralización	Decreto 14-2002 del Congreso de la República de Guatemala. Regula el deber constitucional del Estado, y por ende del municipio, de promover y aplicar la descentralización y desconcentración económica y administrativa.

Continuación de la tabla I.

6	Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental	Acuerdo gubernativo 137-2016 que la Constitución Política de la República de Guatemala en el artículo 97 establece que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente.
---	---	--

Fuente: wikiguate.com. Consulta: 04 de julio de 2017.

1.1. Características físicas

Las características físicas más relevantes de la cabecera municipal de San Manuel, Chaparrón son las siguientes:

1.1.1. Ubicación geográfica

San Manuel Chaparrón es uno de los 340 municipios de la República de Guatemala y pertenece al departamento de Jalapa. Tiene una extensión de alrededor de 123 kilómetros cuadrados, se encuentra a una distancia de 51 kilómetros de la cabecera departamental de Jalapa y a una distancia de 175 km de la ciudad capital de Guatemala. Se localiza entre el norte de Monjas y Santa Catarina Mita municipio del departamento de Jutiapa, al oeste de Ipala municipio de Chiquimula, al este del municipio de Jalapa y al sur de San Pedro Pinula y San Luis Jilotepeque.

El municipio San Manuel Chaparrón se divide políticamente en un pueblo-cabecera, 14 aldeas, nueve caseríos, tres parajes y siete fincas. Las aldeas son: Damián, El Chagüite, El Pedernal, El Terrerito, La Peña, Las Ánimas, Las Ventanas, Los Amates, Llano Verde, Palmilla, Poza Verde, San Nicolás y Vivares.

1.1.2. Demografía

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística -INE- para el 2012, el municipio de San Manuel Chaparrón tiene una población de más de 8 708 habitantes.

La cabecera municipal de San Manuel Chaparrón cuenta con 1 438 viviendas y un total de 3 900 habitantes, siendo el 61 % hombres y 39 % mujeres. según censo realizado en agosto del 2016.

1.1.3. Servicios públicos

La cabecera municipal de San Manuel Chaparrón cuenta con los siguientes servicios públicos: centros de salud, transporte urbano y extra urbano, energía eléctrica, bancos, mercado, correos, escuelas, institutos, radios, empresa de cable para TV., servicio de drenajes, entre otros.

- Educación

La educación en el Municipio es monolingüe, es decir, que las clases se imparten en español. Existen varias escuelas en el área rural que aún son monodocentes, o sea que cuentan con un solo profesor para impartir clases en diferentes grados, principalmente en el nivel primario.

- Salud

En el perímetro urbano existe un centro de salud tipo B, el cual funciona desde 1 980, ofrece los servicios siguientes: consulta externa, pediátrica,

ginecología y primeros auxilios; presta servicio anualmente a un promedio de 3 800 usuarios del área urbana y de las poblaciones rurales cercanas.

En el área rural existen dos puestos de salud, en las aldeas Poza Verde y Los Amates; este último se encuentra en total deterioro y sin personal; en el puesto de salud de Poza Verde se atiende a un promedio de 1 372 usuarios anualmente.

De lo anterior se deduce que, del total de habitantes del municipio, el 60 % recibe un servicio básico de salud y el 40 % restante no tiene acceso a este servicio.

- Drenajes

Con relación al servicio de drenaje, se determinó que en la cabecera municipal, solamente el 56 % de viviendas cuenta con el mismo; actualmente la municipalidad trabaja para ampliar la cobertura de este servicio, sin embargo, se observó que no se toman las medidas necesarias para el tratamiento de aguas negras que se canalizan hacia el río Chaparrón, que tiene un impacto negativo para el medio ambiente y la salud de los pobladores.

Referente al área rural se estableció que el 93 % de hogares no tiene este importante servicio e incide en la contaminación del ambiente y daños en la salud de los habitantes.

- Extracción de basura

Se identificó que únicamente en el casco urbano existe este servicio, sin embargo, según investigación de campo, el 7 % de la población paga por la

extracción de basura, el 93 % la tira en sus terrenos o la quema. También pudo observarse que mucha de esta basura es tirada en el río Chaparrón, lo que contribuye a la contaminación de sus aguas.

1.1.4. Economía

La producción agropecuaria de San Manuel Chaparrón incluye maíz, frijol, arroz y maicillo. Su producción artesanal incluye teja y ladrillo de barro.

El 50 % de la población mayor de 7 años en San Manuel Chaparrón se considera económicamente activa (PEA). El 86 % de la PEA se identifican como trabajadores no calificados.

A su vez, el 54 % de la PEA trabaja en la agricultura, siendo la producción más importante la de granos básicos. En la industria/comercio trabaja el 8 %, sobre todo en las MR de casco urbano y Poza Verde, siendo las más activas económicamente.

El 60 % de la PEA está conformado por hombres y 40 % por mujeres, la relación empleo/población es de 47,63 % y el 54,94 %, por lo cual no cuentan.

1.1.5. Transporte y comunicaciones

La cabecera municipal de San Manuel Chaparrón cuenta con medios de transporte extraurbano prestados por transportes Sandoval, que viaja diariamente a las 6:30 horas de San Manuel Chaparrón hacia Jalapa y retorna a las 16:30 horas. Asimismo, transportes Chaparroneña que viaja de San Luis Jilotepeque a San Manuel Chaparrón, llega a las 5:30 horas con destino a la ciudad capital y regresa a las 16:00 horas. De igual La Pequeñita que viaja a la

frontera de El Salvador, sale del municipio a las 14:00 y termina su recorrido en el municipio de San Luis Jilotepeque y finalmente transportes Jumay que sale de Chiquimula a las 9:00 horas y 13:00 horas, llega a San Manuel Chaparrón a las 12:30 horas y 16:30 horas para luego dirigirse a Jalapa, la cabecera departamental.

El municipio cuenta con varias carreteras que lo comunican con la cabecera departamental, aldeas, caseríos y municipios colindantes. La carretera principal es la RN-18, actualmente asfaltada, que comprende el tramo de Casas de Tabla, municipio de Monjas, a la cabecera municipal; también existen caminos de terracería que lo comunican con los municipios siguientes: San Luis Jilotepeque, Monjas, Agua Blanca, Santa Catarina Mita y San Pedro Pinula.

En el pueblo las calles principales tienen revestimiento de pavimento y adoquín; se debe hacer mención que el 85 % del resto de calles y caminos son de terracería que en la época de lluvia se deterioran. Con respecto a las calles de adoquín a la fecha del trabajo de campo se observó que el 70 % se encuentra en mal estado. La totalidad de aldeas cuenta con vías de comunicación terrestre (terracería y balasto), se puede mencionar que en época de lluvia el 56 % de los caminos de terracería se encuentran en estado regular y un 44 % en mal estado, durante la época seca el 88 % en estado regular, 6 % en buen estado, y 6 % en mal estado. De los caminos con balasto, durante la época de lluvia, el 25 % se encuentra en buen estado y 75 % en estado regular, durante la época seca el 50 % se encuentra en buen estado y el 50 % en estado regular.

En otras vías de acceso se puede mencionar las veredas, que generalmente son accesibles a pie o en bestia. De la aldea La Palmilla hacia el caserío San Lorenzo se puede conducir por un camino montañoso que disminuye el recorrido.

Este es utilizado a diario por niños estudiantes. De igual manera existe muchas de estas veredas que acortan las distancias entre los distintos centros poblados.

1.1.6. Clima

El clima es cálido en el sector del valle y templado en la región montañosa, la temperatura promedio anual es de 36° C, con una mínima de 19° C y una máxima de 31° C.

La precipitación anual del municipio de San Manuel Chaparrón es de 800 a 1 000 mm, distribuida en un 95 % en los meses de mayo a octubre de cada año. Esto favorece la producción de cultivos, específicamente de tomate, chile pimiento, pepino, sandía, entre otros, ya que durante la época lluviosa no se tienen altas precipitaciones, lo que evita la propagación de hongos y enfermedades en los cultivos agrícolas; además, si se hacen reservorios de agua para almacenar los excedentes de escorrentía en las hondonadas, también se pueden tener cultivos con riego en la época seca, aunque en áreas limitadas a la disponibilidad de agua que se almacena.

La estación meteorológica más cercana es La Ceibita E24, ver todos los datos en anexos, los siguientes datos son los promedios anuales:

- Temperatura promedio: 23,21 °C
- Temperatura máxima: 29,49 °C
- Temperatura mínima: 14,37 °C
- Precipitación: 970,67 mm
- Días de lluvia: 82 días
- Nubosidad: 4,14 octas
- Humedad relativa: 72,76 %

- Brillo: 206,64 horas
- Velocidad del viento: 4,43 km/h
- Evaporación a la sombra: 3,15 mm

1.1.7. Características del suelo

Los suelos del departamento de Jalapa han sido divididos en 23 unidades que contienen 22 series de suelo y una clase de terreno misceláneo, San Manuel Chaparrón está compuesto por los siguientes grupos de clasificación de suelos:

- ID: suelos sobre materiales mixtos o de color oscuro, en relieve escarpado (Jilotepeque, Mongoy, Suchitan).
- IE: suelos sobre materiales mixtos o de color oscuro, en relieve suavemente inclinado (Culma).
- IF: suelos mal drenados (Ansay, Chicaj, Chixocol, Mita).
- III: clases miscelaneas de terreno (Suelos de los valles, Lagos).

1.1.8. Topografía

En su territorio están 12 cerros, entre los recursos hidrológicos, el municipio de San Manuel Chaparrón cuenta con los ríos siguientes: El Chaparrón, tiene su origen en el Municipio de San Luis Jilotepeque, departamento de Jalapa, recorre a orillas de la cabecera municipal en las aldeas El Pedernal y las Ánimas, y los caseríos El Rosario y El Sitio; los ríos Los Amates, Los Lobos, durante el verano no llevan caudal, únicamente en el invierno, el río Ostúa o Grande, es el más grande del municipio, su caudal es fuerte, su corriente viene desde el municipio

de Monjas, únicamente se localizó el riachuelo Las Pilas. Existen algunas quebradas como Del León, Del Limón, De los Pintos, El Garrobo, El Lagartero, El Palote, El Quequexcal, El Roble, El Tambor, Honda, La Jabilla, La Mina y Llano de Gonzáles. Tiene algunos nacimientos conocidos como: Los Magueyes, El Espinal, El Ojuxtal y Honda. Se identificó la existencia de tres pozos de agua perforados ubicados en las aldeas: Poza Verde, El Espinal y en la cabecera municipal. Su altura es de 915 metros sobre el nivel del mar.

La topografía del lugar es variada, en su mayoría las pendientes son menores del 35 % que corresponden a la parte alta, en la parte media y baja las pendientes son del 20 y 10 %, que es donde se ubican los centros poblados, en su mayoría plana.

1.2. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Manuel Chaparrón, Jalapa

Cada comunidad presenta distintas necesidades, sin embargo, entre las más comunes son las vías de acceso y la falta o el mal funcionamiento abastecimiento de agua potable.

1.2.1. Descripción de las necesidades

- Agua potable: la cabecera municipal cuenta con un sistema de agua potable defectuoso. Los habitantes tienen agua ciertos días a la semana y en periodos cortos de tiempo, ya que la red actual posee demasiadas fugas y por ende el agua que tienen en los tanques de almacenamiento no cumple con la demanda.

- Puente: la cabecera municipal aldea presenta problemas en el ingreso principal ya que es demasiado angosto y los tráileres tienen dificultad al momento de su paso por el mismo. Por lo cual es necesario la ampliación del puente para facilitar la movilización.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

En conjunto a las autoridades de la municipalidad de San Manuel Chaparrón y los habitantes de la región se priorizaron las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la siguiente manera:

- Sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal.
- Ampliación de puente vehicular

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón

El diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable debe considerar tecnologías simples, adaptadas a la necesidad de las comunidades y con especial atención debe darse a la facilidad de la operación y mantenimiento del mismo.

2.1.1. Descripción del proyecto

Este proyecto surge con la necesidad de que la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón tiene problemas con el abastecimiento de agua y las personas que habitan el lugar se les proporcionas ciertos días a la semana y en periodos cortos de tiempo ya que la red actual cuenta con muchas fugas por lo que se desperdicia el 50 % del agua que se tiene en los tanques de almacenamiento.

El proyecto constará con la captación de agua del río Chaparrón, el diseño de la línea de conducción es de aproximadamente 6 km a un tanque de almacenamiento y el diseño de la red de distribución para la cabecera, recibiendo previamente un tratamiento necesario para el consumo de la comunidad. Con este proyecto se busca abastecer de forma constante durante futuros años a toda la población.

2.1.2. Localización de fuentes de abastecimiento

La captación del sistema será el río Chaparrón, que se ubica a una distancia de 5,9 km del tanque de distribución.

La medición de caudal de aforo que se tiene en el río Chaparrón se hizo por medio del método volumétrico por su practicidad, en el cual se realizaron cinco pruebas donde se obtuvo un promedio de 25,92 l/s en época de estiaje como se puede observar en la tabla II.

2.1.3. Aforos

El aforo de la fuente proporcionó los datos que servirán como base para el diseño del sistema:

Tabla II. Aforo de caudal de la fuente de agua

Núm.	Volumen (l)	Tiempo (s)
1	75,71	2,89
2	75,71	2,92
3	75,71	2,95
4	75,71	2,90
5	75,71	2,94
Promedio	75,71	2,92

Fuente: elaboración propia.

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo promedio}}$$

$$Q = \frac{75,71 \text{ l}}{2,92 \text{ s}} = 25,92 \text{ l/s}$$

2.1.4. Calidad del agua

Un sistema de abastecimiento de agua potable debe cumplir con que la calidad de agua que se utilizará, sea apta para el consumo humano. Por esta razón, previo al diseño, se debe hacer una prueba para determinar las características físicas, químicas y bacteriológicas que contenga.

Conforme a los resultados de las pruebas que se realizaron en el centro de salud de Jalapa a una muestra que se obtuvo del río Chaparrón, se pudo concluir que con un tratamiento mínimo de clarificación, el agua es potable y apta para el consumo humano, ya que los resultados están dentro de los límites máximos aceptables y máximos permisibles según la Norma NGO 29001.

2.1.5. Levantamiento topográfico

Se utiliza para definir captación, línea de conducción, tanque de distribución y la red de distribución de un sistema de abastecimiento de agua potable. Permite también encontrar los puntos de ubicación de las diferentes obras de arte que componen el acueducto. Los levantamientos topográficos para acueductos contienen las dos acciones principales de la topografía, las cuales son la planimetría y la altimetría.

La dimensión y tipo de proyecto, las características del terreno, los aparatos por emplearse y los errores permisibles son los factores que determinan el tipo de levantamiento que se debe realizar. Los tipos de levantamiento son de primer orden, segundo orden y tercer orden.

2.1.5.1. Altimetría

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

El método que se utilizó fue el taquimétrico. La taquimetría es una técnica topográfica que se emplea para determinar rápidamente distancia, dirección y diferencia de elevación de un punto, por medio de una sola observación hecha desde una misma estación de instrumento.

2.1.5.2. Planimetría

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

El levantamiento se hizo como una poligonal abierta por el método de conservación de azimut, el terreno que se trabajó era de tipo montañoso.

2.1.6. Criterios de diseño

Se debe tomar en cuenta ciertos criterios para el diseño del sistema de un abastecimiento de agua potable, los cuales se describen a continuación:

2.1.6.1. Período de diseño

El período de diseño no indica el tiempo en el cual el sistema dejará de funcionar, sino que es el tiempo durante el cual la obra brindará el servicio de forma satisfactoria dependiendo del crecimiento de la población y el mantenimiento que se le brinde.

El periodo de diseño recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) es de 20 años, sin embargo, se debe tomar en cuenta el tiempo diseño, gestión y construcción de la obra el cual regularmente toma entre 2 y 3 años. Por dicha razón se tomará un periodo de diseño de 23 años.

2.1.6.2. Tasa de crecimiento poblacional

Actualmente la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón cuenta con 1 438 viviendas, teniendo un total de 4 000 habitantes. Según los datos de población del Instituto Nacional de Estadística se reporta para el departamento de Jalapa una tasa del 2,50 % de crecimiento, lo que se ha tomado en cuenta para estimar la población futura.

2.1.6.3. Estimación de población futura

Existen dos métodos para la estimación de población futura, utilizando los datos de la población actual, son:

- Método de crecimiento geométrico o exponencial
- Método de crecimiento aritmético o lineal

La población futura de San Manuel Chaparrón, que cubrirá el sistema de abastecimiento de agua, se calculará según la fórmula de crecimiento geométrico siguiente:

$$Pf = Pa (1 + i)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual según censo

I = tasa de crecimiento

n = período de diseño en años

$$Pf = 4\,000 (1 + 0.025)^{23}$$

$$Pf = 6\,554 \text{ habitantes}$$

2.1.6.4. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día en una población. Comúnmente se expresa en litros por habitante por día: l/hab./día. Para la elección adecuada de la dotación deberán tomarse en cuenta los factores siguientes:

- Clima
- Nivel de vida de la comunidad
- Actividades productivas
- Cantidad y calidad del agua
- Servicios comunales o públicos

Si los hubiere deberán tomarse en cuenta estudios de demanda de la población o poblaciones similares.

A falta de estos se tomarán los valores siguientes detallados en la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM):

- Servicio a base de llena cántaros exclusivamente: 30 a 60 litros por habitante por día.
- Servicio mixto de llena cántaros y conexiones prediales: 60 a 90 litros por habitante por día.
- Servicio exclusivo de conexiones prediales fuera de la vivienda: 60 a 120 litros por habitante por día.
- Servicio de conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 litros por habitante por día.
- Servicio de pozo excavado o hincado con bomba manual mínimo 20 litros por habitante por día.
- Servicio de aljibes 20 litros por habitante por día.

Para este proyecto se adoptó la dotación de 150 litros por habitante día.

2.1.6.5. Factores de consumo

Como se sabe el consumo de agua no es uniforme en todas las horas del día, se puede citar como ejemplo que en las noches es casi nulo y al transcurrir de las horas se va modificando el valor de consumo, hasta que a cierta hora del día el consumo alcanza el valor máximo. En las poblaciones pequeñas es más

frecuente esta variación. Es decir que, a mayor población, corresponde un factor de hora máximo de menor valor y viceversa, entre estos factores están los siguientes:

- Factor de hora máximo (FHM)

Es el número de veces que se incrementa el caudal medio diario para satisfacer la demanda en las horas de mayor consumo.

Según la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales (UNEPAR) y el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se tienen los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FHM = 2,0
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FHM = de 2,0 a 3,0

- Factor de día máximo (FDM)

Este se define como la relación que existe entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año.

Según la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales (UNEPAR) y el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), se tienen los siguientes parámetros:

- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes FDM = 1,2
- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes FDM = 1,5

2.1.7. Determinación de caudales

Lo más importante a tomar en cuenta al momento de diseñar un sistema de agua potable, es satisfacer las demandas en el consumo de agua de los habitantes de la comunidad. Es por esto que se deben determinar los caudales que la población demanda.

2.1.7.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios durante un año; pero al no contar con estos datos se puede calcular en función de la población futura y la dotación asignada en un día. El caudal medio diario para el proyecto en estudio, se calculó por medio de la fórmula expresada en la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la cual es la siguiente:

$$Q_m = \frac{P_f * D_{ot}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

P_f = población futura

D_{ot} = dotación

Ejemplo:

$$Q_m = \frac{6\ 554 \text{ Hab} * 150 \text{ l/hab/d}}{86\ 400 \text{ s/d}}$$

$$Q_m = 11,38 \text{ l/s}$$

2.1.7.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario es conocido como caudal de conducción, ya que se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el período de un año. Cuando no se cuenta con información se puede calcular incrementando un porcentaje, denominado factor día máximo y con la fórmula expresada en la Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), la cual es la siguiente:

$$Qmd = Qm * FDM$$

Donde:

Qmd = consumo máximo diario o caudal de conducción

Qm = consumo medio diario o caudal medio

FDM = factor día máximo

Ejemplo:

$$Qmd = 11,38 * 1,2$$

$$Qmd = 13,66 \text{ l/s}$$

2.1.7.3. Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, ya que es utilizado para el diseño de la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día. Se determina multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máximo.

$$Qd = Qm * FHM$$

Donde:

Qd = consumo máximo horario o caudal de distribución

Qm = consumo medio diario

FHM = factor hora máximo

Ejemplo:

$$Qd = 11,38 * 2$$

$$Qd = 22,76l/s$$

2.1.8. Parámetros de diseño

- Presiones y velocidades

De conformidad con las Normas de UNEPAR se adoptarán las velocidades de diseño:

- Para conducción: mínima = 0,40 m/s y la máxima = 3,0 m/s
- Para distribución: mínima = 0,60 m/s y la máxima = 2,0 m/s

Las presiones en la conducción no deben exceder a la presión de trabajo de las tuberías.

En la distribución la presión de servicio debe estar en el rango de 10 a 60 metros columna de agua (m.c.a) y la presión hidrostática máxima será de 80 metros columna de agua (m.c.a).

- Diámetros y coeficientes

Respecto del diámetro se debe mencionar que comercialmente; las tuberías se asignan por un diámetro nominal que difiere del diámetro interno del conducto. Por tal razón, a continuación, se presenta la tabla III con diámetros internos de la tubería de PVC que es la que va ser utilizada en el proyecto.

Tabla III. **Tubería de PVC 1 120 ASTM D 2 241 SDR 26**

Presión de trabajo a 23 °C: 160 psi = 11,2 kg/cm² = 112,49 m.c.a
 Presión mínima de ruptura: 500 psi = 35,15 kg/cm²
 (falla en 60 a 90 segundos)
 Longitud de cada tubo: 20 pies = 6,09 m

Diámetro nominal		Diámetro exterior		Espesor de pared (mm)		Diámetro interior		Peso aproximado	
Mm	Pulg.	Mm	pulg.	Mm	Pulg.	Mm	Pulg.	kgs.	lbs.
25	1	33.40	1.315	1.52	0.060	30.35	1.195	1.35	2.97
31	1 ¼	42.16	1.660	1.63	0.064	38.91	1.532	1.83	4.03
38	1 ½	48.26	1.900	1.85	0.073	44.55	1.754	2.39	5.27
50	2	60.33	2.375	2.31	0.091	55.70	2.193	3.72	8.21
62	2 ½	73.03	2.875	2.79	0.110	67.45	2.655	5.45	12.01
75	3	88.90	3.500	3.43	0.135	82.04	3.230	8.14	17.94
100	4	114.30	4.500	4.39	0.173	105.51	4.154	13.41	29.57
125	5	141.30	5.563	5.43	0.214	130.43	5.135	20.51	45.21
150	6	168.28	6.625	6.48	0.255	155.32	6.115	29.10	64.15
200	8	219.08	8.625	8.43	0.332	202.21	7.961	49.32	108.74
250	10	273.05	10.750	10.49	0.413	252.07	9.924	76.48	168.61
300	12	323.85	12.750	12.45	0.490	298.95	11.770	107.62	237.26
375	15	388.62	15.300	14.94	0.588	358.74	14.124	162.44	357.38

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. p. 61.

Tabla IV. **Tubería de PVC 1 120 ASTM D 2 241 SDR 17**

Presión de trabajo a 23 °C: 250 psi = 17,6 kg/cm² = 175,77 m.c.a
 Presión mínima de ruptura: 800 psi = 56,3 kg/cm²
 (falla en 60 a 90 segundos)
 Longitud de cada tubo: 20 pies = 6,09 m

Diámetro nominal		Diámetro Exterior		Espesor de pared (mm)		Diámetro Interior		Peso aproximado	
mm	Pulg.	Mm	pulg.	Mm	Pulg.	Mm	pulg.	kgs.	lbs.
18	¾	26.67	0.840	1.57	0.062	23.52	0.926	1.10	2.42
25	1	33.40	1.315	1.96	0.077	29.49	1.161	1.71	3.77
31	1 ¼	42.16	1.660	2.49	0.098	37.19	1.464	2.74	6.05
38	1 ½	48.26	1.900	2.84	0.112	42.57	1.676	3.59	7.91
50	2	60.33	2.375	3.56	0.140	53.21	2.095	5.61	12.36
62	2 ½	73.03	2.875	4.29	0.169	64.44	2.537	8.20	18.07
75	3	88.90	3.500	5.23	0.206	78.44	3.088	12.16	26.81
100	4	114.30	4.500	6.73	0.265	100.84	3.970	20.11	44.34
125	5	141.30	5.563	8.30	0.327	124.69	4.909	30.68	67.64
150	6	168.28	6.625	9.91	0.390	148.46	5.845	43.58	96.07
200	8	219.08	8.625	12.90	0.508	193.27	7.609	73.89	162.90
250	10	273.05	10.750	16.05	0.632	240.94	9.486	114.59	252.63
300	12	323.85	12.750	19.05	0.750	285.75	11.250	161.28	355.56

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. p. 62.

En lo que confiere al coeficiente de fricción en tubería PVC es utilizado generalmente un coeficiente C de 150.

2.1.9. Diseño hidráulico del sistema

Para determinar la clase de tubería que se debe utilizar y los diámetros adecuados, es necesario efectuar un cálculo hidráulico que garantice que el sistema preste un servicio eficiente durante el período de diseño del mismo.

Para este caso se empleará la fórmula de Hazen & Williams.

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

$$D = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{Hf * C^{1,85}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de carga (m)

Q = caudal en la tubería (l/s)

L = longitud de tubería (m)

D = diámetro (pulg)

C = coeficiente de rugosidad de la tubería

2.1.9.1. Captación

La captación es la obra que recolecta el agua proporcionada por la fuente. El diseño está en función del tipo de fuente. En este caso es una captación para una fuente superficial, la cual se construirá con concreto ciclópeo, provista con un filtro formado por rocas de distintos tamaños, así como las válvulas para realizar la limpieza del mismo.

Toda captación debe llenar las siguientes condiciones sanitarias:

- Impedir el acceso de aguas superficiales, tierra, hojas e insectos.
- Impedir la acumulación de aguas y lodos alrededor de la captación.
- Estar provista de ventilación y rebalse.
- Tener una abertura de acceso para permitir reparaciones, la cual debe estar provista de tapadera con candado.
- Si es posible, rodear el sitio con malla de alambre.

2.1.9.2. Línea de conducción

La conducción es la tubería que transporta el caudal de día máximo, desde la captación hasta el tanque de distribución.

La tubería de la línea de conducción debe ser capaz de resistir la máxima presión a la que se verá sometida. A continuación, se muestra un ejemplo de los cálculos efectuados en la línea de conducción.

- Diámetro de la tubería (\emptyset).
 - Datos de captación a tanque de almacenamiento:

$$L = 5\,855,66 \text{ m}$$

$$Q_{md} = 13,66 \text{ l/s}$$

$$C = 150$$

$$\text{Cota Inicial} = 2\,011,51$$

$$\text{Cota final} = 1\,964,46$$

$$\Delta H = 2\,011,51 - 1\,964,46 = 47,05$$

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{\Delta H * C^{1,85}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * 5\,855,66 * 13,66^{1,85}}{47,05 * 150^{1,85}} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 5,02''$$

Por lo que se utilizará tubería de dos diámetros los cuales son:

- $\varnothing = 5''$
 - $\varnothing = 6''$
- Cálculo de pérdida de carga con cada tubería (hf)
 - Tubería $\varnothing = 5''$

$$L = 5\,855,66 \text{ m}$$

$$Q_{md} = 13,66 \text{ l/s}$$

$$C = 150$$

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

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 5\,855,66 * 13,66^{1,85}}{150^{1,85} * 5^{4,87}} = 47,85 \text{ m}$$

- Tubería $\varnothing = 6''$

$$L = 5\,855,66 \text{ m}$$

$$Q_{md} = 12,97 \text{ l/s}$$

$$C = 150$$

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

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 5\,855,66 * 12,97^{1,85}}{150^{1,85} * 6^{4,87}} = 19,68 \text{ m}$$

- Cálculo de longitud de cada tubería (L1 y L2)

$$L = 5\,855,66 \text{ m}$$

$$H = 47,05 \text{ m}$$

$$Hf1 = 19,68 \text{ m}$$

$$Hf2 = 47,85 \text{ m}$$

$$L2 = \frac{L * (H - Hf1)}{Hf2 - Hf1}$$

$$L2 = \frac{5\,855,66 * (47,05 - 19,68)}{47,85 - 19,68} = 5\,695,20 \text{ m}$$

$$L1 = L - L2$$

$$L1 = 5\,855,66 - 5\,695,20 = 160,46 \text{ m}$$

- Tubería Ø 6" = 160,46 m
 - Tubería Ø 5" = 5 695,20 m
- Verificación de pérdida real de cada tubería

- Tubería Ø = 5"

$$L = 5\,695,20 \text{ m}$$

$$Q_{md} = 13,66 \text{ l/s}$$

$$C = 150$$

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

$$Hf = \frac{1\,743,811 * 5\,695,20 * 13,66^{1,85}}{150^{1,85} * 5^{4,87}} = 46,51 \text{ m}$$

- Tubería Ø = 6"

L = 160,46m

Qmd = 13,66 l/s

C = 150

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

$$Hf = \frac{1\,743,811 * 160,46 * 13,66^{1,85}}{150^{1,85} * 6^{4,87}} = 0,54\ m$$

$$Hf\ total = Hf1 + Hf2$$

$$Hf\ total = 0,54 + 46,51 = 47,05\ m$$

- Cálculo de cota piezométrica (CP)

$$CP = Cota\ inicial\ del\ terreno - Hf$$

$$CP = 2\,011,51 - 47,05 = 1\,964,46\ m$$

- Cálculo de presiones (P)

$$P = Cota\ piezometrica - cota\ final\ del\ terreo$$

$$CP = 1\,964,46 - 1\,964,46 = 0\ m.\ c.\ a$$

Con base en los resultados obtenidos los diámetros a utilizar en el sistema serán de 5 y 6".

2.1.9.3. Tanque de almacenamiento

Los tanques de distribución tienen como fin primordial, cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

La función del tanque de distribución es la siguiente:

- Compensar las variaciones horarias en el consumo de agua de la población.
- Reserva de agua para suplir la demanda en caso de interrupción del servicio, debido a fallas o mantenimiento en la línea de conducción.
- En ocasiones se utiliza también como reserva para el combate de incendios.
- La estructura de los tanques que se utilizará en el proyecto será muros de gravedad de concreto ciclópeo, semienterrado con cubierta de losa de concreto reforzado.
- La altura mínima del tanque debe ser aquella que a media capacidad produzca, en el sistema de distribución, la presión mínima recomendable de 10 metros columna de agua para el caso más desfavorable.
- Cálculo de volumen

Para cumplir con el propósito de satisfacer el consumo de la población se siguieron recomendaciones de diseño aportadas por INFOM, las que sugieren que el tanque de distribución debe tener una capacidad comprendida entre el 20

y el 40 % del caudal medio diario, para poblaciones rurales con sistemas por gravedad, para este caso se adoptó 30 % del caudal medio diario.

$$Vol = 0,3 * Qmd$$

$$Vol = \frac{0,3 * 12,97 * 86\ 400}{1\ 000} = 336,24\ m^3$$

El volumen necesario a utilizar se aproximará a 340 m³.

- Diseño estructural del tanque

Cálculo de la losa: para el diseño de la losa del tanque de distribución se aplicó el método 3 del ACI. El cálculo se muestra a continuación:

- Dimensiones del tanque

Debido a que el volumen de agua que se necesita es grande, se utilizarán los ya existentes en diferentes sectores y solamente se construirá 1 tanque con dimensiones de:

Largo = 5 m

Ancho = 10 m

Alto = 3,45 m

Se colocará una viga al medio del tanque para reducir el espesor de la losa. Para determinar si será una losa en una o dos direcciones, se utilizará la siguiente relación:

$$m = \frac{a}{b}$$

Donde:

a = lado corto de la losa.

b = lado largo de la losa.

Las losas según su transmisión de cargas pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Losas en una dirección: se dan cuando las losas son rectangulares y solamente cuenta con dos apoyos, entonces se diseñan como losas unidireccionales.
- Losas en dos direcciones: se da cuando la losa se sustenta en dos direcciones, se desarrollan esfuerzos y existe deformaciones en ambas direcciones.

Si $m < 0,5$ → Losa armada en una dirección.

Si $0,5 \leq m \leq 1$ → Losa armada en dos direcciones.

$$m = \frac{5}{5} = 1$$

Por lo tanto, se clasifica como una losa en dos direcciones.

- Espesor de losa:

El criterio aplicado para calcular el espesor de las losas en dos direcciones es el del perímetro de la losa dividido 180. Este procedimiento se realiza con la losa más crítica y el resultado se aplica para las losas restantes.

$$t = \frac{2(5,00 \text{ m}) + 2(5,00 \text{ m})}{180} = 0,11 \text{ m}$$

Se propone una losa tradicional en dos direcciones con espesor de 0,12 cm.

- Integración de cargas:

- Carga muerta:

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

$$\text{Acabados} = 150 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Total} = 438 \text{ kg/m}^2$$

- Carga viva:

$$\text{Peso propio} = 200 \text{ kg/m}^2$$

- Cargas últimas de diseño:

$$CU = 1,4CM + 1,7CV$$

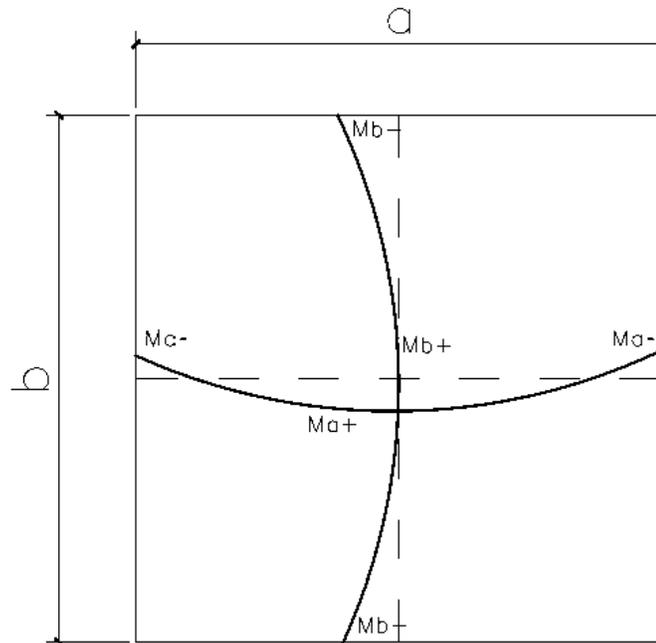
$$CU = 1,4 \left(438 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1,7 \left(200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$CU = 613,20 + 340,00$$

$$CU = 953,20$$

- Cálculo de momentos actuantes, según coeficientes:

Figura 1. Diagrama de momentos en losa



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Positivos:

$$M_{(a+)} = C_a * CM_u * a^2 + C_a * CV_u * a^2$$

$$M_{(b+)} = C_b * CM_u * b^2 + C_b * CV_u * b^2$$

Negativos:

$$M_{(a-)} = C_a * CU * a^2$$

$$M_{(b-)} = C_b * CU * b^2$$

Donde:

M = momento actuante

$C_{a,b}$ = coeficiente de momentos de ACI

CM = carga muerta

CV = carga viva

CU = carga última

a, b = lado corto y largo de la losa, respectivamente

- Momentos actuantes de la losa (caso 1, método 3 de ACI):

$$M_{(a+)} = 0,033 * 613,2 * (5)^2 + 0,035 * 340 * (5)^2 = 803,39 \text{ kg-m}$$

$$M_{(b+)} = 0,027 * 613,2 * (5)^2 + 0,032 * 340 * (5)^2 = 685,91 \text{ kg-m}$$

$$M_{(a-)} = 0,071 * 613,2 * (5)^2 = 1\ 691,93 \text{ kg-m}$$

$$M_{(b-)} = 0 * 613,2 * (5)^2 = 0 \text{ kg-m}$$

En las losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$M_{(a-)} = 1/3 * M_{(a+)}$$

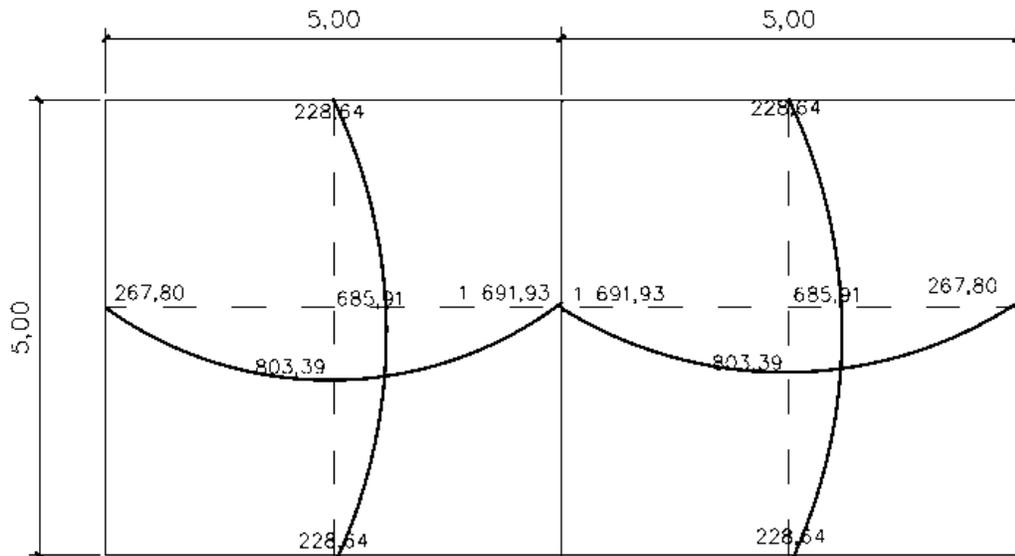
$$M_{(b-)} = 1/3 * M_{(b+)}$$

- Momentos en losas sin continuidad:

$$M_{(a-)} = 1/3 * 803,39 \text{ kg-m} = 267,80 \text{ kg-m}$$

$$M_{(b-)} = 1/3 * 685,91 \text{ kg-m} = 228,64 \text{ kg-m}$$

Figura 2. Momentos en losas



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

- Balance de momentos negativos:
 - Si $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} \leq M_{\text{menor}}$; entonces $M_B = (M_{\text{mayor}} + M_{\text{menor}}) / 2$
 - Si $0,8 \cdot M_{\text{mayor}} > M_{\text{menor}}$; entonces $M_B =$ proporcional a su rigidez y se procede de la siguiente manera:

$$k_1 = \frac{1}{L_1} \quad k_2 = \frac{1}{L_2} \quad D_1 = \frac{k_1}{k_1 + k_2} \quad D_2 = \frac{k_2}{k_1 + k_2}$$

Donde:

k_1, k_2 = rigideces de losas a y b

L_1, L_2 = longitudes de losas

D1, D2 = factores de distribución de losas 1 y 2

$$dM = M_{losa2} - M_{losa1}$$

Tabla V. **Balanceo de momentos negativos**

D1	D2
M1 + D1(dM)	M2 - D2(dM)
M _B	M _B

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se realizará el balanceo de momentos para las dos losas de cada tanque:

$$M_{losa2} = 1\,691,93 \text{ kg-m}$$

$$M_{losa1} = 1\,691,93 \text{ kg-m}$$

$$dM = 1\,691,93 - 1\,691,93 = 0 \text{ kg-m}$$

$$k_1 = \frac{1}{5} = 0,20 \quad k_2 = \frac{1}{2,5} = 0,20$$

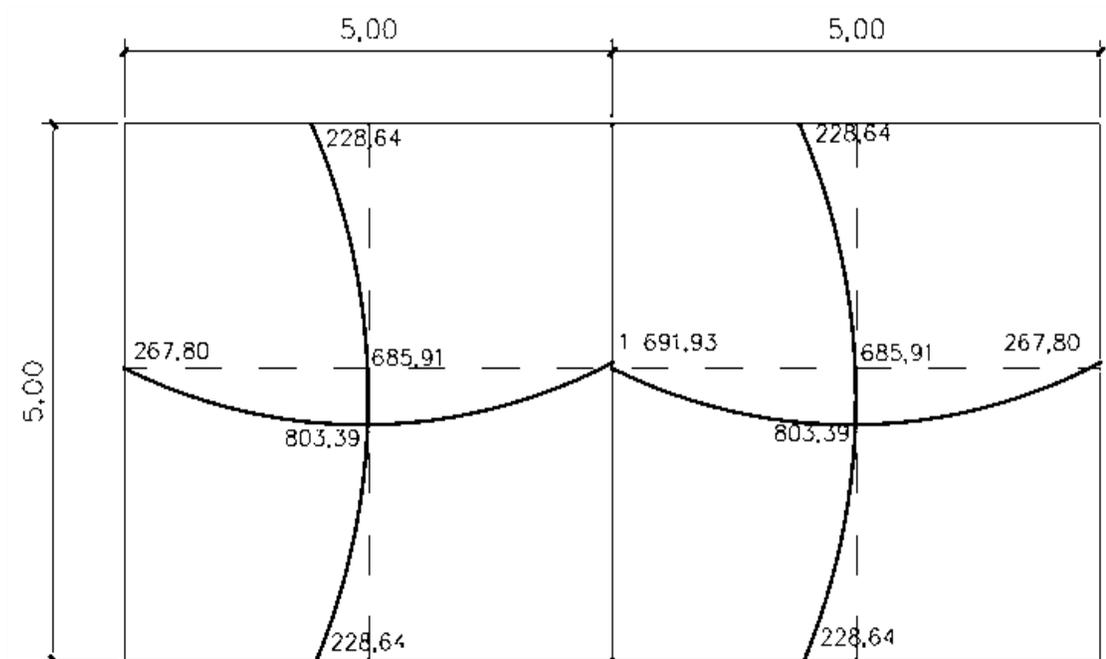
$$D_1 = \frac{0,20}{0,20+0,20} = 0,50 \quad D_2 = \frac{0,20}{0,20+0,20} = 0,50$$

Tabla VI. **Cálculo de balanceo de momentos negativos**

0,50	0,50
1 691,93 - 0,50*(0)	1 691,93 - 0,50*(0)
1 691,93	1 691,93

Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Balaceo de momentos negativos en losa**



Fuente: elaboración propia empleando AutoCAD 2015.

- Diseño de armado de losa:

Para hacer el diseño de armado de losa, se tomará una franja unitaria de $b = 100 \text{ cm}$ y se determina el peralte (d) efectivo de esta:

$$d = (\text{espesor}) - (\text{recubrimiento}) - \left(\frac{\text{diámetro de la varilla}}{2} \right)$$

$$d = (12 \text{ cm}) - (2,5 \text{ cm}) - \left(\frac{1,27 \text{ cm}}{2} \right) = 9,02 \text{ cm}$$

- Acero mínimo:

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

Donde:

b = base de la sección (franja unitaria)

d = peralte efectivo

f_y = límite de fluencia del acero

$$A_{s_{min}} = \left(\frac{14,1}{2810 \text{ kg/cm}^2} \right) * (100 \text{ cm}) * (9,02 \text{ cm}) = 4,53 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento considerando una varilla Núm. 3:

$$4,53 \text{ cm}^2 \quad \text{----->} \quad 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \quad \text{----->} \quad S$$

Aplicando una regla de tres:

$$S = \frac{(0,71 \text{ cm}^2)(100 \text{ cm})}{4,53 \text{ cm}^2} \quad 15,67 \approx 15 \text{ cm}$$

Según ACI, la separación máxima permitida es de 2t

$$S_{max} = 2 * 12 \text{ cm} = 24 \text{ cm}$$

- Momento último que resiste el acero mínimo:

$$M_{As_{min}} = \phi \left(A_s * f_y \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * b * f_c} \right) \right)$$

$$MAS_{min} = 0,953 \left(4,53 * 2\ 810 \left(9,02 - \frac{4,53 * 2\ 810}{1,7 * 100 * 210} \right) \right) = 1\ 050,41\ kg - m$$

Para los momentos actuantes que sean menores que el momento de acero mínimo, se armarán con A_{smin} y $S = 15\ cm$, para momentos mayores se armarán según indique el cálculo. Por lo que el armado de la losa quedaría de varillas # 3 @ 15 cm en ambos sentidos.

- Chequeo por corte:

El corte debe ser resistido únicamente por el concreto, por tal razón, se debe verificar si el espesor de la losa es el adecuado.

$$V_{max} = \frac{Cu * L}{2} = \frac{953,2 * 5}{2} = 2\ 383\ kg$$

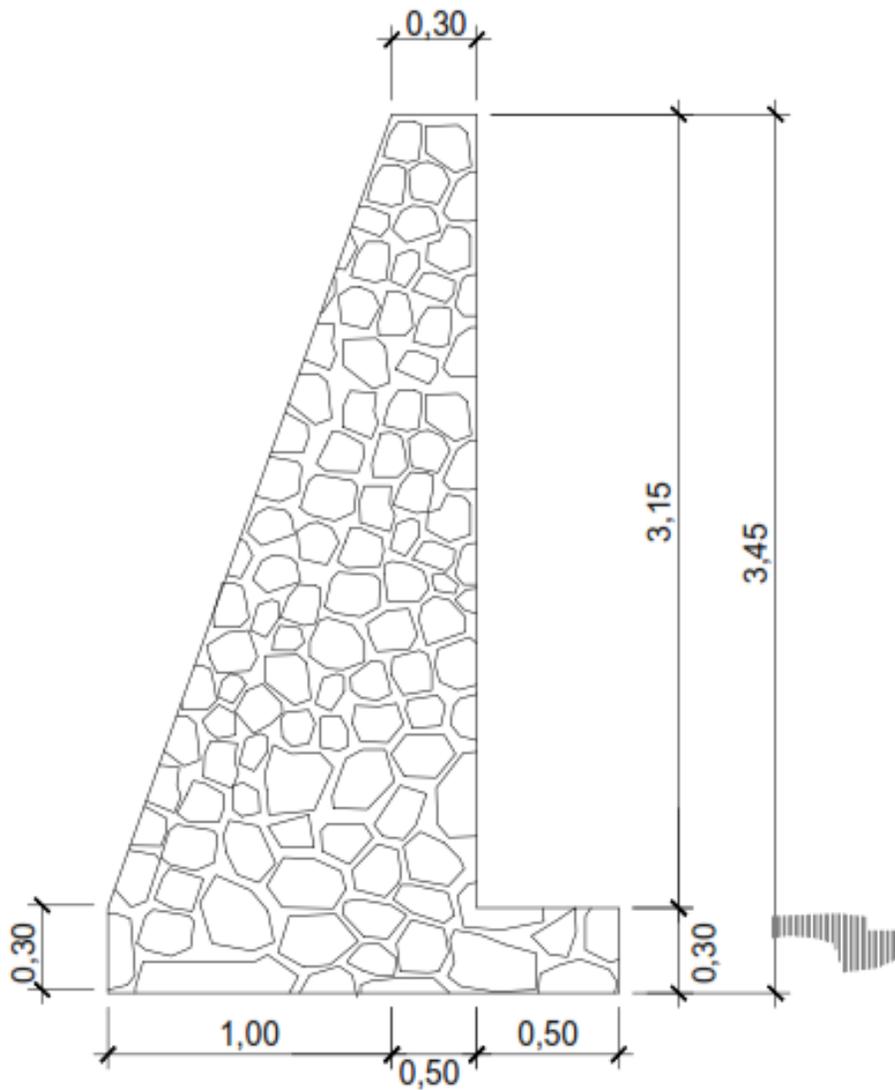
$$V_{res} = 0,53 * \phi * b * d * \sqrt{f_c}$$

$$V_{res} = 0,53 * 0,85 * 100 * 9,02 * \sqrt{210} = 5\ 891,03\ kg$$

Como $V_{res} > V_{m\acute{a}x}$, el espesor de la losa es el adecuado, en caso contrario sería necesario aumentar el espesor.

- Muros del tanque:

Figura 4. Muro de tanque de abastecimiento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Los cálculos del diseño se realizaron en base a la sección 257 y 555 del libro azul de la Dirección General de Caminos.

Datos:

$$\gamma_{\text{agua}} = 1,00 \text{ ton/ m}^3$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 2,00 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ ton/ m}^3$$

$$H_{\text{muro}} = 3,45 \text{ m}$$

$$h_a = 3,15 \text{ m}$$

$$\mu = \text{coeficiente de fricción suelo-muro} = 0,30$$

$$\Phi \text{ (ángulo de fricción interna del suelo)} = 18^\circ$$

$$V_s = 20 \text{ Ton/m}^2$$

- Coeficiente de empuje activo (K_a)

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(0,31415)}{1 + \text{sen}(0,31415)} = 0,5278$$

- Coeficiente de empuje pasivo (K_p)

$$K_p = \frac{1 + \text{sen}\phi}{1 - \text{sen}\phi}$$

$$K_p = \frac{1 + \text{sen}(0,31415)}{1 - \text{sen}(0,31415)} = 1,8944$$

- Cálculo de cargas totales de los diagramas

Carga pasiva (Ppy)

$$Ppy = \frac{1}{2}(Kp * \gamma_s * H^2)$$

$$Ppy = \frac{1}{2}(1,8944 * 2 * 3,45^2) = 22,5484$$

Carga activa (Pay)

$$Pay = \frac{1}{2}(Ka * \gamma_{agua} * ha^2)$$

$$Pay = \frac{1}{2}(0,52785 * 1 * 3,15^2) = 2,6188$$

- Cálculo de los momentos debido a las cargas totales de los diagramas de presión

Momento pasivo (Mpy)

$$Mpy = Ppy * \frac{h}{3}$$

$$Mpy = 22,5484 * \frac{3,45}{3} = 25,9306$$

- Momento activo (May)

$$May = Pay * \frac{a}{3}$$

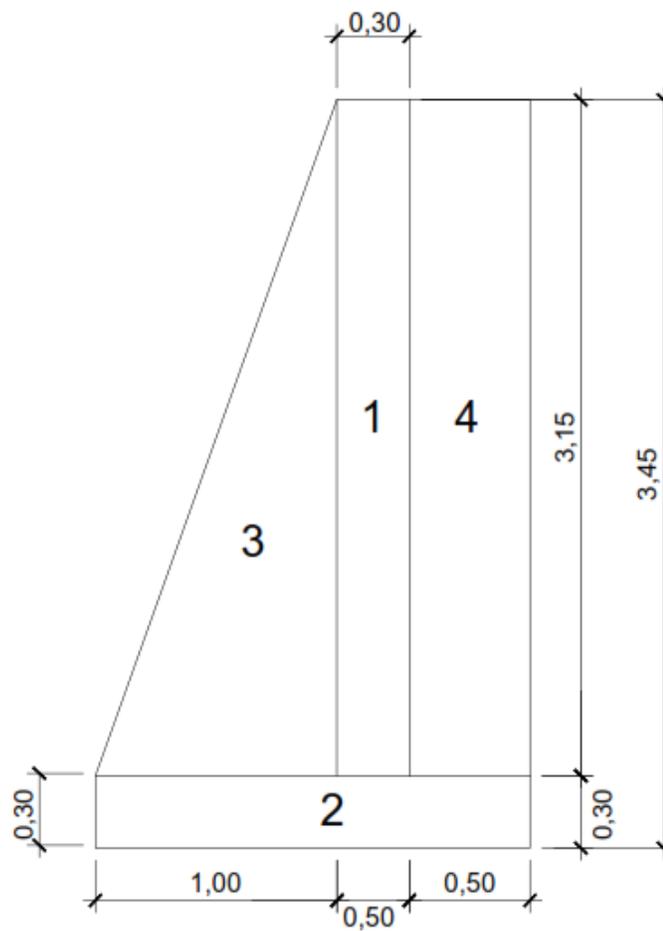
$$May = 2,6188 * \frac{3,15}{3} = 2,7498$$

Tabla VII. **Cargas y momentos del muro de tanque de almacenamiento**

FIGURA	ÁREA	DENSIDAD	PESO	BRAZO	MOMENTO
1	0,9315	2,4	2,2356	0,7147	1,5978
2	0,5175	2,4	1,2420	0,5431	0,6746
3	0,1004	2,4	0,2410	0,7500	0,1808
4	1,9726	1	1,9726	1,1823	2,3323
			5,6913		4,7854

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Cargas y momentos en tanque de abastecimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

- Revisión de estabilidad

Por volteo

$$FSV = \frac{\sum Mr}{\sum Mact}$$

$$FSV = \frac{4,7854}{2,7498} = 1,7402$$

- Presión máxima bajo la base del muro

$$a = \frac{Mo}{\sum W}$$

$$a = \frac{Mpy + Mw - May}{\sum W}$$

$$a = \frac{25,9306 + 4,7854 - 2,7498}{5,6913} = 4,9138$$

Si $3a > L$, entonces no existirá tensión, como en este caso.

- Coordenadas resultantes

$$X = \frac{MR - May}{\sum W}$$

$$X = \frac{4,7854 - 2,7498}{5,6913} = 0,3576 \text{ m}$$

- Excentricidad

$$E = \frac{base}{2} - X$$

$$E = \frac{1,5}{2} - 0,3576 = 0,3923 \text{ m}$$

- Presión máxima

$$P_{max} = \frac{W}{base} + \frac{6WE}{base^2}$$

$$P_{max} = \frac{5,6913}{1,5} + \frac{6 * 5,6913 * 0,3923}{1,5^2} = 9,748 \frac{ton}{m^2} < 15 \frac{ton}{m^2}$$

- Presión mínima

$$P_{min} = \frac{W}{base} - \frac{6WE}{base^2}$$

$$P_{min} = \frac{5,6913}{1,5} - \frac{6 * 5,6913 * 0,3923}{1,5^2} = 0,5144 \frac{ton}{m^2} > 0 \frac{ton}{m^2}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos, las dimensiones propuestas resisten las cargas aplicadas sobre el muro.

2.1.9.4. Red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor final. La función es brindar un servicio continuo en aceptable cantidad y con calidad del agua. Por la forma y principio hidráulico de diseño, las redes pueden ser:

- Red ramificadora o abierta: se construye en forma de árbol, es recomendable cuando las casas están dispersas. En este tipo de red, los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimenten a otros secundarios.
- Red en forma de malla o de circuito cerrado: las tuberías están en forma de circuitos cerrados intercomunicados entre sí. Aquí la fórmula de Hazen & Williams define la pérdida de carga, la cual es verificada por el método de Hardy Cross; técnicamente este método funciona mejor, ya que elimina los extremos muertos, permitiendo la circulación del agua.

Para este proyecto se adoptó el tipo de circuito abierto, ya que las calles se encuentran mal distribuidas y la topografía lo permite.

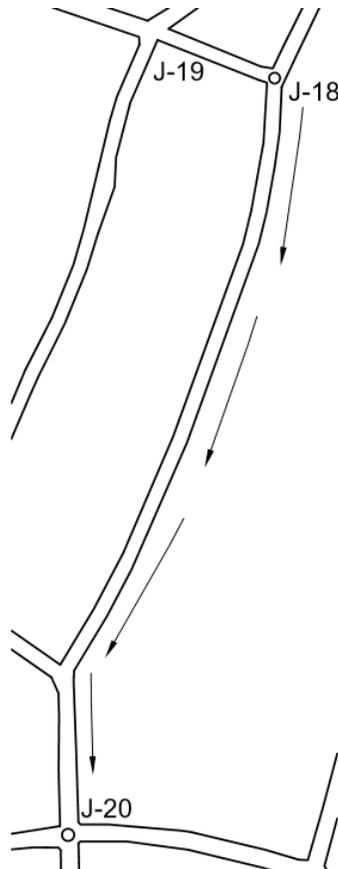
Para una red de distribución deben de tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura entre el tanque de distribución y la última casa de la red de distribución.
- Capacidad para transportar el caudal de distribución
- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas
- Considerar todas las obras necesarias para el buen funcionamiento del sistema.
- Importante considerar diámetros mínimos, para la economía del proyecto, para diseño se utilizó la fórmula de Hazen-Williams:

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

- El procedimiento de diseño se describe a continuación:

Figura 6. **Planta de distribución de J-18 a J-20**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

- Tramo de J-18 a J-20

Datos:

Cota J-18 = 937

Cota J-20 = 930,70

Distancia entre puntos = 279 m

- Determinación de caudal de diseño a utilizar

$$Q_s = k\sqrt{n - 1}$$

Donde:

Q_s = caudal simultaneo

K = constante en función de cantidad de viviendas

n = número de viviendas futuras

El valor de la constante k está en función del tipo de conexión:

$K = 0,15$ servicio por llenacantaros

$K = 0,20$ conexiones prediales o domiciliarias

Para este cálculo, se utilizó un valor $k = 0,20$.

$$Q_s = 0,20\sqrt{1\ 300 - 1} = 7,2083 \text{ l/s}$$

$$Q_s < Q_D$$

Por lo que el caudal máximo horario será el que se utilizará para el diseño

Cálculo de caudal por habitante:

$$Q_u = \frac{Q_D}{\text{Núm. de habitantes}}$$

$$Q_u = \frac{22,76}{6\ 554} = 0,0034722 \text{ l/s}$$

- Cálculo de diámetro de tubería:

Para el diámetro de la tubería en el tramo en estudio, se utilizó la fórmula de Hazen–Williams con los siguientes datos:

$$H_f = \text{cota J-18} - \text{cota J-20}$$

$$H_f = 937 - 930,70 = 6,3 \text{ m}$$

$$Q_d = Q_u * n$$

Donde:

Q_d = caudal de diseño para el tramo

Q_u = caudal unitario

N = número de habitantes a servir

$$Q_{\text{diseño}} = 0,0034722 * 224 = 0,770833 + \text{caudal de los tramos siguientes}$$

$$D = \left(\frac{1\,743,811 * 279 * 1,4375^{1,85}}{150^{1,85} * 6,3} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,73 \cong 2''$$

Se procede a calcular la pérdida producida por el diámetro nominal $D = 2,19''$

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 279 * 1,4375^{1,85}}{150^{1,85} * 2,19^{4,87}} = 1,67 \text{ m}$$

- Velocidad del agua

Esta se calcula de la siguiente manera, considerando el rango de 0,3 m/s a 3,00 m/s.

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

$$V = \frac{1,974 * 1,4375}{2,19^2} = 0,60 \text{ m/s}$$

- Cota piezométrica:

CP2 = cota piezométrica 1 – pérdida de carga del tramo

$$CP2 = 937 - 1,67 = 935,33 \text{ m}$$

- Presión dinámica:

Presión dinámica = CP2 – cota final de terreno

$$Presión dinámica 2 = 935,33 - 930,70 = 4,63 \text{ m}$$

2.1.9.5. Obras hidráulicas

Son estructuras de mampostería formadas por ladrillos, piedras, *blocks* y unidades con mortero; ya sea con refuerzo o no, que se construyen para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

Caja rompedor: estructura destinada a reducir la presión del agua en la tubería, a la presión atmosférica; los candados deben estar protegidos de la intemperie. En la red de distribución deberá llevar una válvula de flote, que evite el ingreso del agua a la misma, cuando esta se encuentre llena.

Dado que los empaques de las válvulas de flotador, tienden a deteriorarse rápidamente con el incremento de la presión de trabajo, deben someterse a

presiones estáticas comprendidas entre 40 y 60 metros, como máximo y 20 metros columna de agua como mínimo.

Válvulas de compuerta

Son accesorios que se usan en la salida de tanques de captación; en la entrada y salida de tanques de distribución, en las cajas rompedor y en derivaciones de la línea de distribución. Se utilizan con mayor frecuencia en las líneas de conducción y distribución de los acueductos, debido a que ofrecen poca resistencia al paso del agua en sentido horizontal.

- Revisar los empaques, si en caso estuvieran dañados, se deberán de cambiar. Comprobar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.
- Verificar el estado del vástago o eje del tornillo, observando si se encuentra torcido o inmovilizado debido al óxido. Cambiar la pieza de ser necesario.
- Revisar y limpiar las cajas de las válvulas: informar si es necesario subirlas, bajarlas o reemplazarlas, según sea la posición o estado en que se encuentren.
- En la instalación de tubería bajo tierra: debe tenerse especial cuidado en seguir las indicaciones técnicas para evitar el aplastamiento, rompimiento o perforación de los tubos, especialmente en los cruces de caminos o en terrenos que se usen para cultivos.

Uniones en tubería PVC

- Revisar la tubería y los accesorios que se van a ensamblar para verificar que no estén tapados, perforados o quebrados.
- Cortar los tubos a escuadra: mediante una sierra para metales. Finalizado el corte, quitar con una navaja las rebabas externas e internas. Los cortes defectuosos permitirán fugas de agua al instalar la tubería.
- Se deben probar los accesorios, ensamblándolos al tubo, sin usar pegante para verificar que ajustan fácilmente y acordar la posición correcta en la instalación.
- Quitar con un trapo limpio o papel lija: el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo o el accesorio, interna y externamente. Esta operación se hace sobre la superficie que va a recibir pegante.

2.1.9.6. Sistema de desinfección

El tratamiento mínimo que debe dársele al agua con el fin de entregarla libre de organismos patógenos es la desinfección, puede obtenerse por medio de cualquiera de los procedimientos siguientes:

- Desinfección por rayos ultravioleta: se hace pasar el agua en capas delgadas debajo de lámparas ultravioleta. Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, lo cual limita la aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.

- Desinfección por medio de ozono: el empleo del ozono como desinfectante es un sistema muy efectivo y de uso generalizado en Europa. El sistema de ozonificación consiste básicamente en una elevación de voltaje que, al producir chispas y entrar estas en contacto con el oxígeno, produce el ozono.
- Desinfección por medio de cloro (cloración): este procedimiento es bastante efectivo y es de uso generalizado en Estados Unidos y en América Latina. Además, es un sistema de desinfección más económico que los dos métodos anteriores. Para que el cloro actúe efectivamente, se debe dejar un tiempo de contacto del cloro con el agua, preferentemente de 15 a 20 minutos.

En la práctica, el método más confiable y exitoso para evitar la reaparición de bacterias en las tuberías, y más usado en el medio guatemalteco es la cloración.

Las autoridades del centro de salud de Jalapa, Jalapa, recomiendan que en el caso del sistema de la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, el agua se desinfecte con una concentración del 10 %, debido a que el examen bacteriológico dio como resultado que la muestra contenía colonias de bacterias, clasificándola como no apta para el consumo humano.

Para efectuar una adecuada limpieza en los tanques, primero se debe conocer el volumen de agua. La cantidad de desinfectante se determinará según el grado de desinfección que se requiera; para una desinfección al 5 % deberá agregarse 50 gr de cloro por cada litro de agua y cuando sea al 10 % deberán administrarse 100 gr de cloro por cada litro. Además de seguirse el siguiente procedimiento:

- Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- Inmediatamente después, llenar el depósito completamente de agua.
- Abrir los grifos hasta que aparezca agua clorada.
- Debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas.
- Posteriormente, el tanque y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua ya no tenga un sabor desagradable a cloro.

2.1.10. Programa de operación y mantenimiento

Para sostener y dar mantenimiento a un sistema de agua potable es necesario contar básicamente con recursos financieros, los cuales deben ser captados y administrados por un ente autorizado, como es un comité del agua, electo democráticamente e integrado por personas que gocen de la credibilidad y confianza de los habitantes de la comunidad.

El comité debe estar legalizado y cumplir con el reglamento para la administración, operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, establecido en el Acuerdo Gubernativo Núm. 293-82 de fecha 30 de septiembre de 1982.

Para la operación de la red de agua potable deberá limpiarse y desinfectarse la tubería instalada, previo iniciar su funcionamiento, haciendo correr agua hasta llenar la tubería, utilizando una concentración de 1mg/l de cloro.

Se deberá efectuar una prueba de presión en la tubería instalada, de preferencia entre cada tramo limitado por válvulas, a efecto de comprobar el hermetismo del tramo y el cierre de las válvulas del tramo correspondiente, como

mínimo deberá elevarse la presión igual a un 50 % más de la presión a la que trabajará normalmente la tubería, pero preferentemente deberá ser cercana a la presión nominal resistente de la fabricación de la tubería, indicada en la misma, para comprobar el comportamiento previo a cerrar la zanja de la instalación.

Esto se consigue cerrando perfectamente las válvulas y conectando en un punto del tramo a probar, un equipo de bomba manual para subir la presión al valor correspondiente y mantenerla durante 30 minutos, verificando que la pérdida de presión en ese tiempo no sea mayor de un 5 % de la inicial.

Es recomendable colocar un poco de material selecto sobre la tubería a probar, pero sin que cubra las uniones de tubería y accesorios para comprobar si existen fugas o no.

Al cerrar la zanja se procederá a comprobar que se coloquen capas de material selecto compactado hasta donde sea posible, a los lados y sobre la tubería instalada, buscando no afectar la misma, posteriormente a esta fase se deberá compactar las demás capas hasta rellenar completamente la zanja.

Un correcto mantenimiento de la red, implica una adecuada reducción de las fugas en la misma, la detención rápida y eficaz, la correcta reparación e incluso la prevención. Esto se logra teniendo materiales disponibles que sean de calidad para que cuando sean requeridos por el fontanero de la comunidad este pueda disponer de ellos para realizar las reparaciones y así mantener el sistema en condiciones óptimas.

Para prestar el servicio de mantenimiento preventivo y correctivo en un sistema de agua potable es necesario contar con un fontanero dedicado a estas labores, que deberá ser pagado con los fondos obtenidos de la tarifa mensual,

las cuales servirán también para costear los gastos de herramienta, materiales necesarios y transporte.

2.1.11. Propuesta de tarifa

Los usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable deberán contribuir a los gastos de operación y mantenimiento del sistema, por lo que se hace necesario brindar una contribución determinada y equitativa por hogar.

- Desinfección (D):

$$D = Ct * Nm$$

Donde:

Ct = costo por galón de cloro

Nm = número de galones a utilizar

$$D = Q 100,00 * 15$$

$$D = Q1 500,00/mes$$

- Operación y mantenimiento

Para esta operación es necesaria la contratación de un fontanero, así tener un mejor mantenimiento del sistema. El deberá revisarlo una vez a la semana; ya que es contratado por servicios personales, no se aplica prestaciones laborales.

$$F = \frac{Q 75,00 * 52 \text{ semanas al año}}{12 \text{ meses}}$$

$$F = Q 325,00/mes$$

También se debe tomar en cuenta la compra de repuestos y herramientas, para cuando se encuentre una falla en el sistema:

$$R = \frac{0,04 * CP * (1 + I)}{12}$$

Donde:

CP = costo del proyecto

I = porcentaje del 7 % debido a la inflación.

$$R = \frac{0,04 * 5\,125\,000,00 * (1 + 0,07)}{12}$$

$$R = 18\,279,17$$

- Propuesta de tarifa:

$$PT = \frac{F + R + D}{N}$$

Donde:

N = número de casas

$$PT = \frac{325,00 + 18\,279,17 + 1\,500}{1\,438}$$

$$PT = Q 13,98$$

El diseño de este sistema beneficiará a 1,438 casas, por tal razón se estableció una cuota aproximada de Q. 15,00 por vivienda, que servirá para pagar los gastos; puesto que ella municipalidad tiene a su cargo la administración del sistema, debe efectuar el cobro de la tarifa mensual. Además, tiene a su cargo llevar el registro de cuántos usuarios están conectados al sistema y de otorgar nuevos derechos de conexión, sin sobrepasar la capacidad del sistema.

Para ello el COCODE debe elaborar un reglamento interno para la comunidad. Esta actividad se recomienda que sea supervisada por la municipalidad. Para que la administración sea funcional, la comunidad tiene que estar de acuerdo con los diferentes elementos que intervienen en la misma, por lo que la elección del comité, la propuesta de tarifa y los reglamentos sobre el uso del agua deben determinarse o avalarse en una asamblea comunitaria.

2.1.12. Elaboración de planos

Los planos constituyen junto al presupuesto, los documentos más importantes para la toma de decisiones de parte de la entidad que dará financiamiento al proyecto, pues ambos resúmenes en forma concisa los alcances y limitaciones que tendrá el proyecto al momento de implementarlo a la realidad.

En los planos está resumida la información esencial del proyecto junto con los detalles y elementos constructivos más significativos.

En este proyecto se realizaron los planos de la planta de conjunto, planta de la línea de conducción y red de distribución, planta perfil de los tramos de la red de distribución; detalles de obra de captación, tanque de almacenamiento, cajas de válvulas, caja rompedora y conexiones domiciliarias.

2.1.13. Elaboración de presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región, la mano de obra calificada y no calificada se referenció a precios utilizados por la municipalidad en proyectos similares.

Tabla VIII. **Presupuesto para diseño de abastecimiento de agua, San Manuel, Chaparrón**

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA.				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
RENGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
ROTULO DE IDENTIFICACIÓN	UNIDAD	1	Q2 143,14	Q2 143,14
TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	UNIDAD	1	Q30 325,50	Q30 325,50
CAPTACIÓN				
CAPTACIÓN	UNIDAD	1	Q71 208,00	Q71 208,00
LÍNEA DE CONDUCCIÓN				
EXCAVACIÓN (CONDUCCIÓN)	M3	1686	Q66,11	Q111 469,50
RELLENO (CONDUCCIÓN)	M3	1686	Q93,15	Q157 050,90
TUBERÍA DE 5" PVC	ML	5695	Q179,22	Q1 020 663,46
TUBERÍA DE 6" PVC	ML	160	Q310,62	Q49 699,46
VÁLVULA DE LIMPIEZA	UNIDAD	3	Q3 299,58	Q9 898,74
VÁLVULA DE AIRE	UNIDAD	3	Q3 775,68	Q11 327,04
TANQUE DE ALMACENAMIENTO				
TANQUE DE ALMACENAMIENTO (150 M3)	UNIDAD	1	Q234 807,00	Q234 807,00
SISTEMA DE DESINFECCIÓN				
CLORINADOR	UNIDAD	1	Q6 003,00	Q6 003,00
RED DE DISTRIBUCIÓN				
EXCAVACIÓN (DISTRIBUCIÓN)	M3	5324	Q66,12	Q352 038,00
RELLENO (DISTRIBUCIÓN)	M3	5324	Q93,15	Q495 930,60
TUBERÍA DE 1/2" PVC	ML	5688	Q22,78	Q129 570,35

Continuación de la tabla VIII

TUBERÍA DE 3/4" PVC	ML	4335	Q24,85	Q107 727,35
TUBERÍA DE 1" PVC	ML	2158	Q30,99	Q66 872,73
TUBERÍA DE 1 1/2" PVC	ML	3355	Q48,18	Q161 655,96
TUBERÍA DE 2" PVC	ML	1544	Q64,46	Q99 527,81
TUBERÍA DE 2 1/2" PVC	ML	1550	Q94,71	Q146 798,05
TUBERÍA DE 3"	ML	739	Q127,09	Q93 922,11
TUBERÍA DE 4"	ML	2156	Q181,79	Q391 935,18
CONEXIÓN DOMICILIAR	UNIDAD	1438	Q955,79	Q1 374 426,02
COSTO TOTAL				Q5 125 000,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental valorará los efectos directos e indirectos del proyecto sobre la población humana, la flora y fauna, suelo, aire, agua, clima, paisaje, la estructura y función de los ecosistemas previsibles afectados. Por el tipo de proyecto que se plantea en esta sección, es de suma importancia realizarse el estudio de impacto ambiental, ya que afectará un área de mayor magnitud.

Tabla IX. Matriz de Leopold, impacto ambiental

			Excavación de zanjas	Instalación de tubería	Transporte de maquinaria y materiales	Relleno	Uso de maquinaria y equipos	Mantenimiento de maquinaria y equipo	Polvo	Ruido y vibración	Extracción de árboles y arbustos	Promedios negativos	Promedios positivos	Promedios aritméticos	
FACTORES AMBIENTALES	AIRE	MATERIAL PARTICULAR							-3/2			1	0	-6	
		RUIDO								-5/4		1	0	-20	
	SUELO	EROSIÓN	-5/4		-2/1	-6/5						-9/1	4	0	-61
		INESTABILIDAD	-6/3	-5/3		-4/2	-3/1					-5/2	5	0	-54
		COMPACTACIÓN				-8/5						-6/3	2	0	-58
		REMOCIÓN DE TIERRA	-8/2			-8/5						-5/2	3	0	-66
	AGUA	INUNDACIÓN	-5/4										1	0	-20
		CALIDAD DE AGUA		-4/2			+9/6	+8/5	-5/1			-8/2	2	2	83
		VIDA ACUÁTICA										-6/2	1	0	-12
	FLORA	CUBIERTA VEGETAL	-7/4									-5/3	2	0	-43
		TALA O DESBROCE										-7/1	1	0	-7
	FAUNA	DIVERSIDAD BIOLÓGICA									-5/1	-8/2	2	0	-21
		ESPECIES TERRESTRES EN PELIGRO										-5/2	1	0	-10
PROMEDIOS POSITIVOS			0	0	0	0	1	1	0	0	0				
PROMEDIOS NEGATIVOS			5	2	1	4	1	0	2	2	10				
PROMEDIOS ARITMETICOS			-88	-23	-2	-118	51	40	-11	-25	-123				

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Requisitos para la presentación de un EIA



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE
GUATEMALA
MINISTERIO DE AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES

DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL- DELEGACION DEPARTAMENTAL

DGA-GA-R-15

**REQUISITOS BASICOS PARA LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS DE
EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL, PARA ACTIVIDADES NUEVAS.
(ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN,
CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL)**

No.	INFORMACION Y DOCUMENTOS REQUERIDOS	SI	NO	NO APLICA
1	CARTA DE PRESENTACION			
1.1	Dirigida al Director de Gestión Ambiental y Recursos Naturales (debe ser firmada por el Representante Legal)	X		
1.2	Nombre o razón social de la entidad	X		
1.3	Nombre del Propietario o Representante Legal	X		
1.4	Dirección, lugar, teléfono, e-mail y fax para recibir notificaciones.	X		
1.5	Documento Foliado (de adelante hacia atrás)	X		
1.6	Dirección completa del proyecto			X
2	COPIAS DE DOCUMENTOS DEBIDAMENTE AUTENTICADOS.			
2.1	Constancia del Número de Identificación Tributaria (NIT) de la Empresa Promotora o persona individual. (RTU)	X		
2.2	Fotocopia del nombramiento del Representante Legal, si el proponente es persona jurídica	X		
2.3	Fotocopia del Documento Personal de Identificación (DPI) del Representante Legal o propietario del proyecto	X		
2.4	Fotocopia de Patente de Comercio de la entidad	X		
2.5	Fotocopia de la Licencia de Registro (Consultor Individual o Empresa Consultora) autorizada por el MARN.	X		
2.6	Declaración Jurada del Consultor debidamente firmada	X		
2.7	Certificación del Registro de la Propiedad del predio en donde se va a desarrollar el proyecto o actividad económica.			X
2.7.1	Si la empresa o el interesado no es propietario del terreno donde se desarrollará el proyecto, debe incluirse el contrato legal que aplique a su proyecto.			X
	• Contrato de arrendamiento			X
	• Contrato o Promesa de compra venta			X
	• Unificación de Bienes			X
	• Inmueble del Estado			X

20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN. Ciudad Guatemala. Teléfono (502) 2425-0500

@marngt
 marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación figura 7.



DIRECCION DE GESTION AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL- DELEGACION DEPARTAMENTAL

No.	INFORMACION Y DOCUMENTOS REQUERIDOS	SI	NO	NO APLICA
2.8	Certificación de Colegiado Activo del consultor o consultores que participaron en la elaboración del Instrumento de Gestión Ambiental	X		
3	TRAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES-INDUSTRIALES O DOMESTICAS			
3.1	Sistema de tratamiento de aguas residuales, industriales o domésticas firmado por un Ingeniero Sanitarista.			X
3.2	Memoria Descriptiva del Sistema de aguas negras, firmado por un Ingeniero Sanitarista.			X
4	COPIA DIGITAL DEL EXPEDIENTE			
4.1	2 Copias Electrónicas del documento completo (CD's) que incluya archivo PDF, copia escaneada de planos y del(los) Edicto(s)	X		
5	DOCUMENTOS ORIGINALES			
5.1	Publicación original en Diario de mayor circulación EDICTO DE AVISO PUBLICO 2 x 4 pulgadas). Págs. completas	X		
5.2	Publicación original en Diario de mayor circulación regional (cuando aplique), así como Cuñas Radiales para todos los proyectos Categoría "A"	X		
6	PRESENTACION DE PLANOS OBLIGATORIOS			
6.1	Plano de Ubicación y de Localización (identificando colindancias, acceso al sitio y coordenadas UTM)			X
6.2	Plano de sistemas de tratamiento de aguas residuales-industriales o domésticas			X
6.3	Planos de conjunto y de Planta (cuando se trate de urbanizaciones y edificaciones).			X
6.4	Tamaño Carta, Oficio, Doble Carta (únicas opciones)		X	
6.5	Planos timbrados, sellados y firmados por el profesional que los elaboró	X		
PLANOS ESPECIFICOS SEGUN TIPO DE PROYECTOS				
7	7.1 ✓ Plano Topográfico para la construcción de carreteras, urbanizaciones, lotificaciones, hidroeléctricas y otros categoría A (cuando aplique)			
	7.2 ✓ Plano de Curvas de nivel, de planta de nichos, número de nichos/ superficiales o subterráneos, elevaciones, cortes principales e identificación de áreas verdes cuando se trate de Cementerios (deberán localizarse como mínimo a 100 metros de la construcción más cercana)			
	7.3 ✓ Plano de instalaciones y estructura, cuando se trate de torres eléctricas y de telefonía celular			

❖ DECLARACION JURADA PARA INSTRUMENTOS DE EVALUACION AMBIENTAL UNICAMENTE EL FORMATO DEL MARN

✓ ENTIDADES PRIVADAS

✓ FUNCIONARIOS PUBLICOS

20 Calle 28-58, zona 10, Edificio MARN, Ciudad Guatemala, Teléfono (502) 2423-0500

@marngt
/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Fuente: Dirección de Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

2.1.15. Evaluación socioeconómica

Se realiza para conocer la rentabilidad del proyecto o en el caso de la mayoría de proyectos que desarrollan las municipalidades se enfocan en la cantidad de beneficiarios a atender; para esto se asume que el proyecto será financiado y la inversión no será recuperada.

La definición de los beneficios o productos del proyecto, se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Casi ningún proyecto arranca con el empleo total de su capacidad instalada, consecuentemente es necesario establecer un crecimiento gradual del uso, hasta llegar a una estabilización cercana al cien por cien.

La evolución en el uso del proyecto se explica por varias razones, como la familiarización de los usuarios con el proyecto ya que, en el principio, la demanda inicial puede estar por debajo de la del tamaño del proyecto.

Con relación a los costos, estos se distinguen básicamente en: costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto.

Los costos de reposición, serán aquellos que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o sean obsoletos, como consecuencia del uso del proyecto durante su vida útil; los costos por reposición, también denominados costos de mantenimiento; y por último los costos de funcionamiento

que son aquellos que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

2.1.15.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, maximizar la inversión. Esta evaluación permite saber si el proyecto es rentable o no. En la tabla VIII, se presentan los ingresos y egresos que se realizarán en el sistema:

Tabla X. **Costo del sistema de abastecimiento de agua potable**

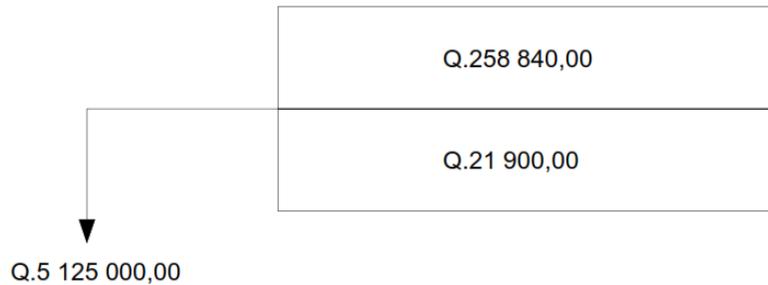
Inversión del proyecto	Q. 5 125 000,00
Gastos anuales	Q. 21 900,00
Ingresos anuales debido a la cuota de las 1 438 viviendas	Q. 258 840,00

Fuente: elaboración propia.

Tomando en cuenta un periodo de diseño de 20 años y una tasa del 12 % se realiza el cálculo del VPN:

$$VP = CA \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

Figura 8. Estimación de VPN



Fuente: elaboración propia.

Ingresos anuales:

$$VP = 258\,840,00 \left[\frac{(1 + 0,12)^{20} - 1}{0,12 * (1 + 0,12)^{20}} \right] = Q. 1\,933\,390,79$$

Egresos anuales:

$$VP = 21\,900,00 \left[\frac{(1 + 0,12)^{20} - 1}{0,12 * (1 + 0,12)^{20}} \right] = Q. 163\,580,82$$

El valor presente neto está dado por la sumatoria de ingresos menos los egresos que se realizaron durante el período de funcionamiento del sistema.

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

$$VPN = 1\,933\,390,79 - 163\,580,82 = 1\,769\,810,00$$

El proyecto podrá cubrir todos los gastos de operación y mantenimiento, con la tarifa propuesta.

2.1.15.2. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo de una determinada inversión igual a cero.

$$\text{Costo} = \text{Inversión} - \text{VPN}$$

$$\text{Costo} = 5\,125\,000,00 - 1\,769\,810,00 = 3\,355\,190,00$$

La tasa interna de retorno se obtiene dividiendo el costo dentro de la cantidad de habitantes beneficiados por el sistema.

$$TIR = \frac{\text{costo}}{\text{habitantes}}$$

$$TIR = \frac{Q. 3\,355\,190,00}{4\,000 \text{ habitantes}} = Q. 838,80/\text{hab}$$

CONCLUSIONES

1. Se realizó una investigación monográfica y según el diagnóstico de necesidades de servicios básicos en la cabecera, se priorizó el diseño de abastecimiento de agua potable que cuenta con un total de 27 km de tubería y un tanque con capacidad de 150 m³ para ello la municipalidad es la encargada de ejecutarlo con mayor brevedad, ya que la población se ve afectada debido a que el sistema actual es obsoleto.
2. Se proporcionó un diseño del sistema de agua potable para mejorar las necesidades básicas de los 4 000 habitantes de la cabecera municipal, haciendo que este llegue a las viviendas a toda hora, debido a que en la actualidad no todos los habitantes son abastecidos con el vital líquido.
3. Al realizar el estudio de impacto ambiental por medio de la matriz de Leopold se determinó que los componentes ambientales afectados están dentro del rango permisible, por lo que el medio ambiente no se verá afectado con la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable.
4. Para garantizar el buen funcionamiento del sistema durante el periodo de diseño, se capacitó a los miembros de COCODE de la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón acerca de los aspectos de operación y mantenimiento de todo el sistema de agua potable.
5. Se adquirió experiencia en el ámbito laboral por medio del Ejercicio Profesional Supervisado.

RECOMENDACIONES

1. Darle mantenimiento una vez por año al proyecto de agua potable para que su período de vida se prolongue.
2. Revisar que la desinfección del agua se realice correctamente para así prevenir cualquier enfermedad gastrointestinal.
3. A los Consejos Comunitarios de Desarrollo y autoridades municipales, organizarse para la gestión de la ejecución de los proyectos, para que se les pueda facilitar la adquisición de ayuda de las instituciones correspondientes.
4. Actualizar los precios unitarios de cada renglón de trabajo de los proyectos, previo a la contratación de servicios profesionales, ya que están sujetos a variar debido a factores económicos y de inflación en los precios de los materiales y mano de obra.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 169 p.
2. Instituto de Fomento Municipal, INFOM, UNEPAR. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM-UNEPAR. 2011. 63 p.
3. MORALES GUZMAN, Clementino. *Ampliación, mejoramiento y apertura del tramo carretero que comunica la colonia hermana patricia con la colonia santa bárbara y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea nuevo San José, Morales, Izabal*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2014. 113 p.
4. SIMMONS, Charles. *Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala*. Guatemala. 1969. 1 000 p.
5. Ingenieros Consultores de Centro América, S.A. *Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes*. Guatemala. 2001. 724 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Topografía de línea de conducción

Azimut						
Estación	Punto Observado	Distancia Horizontal	Grados	Minutos	Segundos	Elevacion
E-0	0,1	27,75	27	9	6	1000,1
E-0	0,2	14,17	41	8	0	1000,02
E-0	0,3	5,12	95	46	26	999,31
E-0	0,4	12,92	190	48	10	999,65
E-0	0,5	14,01	231	27	7	1000,2
E-0	0,6	4,06	312	34	56	1000,4
E-0	0,7	12,06	13	59	46	999,8
E-0	0,8	26,65	17	20	16	999,49
E-0	0,10	43,77	19	14	48	999,68
E-0	0,11	16,94	233	49	16	1006,15
E-0	0,12	6,36	294	39	11	1007,22
E-0	0,13	11,28	14	56	48	1007,09
E-0	E-1	27,83	35	33	2	1008,73
E-1	1,1	8,52	277	34	22	1007,2
E-1	1,2	17,76	347	41	57	1007,65
E-1	1,3	12,3	17	30	50	1008,81
E-1	1,4	3,52	280	41	1	1006,53
E-1	1,5	12,65	200	57	41	1007,05
E-1	1,6	17,06	197	19	7	1006,65
E-1	1,7	24,9	203	30	58	1004,6
E-1	E-2	16,68	162	44	0	1011,51
E-2	2,1	38,36	204	44	13	1011,5
E-2	E-3	53,94	206	3	31	1013,68
E-3	3,1	9,52	283	29	57	1010,33
E-3	3,2	26,22	216	35	16	1013,58
E-3	E-4	45,31	214	18	59	1011,86
E-4	4,1	10,51	307	15	1	1008,2
E-4	E-5	28,58	200	27	11	1010,98
E-5	5,1	9,5	304	40	51	1008,68
E-5	5,2	11,85	213	12	46	1010,54
E-5	5,3	21,87	217	33	19	1009,7
E-5	E-6	120,53	211	30	34	1007,24

Continuación del apéndice 1.

E-6	6,1	8,1	293	31	55	1003,99
E-6	E-7	38,69	207	13	55	1005,03
E-7	E-8	67,61	138	52	45	1005,74
E-8	8,1	99,74	142	50	51	1005,53
E-9	9,1	31,53	319	23	22	1003,34
E-9	9,2	8,57	152	53	5	1004,24
E-9	9,3	49,11	161	5	23	1004,67
E-9	E-10	79,06	160	44	6	1006,7
E-10	10,1	99,77	166	55	38	1010,01
E-11	11,1	26,33	339	29	35	1013,12
E-11	11,2	12,83	308	25	5	1013,92
E-11	11,3	7,75	252	48	29	1013,75
E-11	11,4	11,86	185	38	28	1012,97
E-11	11,5	34,91	178	46	51	1011,9
E-12	12,1	6,14	241	36	51	1008,22
E-12	12,2	39,37	198	33	31	1006,71
E-12	E-13	65,8	191	29	57	1005,71
E-13	13,1	7,11	174	57	32	1004,91
E-13	13,2	36,12	169	13	0	1003,26
E-13	13,2	36,12	169	13	0	1003,26
E-13	13,3	64,87	167	2	57	1001,44
E-13	13,4	114,95	167	20	7	998,32
E-14	14,1	4,23	260	5	41	999,25
E-14	14,2	18,71	223	46	30	1001,05
E-14	14,3	26,55	218	45	39	1001,6
E-15	15,1	2,06	200	31	56	1001,3
E-16	16,1	18,04	238	21	42	999,71
E-16	16,2	31,04	232	47	28	998,39
E-17	17,1	3,85	267	56	16	997,27
E-17	17,4	6,03	231	13	55	997,2
E-17	17,5	21,12	208	26	46	996,16
E-17	17,6	32,43	208	12	1	995,98
E-17	17,7	59,22	213	28	40	995,11
E-18	18,1	47,72	225	43	58	991,55
E-18	18,2	68,4	221	38	40	990,7

Continuación del apéndice 1.

E-19	19,1	28,33	204	58	37	990,34
E-19	19,2	63,99	205	0	46	989,39
E-19	19,3	72,06	204	31	8	989,16
E-19	19,4	82,54	202	45	7	988,92
E-20	20,1	12,38	180	22	41	988,57
E-20	20,2	28,72	163	47	38	989,04
E-20	20,3	47,24	164	4	35	988,89
E-21	21,1	39,02	173	3	5	986,47
E-21	E-22	61,64	163	4	28	986,17
E-22	22,1	23,56	129	18	47	986,62
E-22	E-23	43,07	117	23	26	987,18
E-23	23,1	20,94	96	47	24	987,24
E-23	E-24	39,5	98	42	44	987,42
E-24	24,1	8,83	120	46	20	987,33
E-24	24,2	89,17	125	3	12	986,01
E-24	E-25	110,48	121	56	23	986,28
E-25	25,1	32,3	109	10	54	987,04
E-26	26,1	14,45	140	31	47	987,32
E-26	26,2	67,98	132	24	50	986,83
E-26	26,3	133,9	132	51	23	986,01
E-29	29,1	7,94	275	36	13	982,34
E-29	29,2	33,67	150	12	34	980,76
E-29	29,3	76,35	140	50	42	977,58
E-29	E-30	89,19	141	28	33	976,76
E-30	30,1	51,1	158	1	33	971,24
E-30	30,2	91,57	155	44	58	967,81
E-31	31,1	6,1	270	26	52	965,09
E-31	31,2	34,7	187	33	9	964,54
E-31	31,3	58,6	182	19	23	964,13
E-31	31,4	95,27	177	39	25	963,9
E-32	32,1	3,37	329	37	9	963,71
E-32	32,2	18,08	157	58	6	964,12
E-32	32,3	37,19	151	46	29	964,02
E-32	32,4	51,59	146	49	40	964,17
E-32	32,8	62,89	142	28	21	964,27
E-33	33,1	18,74	119	7	29	965,06
E-34	34,1	9,23	269	38	14	965,5

Continuación del apéndice 1.

E-34	34,2	22,18	192	41	19	965,56
E-34	34,3	97,98	183	55	1	961,23
E-34	E-35	108,99	183	1	5	960,39
E-35	35,1	36,67	163	2	16	958,73
E-35	35,2	52,12	160	0	39	958,47
E-35	E-36	74,38	156	25	49	957,82
E-36	36,1	13,54	140	36	52	957,65
E-36	36,2	32,54	137	19	49	957,36
E-36	36,3	59,3	133	20	15	956,88
E-37	37,1	11,37	149	55	14	956,28
E-37	37,2	28,68	160	25	54	955,74
E-37	37,3	51,89	157	36	55	955,12
E-37	E-38	115,67	150	35	59	953,76
E-38	38,4	46,26	143	24	15	952,52
E-38	38,5	66,71	141	50	12	952,01
E-38	38,6	99,33	138	35	57	951,03
E-38	38,7	115,69	138	30	40	950,7
E-39	39,1	24,46	164	50	12	950,04
E-39	39,2	37,61	165	32	25	949,9
E-39	39,3	52,34	168	7	18	949,64
E-40	40,1	79,63	343	1	20	949,25
E-40	40,2	36,51	150	5	34	945,68
E-40	40,3	91,6	155	49	40	943,93
E-41	41,1	45,99	327	52	1	943,24
E-41	41,4	17,55	338	42	22	944,02
E-41	41,5	28,4	167	16	36	943,54
E-41	41,6	58,02	166	19	39	943,41
E-41	41,7	72,59	166	39	45	943,35
E-41	41,8	90,63	166	10	11	943,09
E-41	41,9	112,39	165	31	33	942,02
E-41	E-42	116,73	165	30	42	942,06
E-42	42,1	30,85	148	14	32	941,25
E-42	42,2	62,21	150	20	42	940,68
E-42	42,3	125,11	148	23	24	939,67
E-42	42,4	156,99	146	11	11	939,24
E-43	43,1	31,56	326	35	1	939,18
E-43	43,4	6,78	158	12	10	940,01

Continuación del apéndice 1.

E-43	43,6	50,44	132	16	25	939,54
E-43	43,7	112,84	131	37	53	938,52
E-44	44,1	37,65	146	12	45	936,79
E-44	44,2	92,24	141	48	58	935,57
E-4	44,3	143,72	141	6	6	934,43
E-44	E-45	174,94	140	7	27	934
E-45	45,1	98,52	133	47	4	932,12
E-46	46,2	14,75	171	26	13	931,34
E-46	46,3	35,83	163	6	5	928,11
E-46	E-47	65,46	158	46	5	924,91
E-47	47,3	35,72	70	19	18	921,02
E-47	47,5	44,98	68	52	38	923,34
E-48	48,1	12,16	142	0	57	926,91
E-48	E-49	74,08	109	6	46	929,6
E-50	50,1	15,53	193	37	50	928,27
E-50	50,2	17,14	132	47	20	928,3
E-50	50,19	33,62	104	40	12	929,56
E-50	50,20	52,03	99	35	26	932,91
E-50	50,23	92,1	101	46	30	935,58
E-51	51,10	16,8	108	4	37	936,62
E-51	E-52	60,28	108	45	19	936,56
E-53	53,12	7,02	169	38	49	937,49
E-53	53,13	11,16	163	25	30	937,56
E-53	53,17	57,53	146	37	37	938,49
E-54	54,8	19,39	331	34	41	939,86
E-54	54,9	10,83	331	25	14	939,88
E-54	54,10	2,73	125	38	32	940,07
E-54	54,11	48,08	138	55	54	940,15
E-54	54,12	64,04	140	10	11	940,07
E-54	54,13	83,99	142	27	49	940,14
E-54	54,14	95,85	143	49	34	939,52
E-55	55,1	16,09	157	5	9	938,27
E-55	55,2	40,03	160	58	9	937,67
E-55	55,3	43,9	162	6	46	937,6
E-56	56,1	43,72	346	18	16	938,67
E-56	56,2	38,85	346	40	37	938,52
E-57	57,1	11,95	180	10	31	936,16

Continuación del apéndice 1.

E-57	57,2	47,24	176	41	38	936,72
E-57	57,3	67,79	177	25	24	936,24
E-57	57,4	86,24	179	39	44	934,5
E-59	59,1	7,34	28	48	25	932,82
E-59	59,2	6,55	46	38	5	932,87
E-59	59,3	20,78	96	17	57	933,33
E-59	59,4	30,53	96	52	48	933,47
E-59	59,5	46,64	95	7	14	933,46
E-60	60,13	37	67	49	34	932,71
E-61	61,15	56,79	39	58	52	935,22
E-61	61,16	28,99	40	9	15	934,45
E-61	61,17	1,7	217	19	59	933,42
E-62	62,5	36,14	17	5	36	940,13
E-63	63,1	41,76	29	12	44	949,15
E-63	63,2	53,79	27	52	39	950,31
E-63	63,3	63,1	27	35	6	951,09
E-63	63,4	71,99	28	29	26	951,85
E-63	63,5	78,01	30	12	52	952,45
E-64	64,2	10,2	91	5	10	952,8
E-65	65,1	1,4	36	21	35	955,51
E-65	E-66	51,86	213	47	52	961,08
E-66	E-67	52,19	173	27	21	960,91
E-67	E-68	28,31	113	30	56	964,46

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Tabla de resultados de Watercad

ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
65: P-1	65 P-1	1,455	T-1	J-1	100.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	6.646	0.83	0.007	<input type="checkbox"/>	0
66: P-2	66 P-2	27	J-1	J-2	64.4	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	3.146	0.96	0.015	<input type="checkbox"/>	0
67: P-3	67 P-3	126	J-2	J-3	23.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.208	0.48	0.013	<input type="checkbox"/>	0
68: P-4	68 P-4	410	J-2	J-4	78.4	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	2.937	0.61	0.005	<input type="checkbox"/>	0
69: P-5	69 P-5	321	J-4	J-5	29.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.583	0.85	0.029	<input type="checkbox"/>	0
70: P-6	70 P-6	37	J-5	J-6	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.104	0.53	0.025	<input type="checkbox"/>	0
71: P-7	71 P-7	61	J-5	J-7	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.083	0.43	0.017	<input type="checkbox"/>	0
72: P-8	72 P-8	123	J-4	J-8	53.2	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	2.021	0.91	0.016	<input type="checkbox"/>	0
73: P-9	73 P-9	40	J-8	J-9	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.083	0.43	0.017	<input type="checkbox"/>	0
74: P-10	74 P-10	138	J-8	J-10	53.2	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.625	0.73	0.011	<input type="checkbox"/>	0
75: P-11	75 P-11	113	J-10	J-11	42.6	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.042	0.73	0.014	<input type="checkbox"/>	0
76: P-12	76 P-12	128	J-11	J-12	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.125	0.64	0.035	<input type="checkbox"/>	0
77: P-13	77 P-13	41	J-11	J-13	29.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.604	0.88	0.031	<input type="checkbox"/>	0
78: P-14	78 P-14	111	J-13	J-14	23.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.229	0.53	0.016	<input type="checkbox"/>	0
79: P-15	79 P-15	124	J-13	J-15	23.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.313	0.72	0.028	<input type="checkbox"/>	0
80: P-16	80 P-16	163	J-10	J-16	23.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.271	0.62	0.021	<input type="checkbox"/>	0
81: P-17	81 P-17	296	J-1	J-17	64.4	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	3.500	1.07	0.018	<input type="checkbox"/>	0
82: P-18	82 P-18	59	J-17	J-18	53.2	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.563	0.70	0.010	<input type="checkbox"/>	0
83: P-19	83 P-19	40	J-18	J-19	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.083	0.43	0.017	<input type="checkbox"/>	0
84: P-20	84 P-20	279	J-18	J-20	53.2	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.438	0.65	0.009	<input type="checkbox"/>	0
85: P-21	85 P-21	64	J-20	J-21	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.104	0.53	0.025	<input type="checkbox"/>	0
86: P-22	86 P-22	119	J-20	J-22	29.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.563	0.82	0.027	<input type="checkbox"/>	0
87: P-23	87 P-23	76	J-22	J-23	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.208	1.06	0.090	<input type="checkbox"/>	0
88: P-24	88 P-24	38	J-22	J-24	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.083	0.43	0.017	<input type="checkbox"/>	0
89: P-25	89 P-25	79	J-17	J-25	53.2	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.938	0.87	0.015	<input type="checkbox"/>	0
90: P-26	90 P-26	160	J-25	J-26	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.208	1.06	0.090	<input type="checkbox"/>	0
91: P-27	91 P-27	192	J-25	J-27	53.2	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1.688	0.76	0.012	<input type="checkbox"/>	0
92: P-28	92 P-28	77	J-27	J-28	29.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.771	1.13	0.049	<input type="checkbox"/>	0
93: P-29	93 P-29	192	J-28	J-29	23.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.313	0.72	0.028	<input type="checkbox"/>	0
94: P-30	94 P-30	230	J-28	J-30	23.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.375	0.86	0.039	<input type="checkbox"/>	0
95: P-31	95 P-31	16	J-27	J-31	29.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.458	0.67	0.019	<input type="checkbox"/>	0
96: P-32	96 P-32	46	J-31	J-32	15.8	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.146	0.74	0.047	<input type="checkbox"/>	0
97: P-33	97 P-33	154	J-31	J-33	23.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0.313	0.72	0.028	<input type="checkbox"/>	0

Fuente: elaboración propia, empleando WaterCAD 2015.

Apéndice 3. Tabla de resultados de Watercad

ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
32: J-1	32 J-1	943.42	<None>	<Collection:	0.000	956.42	13
33: J-2	33 J-2	942.54	<None>	<Collection:	0.000	956.03	13
34: J-3	34 J-3	938.90	<None>	<Collection:	0.208	954.39	15
35: J-4	35 J-4	940.00	<None>	<Collection:	0.333	954.01	14
36: J-5	36 J-5	929.70	<None>	<Collection:	0.396	944.70	15
37: J-6	37 J-6	930.65	<None>	<Collection:	0.104	943.77	13
38: J-7	38 J-7	928.34	<None>	<Collection:	0.083	943.70	15
39: J-8	39 J-8	938.64	<None>	<Collection:	0.313	951.99	13
40: J-9	40 J-9	940.00	<None>	<Collection:	0.083	951.33	11
41: J-10	41 J-10	936.00	<None>	<Collection:	0.313	950.48	14
42: J-11	42 J-11	935.12	<None>	<Collection:	0.313	948.88	14
43: J-12	43 J-12	930.70	<None>	<Collection:	0.125	944.42	14
44: J-13	44 J-13	934.07	<None>	<Collection:	0.063	947.62	14
45: J-14	45 J-14	929.43	<None>	<Collection:	0.229	945.89	16
46: J-15	46 J-15	931.31	<None>	<Collection:	0.313	944.19	13
47: J-16	47 J-16	932.67	<None>	<Collection:	0.271	947.04	14
48: J-17	48 J-17	937.70	<None>	<Collection:	0.000	951.16	13
49: J-18	49 J-18	937.00	<None>	<Collection:	0.042	950.56	14
50: J-19	50 J-19	936.00	<None>	<Collection:	0.083	949.89	14
51: J-20	51 J-20	930.70	<None>	<Collection:	0.771	948.13	17
52: J-21	52 J-21	928.77	<None>	<Collection:	0.104	946.53	18
53: J-22	53 J-22	928.20	<None>	<Collection:	0.271	944.90	17
54: J-23	54 J-23	926.20	<None>	<Collection:	0.208	938.07	12
55: J-24	55 J-24	927.52	<None>	<Collection:	0.083	944.28	17
56: J-25	56 J-25	936.55	<None>	<Collection:	0.042	949.97	13
57: J-26	57 J-26	927.50	<None>	<Collection:	0.208	935.59	8
58: J-27	58 J-27	932.33	<None>	<Collection:	0.458	947.72	15
59: J-28	59 J-28	933.66	<None>	<Collection:	0.083	943.99	10
60: J-29	60 J-29	928.00	<None>	<Collection:	0.313	938.69	11
61: J-30	61 J-30	925.35	<None>	<Collection:	0.375	935.08	10
62: J-31	62 J-31	932.13	<None>	<Collection:	0.000	947.42	15
63: J-32	63 J-32	931.50	<None>	<Collection:	0.146	945.25	14
64: J-33	64 J-33	926.00	<None>	<Collection:	0.313	943.16	17

33 of 33 elements displayed

Fuente: elaboración propia, empleando WaterCAD 2015.

Apéndice 4. **Tabla de resultados del circuito 1**

RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 1)														
TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HAB	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO O (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a)	DIAMETRO A UTILIZAR (pulg)
P-1	1455	64	43,4	20,6	0	0	4	0,0000	6,65	3,97	100,80	0,87	12	4
P-2	27	43,42	42,5	0,88	0	0	4	0,5417	3,15	2,54	64,40	1,04	13	2 1/2
P-3	126	42,54	38,9	3,64	10	15	4	0,2083	0,21	0,93	23,50	0,62	14	3/4
P-4	410	42,54	40	2,54	16	24	4	1,0417	2,94	3,09	78,40	0,64	13	3
P-5	321	40	29,7	10,3	19	29	4	0,5833	0,58	1,16	29,50	0,99	11	1
P-6	37	29,7	30,7	0,95	5	8	4	0,1042	0,10	0,62	15,80	0,66	10	1/2
P-7	61	29,7	28,3	1,36	4	6	4	0,0833	0,08	0,62	15,80	0,77	10	1/2
P-8	123	40	38,6	1,36	15	23	4	0,7083	2,02	2,09	53,20	0,94	12	2
P-9	40	38,64	40	1,36	4	6	4	0,0833	0,08	0,62	15,80	0,66	10	1/2
P-10	138	38,64	36	2,64	15	23	4	0,8958	1,63	2,09	53,20	0,74	13	2
P-11	113	36	35,1	0,88	15	23	4	0,5000	1,04	1,68	42,60	0,75	12	1 1/2
P-12	128	35,12	30,7	4,42	6	9	4	0,1250	0,13	0,62	15,80	0,64	12	1/2
P-13	41	35,12	34,1	1,05	3	5	4	0,6042	0,60	1,16	29,50	0,93	12	1
P-14	111	34,07	29,4	4,64	11	17	4	0,2292	0,23	0,93	23,50	0,60	14	3/4
P-15	124	34,07	31,3	2,76	15	23	4	0,3125	0,31	0,93	23,50	0,72	11	3/4
P-16	163	36	32,7	3,33	13	20	4	0,2708	0,27	0,93	23,50	0,62	13	3/4
P-17	296	43,42	37,7	5,72	0	0	4	0,0833	3,50	2,54	64,40	1,10	12	2 1/2
P-18	59	37,7	37	0,7	2	3	4	0,8958	1,56	2,09	53,20	0,74	12	2
P-19	40	37	36,6	0,45	4	6	4	0,0833	0,08	0,62	15,80	0,61	12	1/2
P-20	279	37	30,7	6,3	37	56	4	1,1458	1,44	2,09	53,20	0,67	16	2
P-21	64	30,7	28,8	1,93	5	8	4	0,1042	0,10	0,62	15,80	0,61	16	1/2
P-22	119	30,7	28,2	2,5	13	20	4	0,5625	0,56	1,16	29,50	0,88	15	1
P-23	76	28,2	26,2	2	10	15	4	0,2083	0,21	0,62	15,80	1,06	10	1/2
P-24	38	28,2	27,5	0,68	4	6	4	0,0833	0,08	0,62	15,80	0,61	14	1/2
P-25	79	37,7	36,6	1,15	2	3	4	0,7083	1,94	2,09	53,20	0,87	12	2
P-26	160	36,55	28	8,55	10	15	4	0,2083	0,21	0,62	15,80	1,06	10	1/2
P-27	192	36,55	32,3	4,22	22	33	4	0,5417	1,69	2,09	53,20	0,76	14	2
P-28	77	32,33	33,7	1,33	4	6	4	0,7708	0,77	1,16	29,50	1,13	10	1
P-29	192	33,66	28	5,66	15	23	4	0,3125	0,31	0,93	23,50	0,72	11	3/4
P-30	230	33,66	25,4	8,31	18	27	4	0,3750	0,38	0,93	23,50	0,86	10	3/4
P-31	16	32,33	32,1	0,2	0	0	4	0,4583	0,46	1,16	29,50	0,67	14	1
P-32	46	32,13	31,5	0,63	7	11	4	0,1458	0,15	0,62	15,80	0,74	13	1/2
P-33	154	32,13	26	6,13	15	23	4	0,3125	0,31	0,93	23,50	0,72	16	3/4

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Tabla de resultados del circuito 2

RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 2)														
TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HAB	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a)	DIAMETRO A UTILIZAR(pulg)
P-1	621	964	932	32	0	0	4	0,0000	16,27	3,66	92,99	1,47	22	4
P-2	123	932	929,7	2,3	12	20	4	0,2731	4,10	2,68	68,06	0,90	23	3
P-3	48	929,7	928,5	1,2	4	7	4	0,0910	0,09	0,59	15,02	1,51	16	1/2
P-4	88	929,7	927,5	2,2	8	13	4	0,1821	3,73	2,42	61,55	1,16	24	2 1/2
P-5	104	927,5	926,2	1,4	9	15	4	0,2048	0,20	0,92	23,39	0,93	18	1/2
P-6	114	927,5	925,4	2,2	10	16	4	0,2276	3,35	2,46	62,56	1,07	24	2 1/2
P-7	110	925,4	924,8	0,6	8	13	4	0,1821	3,12	3,16	80,15	1,01	23	2 1/2
P-8	72	924,8	922,8	2	6	10	4	0,1366	0,73	1,28	32,54	1,24	20	1
P-9	53	922,8	919,8	3,1	8	13	4	0,1821	0,39	0,86	21,95	1,01	21	3/4
P-10	32	919,8	918,9	0,8	5	8	4	0,1138	0,11	0,64	16,25	0,93	19	1/2
P-11	31	919,8	917,7	2,1	4	7	4	0,0910	0,09	0,48	12,31	0,61	22	1/2
P-12	58	922,8	920,6	2,2	6	10	4	0,1366	0,20	0,74	18,72	1,16	17	1/2
P-13	40	920,6	918,6	2	3	5	4	0,0683	0,07	0,46	11,66	0,70	17	1/2
P-14	97	924,8	924,2	0,6	10	16	4	0,2276	2,21	2,63	66,84	0,68	22	2 1/2
P-15	62	924,2	922,8	1,3	6	10	4	0,1366	0,14	0,71	18,05	1,16	17	1/2
P-16	188	924,2	926,6	2,4	18	29	4	0,4097	1,84	2,12	53,97	0,87	17	2
P-17	97	926,6	923,2	3,4	5	8	4	0,1138	0,11	0,60	15,26	0,94	16	3/4
P-18	132	926,6	924,3	2,3	16	26	4	0,3641	0,66	1,36	34,42	1,00	14	1
P-19	151	924,3	918,6	5,8	9	15	4	0,2048	0,20	0,74	18,76	0,84	15	3/4
P-20	77	924,3	917	7,3	4	7	4	0,0910	0,09	0,45	11,43	1,04	15	1/2
P-21	36	926,6	929,2	2,6	2	3	4	0,0455	0,66	1,01	25,64	1,02	13	1
P-22	75	929,2	921	8,2	5	8	4	0,1138	0,11	0,48	12,08	0,51	20	1/2
P-23	51	929,2	924,3	5	4	7	4	0,0910	0,50	0,86	21,74	1,17	15	3/4
P-24	27	924,3	918,5	5,8	1	2	4	0,0228	0,02	0,23	5,72	0,60	20	1/2
P-25	142	924,3	917	7,3	7	11	4	0,1593	0,39	0,89	22,50	0,65	19	3/4
P-26	19	917	915,8	1,2	1	2	4	0,0228	0,23	0,69	17,62	1,32	17	1/2
P-27	30	915,8	912,6	3,2	2	3	4	0,0455	0,05	0,34	8,59	0,61	20	1/2
P-28	38	915,8	915,1	0,7	7	11	4	0,1593	0,16	0,79	20,05	0,61	18	1/2
P-29	80	932	929	3	7	11	4	0,1593	12,18	3,50	88,91	0,93	25	4
P-30	35	929	928,9	0,1	3	5	4	0,0683	6,76	4,85	123,27	0,98	24	2
P-31	38	928,9	928,7	0,2	4	7	4	0,0910	0,93	1,94	49,18	0,92	23	3/4
P-32	102	928,7	926,9	1,8	14	23	4	0,3186	0,32	1,03	26,16	0,61	21	1/2
P-33	168	928,7	924,2	4,5	23	38	4	0,5234	0,52	1,13	28,83	0,61	22	1/2
P-34	219	928,9	924,4	4,5	19	31	4	0,4324	5,76	2,98	75,66	0,97	23	1 1/2
P-35	42	924,4	924,2	0,2	1	2	4	0,0228	0,02	0,51	12,91	1,21	20	3/4
P-36	116	924,4	923,6	0,8	2	3	4	0,0455	0,05	0,59	15,06	1,00	18	3/4
P-37	139	924,4	920,6	3,8	12	20	4	0,2731	0,27	0,88	22,41	0,60	24	1/2
P-38	153	929	926	3	25	41	4	0,5690	5,26	2,91	73,83	1,05	26	3
P-39	155	926	924,2	1,8	7	11	4	0,1593	0,16	0,86	21,73	0,63	24	3/4
P-40	265	926	919,5	6,5	25	41	4	0,5690	4,53	2,62	66,63	1,45	24	2 1/2
P-41	78	919,5	918,5	1	4	7	4	0,0910	0,50	1,30	33,04	0,83	23	1 1/2
P-42	27	918,5	916,8	1,7	2	3	4	0,0455	0,05	0,38	9,58	2,90	10	1/2
P-43	74	918,5	915,7	2,8	7	11	4	0,1593	0,36	0,92	23,45	1,04	22	3/4
P-44	30	915,7	915,4	0,3	2	3	4	0,0455	0,05	0,54	13,77	0,61	22	1/2
P-45	59	915,7	915,1	0,6	4	7	4	0,0910	0,16	0,88	22,38	1,32	15	1/2
P-46	27	915,1	914,6	0,6	3	5	4	0,0683	0,07	0,55	13,91	0,61	15	1/2
P-47	35	919,5	918,3	1,2	2	3	4	0,0455	3,46	2,20	55,77	1,34	24	2

Continuación del apéndice 5.

P-48	77	918,3	916,5	1,8	12	20	4	0,2731	1,52	1,76	44,65	0,80	24	1 1/2
P-49	51	916,5	914,9	1,5	2	3	4	0,0455	0,05	0,44	11,11	0,60	25	1/2
P-50	64	916,5	915,1	1,4	10	16	4	0,2276	1,21	1,63	41,51	0,70	25	1 1/2
P-51	57	915,1	910	5,1	14	23	4	0,3186	0,32	0,73	18,61	0,60	29	1/2
P-52	79	915,1	913,8	1,3	5	8	4	0,1138	0,66	1,37	34,79	0,97	23	1
P-53	93	913,8	908,9	5	10	16	4	0,2276	0,23	0,72	18,24	0,73	26	3/4
P-54	89	913,8	907,8	6,1	14	23	4	0,3186	0,32	0,78	19,70	0,60	27	1/2
P-55	77	918,3	916	2,3	5	8	4	0,1138	1,89	1,81	45,86	1,23	23	1 1/2
P-56	168	916	914,5	1,4	14	23	4	0,3186	0,32	1,19	30,21	0,73	20	3/4
P-57	61	916	917,7	1,7	9	15	4	0,2048	1,46	1,66	42,18	0,85	20	1 1/2
P-58	42	917,7	916,9	0,8	1	2	4	0,0228	0,55	1,24	31,42	1,40	18	1
P-59	192	916,9	909,7	7,2	14	23	4	0,3186	0,32	0,88	22,29	1,04	10	1/2
P-60	25	916,9	916,4	0,5	1	2	4	0,0228	0,20	0,86	21,90	1,00	17	3/4
P-61	21	916,4	915,7	0,7	2	3	4	0,0455	0,18	0,74	18,68	0,95	17	3/4
P-62	31	915,7	915,5	0,2	1	2	4	0,0228	0,14	0,89	22,73	0,60	17	1/2
P-63	78	915,5	911,7	3,8	5	8	4	0,1138	0,11	0,56	14,26	0,60	20	1/2
P-64	96	917,7	916,2	1,4	13	21	4	0,2959	0,71	1,43	36,32	0,70	18	1/2
P-65	252	916,2	907,8	8,4	18	29	4	0,4097	0,41	0,99	25,09	0,61	19	1/2

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Tabla de resultados del circuito 3

RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 3)														
TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HAB	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a)	DIAMETRO A UTILIZAR(pulg)
P-1	53	964	954,6	9,44	0	0	4	0,00000	7,62	3,09	78,4	1,60	10	3
P-2	39	954,6	947	7,55	4	7	4	0,09103	7,62	2,54	64,4	2,37	14	2 1/2
P-3	185	947	933,5	13,6	18	29	4	0,40965	5,76	2,54	64,4	1,78	20	2 1/2
P-4	145	933,5	936,2	2,75	6	10	4	0,13655	0,14	0,62	15,8	0,70	11	1/2
P-5	329	933,5	928,7	4,73	11	18	4	0,25034	4,96	2,54	64,4	1,54	13	2 1/2
P-6	91	928,7	927,3	1,45	3	5	4	0,06828	1,57	1,68	42,6	1,12	11	1 1/2
P-7	69	927,3	926,4	0,9	1	2	4	0,02276	0,02	0,62	15,8	0,60	12	1/2
P-8	106	927,3	925,8	1,48	8	13	4	0,18207	1,48	2,09	53,2	0,67	12	2
P-9	130	925,8	922,5	3,27	14	23	4	0,31862	0,32	0,93	23,5	0,73	12	3/4
P-10	817	925,8	917,7	8,15	43	70	4	0,97862	0,98	1,68	42,6	0,69	10	1 1/2
P-11	68	928,7	926,4	2,35	8	13	4	0,18207	3,14	2,09	53,2	1,42	13	2
P-12	116	926,4	935,3	8,93	4	7	4	0,09103	0,46	1,16	29,5	0,67	10	1
P-13	131	935,3	921,6	13,7	4	7	4	0,09103	0,09	0,62	15,8	0,62	13	1/2
P-14	102	935,3	926,2	9,15	12	20	4	0,27310	0,27	0,93	23,5	0,63	10	3/4
P-15	142	926,4	922,5	3,85	14	23	4	0,31862	2,50	2,09	53,2	1,14	13	2
P-16	83	922,5	921,5	1	0	0	4	0,00000	0,34	1,16	29,5	0,60	13	1

Continuación del apéndice 6.

P-17	22	921,5	920,1	1,48	2	3	4	0,04552	0,05	0,62	15,8	0,60	14	1/2
P-18	127	921,5	921,4	0,13	13	21	4	0,29586	0,30	0,93	23,5	0,68	10	3/4
P-19	41	922,5	921,4	1,15	2	3	4	0,04552	1,84	2,09	53,2	0,83	14	2
P-20	158	921,4	920,2	1,2	10	16	4	0,22759	0,23	0,93	23,5	0,60	12	3/4
P-21	59	921,4	920	1,38	4	7	4	0,09103	1,57	2,09	53,2	0,71	14	2
P-22	83	920	919,8	0,25	14	23	4	0,31862	1,18	1,68	42,6	0,83	13	1 1/2
P-23	66	919,8	918,4	1,38	6	10	4	0,13655	0,14	0,62	15,8	0,70	12	1/2
P-24	83	919,8	918	1,74	9	15	4	0,20483	0,73	1,16	29,5	1,07	11	1
P-25	87	918	917,9	0,1	18	29	4	0,40965	0,41	1,16	29,5	0,60	10	1
P-26	74	918	916	2,06	5	8	4	0,11379	0,11	0,62	15,8	0,60	11	1/2
P-27	139	920	917,6	2,44	13	21	4	0,29586	0,30	0,93	23,5	0,68	13	3/4
P-28	136	933,5	932	1,46	11	18	4	0,25034	0,25	0,93	23,5	0,60	18	3/4
P-29	187	947	933,5	13,5	20	33	4	0,45517	1,78	1,68	42,6	1,28	20	1 1/2
P-30	12	933,5	933,4	0,07	0	0	4	0,00000	0,50	1,16	29,5	0,73	20	1
P-31	50	933,4	933,3	0,14	10	16	4	0,22759	0,23	0,62	15,8	1,16	15	1/2
P-32	161	933,5	930,3	3,21	12	20	4	0,27310	0,27	0,93	23,5	0,63	20	3/4
P-33	64	933,5	932,7	0,74	5	8	4	0,11379	0,82	1,16	29,5	1,28	17	1
P-34	88	932,7	932,7	0,06	8	13	4	0,18207	0,18	0,62	15,8	0,93	11	1/2
P-35	141	932,7	930,4	2,38	10	16	4	0,22759	0,52	1,16	29,5	0,84	16	1
P-36	126	930,4	929,2	1,2	10	16	4	0,22759	0,23	0,93	23,5	0,61	15	3/4
P-37	47	930,4	930,3	0,02	2	3	4	0,04552	0,05	0,62	15,8	0,66	15	1/2
P-38	63	930,4	929,9	0,42	1	2	4	0,02276	0,02	0,62	15,8	0,60	16	1/2

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Tabla de resultados del circuito 4

RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 4)														
TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HAB	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a)	DIAMETRO A UTILIZAR (pulg)
P-1	19	926	920,2	5,76	0	0	4	0,0000	3,25	1,68	42,6	2,40	19	1 1/2
P-2	20	920,2	920,1	0,11	3	5	4	0,0683	0,64	1,16	29,5	0,98	19	1
P-3	123	920,1	922	1,84	3	5	4	0,0683	0,07	0,62	15,8	0,61	14	1/2
P-4	129	920,1	921,1	0,98	6	10	4	0,1366	0,14	0,62	15,8	0,70	12	1/2
P-5	98	920,1	919,4	0,74	4	7	4	0,0910	0,36	0,93	23,5	0,84	16	3/4
P-6	58	919,4	919,1	0,29	6	10	4	0,1366	0,14	0,62	15,8	0,70	14	1/2
P-7	163	919,4	919,1	0,25	6	10	4	0,1366	0,14	0,62	15,8	0,70	10	1/2
P-8	155	920,2	919,4	0,86	18	29	4	0,4097	0,89	1,68	42,6	0,64	18	1 1/2
P-9	71	919,4	919,3	0,04	2	3	4	0,0455	0,05	0,62	15,8	0,60	18	1/2
P-10	156	919,4	917	2,36	16	26	4	0,3641	0,43	1,16	29,5	0,63	18	1
P-11	176	917	905	12,1	3	5	4	0,0683	0,07	0,62	15,8	0,65	28	1/2
P-12	152	926	921,6	4,42	15	25	4	0,3414	1,32	1,68	42,6	0,98	17	1 1/2
P-13	18	921,6	921,2	0,4	1	2	4	0,0228	0,02	0,62	15,8	0,61	17	1/2
P-14	76	921,6	920,5	1,12	2	3	4	0,0455	0,32	0,93	23,5	0,80	15	3/4
P-15	43	920,5	919,4	1,03	1	2	4	0,0228	0,02	0,62	15,8	0,61	16	1/2
P-16	60	920,5	920,5	0,01	11	18	4	0,2503	0,25	0,93	23,5	0,65	14	3/4

Continuación del apéndice 7.

P-17	47	921,6	918,6	3,02	2	3	4	0,0455	0,64	1,16	29,5	0,97	18	1
P-18	97	918,6	917,7	0,83	2	3	4	0,0455	0,16	0,62	15,8	0,95	12	1/2
P-19	41	917,7	917,5	0,23	4	7	4	0,0910	0,09	0,62	15,8	0,63	11	1/2
P-20	27	917,7	917,5	0,2	1	2	4	0,0228	0,02	0,62	15,8	0,63	12	1/2
P-21	61	918,6	917,5	1,03	5	8	4	0,1138	0,43	1,16	29,5	0,63	18	1
P-22	38	917,5	916,4	1,18	4	7	4	0,0910	0,09	0,62	15,8	0,68	18	1/2
P-23	67	917,5	917,4	0,13	10	16	4	0,2276	0,23	0,62	15,8	1,16	11	1/2
P-24	138	920,2	919,7	0,57	7	11	4	0,1593	1,73	1,68	42,6	1,29	14	1 1/2
P-25	34	919,7	918,9	0,78	1	2	4	0,0228	0,02	0,62	15,8	0,60	15	1/2
P-26	11	919,7	919,6	0,09	0	0	4	0,0000	1,55	1,68	42,6	1,14	14	1 1/2
P-27	37	919,6	919,4	0,2	1	2	4	0,0228	0,02	0,62	15,8	0,60	14	1/2
P-28	53	919,6	919,4	0,18	3	5	4	0,0683	1,52	1,68	42,6	1,11	13	1 1/2
P-29	224	919,4	917	2,38	26	43	4	0,5917	0,59	1,16	29,5	0,87	10	1
P-30	72	919,7	919,4	0,3	8	13	4	0,1821	0,86	1,16	29,5	1,35	11	1
P-31	140	919,4	916,4	3,04	22	36	4	0,5007	0,50	1,16	29,5	0,73	10	1
P-32	40	919,4	919,1	0,29	3	5	4	0,0683	0,18	0,93	23,5	0,60	10	3/4
P-33	51	919,1	920,2	1,06	1	2	4	0,0228	0,02	0,62	15,8	0,60	11	1/2
P-34	123	919,6	919	0,55	3	5	4	0,0683	0,07	0,62	15,8	0,62	10	1/2
P-35	77	919,6	920,8	1,21	1	2	4	0,0228	0,02	0,62	15,8	0,63	11	1/2

Fuente: elaboración propia.

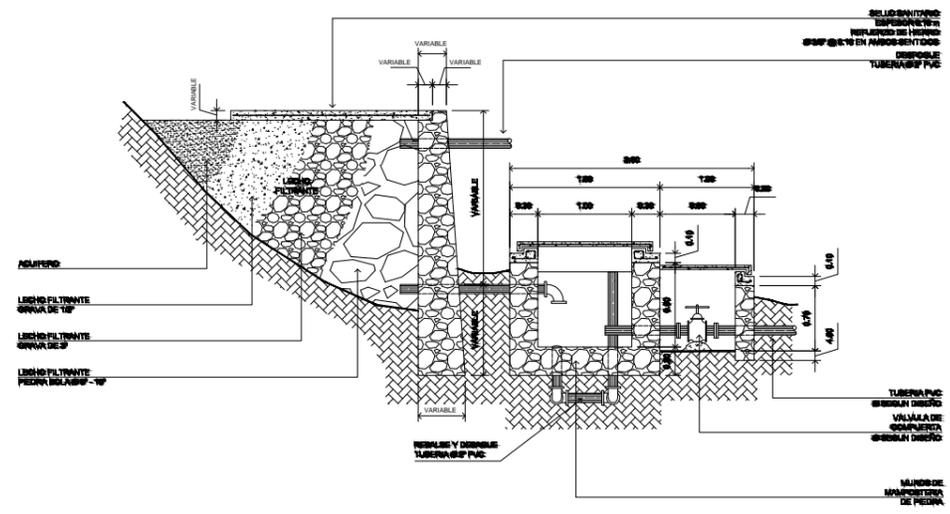
Apéndice 8. Tabla de resultados del circuito 5

RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 5)														
TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HAB	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a)	DIAMETRO A UTILIZAR(pulg)
P-1	83	950	934,8	15,2	0	0	4	0,000	1,98	2,09	53,2	1,81	16	2
P-2	387	934,8	918,1	16,8	0	0	4	0,000	0,82	2,09	53,2	1,04	25	2
P-3	31	918,1	919,7	1,65	1	2	4	0,023	0,02	0,62	15,8	0,77	22	1/2
P-4	73	918,1	918,4	0,34	7	11	4	0,159	0,80	1,68	42,6	1,51	21	1 1/2
P-5	63	918,4	917,2	1,21	3	5	4	0,068	0,30	1,16	29,5	1,39	17	1 1/2
P-6	52	917,2	913	4,15	2	3	4	0,046	0,05	0,62	15,8	1,02	17	1/2
P-7	47	917,2	916,8	0,37	1	2	4	0,023	0,18	0,93	23,5	1,38	13	3/4
P-8	40	916,8	916,6	0,18	6	10	4	0,137	0,14	0,62	15,8	1,02	10	1/2
P-9	54	916,8	916,5	0,32	1	2	4	0,023	0,02	0,62	15,8	1,02	10	1/2
P-10	51	918,4	917,8	0,64	3	5	4	0,068	0,34	1,68	42,6	0,74	21	1 1/2
P-11	42	917,8	916,8	0,94	1	2	4	0,023	0,02	0,62	15,8	1,02	18	1/2
P-12	245	917,8	909,5	8,29	10	16	4	0,228	0,25	1,16	29,5	1,02	19	1
P-13	44	909,5	913,6	4,17	1	2	4	0,023	0,02	0,62	15,8	1,02	11	1/2
P-14	490	934,8	916,8	18	20	33	4	0,455	1,16	1,68	42,6	1,20	17	1 1/2
P-15	58	916,8	919,3	2,48	6	10	4	0,137	0,36	1,16	29,5	1,17	11	1
P-16	72	919,3	919,7	0,34	2	3	4	0,046	0,11	1,16	29,5	0,66	10	1
P-17	105	919,7	923	3,36	3	5	4	0,068	0,07	0,93	23,5	0,61	10	3/4
P-18	204	919,3	912,3	6,98	5	8	4	0,114	0,11	0,62	15,8	0,77	11	1/2
P-19	223	916,8	913,5	3,39	15	25	4	0,341	0,34	1,16	29,5	0,66	16	1

Fuente: elaboración propia.

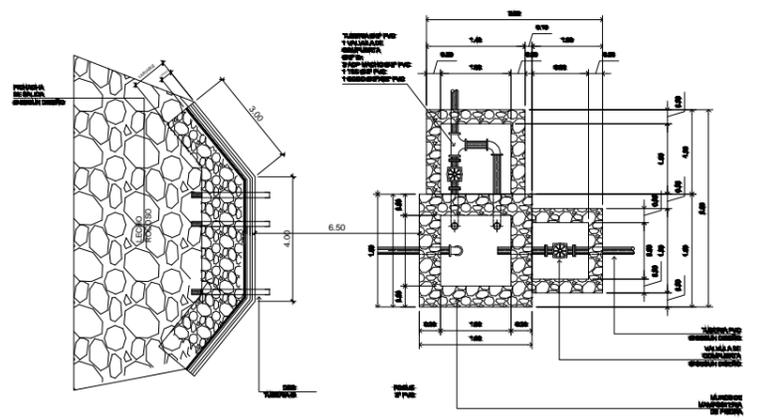
Apéndice 9. **Planos de un sistema de abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal de San Manuel Chaparrón, Jalapa**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.



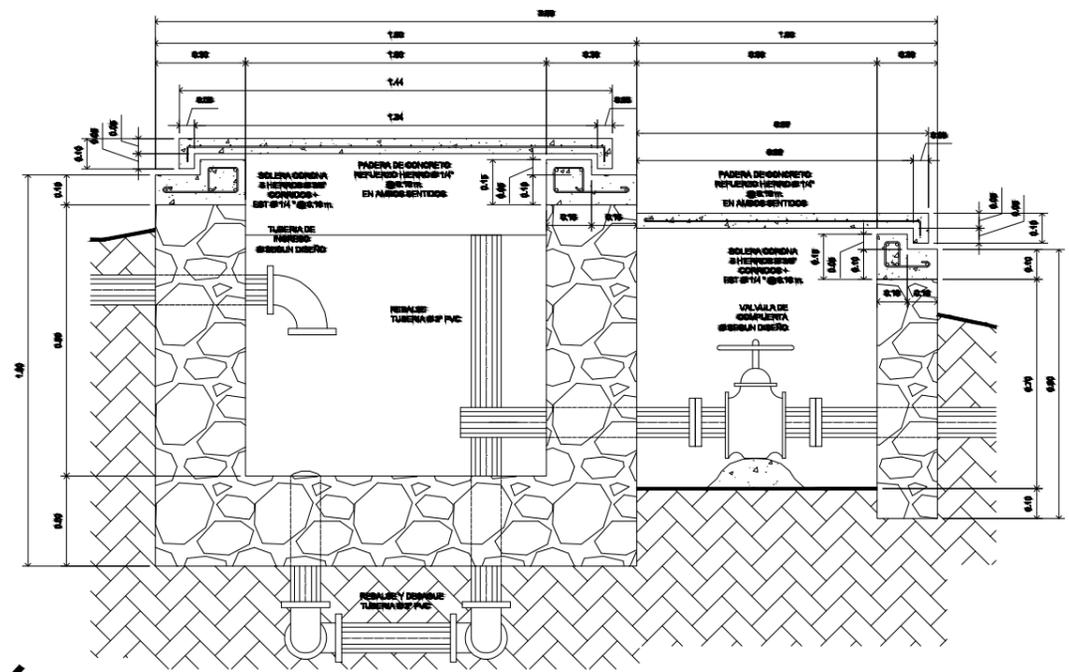
SECCION A-A DE CAPTACION

ESCALA 1:50



PLANTA DE CAPTACION

ESCALA 1:50



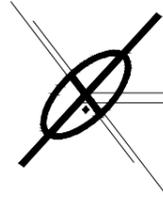
DETALLE DE CAPTACION

ESCALA 1:50

- NOTAS**
- 01. EN SITE PLANEAMENTE SE INDICAN LAS DISTANCIAS LAS IMPORTANTES PARTES DEL SISTEMA CONSTRUCCION LA SECCION PARA CONOCER EN PARTICULAR.
 - 02. LA DISEÑACION DEBE HACERSE EN UNO DE LOS SISTEMAS IMPERMEABLES.
 - 03. DEBE CAPTARSE LA TOTALIDAD DEL AGUA DEL AQUELLO DEL CUAL PROVIENE EL AGUA.
 - 04. HACER LA ZANJA DE DRENAJE INTERIOR PARA PROTEGER Y DIFUNDIR EL AGUA SUBTERRANEA, ESTA ZANJA DEBE TENER UN MÍNIMO DE 10 CM DE ANCHURA.

- RECOMENDACIONES**
- MAMPUESTA DE PIEDRA
 - PIEDRA BOLAFON
 - MORTERO #10
 - PROPORCION DE MEZCLA PARA MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO-PIEDRA 1:3:6
 - CONCRETO
 - F-810 Kg/m³ - 3000 Lit/m³
 - PROPORCION DE MEZCLA PARA MORTERO CEMENTO-ARENA DE RIO-PIEDRA 1:3:6
 - MANSION
 - USO MANSION DE MAMPUESTA DE PIEDRA DESEN SERRAN EN UNO DE LOS SISTEMAS IMPERMEABLES DE PROPORCION CEMENTO-ARENA DE RIO-PIEDRA 1:3:6
 - USOS
 - A LA LORA DE CONCRETO DEBE DARSE UN DISEÑO DE 10 CM PARA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DESECUEN CON UNA CAPA DE MEZCLA DE PROPORCION CEMENTO-ARENA DE RIO-PIEDRA 1:3:6
 - REFUERZO
 - EL REFUERZO DEBE DE ACERSCION EN UNO DE LOS SISTEMAS IMPERMEABLES

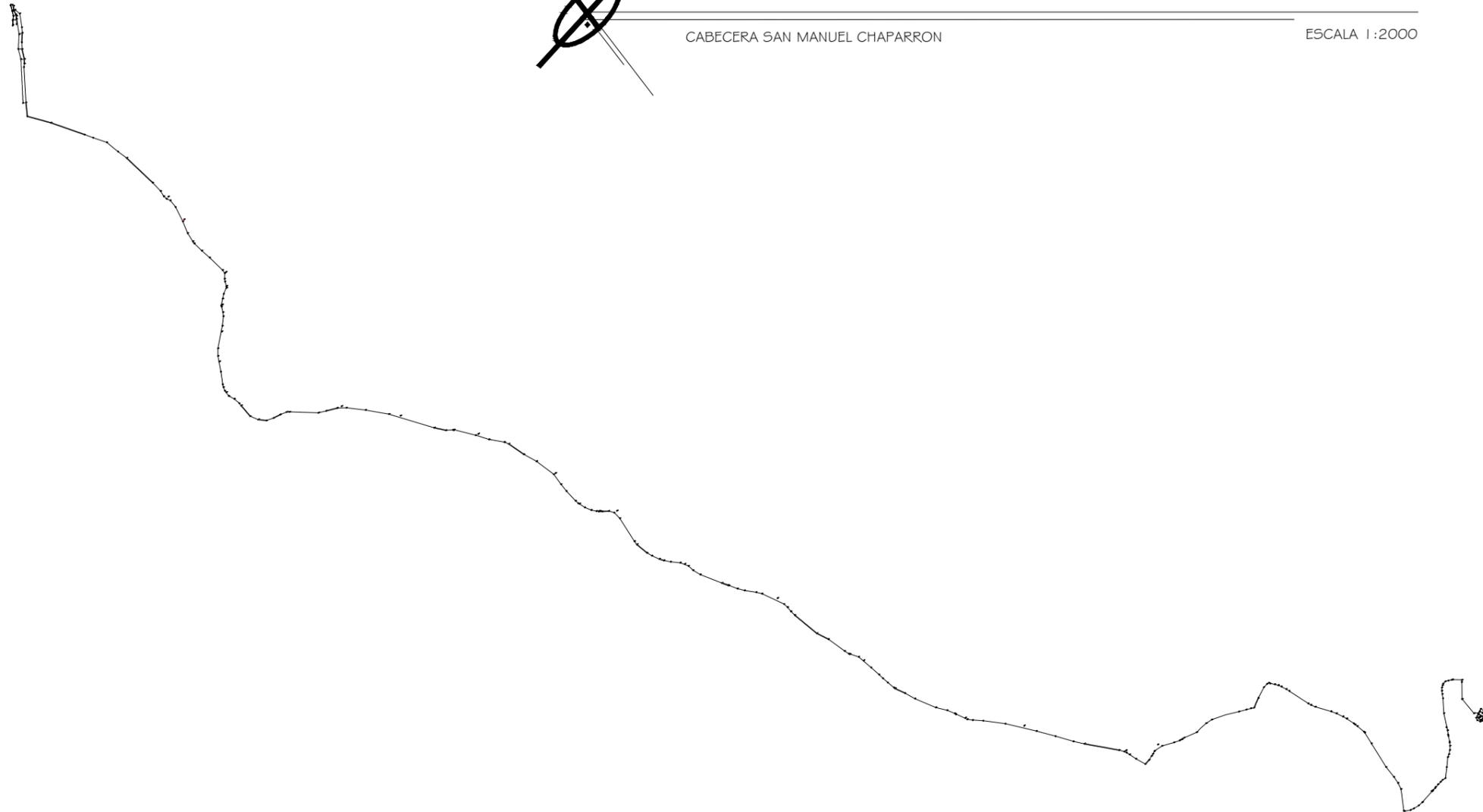
PROYECTO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.		
CONTENIDO:	CAPTACION		
DISEÑO:	HUGO ROQUE		
DEBUIJO:	HUGO ROQUE		
ESCALA:	INDICADA		FICHA:
FECHA:	JULIO 2017	FIRMAS:	1 DE 15



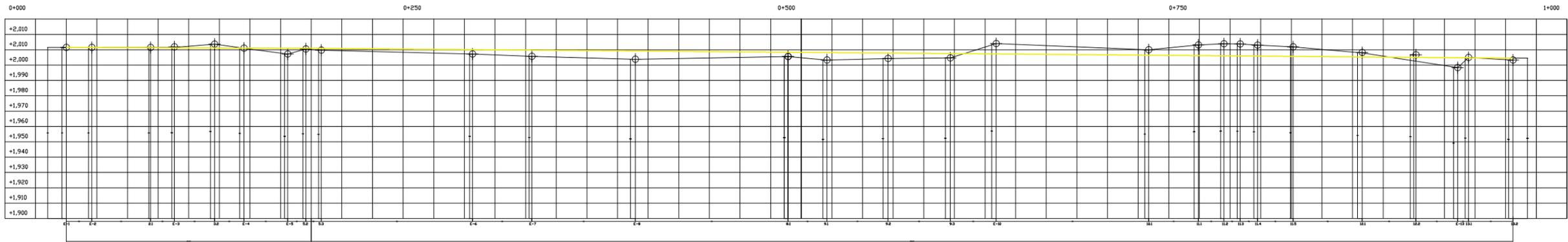
PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCION

CABECERA SAN MANUEL CHAPARRON

ESCALA 1:2000



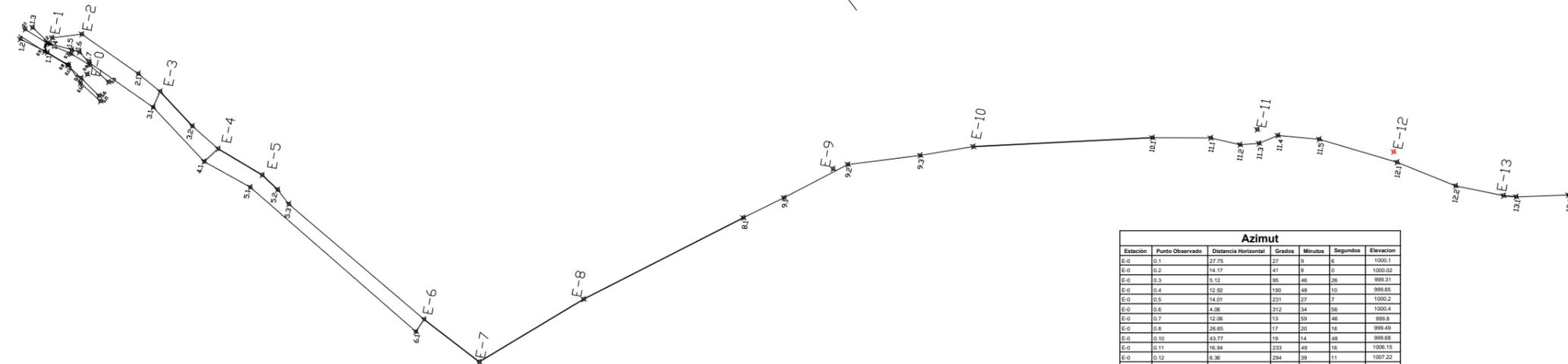
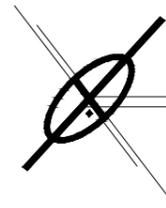
PROYECTO:	
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.	
CONTENIDO:	
PLANTA GENERAL LINEA DE CONDUCCIÓN	
DISEÑO: HUGO ROQUE	
DIBUJO: HUGO ROQUE	
ESCALA: INDICADA	
FECHA:	FIRMAS:
JULIO 2017	
FOLIO: 2 DE 15	



PERFIL LINEA DE CONDUCCION

DE E-0 A E-13.2

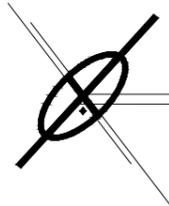
ESCALA 1:2000



PLANTA LINEA DE CONDUCCION

DE E-0 A E-13.2

ESCALA 1:2000



Azimut						
Estación	Punto Observado	Distancia Horizontal	Grados	Minutos	Segundos	Elevación
E-0	0.1	27.75	27	8	6	1000.1
E-0	0.2	34.17	41	8	0	1000.02
E-0	0.3	5.57	88	45	36	999.91
E-0	0.4	12.92	190	48	10	999.85
E-0	0.5	14.01	231	27	7	1000.2
E-0	0.6	4.06	312	34	56	1000.4
E-0	0.7	12.06	13	39	46	999.8
E-0	0.8	36.66	17	20	16	999.49
E-0	0.10	43.77	19	14	48	999.68
E-0	0.11	16.84	233	49	16	1006.15
E-0	0.12	6.36	294	39	11	1007.22
E-0	0.13	11.28	14	56	48	1007.99
E-0	E-1	37.83	95	33	7	1008.13
E-1	1.1	8.52	277	34	22	1007.2
E-1	1.2	17.76	347	41	57	1007.65
E-1	1.3	12.3	17	30	50	1008.81
E-1	1.4	3.52	280	41	1	1006.53
E-1	1.5	12.65	200	57	41	1007.05
E-1	1.6	17.06	197	19	7	1006.65
E-1	1.7	24.9	203	30	58	1004.6
E-1	E-2	16.68	162	44	0	1011.51
E-2	2.1	36.36	204	44	13	1011.5
E-2	E-3	53.84	206	3	31	1013.68
E-3	3.1	9.52	283	29	57	1010.33
E-3	3.2	26.22	216	35	16	1013.68
E-3	E-4	45.31	214	18	58	1011.86
E-4	4.1	10.31	507	15	1	1008.2
E-4	E-5	28.58	200	27	11	1010.98
E-5	5.1	9.5	304	40	51	1006.68
E-5	5.2	11.85	213	12	46	1010.54
E-5	5.3	21.87	217	33	19	1009.7
E-5	E-6	120.53	211	30	34	1007.24
E-6	6.1	8.1	293	21	55	1003.99
E-6	E-7	38.69	207	13	55	1005.03
E-7	E-8	67.61	138	52	45	1005.74
E-8	8.1	99.74	142	50	51	1005.53
E-8	8.11	31.33	119	23	22	1003.34
E-8	8.2	8.57	152	53	5	1004.24
E-8	8.3	49.11	161	5	23	1004.67
E-8	E-9	79.06	160	44	6	1006.7
E-9	10.1	99.77	186	55	38	1010.01
E-9	11.1	26.33	328	29	36	1013.13
E-9	11.2	12.83	328	25	5	1013.92
E-9	11.3	7.75	252	48	29	1013.75
E-9	11.4	11.86	185	38	28	1012.97
E-9	11.5	34.51	178	46	51	1011.9
E-9	E-10	6.14	241	36	51	1008.22
E-9	12.2	39.37	188	33	31	1006.71
E-10	E-11	65.8	191	29	57	1005.71
E-10	13.1	7.11	174	57	32	1004.91
E-10	13.2	36.12	189	13	0	1003.26

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA.

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN

DISEÑO:
HUGO ROQUE

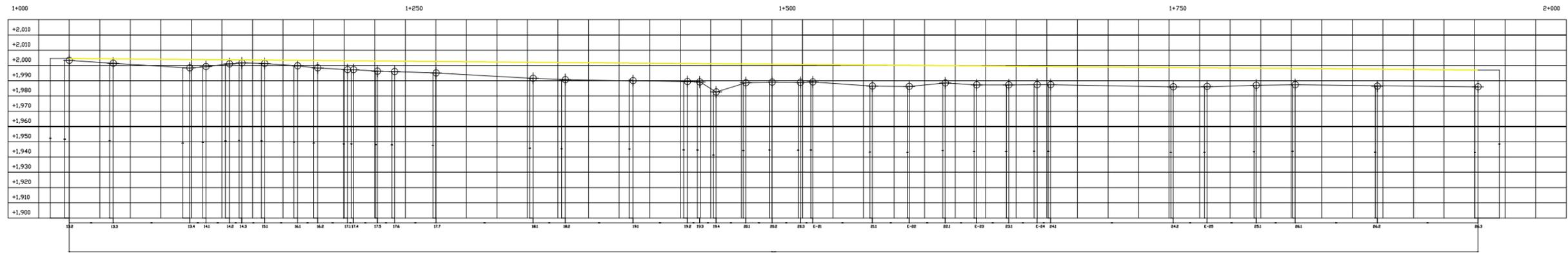
DIBUJO:
HUGO ROQUE

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
JULIO 2017

FIRMAS:

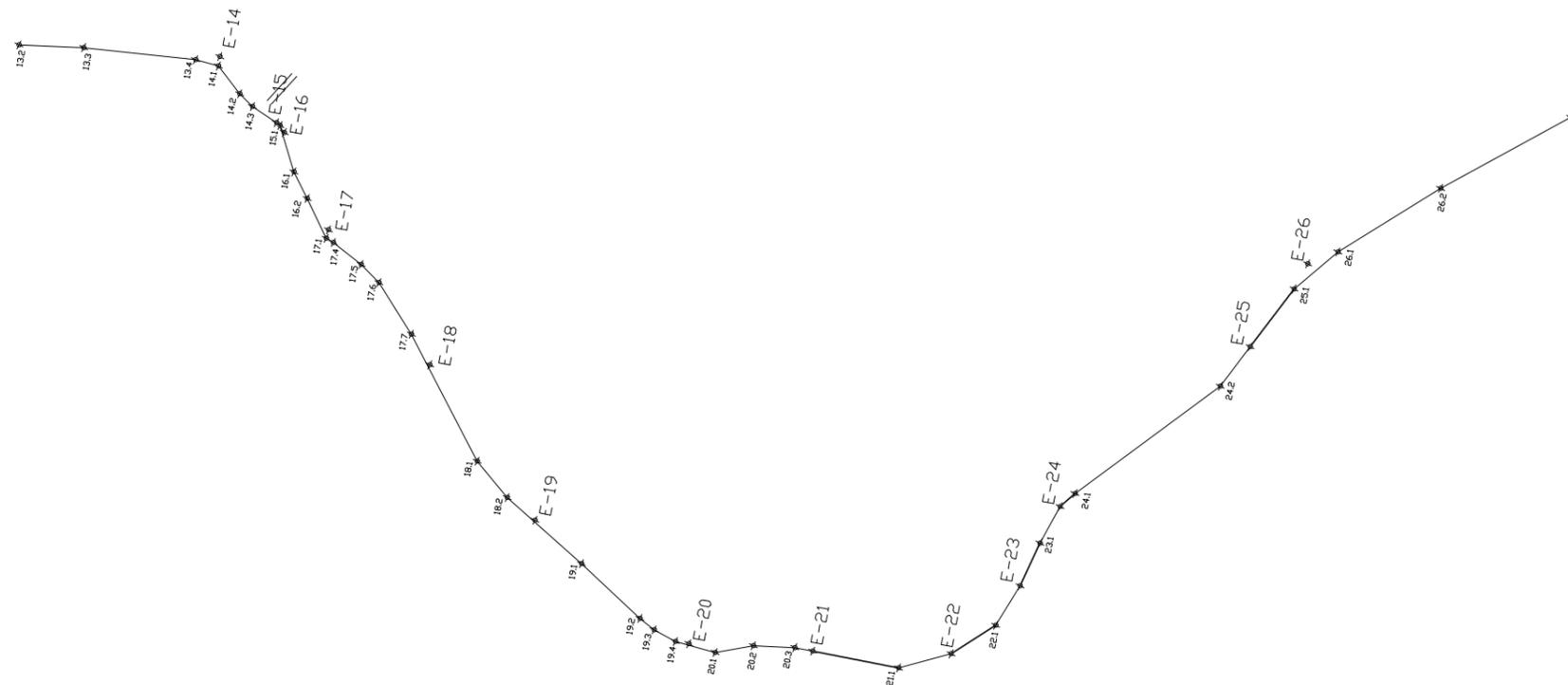
FIGURA:
3 DE 15



PERFIL LINEA DE CONDUCCION

DE E-13.2 A E-26.3

ESCALA 1:1000



PLANTA LINEA DE CONDUCCION

DE E-13.2 A E-26.3

ESCALA 1:2000

Azimut

Estación	Punto Observado	Distancia Horizontal	Grados	Minutos	Segundos	Elevacion
E-13	13.2	36.12	169	13	0	1003.26
E-13	13.3	64.87	167	2	57	1001.44
E-13	13.4	114.95	167	20	7	998.32
E-14	14.1	4.23	260	5	41	999.25
E-14	14.2	18.71	223	46	30	1001.05
E-14	14.3	26.55	218	45	39	1001.6
E-15	15.1	2.06	200	31	56	1001.3
E-16	16.1	18.04	238	21	42	999.71
E-16	16.2	31.04	232	47	28	998.39
E-17	17.1	3.85	267	56	16	997.27
E-17	17.4	6.03	231	13	55	997.2
E-17	17.5	21.12	208	26	46	996.16
E-17	17.6	32.43	208	12	1	995.98
E-17	17.7	59.22	213	28	40	995.11
E-18	18.1	47.72	225	43	58	991.55
E-18	18.2	68.4	221	38	40	990.7
E-19	19.1	28.33	204	58	37	990.34
E-19	19.2	63.99	205	0	46	989.39
E-19	19.3	72.06	204	31	8	989.16
E-19	19.4	82.54	202	45	7	988.92
E-20	20.1	12.38	180	22	41	988.57
E-20	20.2	28.72	163	47	38	989.04
E-20	20.3	47.24	164	4	35	988.89
E-21	21.1	39.02	173	3	5	986.47
E-21	E-22	61.64	163	4	28	986.17
E-22	22.1	23.56	129	18	47	986.62
E-22	E-23	43.07	117	23	26	987.18
E-23	23.1	20.94	96	47	24	987.24
E-23	E-24	39.5	98	42	44	987.42
E-24	24.1	8.83	120	46	20	987.33
E-24	24.2	89.17	125	3	12	986.01
E-24	E-25	110.48	121	56	23	986.28
E-25	25.1	32.3	109	10	54	987.04
E-26	26.1	14.45	140	31	47	987.32
E-26	26.2	67.98	132	24	50	986.83
E-26	26.3	133.9	132	51	23	986.01

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA.

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN

DISEÑO:
HUGO ROQUE

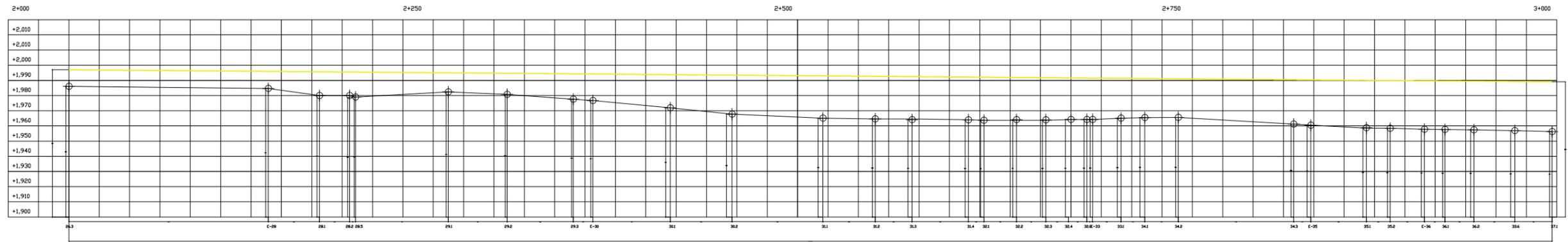
DRIBUJO:
HUGO ROQUE

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
JULIO 2017

FIRMAS:

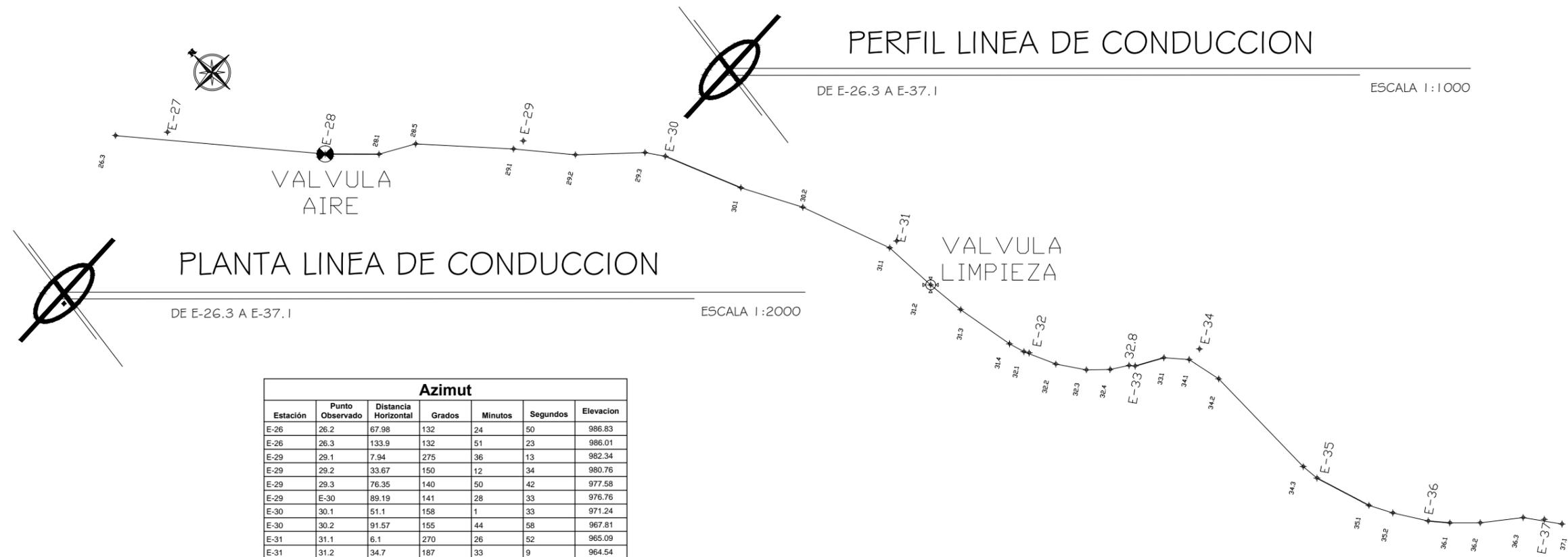
FIG. 4 DE 15



PERFIL LINEA DE CONDUCCION

DE E-26.3 A E-37.1

ESCALA 1:1000



PLANTA LINEA DE CONDUCCION

DE E-26.3 A E-37.1

ESCALA 1:2000

Azimut						
Estación	Punto Observado	Distancia Horizontal	Grados	Minutos	Segundos	Elevacion
E-26	26.2	67.98	132	24	50	986.83
E-26	26.3	133.9	132	51	23	986.01
E-29	29.1	7.94	275	36	13	982.34
E-29	29.2	33.67	150	12	34	980.76
E-29	29.3	76.35	140	50	42	977.58
E-29	E-30	89.19	141	28	33	976.76
E-30	30.1	51.1	158	1	33	971.24
E-30	30.2	91.57	155	44	58	967.81
E-31	31.1	6.1	270	26	52	965.09
E-31	31.2	34.7	187	33	9	964.54
E-31	31.3	58.6	182	19	23	964.13
E-31	31.4	95.27	177	39	25	963.9
E-32	32.1	3.37	329	37	9	963.71
E-32	32.2	18.08	157	58	6	964.12
E-32	32.3	37.19	151	46	29	964.02
E-32	32.4	51.59	146	49	40	964.17
E-32	32.8	62.89	142	28	21	964.27
E-33	33.1	18.74	119	7	29	965.06
E-34	34.1	9.23	269	38	14	965.5
E-34	34.2	22.18	192	41	19	965.56
E-34	34.3	97.98	183	55	1	961.23
E-34	E-35	108.99	183	1	5	960.39
E-35	35.1	36.67	163	2	16	958.73
E-35	35.2	52.12	160	0	39	958.47
E-35	E-36	74.38	156	25	49	957.82
E-36	36.1	13.54	140	36	52	957.65
E-36	36.2	32.54	137	19	49	957.36
E-36	36.3	59.3	133	20	15	956.88
E-37	37.1	11.37	149	55	14	956.28

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION

DISEÑO: HUGO ROQUE

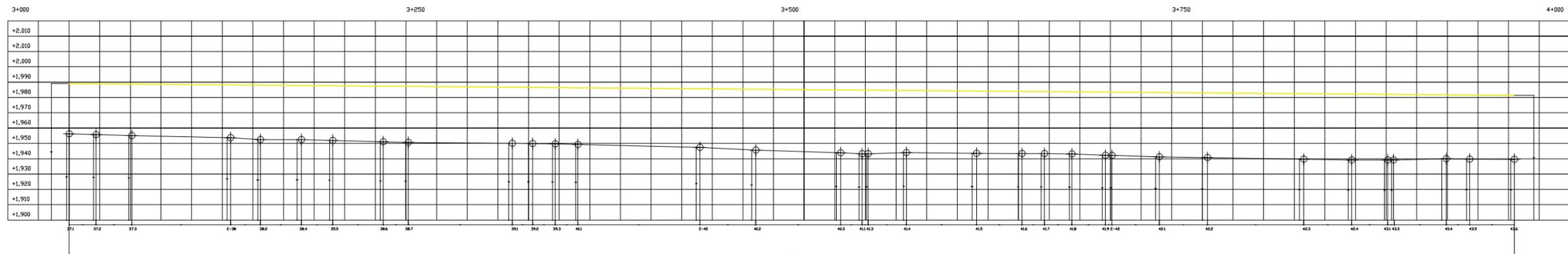
DIBUJO: HUGO ROQUE

ESCALA: INDICADA

FECHA: JULIO 2017

FIRMAS: _____

TITULO: 5 DE 15



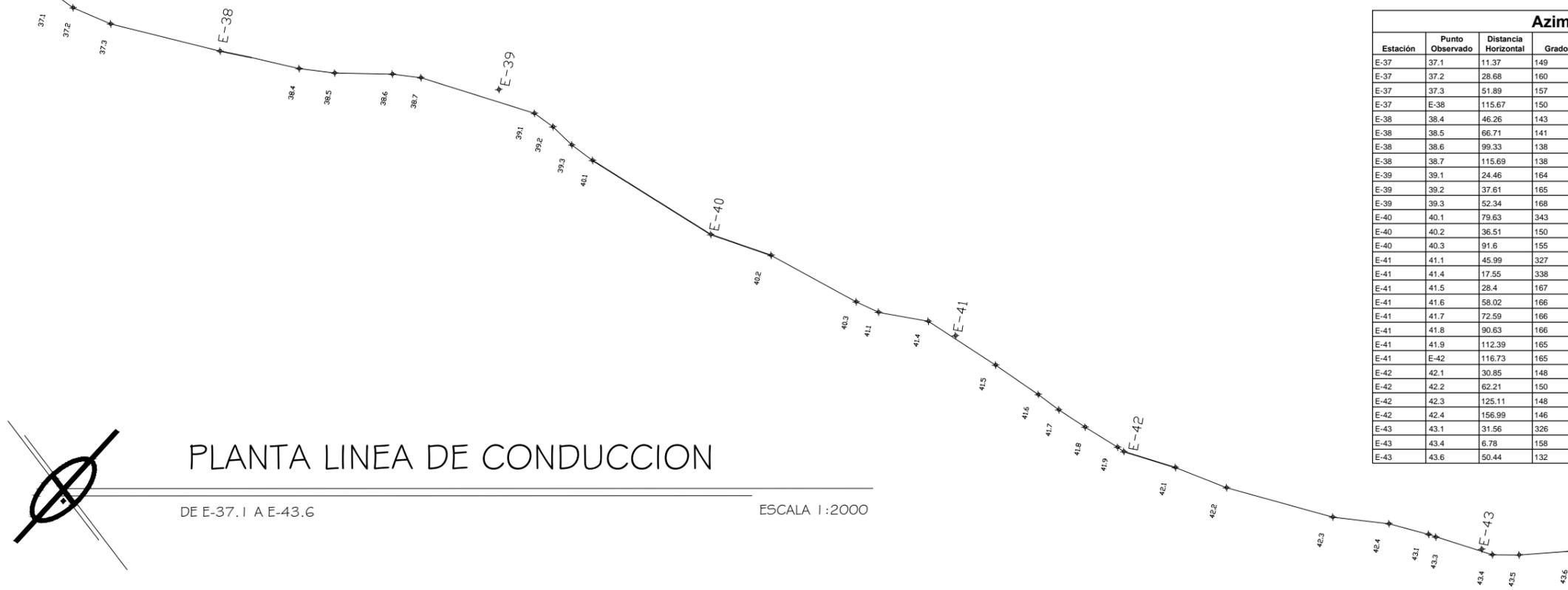
PERFIL LINEA DE CONDUCCION

DE E-37.1 A E-43.6

ESCALA 1:2000



VALVULA AIRE



PLANTA LINEA DE CONDUCCION

DE E-37.1 A E-43.6

ESCALA 1:2000

Azimut						
Estación	Punto Observado	Distancia Horizontal	Grados	Minutos	Segundos	Elevacion
E-37	37.1	11.37	149	55	14	956.28
E-37	37.2	28.68	160	25	54	955.74
E-37	37.3	51.89	157	36	55	955.12
E-37	E-38	115.67	150	35	59	953.76
E-38	38.4	46.26	143	24	15	952.52
E-38	38.5	66.71	141	50	12	952.01
E-38	38.6	99.33	138	35	57	951.03
E-38	38.7	115.69	138	30	40	950.7
E-39	39.1	24.46	164	50	12	950.04
E-39	39.2	37.61	165	32	25	949.9
E-39	39.3	52.34	168	7	18	949.64
E-40	40.1	79.63	343	1	20	949.25
E-40	40.2	36.51	150	5	34	945.68
E-40	40.3	91.6	155	49	40	943.93
E-41	41.1	45.99	327	52	1	943.24
E-41	41.4	17.55	338	42	22	944.02
E-41	41.5	28.4	167	16	36	943.54
E-41	41.6	58.02	166	19	39	943.41
E-41	41.7	72.59	166	39	45	943.35
E-41	41.8	90.63	166	10	11	943.09
E-41	41.9	112.39	165	31	33	942.02
E-41	E-42	116.73	165	30	42	942.06
E-42	42.1	30.85	148	14	32	941.25
E-42	42.2	62.21	150	20	42	940.68
E-42	42.3	125.11	148	23	24	939.67
E-42	42.4	156.99	146	11	11	939.24
E-43	43.1	31.56	326	35	1	939.18
E-43	43.4	6.78	158	12	10	940.01
E-43	43.6	50.44	132	16	25	939.54

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.

CONTENIDO:
PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION

DISEÑO:
HUGO ROQUE

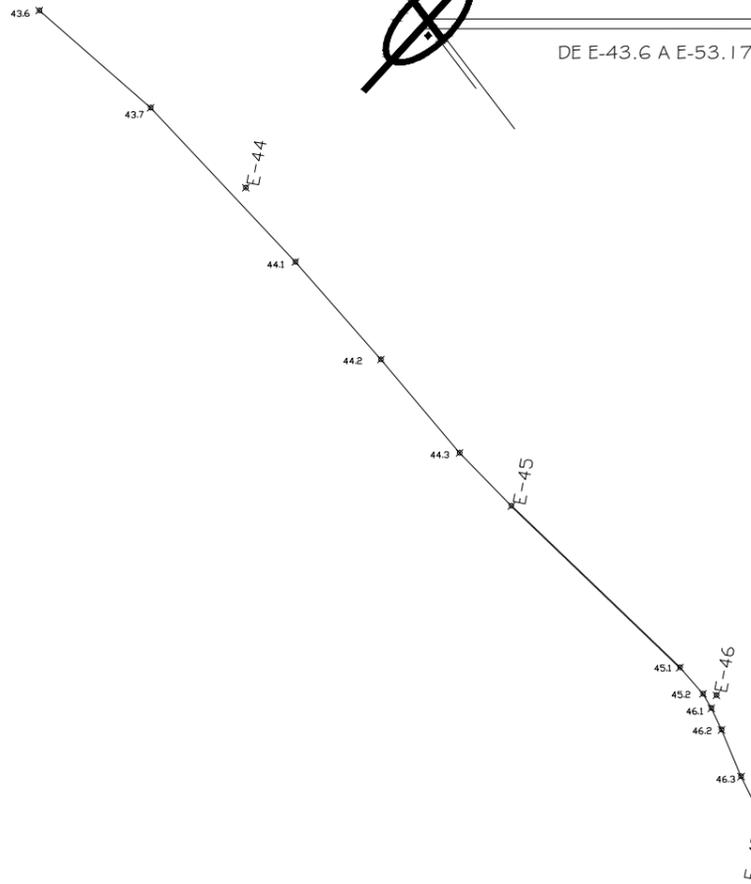
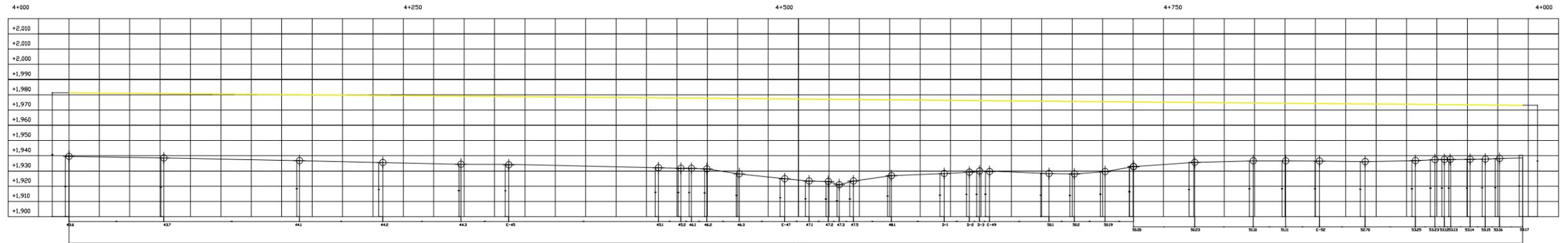
DE DISEÑO:
HUGO ROQUE

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
JULIO 2017

FIRMAS:

FIG. 6 DE 15



PERFIL LINEA DE CONDUCCION

DE E-43.6 A E-53.17

ESCALA 1:2000

Azimut

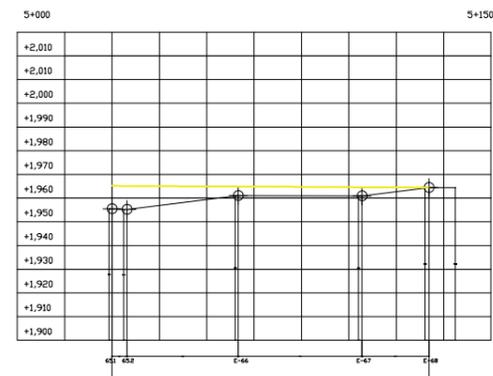
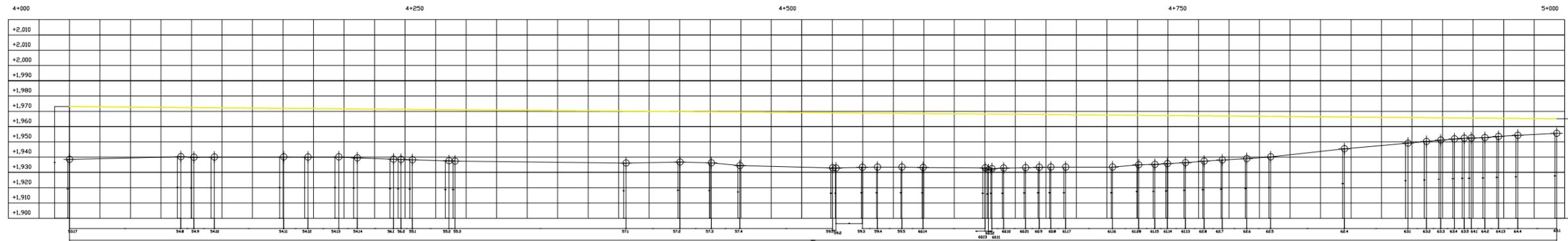
Estación	Punto Observado	Distancia Horizontal	Grados	Minutos	Segundos	Elevacion
E-43	43.6	50.44	132	16	25	939.54
E-43	43.6	50.44	132	16	25	939.54
E-43	43.7	112.84	131	37	53	938.52
E-44	44.1	37.65	146	12	45	936.79
E-44	44.2	92.24	141	48	58	935.57
E-4	44.3	143.72	141	6	6	934.43
E-44	E-45	174.94	140	7	27	934
E-45	45.1	98.52	133	47	4	932.12
E-46	46.2	14.75	171	26	13	931.34
E-46	46.3	35.83	163	6	5	928.11
E-46	E-47	65.46	158	46	5	924.91
E-47	47.3	35.72	70	19	18	921.02
E-47	47.5	44.98	68	52	38	923.34
E-48	48.1	12.16	142	0	57	926.91
E-48	E-49	74.08	109	6	46	929.6
E-50	50.1	15.53	193	37	50	928.27
E-50	50.2	17.14	132	47	20	928.3
E-50	50.19	33.62	104	40	12	929.56
E-50	50.20	52.03	99	35	26	932.91
E-50	50.23	92.1	101	46	30	935.58
E-51	51.10	16.8	108	4	37	936.62
E-51	E-52	60.28	108	45	19	936.56
E-53	53.12	7.02	169	38	49	937.49
E-53	53.13	11.16	163	25	30	937.56
E-53	53.17	57.53	146	37	37	938.49

PLANTA LINEA DE CONDUCCION

DE E-43.6 A E-53.17

ESCALA 1:2000

PROYECTO:		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.					
CONTENIDO:		PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCION					
DISEÑO:		HUGO ROQUE					
DIBUJO:		HUGO ROQUE					
ESCALA:		INDICADA					
FECHA:	JULIO 2017	FIRMAS:	<table border="1"> <tr> <td>7</td> <td>DE:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15</td> </tr> </table>	7	DE:		15
7	DE:						
	15						

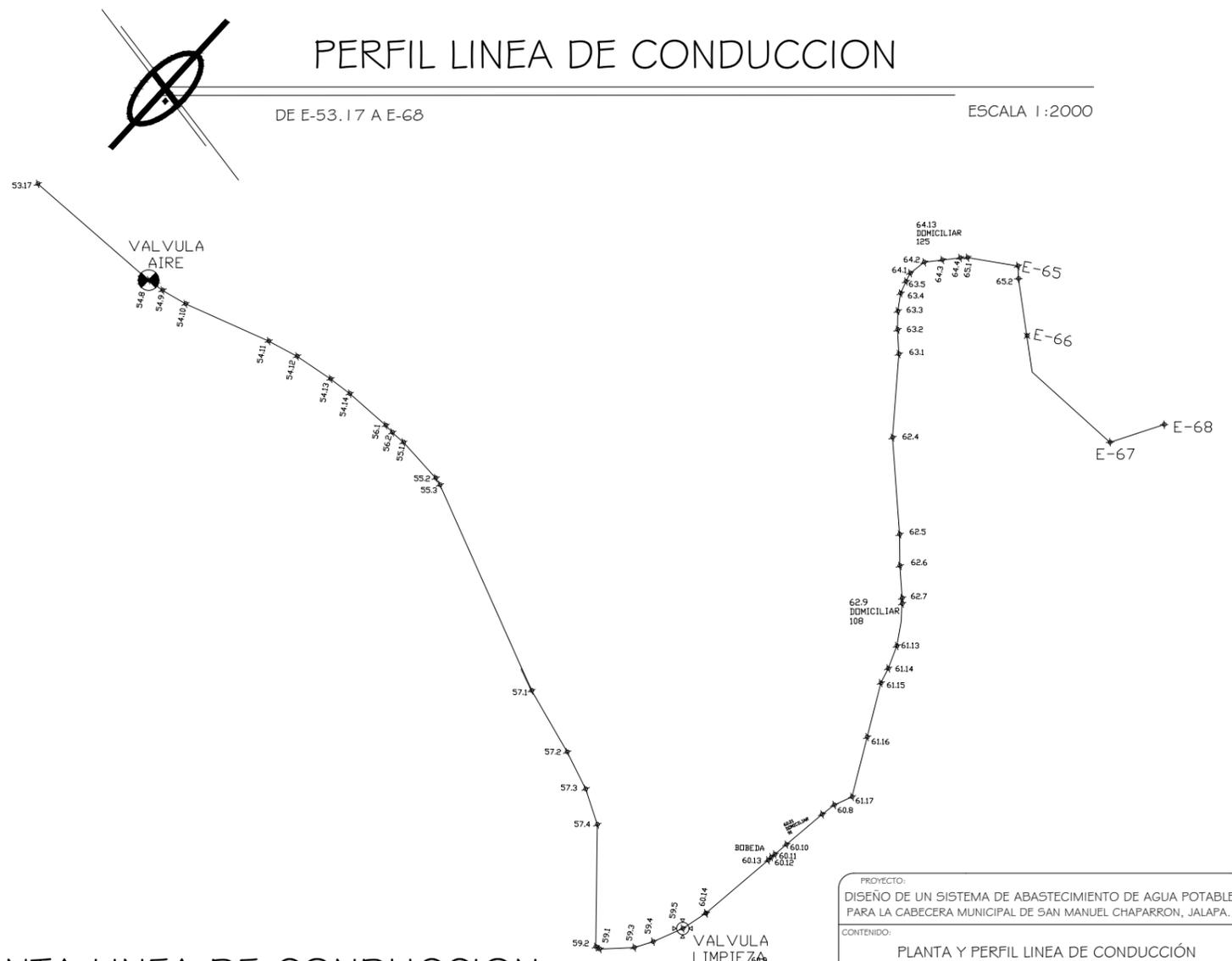


PERFIL LINEA DE CONDUCCION

DE E-53.17 A E-68

ESCALA 1:2000

Azimut						
Estación	Punto Observado	Distancia Horizontal	Grados	Minutos	Segundos	Elevación
E-53	53.17	57.53	146	37	37	938.49
E-54	54.8	19.39	331	34	41	939.86
E-54	54.9	10.83	331	25	14	939.88
E-54	54.10	2.73	125	38	32	940.07
E-54	54.11	48.08	138	55	54	940.15
E-54	54.12	64.04	140	10	11	940.07
E-54	54.13	83.99	142	27	49	940.14
E-54	54.14	95.85	143	49	34	939.52
E-55	55.1	18.09	157	5	9	938.27
E-55	55.2	40.03	160	58	9	937.67
E-55	55.3	43.9	162	6	46	937.6
E-56	56.1	43.72	346	18	16	938.67
E-56	56.2	38.85	346	40	37	938.52
E-57	57.1	11.95	180	10	31	936.16
E-57	57.2	47.24	176	41	38	936.72
E-57	57.3	67.79	177	25	24	936.24
E-57	57.4	86.24	179	39	44	934.5
E-59	59.1	7.34	28	48	25	932.82
E-59	59.2	6.55	46	38	5	932.87
E-59	59.3	20.78	96	17	57	933.33
E-59	59.4	30.53	96	52	48	933.47
E-59	59.5	46.64	95	7	14	933.46
E-60	60.13	37	67	49	34	932.71
E-61	61.15	56.79	39	58	52	935.22
E-61	61.16	28.99	40	9	15	934.45
E-61	61.17	1.7	217	19	59	933.42
E-62	62.5	36.14	17	5	36	940.13
E-63	63.1	41.76	29	12	44	949.15
E-63	63.2	53.79	27	52	39	950.31
E-63	63.3	63.1	27	35	6	951.09
E-63	63.4	71.99	28	29	26	951.85
E-63	63.5	78.01	30	12	52	952.45
E-64	64.2	10.2	91	5	10	952.8
E-65	65.1	1.4	36	21	35	955.1
E-65	E-66	51.86	213	47	52	961.08
E-66	E-67	52.19	173	27	21	960.91
E-67	E-68	28.31	113	30	56	964.46

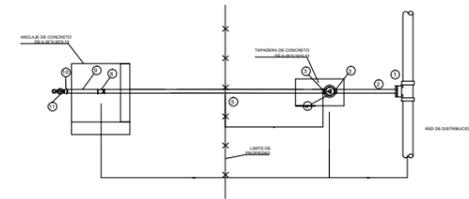


PLANTA LINEA DE CONDUCCION

DE E-53.17 A E-68

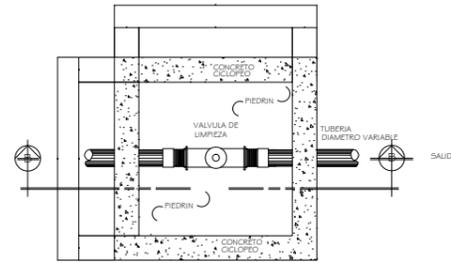
ESCALA 1:2000

PROYECTO:		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, JALAPA.	
CONTENIDO:		PLANTA Y PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN	
DISEÑO:		HUGO ROQUE	
DIBUJO:		HUGO ROQUE	
ESCALA:		INDICADA	
FECHA:		JULIO 2017	
FIRMAS:			
FIGURA:		8 DE 15	



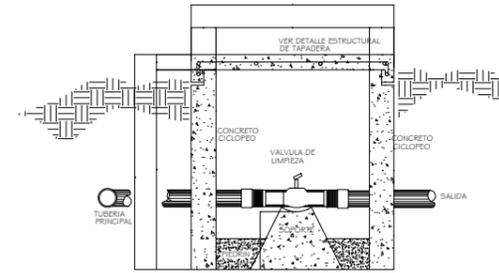
PLANTA DE CONEXION DOMICILIAR

ESCALA 1:250



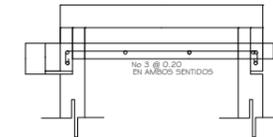
PLANTA VALVULA DE LIMPIEZA

ESCALA 1:100



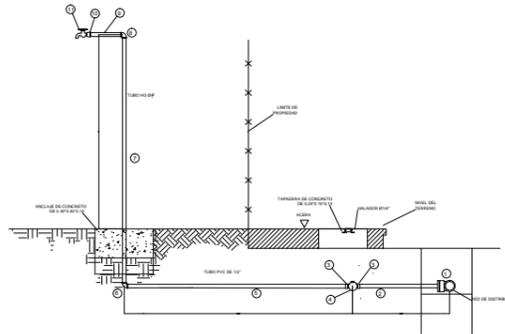
SECCION B-B

ESCALA 1:100



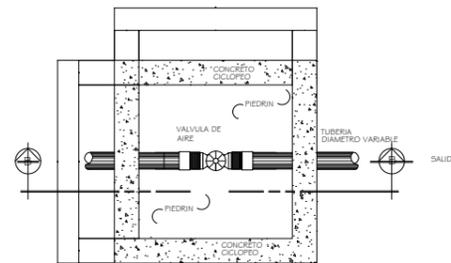
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:100



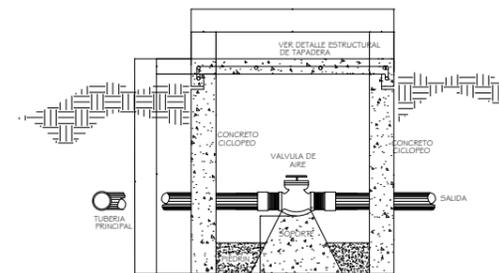
PERFIL DE CONEXION DOMICILIAR TIPICA

ESCALA 1:250



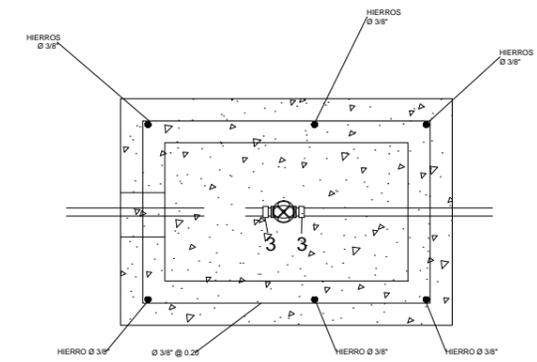
PLANTA VALVULA DE AIRE

ESCALA 1:100



SECCION B-B

ESCALA 1:100

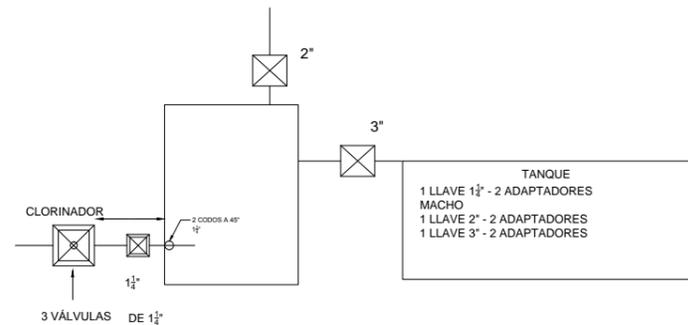


DETALLES DE CAJAS

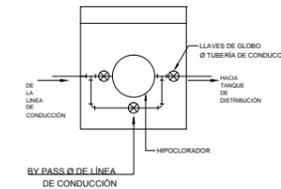
SIN ESCALA

REFERENCIA DE MATERIALES

1.	TEE REDUCTORA PVC Ø TUBERIA PRINCIPAL A 1/2"
2.	NIPLA (TUBO) PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
3.	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
4.	LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
5.	TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
6.	CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
7.	NIPLA HG 1.50 Ø 1/2"
8.	CODO HG 90° Ø 1/2"
9.	NIPLA HG 0.15 Ø 1/2"
10.	COPLA HG Ø 1/2"
11.	LLAVE DE CHORRO Ø 1/2" BR. (LISA)

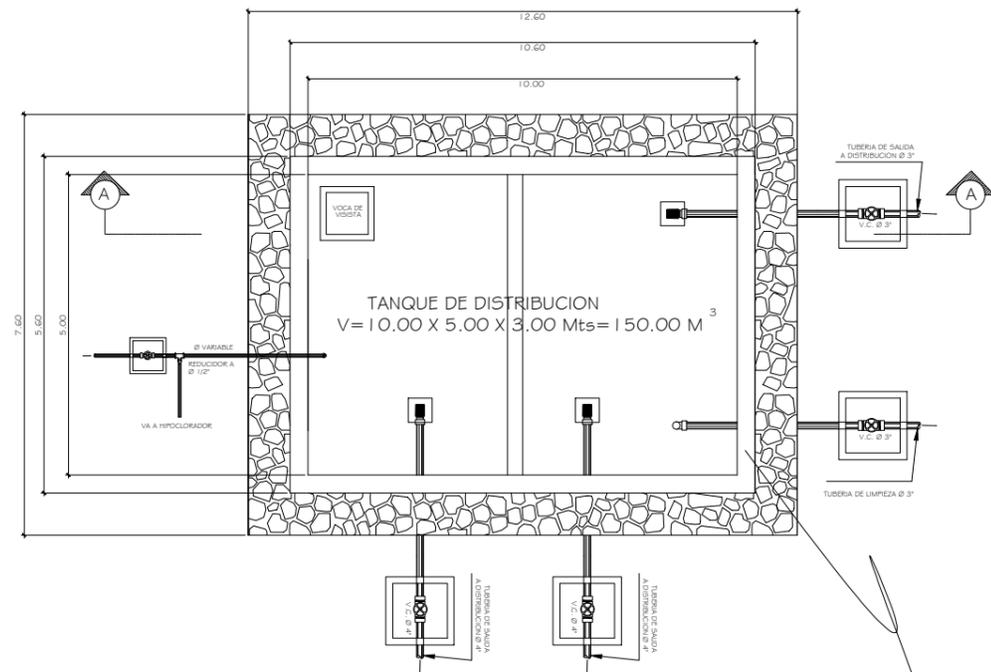


PLANTA CASETA HIPOCLORADOR



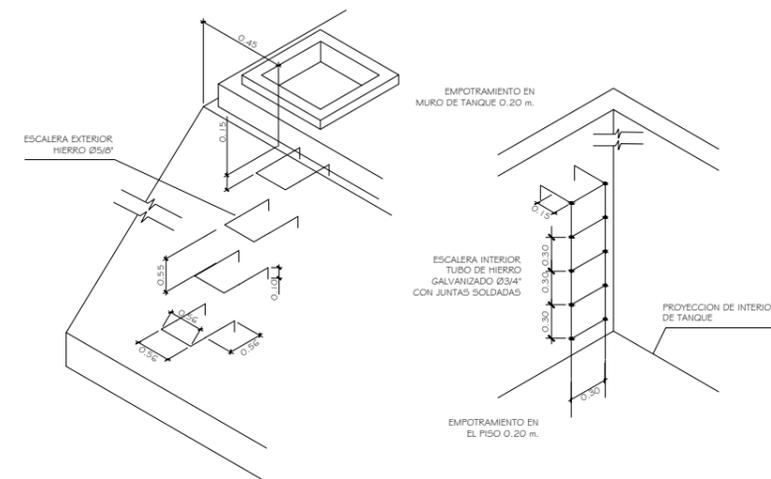
SIN ESCALA

PROYECTO:	
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.	
CONTENIDO:	DETALLE DE CAJAS, VALVULAS, DOMICILIARES Y CLORIFICADOR
DISEÑO:	HUGO ROQUE
DIBUJO:	HUGO ROQUE
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	JULIO 2017
FIRMAS:	
FOLIO:	9 DE 15



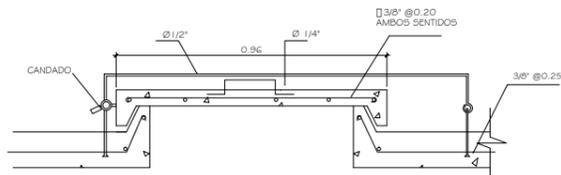
PLANTA TANQUE DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:50



ISOMETRICO DE ESCALERAS

SIN ESCALA

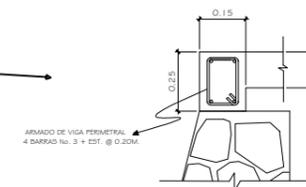


DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:100

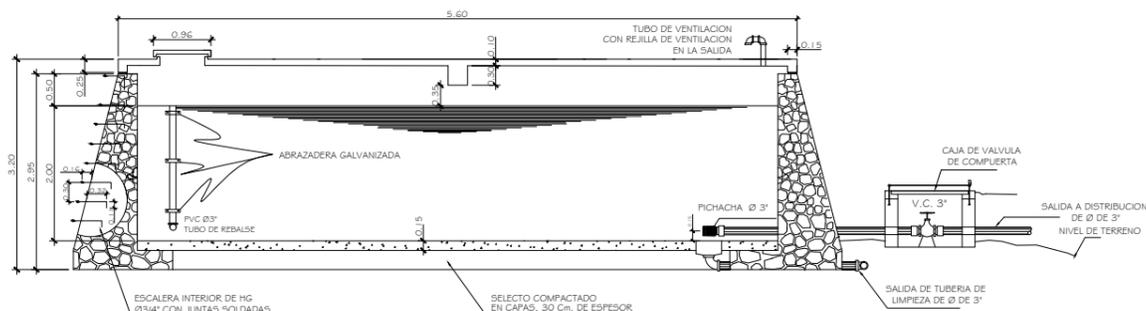
NOTAS:

- EL CONCRETO CICLOPEO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:
33% DE PIEDRA SOLA
67% DE CONCRETO
- EL CONCRETO SERA DE RESISTENCIA 210 Kg/cm² A LOS 28 DIAS
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA
- SE REPELLARA EN EN INTERIOR CON SAVIETA, PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO, ARENA DE RIO CON UN RECURRIMIENTO MINIMO DE 1.5 cm. Y ALIZADO INTERIOR.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DE PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS



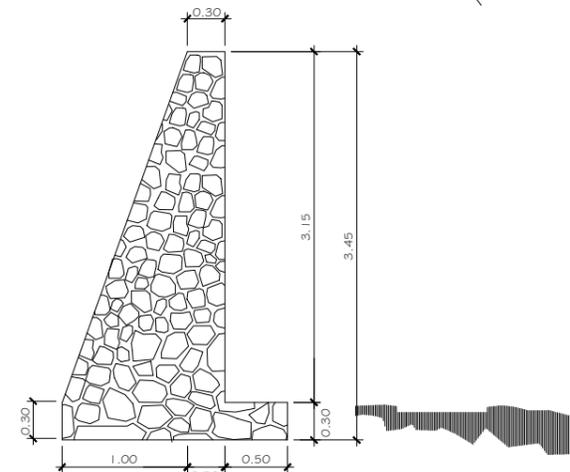
VIGA DE CORONA SECCION A-A

ESCALA 1:100



SECCION A-A TANQUE DE DISTRIBUCION

ESCALA 1:50



DETALLE DE MURO

ESCALA 1:50

PROYECTO:		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.	
CONTENIDO:		TANQUE DE DISTRIBUCION	
DISCENO:		HUGO ROQUE	
DIBUJO:		HUGO ROQUE	
ESCALA:		INDICADA	
FECHA:	JULIO 2017	FIRMAS:	
FIGA:		10 DE 15	



RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 1)

TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HABITANTES	DEMANDAS	CAUDAL(lvs)	DIAMETRO(Pulg)	DIAMETRO(mm)	VELOCIDAD(m/s)	PRESION(m.ca)	DIAMETRO A UTILIZAR(pulg)
P-1	1,455	64	43.4	20.58	0	0	4	0.0000	6.65	3.97	100.80	0.87	12	4
P-2	27	43.4	42.5	0.88	0	0	4	0.5417	3.15	2.54	64.40	1.04	13	2 1/2
P-3	126	42.5	38.9	3.64	10	15	4	0.2083	0.21	0.93	23.50	0.62	14	3/4
P-4	410	42.5	40	2.54	16	24	4	1.0417	2.94	3.09	78.40	0.64	13	3
P-5	321	40	29.7	10.3	19	29	4	0.5833	0.58	1.16	29.50	0.99	11	1
P-6	37	29.7	30.7	0.95	5	8	4	0.1042	0.10	0.62	15.80	0.66	10	1/2
P-7	61	29.7	28.3	1.36	4	6	4	0.0833	0.08	0.62	15.80	0.77	10	1/2
P-8	123	40	38.6	1.36	15	23	4	0.7083	2.02	2.09	53.20	0.94	12	2
P-9	40	38.6	40	1.36	4	6	4	0.0833	0.08	0.62	15.80	0.66	10	1/2
P-10	138	38.6	36	2.64	15	23	4	0.8958	1.63	2.09	53.20	0.74	13	2
P-11	113	36	35.1	0.88	15	23	4	0.5000	1.04	1.68	42.60	0.75	12	1 1/2
P-12	128	35.1	30.7	4.42	6	9	4	0.1250	0.13	0.62	15.80	0.64	12	1/2
P-13	41	35.1	34.1	1.05	3	5	4	0.6042	0.60	1.16	29.50	0.93	12	1
P-14	111	34.1	29.4	4.64	11	17	4	0.2292	0.23	0.93	23.50	0.60	14	3/4
P-15	124	34.1	31.3	2.76	15	23	4	0.3125	0.31	0.93	23.50	0.72	11	3/4
P-16	163	36	32.7	3.33	13	20	4	0.2708	0.27	0.93	23.50	0.62	13	3/4
P-17	296	43.4	37.7	5.72	0	0	4	0.0833	3.50	2.54	64.40	1.10	12	2 1/2
P-18	59	37.7	37	0.7	2	3	4	0.8958	1.56	2.09	53.20	0.74	12	2
P-19	40	37	36.6	0.45	4	6	4	0.0833	0.08	0.62	15.80	0.61	12	1/2
P-20	279	37	30.7	6.3	37	56	4	1.1458	1.44	2.09	53.20	0.67	16	2
P-21	64	30.7	28.8	1.93	5	8	4	0.1042	0.10	0.62	15.80	0.61	16	1/2
P-22	119	30.7	28.2	2.5	13	20	4	0.5625	0.56	1.16	29.50	0.88	15	1
P-23	76	28.2	28.2	2	10	15	4	0.2083	0.21	0.62	15.80	1.06	10	1/2
P-24	38	28.2	27.5	0.68	4	6	4	0.0833	0.08	0.62	15.80	0.61	14	1/2
P-25	79	37.7	36.6	1.15	2	3	4	0.7083	1.94	2.09	53.20	0.87	12	2
P-26	160	36.6	28	8.55	10	15	4	0.2083	0.21	0.62	15.80	1.06	10	1/2
P-27	192	36.6	32.3	4.22	22	33	4	0.5417	1.69	2.09	53.20	0.76	14	2
P-28	77	32.3	33.7	1.33	4	6	4	0.7708	0.77	1.16	29.50	1.13	10	1
P-29	192	33.7	28	5.66	15	23	4	0.3125	0.31	0.93	23.50	0.72	11	3/4
P-30	230	33.7	25.4	8.31	18	27	4	0.3750	0.38	0.93	23.50	0.86	10	3/4
P-31	16	32.3	32.1	0.2	0	0	4	0.4583	0.46	1.16	29.50	0.67	14	1
P-32	46	32.1	31.5	0.63	7	11	4	0.1458	0.15	0.62	15.80	0.74	13	1/2
P-33	154	32.1	26	6.13	15	23	4	0.3125	0.31	0.93	23.50	0.72	16	3/4

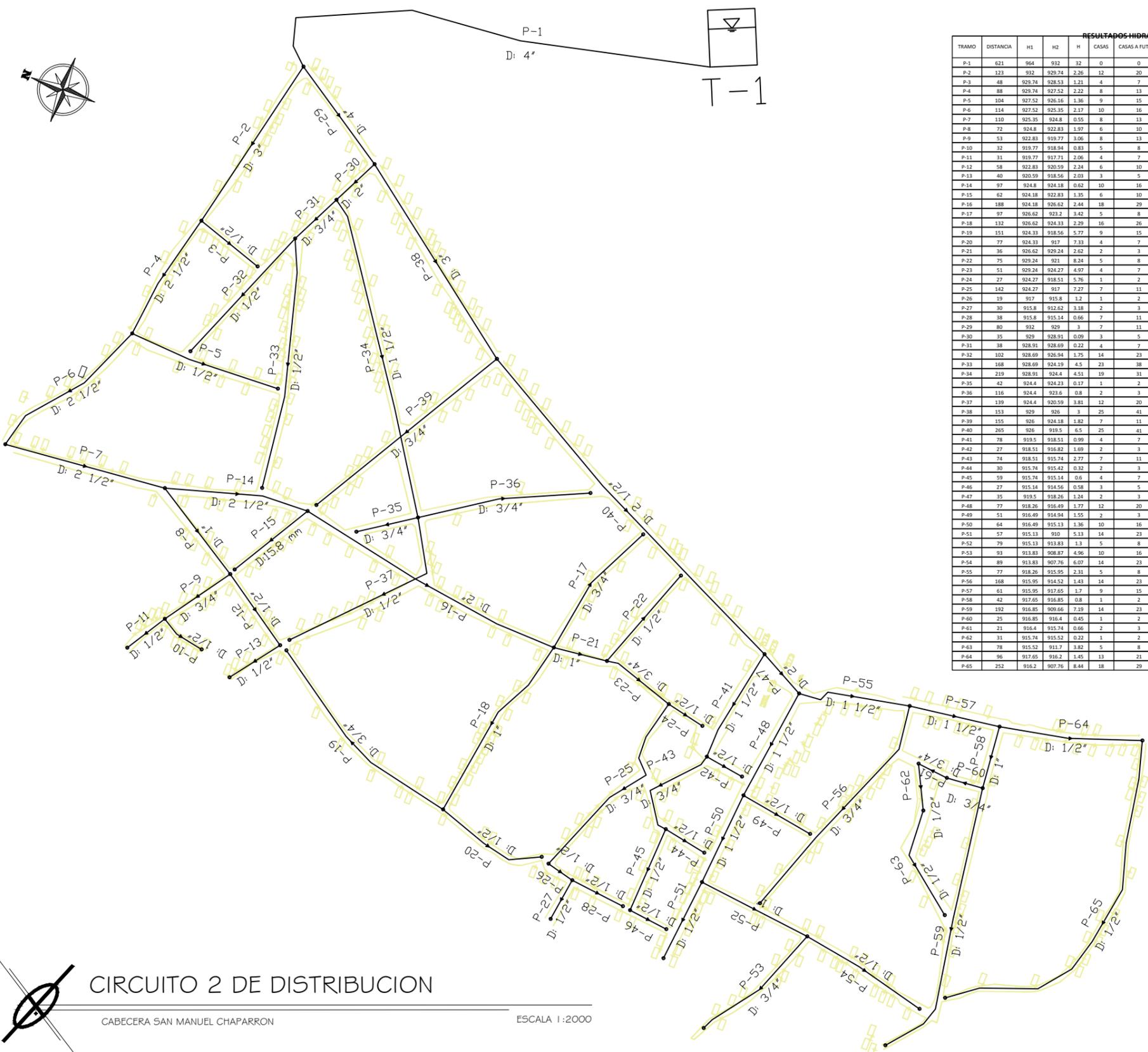


CIRCUITO I DE DISTRIBUCION

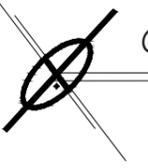
CABECERA SAN MANUEL CHAPARRON

ESCALA 1:2000

PROYECTO:		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.	
CONTENIDO:		PLANTA CIRCUITO I LINEA DE DISTRIBUCIÓN	
DISEÑO:		HUGO ROQUE	
DIBUJO:		HUGO ROQUE	
ESCALA:		INDICADA	
FECHA:	JULIO 2017	FIRMAS:	



RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 2)														
TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HABITANTES	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a)	DIAMETRO A UTILIZAR (pulg)
P-1	621	964	932	32	0	0	4	0.0000	16.27	3.66	92.99	1.47	22	4
P-2	123	932	929.74	2.26	12	20	4	0.2731	4.10	2.68	68.06	0.90	23	3
P-3	48	929.74	928.53	1.21	4	7	4	0.0910	0.09	0.59	15.02	1.51	16	1/2
P-4	88	929.74	927.52	2.22	8	13	4	0.1821	3.73	2.42	61.55	1.16	24	1/2
P-5	104	927.52	926.16	1.36	9	15	4	0.2048	0.20	0.92	23.39	0.93	18	1/2
P-6	114	927.52	925.35	2.17	10	16	4	0.2276	3.35	2.46	62.56	1.07	24	1/2
P-7	110	925.35	924.8	0.55	8	13	4	0.1821	3.12	3.16	80.15	1.61	23	1/2
P-8	72	924.8	923.83	0.97	6	10	4	0.1366	0.73	1.28	32.54	1.24	20	1
P-9	53	923.83	919.77	4.06	8	13	4	0.1821	0.39	0.86	21.95	1.01	21	3/4
P-10	32	919.77	918.94	0.83	5	8	4	0.1138	0.11	0.64	16.25	0.93	19	1/2
P-11	31	919.77	917.71	2.06	4	7	4	0.0910	0.09	0.48	12.31	0.61	22	1/2
P-12	58	923.83	920.59	3.24	6	10	4	0.1366	0.20	0.74	18.72	1.16	17	1/2
P-13	40	920.59	918.56	2.03	3	5	4	0.0683	0.07	0.46	11.66	0.70	17	1/2
P-14	97	924.8	924.18	0.62	10	16	4	0.2276	2.21	2.63	66.84	0.68	22	1/2
P-15	62	924.18	923.83	0.35	6	10	4	0.1366	0.14	0.71	18.05	1.16	17	1/2
P-16	188	924.18	926.62	2.44	18	29	4	0.4097	1.84	2.12	53.97	0.87	17	2
P-17	97	926.62	923.2	3.42	5	8	4	0.1138	0.11	0.60	15.26	1.04	16	3/4
P-18	132	926.62	924.33	2.29	16	26	4	0.3641	0.66	1.36	34.42	1.90	14	1
P-19	151	924.33	918.56	5.77	9	15	4	0.2048	0.20	0.74	18.76	0.84	15	3/4
P-20	77	924.33	917	7.33	4	7	4	0.0910	0.09	0.45	11.43	1.04	15	1/2
P-21	36	926.62	929.24	2.62	2	3	4	0.0455	0.66	1.04	25.64	1.02	13	1
P-22	75	929.24	921	8.24	5	8	4	0.1138	0.11	0.68	12.08	0.51	20	1/2
P-23	51	929.24	924.27	4.97	4	7	4	0.0910	0.50	0.86	21.74	1.17	15	3/4
P-24	27	924.27	918.51	5.76	1	2	4	0.0228	0.02	0.23	5.72	0.40	20	1/2
P-25	142	924.27	917	7.27	7	11	4	0.1593	0.39	0.89	22.50	0.65	19	3/4
P-26	19	917	915.8	1.2	1	2	4	0.0228	0.23	0.69	17.62	1.32	17	1/2
P-27	30	915.8	912.62	3.18	2	3	4	0.0455	0.05	0.34	8.59	0.61	20	1/2
P-28	38	915.8	915.14	0.66	7	11	4	0.1593	0.16	0.79	20.05	0.61	18	1/2
P-29	80	932	929	3	7	11	4	0.1593	12.18	3.50	88.91	0.93	25	4
P-30	35	929	928.91	0.09	3	5	4	0.0683	6.76	4.85	123.27	0.88	24	2
P-31	38	928.91	928.69	0.22	4	7	4	0.0910	0.93	1.94	49.18	0.92	23	3/4
P-32	102	928.69	926.94	1.75	14	23	4	0.3186	0.32	1.03	26.16	0.61	21	1/2
P-33	168	928.69	924.19	4.5	23	38	4	0.5234	0.52	1.13	28.83	0.61	22	1/2
P-34	219	928.91	924.4	4.51	19	31	4	0.4124	5.76	2.98	75.66	0.97	23	1/2
P-35	42	924.4	924.23	0.17	1	2	4	0.0228	0.02	0.51	12.91	1.21	20	3/4
P-36	116	924.4	923.6	0.8	2	3	4	0.0455	0.05	0.39	15.06	1.00	18	3/4
P-37	139	924.4	920.59	3.81	12	20	4	0.2731	0.27	0.88	22.41	0.60	24	1/2
P-38	153	929	926	3	25	41	4	0.5690	5.26	2.91	73.83	1.05	26	3
P-39	155	926	924.18	1.82	7	11	4	0.1593	0.16	0.86	21.73	0.63	24	3/4
P-40	265	926	919.5	6.5	25	41	4	0.5690	4.53	2.62	66.63	1.45	24	1/2
P-41	78	919.5	918.51	0.99	4	7	4	0.0910	0.50	1.30	33.04	0.83	23	1/2
P-42	27	918.51	916.82	1.69	2	3	4	0.0455	0.05	0.38	9.58	2.90	10	1/2
P-43	74	918.51	915.74	2.77	7	11	4	0.1593	0.36	0.92	23.45	1.04	22	3/4
P-44	30	915.74	915.42	0.32	2	3	4	0.0455	0.05	0.54	13.77	0.61	22	1/2
P-45	59	915.74	915.14	0.6	4	7	4	0.0910	0.16	0.88	22.38	1.32	15	1/2
P-46	27	915.14	914.56	0.58	3	5	4	0.0683	0.07	0.55	11.91	0.61	15	1/2
P-47	35	919.5	918.26	1.24	2	3	4	0.0455	3.46	2.20	55.77	1.34	24	2
P-48	77	918.26	916.49	1.77	12	20	4	0.2731	1.52	1.76	44.65	0.80	24	1/2
P-49	51	916.49	914.94	1.55	2	3	4	0.0455	0.05	0.44	11.11	0.60	25	1/2
P-50	64	916.49	915.13	1.36	10	16	4	0.2276	1.21	1.63	41.51	0.70	25	1/2
P-51	57	915.13	910	5.13	14	23	4	0.3186	0.32	0.73	18.61	0.60	29	1/2
P-52	79	915.13	913.83	1.3	5	8	4	0.1138	0.66	1.37	34.79	0.97	23	1
P-53	93	913.83	908.87	4.96	10	16	4	0.2276	0.23	0.72	18.24	0.73	26	3/4
P-54	89	913.83	907.76	6.07	14	23	4	0.3186	0.32	0.78	15.70	0.60	27	1/2
P-55	77	918.26	915.95	2.31	5	8	4	0.1138	1.89	1.81	45.86	1.23	23	1/2
P-56	168	915.95	914.52	1.43	14	23	4	0.3186	0.32	1.19	30.21	0.73	20	3/4
P-57	61	915.95	917.65	1.7	9	15	4	0.2048	1.46	1.66	42.18	0.85	20	1/2
P-58	42	917.65	916.85	0.8	1	2	4	0.0228	0.55	1.24	31.42	1.40	18	1
P-59	192	916.85	909.66	7.19	14	23	4	0.3186	0.32	0.88	22.29	1.04	10	1/2
P-60	25	916.85	916.4	0.45	1	2	4	0.0228	0.20	0.86	21.90	1.00	17	3/4
P-61	21	916.4	915.74	0.66	2	3	4	0.0455	0.18	0.74	18.68	0.95	17	3/4
P-62	31	915.74	915.52	0.22	1	2	4	0.0228	0.14	0.89	22.73	0.60	17	1/2
P-63	78	915.52	911.7	3.82	5	8	4	0.1138	0.11	0.56	14.26	0.60	20	1/2
P-64	96	917.65	916.2	1.45	13	21	4	0.2959	0.71	1.43	36.32	0.70	18	1/2
P-65	252	916.2	907.76	8.44	18	29	4	0.4097	0.41	0.99	25.09	0.61	19	1/2



CIRCUITO 2 DE DISTRIBUCION
 CABECERA SAN MANUEL CHAPARRON
 ESCALA 1:2000

PROYECTO:
 DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.

CONTENIDO:
 PLANTA CIRCUITO 2 LINEA DE DISTRIBUCIÓN

DISEÑO:
 HUGO ROQUE

DIBUJO:
 HUGO ROQUE

ESCALA:
 INDICADA

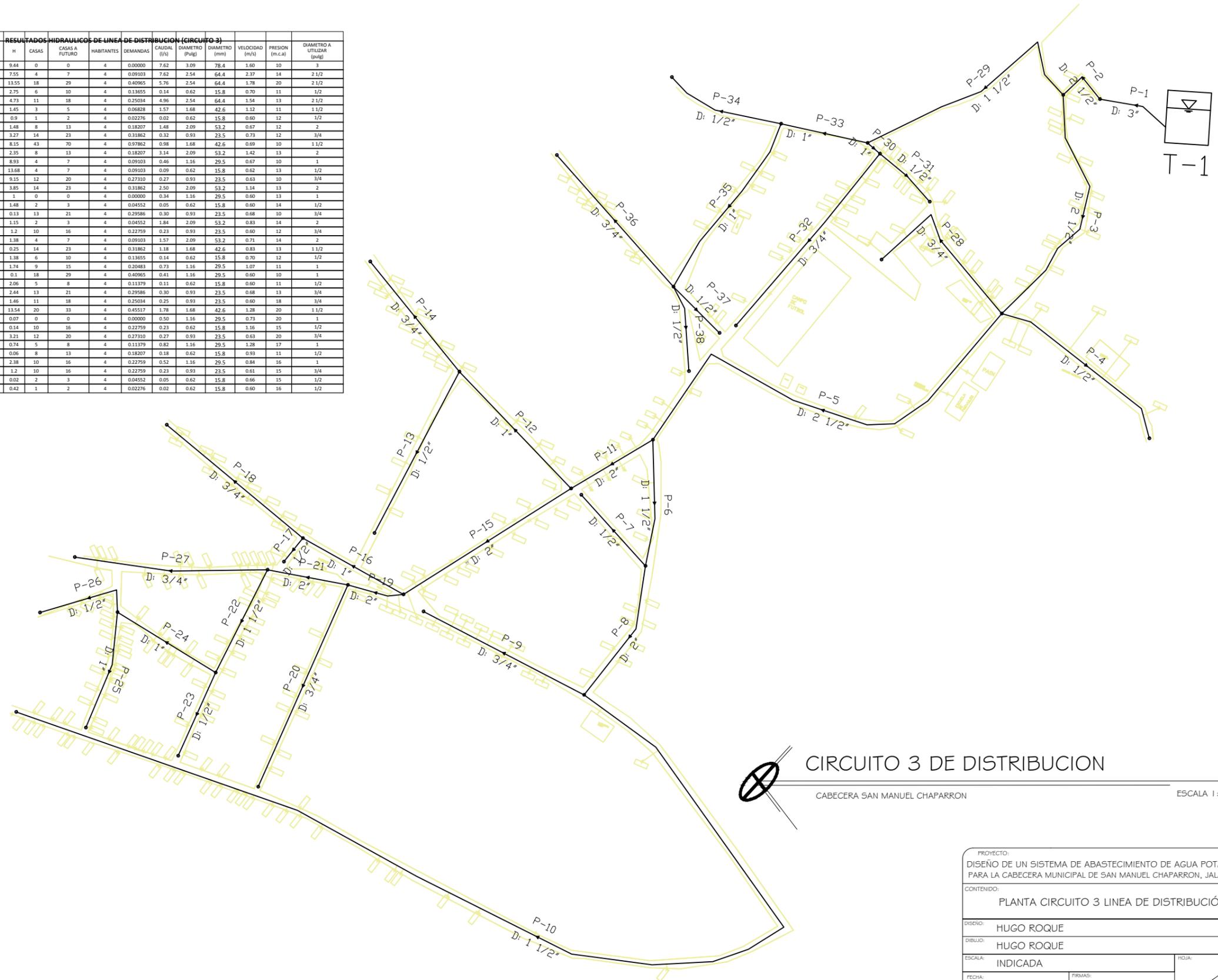
FECHA:
 JULIO 2017

FIRMAS:

PROJ:
 12 DE 15



RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 3)														
TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HABITANTES	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a)	DIAMETRO A UTILIZAR (Pulg)
P-1	53	964	954.56	9.44	0	0	4	0.00000	7.62	3.09	78.4	1.60	10	3
P-2	39	954.56	947.01	7.55	4	7	4	0.09103	7.62	2.54	64.4	2.37	14	2 1/2
P-3	185	947.01	933.46	13.55	18	29	4	0.40965	5.76	2.54	64.4	1.78	20	2 1/2
P-4	145	933.46	936.21	2.75	6	10	4	0.13655	0.14	0.62	15.8	0.70	11	1/2
P-5	329	933.46	928.73	4.73	11	18	4	0.25034	4.96	2.54	64.4	1.54	13	2 1/2
P-6	91	928.73	927.28	1.45	3	5	4	0.06828	1.57	1.68	42.6	1.12	11	1 1/2
P-7	69	927.28	926.38	0.9	1	2	4	0.02276	0.02	0.62	15.8	0.60	12	1/2
P-8	106	927.28	925.8	1.48	8	13	4	0.18207	1.48	2.09	53.2	0.67	12	2
P-9	130	925.8	922.53	3.27	14	23	4	0.31862	0.32	0.93	23.5	0.73	12	3/4
P-10	817	925.8	917.65	8.15	43	70	4	0.07962	0.98	1.68	42.6	0.99	10	1 1/2
P-11	68	925.73	926.38	2.35	8	13	4	0.18207	3.14	2.09	53.2	1.42	13	2
P-12	116	926.38	935.31	8.93	4	7	4	0.09103	0.46	1.16	29.5	0.67	10	1
P-13	131	935.31	921.63	13.68	4	7	4	0.09103	0.09	0.62	15.8	0.62	13	1/2
P-14	102	935.31	926.16	9.15	12	20	4	0.27310	0.27	0.93	23.5	0.63	10	3/4
P-15	142	926.38	922.53	3.85	14	23	4	0.31862	2.50	2.09	53.2	1.14	13	2
P-16	83	922.53	921.53	1	0	0	4	0.00000	0.34	1.16	29.5	0.60	13	1
P-17	22	921.53	920.05	1.48	2	3	4	0.04552	0.05	0.62	15.8	0.60	14	1/2
P-18	127	921.53	921.4	0.13	13	21	4	0.29586	0.30	0.93	23.5	0.68	10	3/4
P-19	41	922.53	921.38	1.15	2	3	4	0.04552	1.84	2.09	53.2	0.83	14	2
P-20	158	921.38	920.18	1.2	10	16	4	0.22759	0.23	0.93	23.5	0.60	12	3/4
P-21	59	921.38	920	1.38	4	7	4	0.09103	1.57	2.09	53.2	0.71	14	2
P-22	83	920	919.75	0.25	14	23	4	0.31862	1.18	1.68	42.6	0.83	13	1 1/2
P-23	66	919.75	918.37	1.38	6	10	4	0.13655	0.14	0.62	15.8	0.70	12	1/2
P-24	83	919.75	918.01	1.74	9	15	4	0.20483	0.73	1.16	29.5	1.07	11	1
P-25	87	918.01	917.91	0.1	18	29	4	0.40965	0.41	1.16	29.5	0.60	10	1
P-26	74	918.01	915.95	2.06	5	8	4	0.11379	0.11	0.62	15.8	0.60	11	1/2
P-27	139	920	917.56	2.44	13	21	4	0.29586	0.30	0.93	23.5	0.68	13	3/4
P-28	136	933.46	932	1.46	11	18	4	0.25034	0.25	0.93	23.5	0.60	18	3/4
P-29	187	947.01	933.47	13.54	20	33	4	0.45517	1.78	1.68	42.6	1.28	20	1 1/2
P-30	12	933.47	933.4	0.07	0	0	4	0.00000	0.50	1.16	29.5	0.73	20	1
P-31	50	933.4	933.26	0.14	10	16	4	0.22759	0.23	0.62	15.8	1.16	15	1/2
P-32	161	933.4	930.33	3.21	12	20	4	0.27310	0.27	0.93	23.5	0.63	20	3/4
P-33	64	933.47	932.73	0.74	5	8	4	0.11379	0.82	1.16	29.5	1.28	17	1
P-34	88	932.73	932.67	0.06	8	13	4	0.18207	0.18	0.62	15.8	0.93	11	1/2
P-35	141	932.73	930.35	2.38	10	16	4	0.22759	0.52	1.16	29.5	0.84	16	1
P-36	126	930.35	929.15	1.2	10	16	4	0.22759	0.23	0.93	23.5	0.61	15	3/4
P-37	47	930.35	930.33	0.02	2	3	4	0.04552	0.05	0.62	15.8	0.66	15	1/2
P-38	63	930.35	929.93	0.42	1	2	4	0.02276	0.02	0.62	15.8	0.60	16	1/2

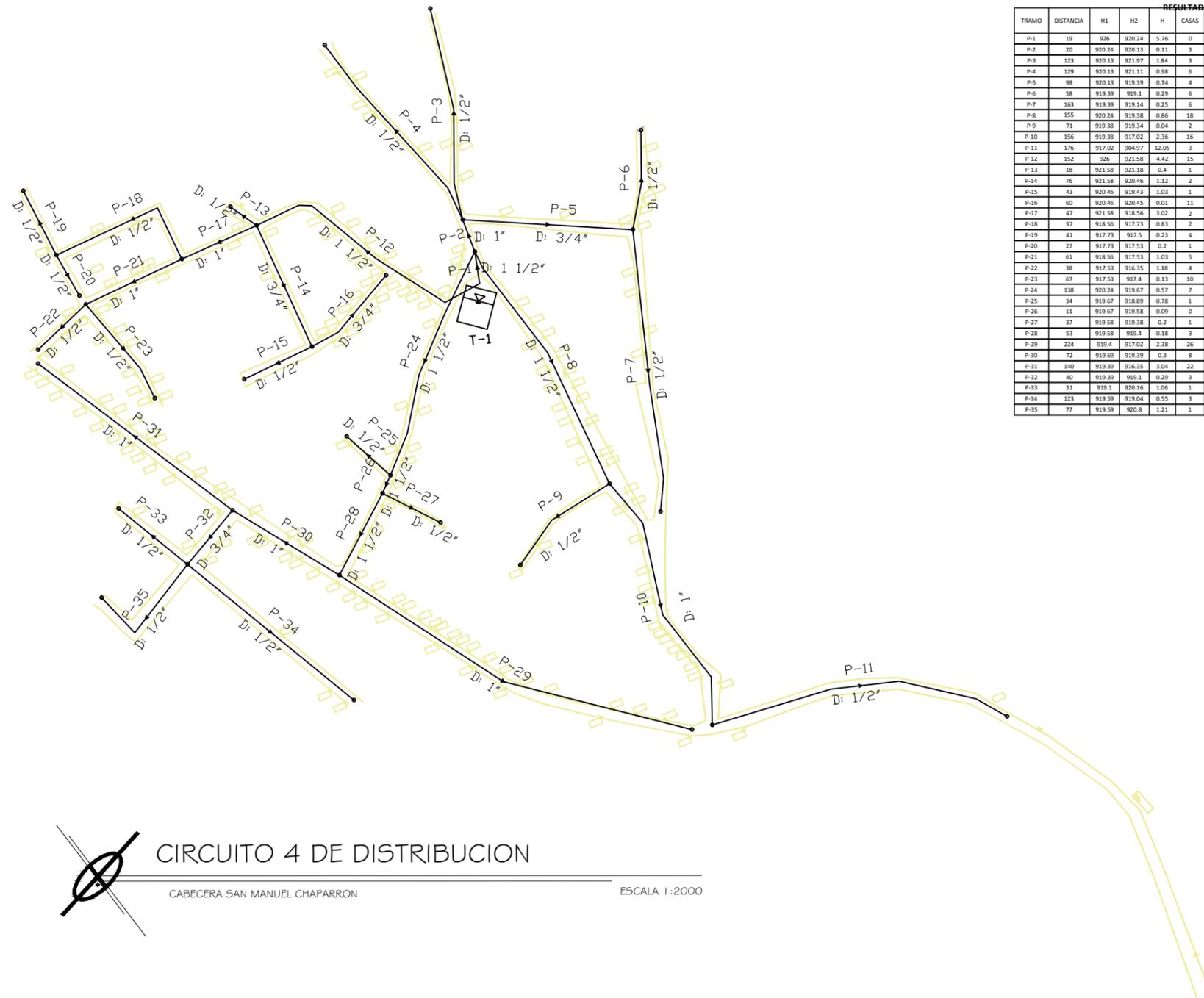


CIRCUITO 3 DE DISTRIBUCION

CABECERA SAN MANUEL CHAPARRON

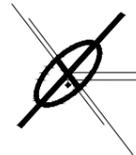
ESCALA 1:2000

PROYECTO:		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.			
CONTENIDO:		PLANTA CIRCUITO 3 LINEA DE DISTRIBUCIÓN			
DISEÑO:		HUGO ROQUE			
DIBUJO:		HUGO ROQUE			
ESCALA:		INDICADA			
FECHA:	JULIO 2017	FIRMAS:	<table border="1"> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	_____	_____
_____	_____				
			15		



RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 4)

TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HABITANTES	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a.)	DIAMETRO A UTILIZAR (pulg)
P-1	19	926	920.24	5.76	0	0	4	0.0000	3.25	1.68	42.6	2.40	19	1 1/2
P-2	20	920.24	920.13	0.11	3	5	4	0.0683	0.64	1.16	29.5	0.98	19	1
P-3	123	920.13	921.97	1.84	3	5	4	0.0683	0.07	0.62	15.8	0.61	14	1/2
P-4	129	920.13	921.11	0.98	6	10	4	0.1366	0.14	0.62	15.8	0.70	12	1/2
P-5	98	920.13	919.39	0.74	4	7	4	0.0910	0.36	0.93	23.5	0.84	16	3/4
P-6	58	919.39	919.1	0.29	6	10	4	0.1366	0.14	0.62	15.8	0.70	14	1/2
P-7	163	919.39	919.14	0.25	6	10	4	0.1366	0.14	0.62	15.8	0.70	10	1/2
P-8	155	920.24	919.38	0.86	18	29	4	0.4097	0.89	1.68	42.6	0.64	18	1 1/2
P-9	71	919.38	919.34	0.04	2	3	4	0.0455	0.05	0.62	15.8	0.60	18	1/2
P-10	156	919.38	917.02	2.36	16	26	4	0.3641	0.43	1.16	29.5	0.63	18	1
P-11	176	917.02	904.97	12.05	3	5	4	0.0683	0.07	0.62	15.8	0.65	28	1/2
P-12	152	926	921.58	4.42	15	25	4	0.3414	1.32	1.68	42.6	0.98	17	1 1/2
P-13	18	921.58	921.18	0.4	1	2	4	0.0228	0.02	0.62	15.8	0.61	17	1/2
P-14	76	921.58	920.46	1.12	2	3	4	0.0455	0.32	0.93	23.5	0.80	15	3/4
P-15	43	920.46	919.43	1.03	1	2	4	0.0228	0.02	0.62	15.8	0.61	16	1/2
P-16	60	920.46	920.45	0.01	11	18	4	0.2503	0.25	0.93	23.5	0.65	14	3/4
P-17	47	921.58	918.56	3.02	2	3	4	0.0455	0.64	1.16	29.5	0.97	18	1
P-18	97	918.56	917.73	0.83	2	3	4	0.0455	0.16	0.62	15.8	0.95	12	1/2
P-19	41	917.73	917.5	0.23	4	7	4	0.0910	0.09	0.62	15.8	0.63	11	1/2
P-20	27	917.73	917.53	0.2	1	2	4	0.0228	0.02	0.62	15.8	0.63	12	1/2
P-21	61	918.56	917.53	1.03	5	8	4	0.1138	0.43	1.16	29.5	0.63	18	1
P-22	38	917.53	916.35	1.18	4	7	4	0.0910	0.09	0.62	15.8	0.68	18	1/2
P-23	67	917.53	917.4	0.13	10	16	4	0.2276	0.23	0.62	15.8	1.16	11	1/2
P-24	138	920.24	919.67	0.57	7	11	4	0.1593	1.73	1.68	42.6	1.29	14	1 1/2
P-25	34	919.67	918.89	0.78	1	2	4	0.0228	0.02	0.62	15.8	0.60	15	1/2
P-26	11	919.67	919.58	0.09	0	0	4	0.0000	1.55	1.68	42.6	1.14	14	1 1/2
P-27	37	919.58	919.38	0.2	1	2	4	0.0228	0.02	0.62	15.8	0.60	14	1/2
P-28	53	919.58	919.4	0.18	3	5	4	0.0683	1.52	1.68	42.6	1.11	13	1 1/2
P-29	224	919.4	917.02	2.38	26	43	4	0.5917	0.59	1.16	29.5	0.87	10	1
P-30	72	919.39	919.39	0.3	8	13	4	0.1821	0.86	1.16	29.5	1.35	11	1
P-31	140	919.39	916.35	3.04	22	36	4	0.5007	0.50	1.16	29.5	0.73	10	1
P-32	40	919.39	919.1	0.29	3	5	4	0.0683	0.18	0.93	23.5	0.60	10	3/4
P-33	51	919.1	920.16	1.06	1	2	4	0.0228	0.02	0.62	15.8	0.60	11	1/2
P-34	123	919.59	919.04	0.55	3	5	4	0.0683	0.07	0.62	15.8	0.62	10	1/2
P-35	77	919.59	920.8	1.21	1	2	4	0.0228	0.02	0.62	15.8	0.63	11	1/2



CIRCUITO 4 DE DISTRIBUCION

CABECERA SAN MANUEL CHAPARRON

ESCALA 1:2000

PROYECTO:
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.

CONTENIDO:
PLANTA CIRCUITO 4 LINEA DE DISTRIBUCIÓN

DISEÑO:
HUGO ROQUE

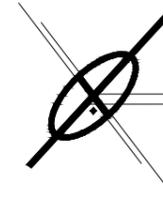
DIBUJO:
HUGO ROQUE

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
JULIO 2017

FIRMAS:

FIG. 14 DE 15



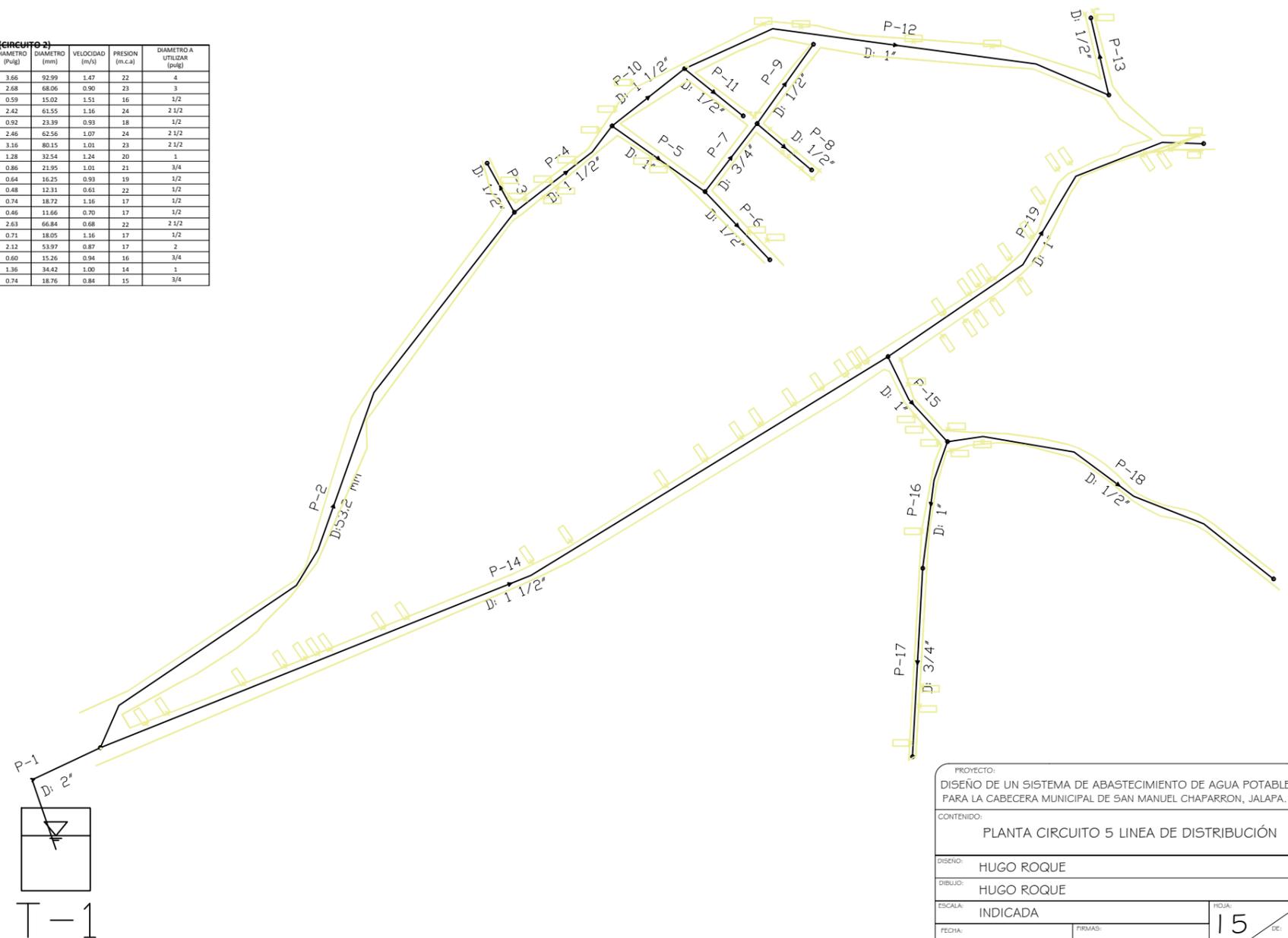
CIRCUITO 5 DE DISTRIBUCION

CABECERA SAN MANUEL CHAPARRON

ESCALA 1:2000

RESULTADOS HIDRAULICOS DE LINEA DE DISTRIBUCION (CIRCUITO 2)

TRAMO	DISTANCIA	H1	H2	H	CASAS	CASAS A FUTURO	HABITANTES	DEMANDAS	CAUDAL (l/s)	DIAMETRO (Pulg)	DIAMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	PRESION (m.c.a.)	DIAMETRO A UTILIZAR (pulg)
P-1	621	964	932	32	0	0	4	0.0000	16.27	3.66	92.99	1.47	22	4
P-2	123	932	929.74	2.26	12	20	4	0.2731	4.10	2.68	68.06	0.90	23	3
P-3	48	929.74	928.53	1.21	4	7	4	0.0910	0.09	0.59	15.02	1.51	16	1/2
P-4	88	929.74	927.52	2.22	8	13	4	0.1821	3.73	2.42	61.55	1.16	24	2 1/2
P-5	104	927.52	926.16	1.36	9	15	4	0.2048	0.20	0.92	23.39	0.93	18	1/2
P-6	114	927.52	925.35	2.17	10	16	4	0.2276	3.35	2.46	62.56	1.07	24	2 1/2
P-7	110	925.35	924.8	0.55	8	13	4	0.1821	3.12	3.16	80.15	1.01	23	2 1/2
P-8	72	924.8	922.83	1.97	6	10	4	0.1366	0.73	1.28	32.54	1.24	20	1
P-9	53	922.83	919.77	3.06	8	13	4	0.1821	0.99	0.86	21.95	1.01	21	3/4
P-10	32	919.77	918.94	0.83	5	8	4	0.1138	0.11	0.64	16.25	0.93	19	1/2
P-11	31	919.77	917.71	2.06	4	7	4	0.0910	0.09	0.48	12.31	0.61	22	1/2
P-12	58	922.83	920.59	2.24	6	10	4	0.1366	0.20	0.74	18.72	1.16	17	1/2
P-13	40	920.59	918.56	2.03	3	5	4	0.0683	0.07	0.46	11.66	0.70	17	1/2
P-14	97	924.8	924.18	0.62	10	16	4	0.2276	2.21	2.63	66.84	0.68	22	2 1/2
P-15	62	924.18	922.83	1.35	6	10	4	0.1366	0.14	0.71	18.05	1.16	17	1/2
P-16	188	924.18	926.62	2.44	18	29	4	0.4097	1.84	2.32	53.97	0.87	17	2
P-17	97	926.62	923.2	3.42	5	8	4	0.1138	0.11	0.60	15.26	0.94	16	3/4
P-18	132	926.62	924.33	2.29	16	26	4	0.3641	0.66	1.36	34.42	1.00	14	1
P-19	151	924.33	918.56	5.77	9	15	4	0.2048	0.20	0.74	18.76	0.84	15	3/4



PROYECTO:		DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.					
CONTENIDO:		PLANTA CIRCUITO 5 LINEA DE DISTRIBUCIÓN					
DISEÑO:		HUGO ROQUE					
DIBUJO:		HUGO ROQUE					
ESCALA:		INDICADA					
FECHA:	JULIO 2017	FIRMAS:	<table border="1"> <tr> <td>15</td> <td>DE:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>15</td> </tr> </table>	15	DE:		15
15	DE:						
	15						

ANEXOS

Anexo 1. Datos anuales de temperatura promedio en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	20.8	20.7	22.1	23.8	24.2	23.1	22.9	23.8	22.8	23.0	21.3	20.7	22.4
1991	20.9	21.1	24.3	25.1	24.1	23.7	23.3	23.4	23.4	22.6	21.2	20.9	22.8
1992	21.5	22.5	24.4	25.1	24.2	24.2	23.0	23.4	22.9	22.1	21.7	21.2	23.0
1993	21.4	21.9	23.7	25.3	25.7	23.9	23.7	23.4	22.3	23.0	22.0	21.2	23.1
1994	21.0	22.7	24.8	25.9	25.7	23.9	24.1	23.7	23.6	23.4	22.7	21.8	23.6
1995	21.7	22.2	23.8	25.2	25.4	24.6	23.6	23.7	23.1	22.6	22.3	21.7	23.3
1996	20.6	21.9	20.6	24.4	23.3	24.4	23.4	23.6	23.7	23.0	21.8	20.8	22.6
1997	21.0	23.1	24.2	25.7	25.8	23.7	24.0	24.5	23.6	22.6	23.0	20.1	23.4
1998	22.5	22.5	23.3	25.8	25.6	25.5	24.0	24.1	21.5	23.1	22.8	21.6	23.5
1999	22.0	22.2	24.0	25.4	25.5	23.9	23.8	24.3	23.2	23.1	22.0	21.8	23.4
2000	21.0	20.9	23.6	25.1	24.5	24.7	24.3	23.6	21.4	23.2	22.6	21.9	23.1
2001	20.2	22.3	21.5	25.1	25.4	23.4	25.0	24.9	23.1	20.5	22.4	22.1	23.0
2002	22.7	22.0	24.9	25.7	23.1	23.6	23.7	24.7	23.2	23.5	21.9	---	23.5
2003	21.2	24.6	25.1	24.3	23.9	23.8	23.4	24.1	24.1	---	---	---	23.8
2004	20.9	21.2	23.7	24.1	25.3	23.5	21.0	25.8	22.4	23.2	21.4	28.3	23.4
2005	19.4	22.1	25.1	24.5	24.4	23.6	24.4	24.3	23.9	22.6	21.3	22.1	23.1
2006	21.7	21.3	23.4	25.3	25.7	23.7	23.6	24.6	23.9	23.9	21.1	21.6	23.3
2007	21.7	23.0	24.0	25.4	24.9	24.5	24.7	22.6	22.8	22.3	21.5	21.2	23.2
2008	21.6	22.7	23.9	23.8	25.8	23.8	23.6	24.0	23.7	22.3	21.1	21.3	23.1
2009	20.2	21.1	21.7	25.4	---	---	---	24.4	24.6	---	---	---	22.9
2010	---	23.4	24.3	26.2	25.4	24.9	24.2	24.0	23.3	22.9	22.2		24.1

Fuente: INSIVUMEH. Estación meteorológica La Ceibita.

Anexo 2. Datos anuales de temperatura máxima en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	27.6	28.7	29.9	31.4	30.8	29.1	28.4	28.9	28.2	28.1	27.2	27.0	29.1
1991	28.5	28.5	31.6	32.7	30.0	29.2	28.7	29.8	29.5	28.0	27.4	26.6	29.7
1992	28.2	29.8	31.6	31.6	30.8	29.8	27.9	28.6	28.0	28.0	28.9	27.7	29.4
1993	29.2	30.1	30.7	31.7	31.1	29.1	28.3	27.2	27.7	28.0	27.8	27.9	29.3
1994	28.3	29.8	31.8	32.5	31.4	29.2	29.5	29.0	28.4	29.0	29.0	28.1	29.9
1995	29.2	30.5	31.9	31.4	31.9	30.3	28.8	28.7	28.5	28.0	28.2	28.4	29.9
1996	28.3	29.8	30.4	31.5	29.2	27.9	30.3	28.1	28.9	27.8	27.3	27.9	29.2
1997	29.0	29.8	32.0	32.8	31.8	28.5	29.1	29.2	28.6	26.8	28.1	28.1	29.8
1998	29.5	31.1	30.7	32.6	32.5	30.3	28.2	29.9	28.9	29.1	26.8	27.0	30.3
1999	28.2	29.0	30.6	32.2	30.3	28.8	27.9	29.0	27.7	27.5	27.0	27.8	29.1
2000	27.9	28.6	28.2	32.5	30.0	27.2	29.0	28.6	28.8	27.5	28.5	28.3	28.8
2001	27.8	29.6	31.0	32.4	32.3	29.4	29.4	29.6	28.5	27.6	28.2	29.7	29.6
2002	30.2	30.8	32.2	32.4	31.4	29.3	29.1	30.0	28.7	28.8	27.5	---	30.0
2003	27.3	29.1	32.6	33.2	32.2	29.1	28.9	29.6	29.3	---	---	---	30.1
2004	28.2	27.9	30.3	30.6	31.2	28.6	28.9	30.4	28.1	28.4	27.3	28.4	29.0
2005	27.4	29.9	31.4	32.8	30.0	29.2	30.5	28.1	28.7	25.8	27.3	28.4	29.1
2006	28.4	29.2	30.6	31.8	31.6	27.0	28.7	29.4	28.8	29.0	27.0	27.8	29.1
2007	28.4	27.5	30.1	31.3	30.3	30.2	30.0	27.6	27.1	26.7	27.3	28.5	28.8
2008	28.6	29.9	30.8	30.7	30.9	28.3	28.4	29.2	28.5	26.7	27.1	26.6	28.8
2009	27.8	26.3	29.1	31.6	---	---	---	29.4	30.1	---	---	---	29.1
2010	---	33.6	33.3	32.7	33.1	31.5	30.9	29.8	29.5	28.6	28.5	---	31.2

Fuente: INSIVUMEH. Estación meteorológica La Ceibita.

Anexo 3. Datos anuales de temperatura mínima en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	14.8	13.3	15.3	17.0	19.0	18.6	18.3	18.2	18.2	16.7	16.3	14.9	14.3
1991	14.1	13.8	14.3	18.0	19.0	19.2	18.0	18.2	17.9	17.3	15.4	15.4	14.1
1992	14.1	13.5	15.7	17.4	17.9	19.1	18.0	17.5	18.0	16.8	15.6	14.9	14.6
1993	13.2	12.5	14.3	17.7	18.2	19.2	18.2	18.2	18.1	17.1	15.2	13.0	13.4
1994	13.4	13.3	14.7	17.5	18.8	18.4	17.7	18.0	18.2	16.9	15.3	14.4	14.0
1995	12.9	12.8	14.7	16.9	17.7	19.1	18.7	18.9	18.9	17.9	14.9	15.0	13.8
1996	11.8	13.9	12.1	16.2	17.8	---	17.6	18.0	17.9	17.3	15.0	12.3	13.0
1997	11.4	13.6	14.7	15.6	18.0	18.1	18.6	17.9	18.1	16.3	16.2	12.4	14.2
1998	13.2	10.4	13.3	15.8	16.6	18.2	17.8	16.7	17.0	15.4	15.4	11.9	11.9
1999	10.8	10.0	12.3	15.4	16.0	16.4	16.2	16.1	16.1	14.7	12.5	11.4	11.2
2000	9.1	10.2	14.8	12.8	16.5	16.2	15.6	15.4	15.9	13.8	12.4	11.2	13.7
2001	9.4	12.4	9.7	14.1	14.5	14.8	15.1	16.3	15.3	15.4	12.0	11.8	13.4
2002	12.2	12.0	14.7	14.3	18.0	17.8	18.0	17.4	17.8	16.7	14.0	---	15.7
2003	12.7	11.9	14.2	15.7	17.9	17.3	16.6	15.8	16.4	---	---	---	15.4
2004	10.8	16.0	15.5	14.8	18.1	17.5	17.0	17.2	15.6	15.6	14.4	12.8	15.4
2005	11.1	11.9	16.5	17.0	17.8	18.9	18.7	18.1	15.8	16.5	14.7	13.1	15.8
2006	12.9	13.3	14.0	15.0	18.5	18.7	18.9	18.4	17.7	18.3	15.1	16.1	16.4
2007	14.5	12.4	14.4	16.4	17.0	18.4	17.2	16.5	17.1	15.7	14.8	12.2	15.6
2008	13.7	13.9	15.3	16.5	16.7	18.5	18.1	17.9	18.0	16.7	12.6	12.6	15.9
2009	11.9	14.1	13.0	15.6	---	---	---	16.8	17.8	---	---	---	14.9
2010	---	13.8	13.6	16.0	15.8	17.7	17.2	17.8	17.2	12.5	9.8	---	15.1

Fuente: INSIVUMEH. Estación meteorológica La Ceibita.

Anexo 4. Acumulados anuales de precipitación en (mm)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	0.0	1.0	0.0	1.4	81.3	238.2	126.8	136.7	277.3	70.7	71.2	12.3	1016.9
1991	0.0	0.0	0.0	8.7	253.8	207.7	86.5	63.3	115.6	185.5	0.0	70.7	991.8
1992	0.0	0.0	0.0	29.0	78.5	129.3	189.2	247.9	204.9	125.9	8.9	5.9	1019.5
1993	0.0	0.0	6.0	18.7	95.5	16.6	109.7	190.4	175.6	32.8	7.2	0.0	652.5
1994	6.2	0.0	3.6	26.8	44.4	229.3	78.8	202.1	125.9	76.6	2.9	0.0	796.6
1995	0.0	0.0	3.9	102.3	68.5	157.1	199.9	255.7	237.5	97.1	0.4	1.6	1124.0
1996	0.0	0.0	0.0	61.7	38.0	183.2	301.6	181.6	260.6	120.8	9.4	0.0	1156.9
1997	0.0	---	4.1	0.0	78.2	262.0	117.6	49.8	103.2	117.7	32.8	6.7	772.1
1998	0.0	0.0	17.9	0.4	53.7	144.3	186.7	166.3	24.4	340.5	223.3	0.0	1157.5
1999	0.0	0.0	11.5	0.0	222.9	252.2	162.9	193.8	254.8	157.5	---	---	1255.6
2000	0.0	0.0	64.0	0.0	173.1	296.1	63.1	234.1	119.9	32.0	0.0	0.0	982.3
2001	0.0	0.0	3.7	19.7	143.0	115.5	154.4	149.7	163.2	46.1	11.2	0.0	806.5
2002	0.0	0.0	0.1	0.0	74.6	229.4	109.2	72.4	320.3	61.4	78.3	---	945.7
2003	0.0	0.0	5.4	11.2	143.8	264.8	77.3	143.1	202.1	---	---	---	847.7
2004	0.0	0.0	4.4	12.5	53.5	151.2	177.5	47.4	206.3	122.8	3.5	0.0	779.1
2005	0.0	0.0	1.7	12.5	104.7	330.9	145.3	214.4	162.7	163.1	15.0	0.0	1150.3
2006	0.0	0.0	0.0	7.7	113.9	345.9	169.6	157.6	160.3	128.1	37.0	0.5	1120.6
2007	1.0	0.0	1.0	37.0	101.6	247.6	150.7	139.9	309.7	157.6	3.5	0.0	1149.6
2008	0.0	7.4	4.3	31.8	23.8	254.5	314.6	190.9	224.6	111.5	0.0	0.1	1163.5
2009	0.4	2.2	0.0	0.1	---	---	---	160.0	68.6	---	---	---	231.3
2010	---	0.0	0.0	0.0	263.8	213.5	168.8	356.1	202.6	43.7	5.0		1253.5

Fuente: INSIVUMEH. Estación meteorológica La Ceibita.

Anexo 5. Totales anuales de días de lluvia

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	0	1	0	2	11	20	16	10	20	5	5	3	93
1991	0	0	0	2	13	18	10	12	10	17	0	6	88
1992	0	0	0	6	4	17	17	14	15	10	4	2	89
1993	0	0	1	5	8	17	12	15	20	5	2	0	85
1994	1	0	1	4	4	16	9	19	15	9	3	0	81
1995	0	0	2	7	9	10	14	18	23	13	1	1	98
1996	0	0	0	3	4	19	17	14	18	13	7	0	95
1997	0		4	0	8	23	11	7	15	10	4	2	84
1998	0	0	2	1	9	16	14	23	9	19	9	0	102
1999	--	0	2	0	9	17	17	22	26	14	2	2	111
2000	0	0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0
2002	0	0	1	0	8	15	15	12	16	11	3	---	81
2003	0	0	4	3	13	22	17	11	24	---	---	---	94
2004	0	0	3	2	11	17	18	19	17	9	3	0	99
2005	0	0	3	2	11	17	18	19	18	15	1	0	104
2006	0	0	0	2	8	22	16	14	14	13	5	2	96
2007	1	0	1	5	5	15	17	18	16	16	4	1	99
2008	0	2	1	5	8	21	22	18	16	11	0	1	104
2009	1	2	0	1	---	---	---	13	13	---	---	---	30
2010	---	0	0	0	9	11	14	20	11	3	1		69

Fuente: INSIVUMEH. Estación meteorológica La Ceibita.

Anexo 6. **Promedios anuales de nubosidad en octas**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	4	4	4	4	5	6	5	5	6	5	5	4	5
1991	3	3	2	4	5	6	5	5	5	5	4	5	4
1992	3	3	3	4	5	6	5	5	6	5	5	4	5
1993	4	3	4	4	5	5	4	5	6	5	4	4	4
1994	3	3	3	4	5	4	4	4	5	4	4	4	4
1995	3	3	6	4	3	4	5	5	6	5	3	4	4
1996	2	3	2	5	5	5	5	4	5	6	4	3	4
1997	3	4	3	4	5	5	5	4	5	5	5	4	4
1998	4	2	3	3	5	5	5	5	5	5	5	4	4
1999	3	3	3	2	5	6	5	5	8	5	4	5	5
2000	2	3	3	---	6	---	5	6	7	---	---	---	5
2003	5	3	4	4	5	6	6	6	6	---	---	---	5
2004	6	4	6	4	6	7	5	5	5	5	4	4	5
2005	3	5	---	5	6	---	---	5	6	8	4	4	5
2006	3	5	3	4	6	7	6	6	5	6	5	4	5
2007	4	3	3	5	5	5	6	6	6	8	5	3	5
2008	4	4	4	5	6	6	7	5	6	6	3	4	5
2009	3	4	3	3	---	---	---	5	5	---	---	---	4
2010	---	3	4	5	5	5	6	6	6	5	5	---	5

Fuente: INSIVUMEH. *Estación meteorológica La Ceibita.*

Anexo 7. Promedios anuales de humedad relativa en (%)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	68	71	68	68	75	81	80	76	83	80	78	75	75
1991	73	68	62	68	78	82	79	78	77	82	74	70	74
1992	68	70	69	69	61	77	76	76	83	81	81	78	74
1993	74	69	65	64	68	---	78	82	85	84	79	77	75
1994	76	72	70	72	70	78	73	81	82	81	81	77	76
1995	74	73	68	71	73	78	---	---	---	---	---	---	73
1996	75	---	---	73	80	81	79	78	81	83	76	74	78
1997	72	66	64	61	64	77	71	70	79	81	78	74	71
1998	70	66	65	62	62	---	---	---	---	---	---	---	65
1999	---	68	66	66	---	74	74	74	77	78	77	77	73
2000	75	72	67	60	70	---	72	76	81	83	79	77	74
2001	77	71	68	66	66	74	75	75	80	83	75	85	75
2002	87	71	65	62	65	80	80	72	80	77	79	---	74
2003	76	64	68	65	70	81	76	76	80	---	---	---	73
2004	70	71	70	68	---	71	77	77	80	80	72	73	74
2005	72	72	68	65	72	82	80	77	81	84	77	71	75
2006	70	72	67	66	63	79	84	74	75	77	75	73	73
2007	73	66	63	64	61	74	74	76	85	82	71	65	71
2008	64	61	57	55	64	75	76	72	80	80	72	79	70
2009	80	59	56	54	---	---	---	71	73	---	---	---	66
2010	---	---	---	---	67	67	71	72	76	68	61	---	69

Fuente: INSIVUMEH. Estación meteorológica La Ceibita.

Anexo 8. **Totales anuales de brillo en horas y decimos**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	223.2	249.2	275.9	213.0	213.9	141.0	213.9	198.4	195.3	219.2	177.0	201.5	210.1
1991	198.7	251.5	277.4	231.6	193.8	178.8	257.9	215.9	171.9	180.9	203.3	178.2	215.8
1992	238.7	224.0	235.6	216.0	182.9	180.0	198.4	124.0	165.0	192.2	201.0	201.5	196.6
1993	246.0	258.8	245.4	196.9	199.3	160.9	215.7	174.4	174.9	161.9	173.6	98.5	203.4
1994	235.6	246.4	266.6	246.0	186.0	213.0	251.1	244.9	183.0	244.9	210.0	186.0	226.1
1995	242.3	237.7	268.2	215.5	217.2	191.5	203.7	---	---	---	---	---	225.2
1998	188.4	91.8	212.3	235.2	216.3	226.2	189.0	---	171.9	156.2	---	---	187.5
1999	189.7	237.4	286.4	246.9	---	---	151.9	223.2	123.0	---	204.0	---	207.8
2000	222.8	210.8	266.4	263.0	116.0	158.5	255.0	197.8	172.9	---	---	---	207.0
2003	204.6	242.0	236.7	266.8	195.4	201.8	216.8	218.8	226.9	---	---	---	223.3
2004	222.2	243.3	215.1	236.5	---	149.9	233.6	209.1	158.1	197.4	221.6	242.1	194.1
2005	239.7	257.3	217.1	237.5	181.2	187.2	202.1	208.7	182.5	158.0	177.6	227.3	206.4
2006	208.5	216.9	246.2	237.9	193.8	152.7	207.7	236.3	197.4	216.6	210.6	197.4	193.4
2007	181.4	105.6	230.2	244.4	194.5	214.7	239.2	191.1	187.2	160.5	---	---	194.9
2008	210.4	229.3	267.3	249.2	208.7	145.6	184.9	219.3	164.3	160.5	242.7	213.9	208.0
2009	225.0	207.7	255.6	227.6	---	---	---	---	---				

Fuente: INSIVUMEH. *Estación meteorológica La Ceibita.*

Anexo 9. **Promedios anuales de velocidad del viento en (km/h)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	8.6	9.3	9.6	7.8	6.5	5.2	5.5	6.2	4.4	5.1	7.7	7.3	6.9
1991	6.8	8.5	8.2	7.3	5.9	5.1	2.1	2.4	2.2	2.3	2.4	1.8	4.6
1992	2.2	2.3	1.9	2.5	2.4	1.9	1.9	1.7	2.0	1.6	1.7	2.2	2.0
1993	2.4	2.1	1.8	2.0	1.6	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	2.1	2.1	1.9
1994	2.3	2.4	2.0	2.7	2.3	2.0	2.1	2.0	5.0	4.3	5.4	6.8	3.3
1995	6.9	9.7	7.3	5.8	13.0	5.4	4.5	4.1	3.9	4.8	5.6	5.6	6.4
1996	7.2	7.7	5.8	6.4	5.2	1.3	1.5	1.3	1.2	1.5	1.6	1.4	3.5
1997	1.2	1.7	1.4	1.7	1.3	1.2	1.9	4.4	1.2	1.5	1.8	2.8	1.8
1998	1.5	1.6	1.8	1.9	1.8	1.7	1.5	1.3	1.8	1.6	2.0	2.3	1.7
1999	2.1	2.2	2.1	2.3	1.8	1.7	2.0	1.6	1.8	2.0	2.1	2.5	2.0
2003	9.3	8.0	11.3	9.0	6.3	6.3	6.0	4.5	3.5	---	---	---	7.1
2004	7.2	6.0	9.0	12.0	5.0	3.8	3.2	3.6	3.0	3.1	6.0	7.0	5.7
2005	6.3	5.5	6.0	5.9	5.8	4.8	3.4	4.5	3.0	4.8	7.3	4.6	5.2
2006	7.4	6.4	10.0	7.8	6.9	4.9	4.2	4.9	7.0	4.1	6.5	8.5	6.6
2007	---	---	---	---	---	---	3.7	4.1	4.2	4.5	7.7	4.6	4.8
2008	5.1	5.0	6.0	5.0	5.6	3.9	2.6	2.4	2.7	3.9	6.0	5.8	4.5
2009	5.2	8.0	7.5	5.4	---	---	---	3.0	2.2	---	---	---	5.2
2010	---	4.9	4.5	5.0	6.2	5.1	6.2	5.6	6.6	8.6	12.8	---	6.6

Fuente: INSIVUMEH. *Estación meteorológica La Ceibita.*

Anexo 10. **Promedios anuales de dirección del viento**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	NNW	N	N	NE	SE	N	N	NNW	N	N	NW	N	N
1991	VAR	N	SE	SE	SE	VAR	N	N	N	N	NNW	N	N
1992	NNW	NW	N	VAR	N	NW	N	N	N	NW	NE	N	N
1993	NNW	N	NE	VAR	VAR	SE	N	N	VAR	VAR	N	N	N
1994	NW	N	N	SE	N	N	N	N	NW	NE	NW	NW	N
1995	N	N	SE	SE	SE	E	NE	ESE	N	SE	N	NW	SE
1996	SE	NW	SE	SE	NE	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	N	N	VAR
1997	N	N	N	E	VAR	E	N	N	N	N	N	N	N
1998	N	SE	VAR	SE	SE	VAR	N	VAR	VAR	NW	N	N	N
1999	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	SE	N	ESE	SE	VAR	N	N	VAR
2003	VAR	VAR	VAR	SE	NE	N	N	N	VAR	---	---	---	VAR
2004	N	N	N	VAR	NE	N	N	N	N	N	N	N	N
2005	N	N	N	N	NE	SE	N	N	CALM	N	N	N	N
2006	N	N	N	N	E	N	NE	VAR	VAR	NW	C	C	N
2007	---	---	---	---	---	---	VAR	VAR	NW	SE	N	NE	VAR
2008	N	NE	SE	SE	SE	N	N	VAR	E	N	N	N	N
2009	N	N	N	S	---	---	---	N	VAR	---	---	---	N
2010	---	VAR	VAR	SE	VAR	VAR	E	NE	SE	N	N		VAR

Fuente: INSIVUMEH. *Estación meteorológica La Ceibita.*

Anexo 11. **Promedios anuales de evaporación a la sombra en (mm)**

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	3.8	4.5	5.2	5.5	4.4	3.0	2.7	3.5	2.3	2.6	3.1	3.5	3.4
1991	3.8	4.7	5.2	5.0	3.7	2.9	3.3	3.3	3.0	2.3	3.1	3.0	3.5
1992	3.5	4.2	4.6	5.2	5.1	3.5	2.9	2.7	2.8	2.5	2.9	3.6	3.2
1993	4.2	5.2	5.7	5.1	4.8	2.7	3.2	2.9	2.2	2.4	3.3	4.2	3.4
1994	4.7	5.1	6.2	5.7	5.4	3.2	4.0	2.7	2.4	2.8	2.9	3.6	3.8
1995	4.2	4.7	5.2	4.6	4.0	2.8	2.2	1.4	1.0	1.3	2.3	2.9	2.6
1996	3.7	4.7	---	4.1	3.5	2.3	2.7	2.1	1.7	1.7	2.6	3.2	2.4
1997	3.6	4.8	5.4	5.9	5.1	2.2	3.4	---	1.7	1.9	2.9	3.0	3.2
1998	3.9	4.8	5.3	5.7	5.2	3.0	2.0	2.1	1.9	1.4	1.4	---	2.8

Fuente: INSIVUMEH. *Estación meteorológica La Ceibita.*

Anexo 12. **Coefficientes para momentos positivos debido a carga viva**

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
	<input type="checkbox"/>									
1.00	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.036 0.036	0.027 0.027	0.027 0.032	0.032 0.032	0.032 0.027	0.035 0.032	0.032 0.035	0.028 0.030	0.030 0.028
0.95	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.040 0.033	0.030 0.025	0.031 0.029	0.035 0.029	0.034 0.024	0.038 0.029	0.036 0.032	0.031 0.027	0.032 0.025
0.90	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.045 0.029	0.034 0.022	0.035 0.027	0.039 0.026	0.037 0.021	0.042 0.025	0.040 0.029	0.035 0.024	0.036 0.022
0.85	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.050 0.026	0.037 0.019	0.040 0.024	0.043 0.023	0.041 0.019	0.046 0.022	0.045 0.026	0.040 0.022	0.039 0.020
0.80	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.056 0.023	0.041 0.017	0.045 0.022	0.048 0.020	0.044 0.016	0.051 0.019	0.051 0.023	0.044 0.019	0.042 0.017
0.75	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.061 0.019	0.045 0.014	0.051 0.019	0.052 0.016	0.047 0.013	0.055 0.016	0.056 0.020	0.049 0.016	0.046 0.013
0.70	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.068 0.016	0.049 0.012	0.057 0.016	0.057 0.014	0.051 0.011	0.060 0.013	0.063 0.017	0.054 0.014	0.050 0.011
0.65	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.074 0.013	0.053 0.010	0.064 0.014	0.062 0.011	0.055 0.009	0.064 0.010	0.070 0.014	0.059 0.011	0.054 0.009
0.60	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.081 0.010	0.058 0.007	0.071 0.011	0.067 0.009	0.059 0.007	0.068 0.008	0.077 0.011	0.065 0.009	0.059 0.007
0.55	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.088 0.008	0.062 0.006	0.080 0.009	0.072 0.007	0.063 0.005	0.073 0.006	0.085 0.009	0.070 0.007	0.063 0.006
0.50	$C_{a,II}$ $C_{b,II}$	0.095 0.006	0.066 0.004	0.088 0.007	0.077 0.005	0.067 0.004	0.078 0.005	0.092 0.007	0.076 0.005	0.067 0.004

Fuente: ACI 318S-11, método 3.

Anexo 13. **Coefficientes para momentos negativos debido a carga última**

Relación $m = \frac{l_a}{l_b}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00	<input type="checkbox"/>								
$C_{a,neg}$ $C_{b,neg}$		0.045 0.045	0.076	0.050 0.050	0.075	0.071	0.071	0.033 0.061	0.061 0.033
0.95		0.050 0.041	0.072	0.055 0.045	0.079	0.075	0.067	0.038 0.056	0.065 0.029
0.90		0.055 0.037	0.070	0.060 0.040	0.080	0.079	0.062	0.043 0.052	0.068 0.025
0.85		0.060 0.031	0.065	0.066 0.034	0.082	0.083	0.057	0.049 0.046	0.072 0.021
0.80		0.065 0.027	0.061	0.071 0.029	0.083	0.086	0.051	0.055 0.041	0.075 0.017
0.75		0.069 0.022	0.056	0.076 0.024	0.085	0.088	0.044	0.061 0.036	0.078 0.014
0.70		0.074 0.017	0.050	0.081 0.019	0.086	0.091	0.038	0.068 0.029	0.081 0.011
0.65		0.077 0.014	0.043	0.085 0.015	0.087	0.093	0.031	0.074 0.024	0.083 0.008
0.60		0.081 0.010	0.035	0.089 0.011	0.088	0.095	0.024	0.080 0.018	0.085 0.006
0.55		0.084 0.007	0.028	0.092 0.008	0.089	0.096	0.019	0.085 0.014	0.086 0.005
0.50		0.086 0.006	0.022	0.094 0.006	0.090	0.097	0.014	0.089 0.010	0.088 0.003

Fuente: ACI 318S-11, método 3.

Anexo 14. **Coefficientes para momentos positivos debido a carga muerta**

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
l_b	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	
1.00	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.036 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.040 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.045 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.050 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.056 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.061 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.068 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.074 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.081 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.088 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50	$C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.095 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

Fuente: ACI 318S-11, método 3.

Anexo 15. **Análisis físico químico sanitario**

1	Datos del Cliente			Identificación de la muestra		
	Atención a: Municipalidad de San Manuel, Chaparrón No. de orden de servicio: 35,837 Empresa: AGUATESA S.A. Dirección del Cliente: Municipalidad de San Manuel, Chaparrón Lugar de Captación: Río Chaparrón Fecha de Captación: 15 de noviembre de 2016 Hora de Captación: 9:00 horas Fecha de Ingreso: 15 de noviembre de 2016			Hora de Ingreso: 13:00 horas Fecha de Inicio de análisis: 15 de noviembre de 2016 Fecha de Reporte: 30 de noviembre de 2016 Tipo de Muestra: Agua Tipo de envase: Vidrio No. de Muestras: 3 Muestra captada por: Cliente Análisis Solicitado: Físico-químico, microbiología Transcripción: María Aguirre		
	No. De Laboratorio: 53.976			Identificación: AGUA DE NACIMIENTO		
2	Análisis Físico Químicos			Resultados de los análisis		Límite (COGUANOR NTG 29001)
	Parámetro	Dimensionales	Método de análisis	Laboratorio	Campo	Permisible
	pH*	Unidades de PH	SMEWW ¹ -4500H+B	7.61	-	7.0-7.5
	Conductividad*	µSiemens/cm	SMEWW ¹ -2510B	739	-	750
	Salinidad ^d	O/00	SMEWW ¹ -2520B	0.1	-	-
	Temperatura	°C	SMEWW ¹ -2550B	22.9	-	15-25
	Apariencia	-	SMEWW ¹ -2110	Turbia	-	-
	Color	Unidades de color	SQM ³ -Color	2.0	-	5.0
	Turbiedad	UNT	SQM ³ -Turbidez	10	-	5.0
	Cloro residual	mg/L (ppm)	DPD	-	-	0.5
	Cloro total	mg/L	OTO ²	ND	-	-
	Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L	SMEWW ¹ -1030E	320	-	500.0
	Hierro total	mg/L	SQM ³ -14761	0.90	-	0.3
	Manganeso	mg/L	SQM ³ -14770	<0.010	-	0.1
	Nitratos	mg/L	SQM ³ -14776	0.113	-	3.0
	Sulfatos	mg/L	SQM ³ -14791	119	-	100
	Nitritos	mg/L	SQM ³ -14773	2.3	-	50.0
	Silice ⁴	mg SiO ₂ /L	SQM ³ -14794	158.81	-	-
	Fluoruros ⁴	mg/L	SMQ ³ -14598	<0.10	-	1.7
	Dureza total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW ¹ -2340C	477.12	-	100
	Calcio	mg/L	SMEWW ¹ -3500CaB	30.27	-	75
	Magnesio	mg/L	SMEWW ¹ -3500MgB	109.03	-	50
	Cloruros	mg/L	SMEWW ¹ -4500-Cl B	26.52	-	100.0
	Alcalinidad de carbonatos pH 8.3 ^d	mg CaCO ₃ /L	SMEWW ¹ -2320B	18.0	-	-
	Alcalinidad de bicarbonatos pH 4.0 ^d	mg CaCO ₃ /L	SMEWW ¹ -2320B	338.0	-	-
3	Microbiología					
	Coliformes Totales	NMP/100 mL	SMEWW ¹ -9221B	9	-	-
	Coliformes Fecales ⁴	NMP/100 mL	SMEWW ¹ -9221E	ND	-	-
	Escherichia coli	NMP/100 mL	SMEWW ¹ -9223B	ND	-	-

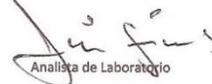
LMA: Límite máximo aceptable LMP: permisible NMP: Número más Probable UFC: Unidades formadoras de colonia gr: gramo L: litro mL: mililitro ND: No detectable
 PPM: Partes por millón mg: miligramo o/oo: Partes por mil COGUANOR NTG 29001

1. Stándar Methods For the Examination of Water and Wastewater 21th ed. 2. OTO: o-tolidina. 3. Spectroquant Merck 4. Parametros Adicionales a la Norma COGUANOR NTG 29001
 *Metodo en proceso acreditación norma ISO 17025.

Metodo de muestreo: SMEWW1-1060/9060 A Resultados NO REPRODUCIBLES sin previa autorización del laboratorio y válidos para la muestra tal y como fue recibida.
 Los registros se almacenan 4 años.


Gerente Técnico de Laboratorio
 EDGAR ALEJANDRO ARANA VALENZUELA
 INGENIERO QUÍMICO
 COLEGIADO No. 1919

LABORATORIO BIOLÓGICO INDUSTRIAL


 Analista de Laboratorio



BOMBAS PARA AGUA, VENTA, INSTALACION, SERVICIO A EQUIPOS: SUMERGIBLES,
 CENTRIFUGAS, EQUIPOS CONTRA INUNDACIONES,
 PERFORACION DE POZOS MECANICOS, EXTRACCION E INSTALACION, MANTENIMIENTO A
 POZOS MECANICOS, TURBINA VERTICAL, PISCINAS, EQUIPOS SOLARES, AEROMOTORES,
 PLANTAS ELECTRICAS DIESEL.
 AGUATESA TU SOLUCION EN PROYECTOS PARA AGUA, TEL: 502 6661 9961, 502 66311845
 502 5704646
 Email: ventas@aguatesa.com ventas2@aguatesa.com aguatesa.com,
www.aguatesa.com

Fuente: Laboratorio Biológico Industrial.

Anexo 16. Tabla de precios de tuberías

Página 3

LISTADO DE PRECIOS

TUBERÍA DE PVC

AGUA POTABLE Y DRENAJES / ASTM D2241
PVC TIPO 1 GRADO 1 PVC 1120

TUBERÍA PARA
AGUA POTABLE



DIÁMETRO NOMINAL Tubo 6 m. con campana	316 P.B.L. SDR 13.6	250 P.B.L. SDR 17	180 P.B.L. SDR 28	125 P.B.L. SDR 32.6	100 P.B.L. SDR 41	80 P.B.L. SDR 61
1/2"	016078 Q. 27.70					
3/4"		016088 Q. 35.60				
1"		016105 Q. 55.20	016178 Q. 44.80			
1 1/4"		016118 Q. 87.40	016188 Q. 57.50	016248 Q. 52.90		
1 1/2"		016119 Q. 112.60	016184 Q. 79.30	016265 Q. 63.20	016315 Q. 59.80	
2"		016121 Q. 175.70	016188 Q. 120.80	016268 Q. 96.40	016321 Q. 75.80	016364 Q. 67.80
2 1/2"		016128 Q. 284.10	016205 Q. 176.80	016281 Q. 142.30	016328 Q. 116.00	016366 Q. 105.80
3"		016151 Q. 389.20	016210 Q. 255.40	016288 Q. 214.70	016331 Q. 166.50	016368 Q. 134.40
4"		016472 Q. 629.20	016165 Q. 422.50	016218 Q. 336.40	016278 Q. 276.50	016387 Q. 221.70
5"		016089 Q. 1,020.70	016181 Q. 693.10	016225 Q. 549.50	016285 Q. 443.30	016339 Q. 358.20
6"		016081 Q. 1,347.80	016180 Q. 896.70	016226 Q. 783.80	016288 Q. 572.90	016340 Q. 461.60
8"		016089 Q. 2,365.00	016170 Q. 1,572.80	016211 Q. 1,260.60	016284 Q. 996.30	016344 Q. 801.40

TUBERÍA AGUA POTABLE JUNTA RÁPIDA

Fuente: Amanco. Catálogo de precios.