



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

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA LA ZONA 2 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SIBINAL, SAN
MARCOS**

Rogelio Arturo Quiroa Escobar

Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, febrero de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA LA ZONA 2 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SIBINAL, SAN
MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROGELIO ARTURO QUIROA ESCOBAR
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

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 Garcia
VOCAL II	Ing. Pablo Chistian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Armando Fuentes Roca
EXAMINADOR	Ing. Alan Gieovani Cosillo Pinto
EXAMINADOR	Ing. José Mauricio Arriola Donis
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SIBINAL, SAN MARCOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha septiembre de 2016.



Rogelio Arturo Quiroa Escobar



Guatemala, 26 de octubre de 2016
REF.EPS.DOC.755.10.16

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

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

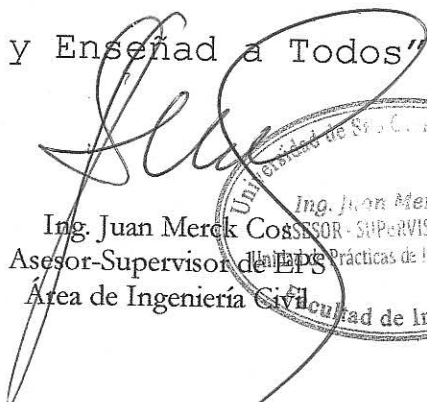
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Rogelio Arturo Quiroa Escobar** con carné No. **200831472**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SIBINAL, SAN MARCOS.**

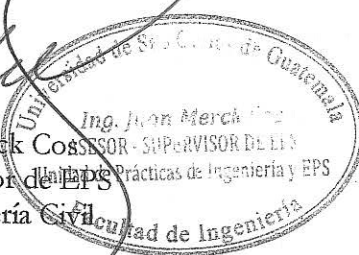
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Juan Merck Coss
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil


Ing. Juan Merck Coss
ASESOR-SUPERVISOR DE EPS
Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
JMC/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 04 de octubre de 2016

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 ZONA 2 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SIBINAL, SAN MARCOS** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Rogelio Arturo Quiroa Escobar, con CUI 2432172261202 Registro Académico No. 200831472, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

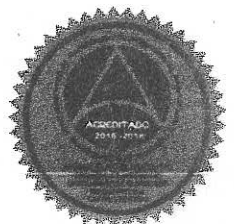
ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



**FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
 USAC**

/mrrm.





Guatemala, 06 de octubre de 2017

REF.EPS.D.392.10.17

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

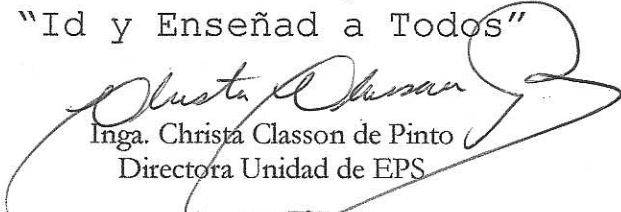
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SIBINAL, SAN MARCOS**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Rogelio Arturo Quiroa Escobar, Registro Académico 200831472 y CUI** , quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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 Classon 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. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Rogelio Arturo Quiroa Escobar titulado **DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ZONA 2 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SIBINAL, SAN MARCOS** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2018

/mrrm.



Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua

Universidad de San Carlos
de Guatemala

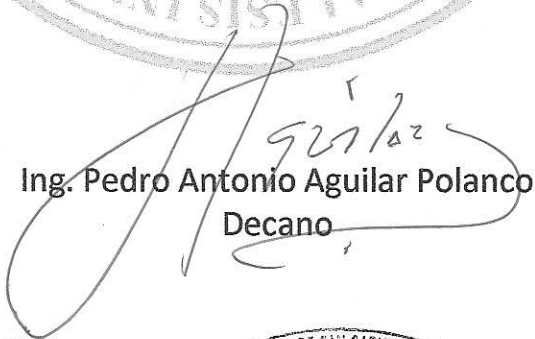


Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 071.2018

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 ZONA 2 DE LA CABECERA MUNICIPAL DE SIBINAL, SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario: **Rogelio Arturo Quiroa Escobar**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, febrero de 2018

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Señor quien merece toda la honra y gloria, y al cual pongo este logro a sus pies para exaltarlo.
- Mis padres** Mynor Quiroa y Ofelia de Quiroa, a quienes deseo honrar con este logro tan importante.
- Mi esposa e hijo** Gabriela Fuentes y Luca Quiroa por ser las personas más importantes y maravillosas que Dios me regaló, Brindándome su amor y cariño.
- Mi familia** Mynor Enrique y Luis Alfredo Quiroa con sus respectivas familias y Carlos Quiroa, por brindarme el apoyo necesario para poder afrontar cada una de mis luchas diarias en esta carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por sus infinitas bendiciones y permitirme alcanzar uno de mis grandes sueños.
Mis padres	Por depositar su confianza y apoyo en cada momento de éste camino estudiantil y brindarme los recursos necesarios para lograrlo.
Mi esposa	Por ser apoyo en todo este proceso, brindándome de sus consejos y apoyándome en cada etapa de mi carrera.
Hermanos y familia	Por su apoyo en cada etapa de mi carrera universitaria, brindándome su hogar y recursos para poder lograr mis metas.
Amigos	Facundo, Rocael, Adriana, Ardany, Josué, Pablo, Andrea, Maricruz, y Gustavo por hacer de ésta vida universitaria una experiencia buena.
Universidad San Carlos de Guatemala	Por convertirse en la institución que cambio mi vida profesional y brindarme las herramientas necesarias para contribuir con la sociedad.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	I
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	VIII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía de la cabecera municipal de Sibinal, San Marcos.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	2
1.1.2. Extensión territorial.....	3
1.1.3. Límites y colindancias.....	3
1.1.4. Clima.....	3
1.1.5. Población e idioma dominante.....	4
1.1.6. Educación.....	5
1.1.7. Salud.....	5
1.2. Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal de Sibinal, San Marcos.....	6
1.2.1. Descripción de las necesidades.....	6
1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades.....	7

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal	9
2.1.1.	Descripción general del proyecto, zona 2.....	9
2.1.2.	Aforo, dotación y tipo de servicio; cantón checamba y cantón tocapote.....	10
2.1.3.	Tasa de crecimiento	12
2.1.4.	Período de diseño	12
2.1.5.	Población futura	12
2.1.6.	Factores de consumo y caudales.....	13
2.1.6.1.	Factor de día máximo (FDM).....	13
2.1.6.2.	El Factor de hora máximo (FHM)	14
2.1.6.3.	Caudal medio diario	15
2.1.6.4.	Caudal máximo diario.....	15
2.1.6.5.	Caudal máximo horario	16
2.1.7.	Calidad de agua	17
2.1.7.1.	Examen bacteriológico	17
2.1.7.2.	Examen fisicoquímico	18
2.1.8.	Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías	19
2.1.9.	Presiones y velocidades.....	20
2.1.9.1.	Presión estática.....	20
2.1.9.2.	Presión dinámica.....	21
2.1.9.3.	Velocidades.....	21
2.1.10.	Levantamiento topográfico	21
2.1.10.1.	Planimetría	22
2.1.10.2.	Altimetría	22
2.1.11.	Diseño hidráulico del sistema.....	22
2.1.11.1.	Captación	23
2.1.11.2.	Línea de conducción	23

2.1.11.3.	Tanque de almacenamiento	26
2.1.11.3.1.	Volumen de almacenamiento	27
2.1.11.3.2	Diseño de tanque.....	27
2.1.11.4.	Línea de distribución.....	49
2.1.11.5.	Red de distribución.....	52
2.1.11.5.	Procedimiento para el diseño de un circuito cerrado.....	54
2.1.11.6.	Sistema de desinfección.....	66
2.1.11.7.	Obras de arte.....	67
2.1.11.7.1.	Caja rompe presión.....	68
2.1.11.7.2	Paso aéreo.....	68
2.1.11.7.3	Péndolas o tirantes.....	75
2.1.11.7.4.	Torre de soporte	78
2.1.11.8.	Válvulas	90
2.1.11.8.1.	Válvula de aire.....	91
2.1.11.8.2.	Válvula de limpieza.....	91
2.1.11.8.3.	Válvulas de control.....	91
2.1.11.8.4.	Válvulas de paso.....	92
2.1.11.9.	Conexiones domiciliarias.....	92
2.1.12.	Programa de operación y mantenimiento.....	92
2.1.12.1.	Administración.....	92
2.1.12.2.	Operación y mantenimiento.....	93
2.1.13.	Propuesta de tarifa.....	93
2.1.13.1.	Costo de operación (CO).....	94
2.1.13.2.	Costo de desinfección (CD).....	94
2.1.13.3.	Costo de administración (CA).....	94
2.1.14.	Presupuesto.....	95

2.1.15.	Evaluación socioeconómica	98
2.1.15.1.	Valor presente neto (VPN)	98
2.1.15.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	100
2.1.16.	Evaluación de impacto ambiental (EIA).....	101
CONCLUSIONES.....		103
RECOMENDACIONES		105
BIBLIOGRAFÍA.....		107
APÉNDICES.....		109
ANEXOS.....		113

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización de Sibinal.....	2
2.	Diagrama de momentos en losa superior del tanque, zona 2 cabecera municipal de Sibinal.....	33
3.	Armado del acero en viga de tanque.....	40
4.	Diagrama de corte de viga de tanque.....	41
5.	Diagrama de cuerpo libre de presiones en muro de tanque.....	45
6.	Sección del tanque de almacenamiento, zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal.....	49
7.	Distribución de agua potable en circuito cerrado.....	57
8.	Diagrama de distribución de caudal en el nodo 5.....	57

TABLAS

I.	Población en zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal.....	4
II.	Cálculo de aforo, fuente núm.1, cabecera municipal de Sibinal.....	10
III.	Cálculo de aforo, fuente núm. 2, cabecera municipal de Sibinal.....	11
IV.	Dotación de áreas rurales.....	11
V.	Distribución de momentos respecto del punto O en muro de tanque,.....	45
VI.	Distribución de viviendas en tubería secundaria.....	56
VII.	Diámetro en la tubería a utilizar en los tramos.....	59
VIII.	Pérdida de carga en la tubería a utilizar en los tramos.....	60
IX.	Método de Hardy-Cross (balance de caudales)1era. interacción.....	61
X.	Correcciones de subcircuitos. 1era. interacción.....	62

XI.	Método de Hardy-Cross (balance de caudales). 7ma. interacción.....	63
XII.	Tensión en el cable para diferentes valores de flechas.....	73
XIII.	Péndolas.....	77
XIV.	Presupuesto para agua potable por gravedad, de la cabecera municipal de Sibinal	96

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Asmin	Acero mínimo
Q	Caudal de diseño
Qmd	Caudal de día máximo
Qhm	Caudal de hora máximo
Qmd	Caudal medio diario
Quv	Caudal unitario de vivienda
ΔQ	Caudal de corrección
CDT	Carga dinámica total
Cut	Carga última total
a	Celeridad
Vac	Corte actuante
G	Concentración de cloro
Vcr	Corte resistente al concreto
Δ	Corrección para caudal
C	Coefficiente de rugosidad según material de tubería
Cpz	Cota piezométrica
\emptyset	Diámetro
E-	Estación topográfica
Ka	Empuje activo
Kp	Empuje pasivo
Fdm	Factor de día máximo
Fhm	Factor de hora máxima
Fa	Fuerza del agua

F_s	Fuerza del suelo
kg	Kilogramo
kg – m	Kilogramo por metro
psi	Libras por pulgada cuadrada
l	Litros
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud
m	Metro
m³	Metro cúbico
F_y	Módulo de fluencia de acero
M_u	Momento último de diseño
H_f	Pérdida de carga
H_{fv}	Pérdida por velocidad
H_{fm}	Pérdida menor
t	Período de diseño
P_o	Población actual
P_f	Población futura
P_d	Presión dinámica
CE	Presión estática
R	Radio de giro
TH	Tensión horizontal

GLOSARIO

Accesorio	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, tees, coplas, entre otros.
ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano de Concreto).
Acueducto	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones.
Acuífero	Son formaciones geológicas capaces de contener y permitir el movimiento del agua a través de sus poros. Manto: formación o estructura geológica de rocas, grava y arena, situada encima de una capa impermeable, que posee la capacidad de agua que fluye en su interior. Este flujo se produce entre los poros que se intercomunican, es de velocidad variable y obedece a las condiciones específicas de permeabilidad de cada tipo de formación. Los términos manto acuífero y depósito de manto acuífero, así como estrato acuífero y acuífero son sinónimos.
Aforo	Medición del volumen de agua que fluye de una fuente por unidad de tiempo.

Agua potable	Agua que es sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Altimetría	Parte de la topografía que mide los cambios de alturas en terrenos.
Acero mínimo	Cantidad de acero determinado por la sección y límite de fluencia del acero, necesario para evitar grietas por cambios de temperatura.
Análisis físicoquímico	Análisis que determina el color, olor, turbiedad, temperatura, sabor y dureza del agua, además de analizar sus parámetros químicos.
Bacteria	Microorganismo unicelular procarionte, cuyas diversas especies causan las fermentaciones, enfermedades o putrefacción en los seres vivos o en la materia orgánica.
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo, la cual pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Concreto ciclopeo	Fundición a base de piedra bola y una proporción de sabieta que adhiere las rocas para crear un solo elemento.

Consumo	Volumen de agua que es utilizado por la unidad consumidora. Está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece y que lo hace variar de una población a otra.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Demanda	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
Desinfectar	Quitar al agua una infección o la propiedad de causarla, destruyendo gérmenes nocivos y evitando su desarrollo.
Dotación	Cantidad de agua asignada para cada habitante por día para satisfacer sus necesidades, considerando factores tales como el clima, condiciones socioeconómicas y tipo de abastecimiento.
Dureza	Término utilizado para expresar el contenido en el agua de compuestos de calcio y magnesio, jabón o incrustaciones en la tubería.
Golpe de ariete	Sobrepresión causada por el fenómeno que se produce al momento de cerrar una válvula bruscamente o cuando hay algún cese de energía.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.

INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Nacimiento	Lugar del brote a la superficie de un acuífero.
Peso específico	Es el peso por unidad de volumen.
Pérdida de carga	Es la energía por masa unitaria de agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto. Se convierte de energía mecánica a energía térmica. El agua pierde energía por frotamiento con las paredes de la tubería, las asperezas, la rugosidad, los cambios de diámetro y los cambios de dirección.
Piezométrica	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de la tubería.
Presión	Carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica, expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.
Sedimento	Materia que deja de estar suspensa en el agua, depositándose en el fondo del recipiente que la contiene, debido a la gravedad.

RESUMEN

Este trabajo de graduación presenta una solución factible para una necesidad de la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal, a través de un sistema autosostenible y de fácil manejo.

El proyecto de abastecimiento de agua potable está conformado por la captación de dos fuentes actuales, ubicadas en las partes altas del cantón Tocapote, a una distancia de 1,08 km, y la incorporación de dos nuevas, ubicadas en el cantón Checambá, a una distancia aproximada de 3,9 km; también incluye dos tanques de almacenamiento ubicados en un predio nuevo, donde actualmente existe uno, así como las líneas de conducción y la red de distribución que abarcará en su totalidad a la zona 2 y partes de otras zonas que están abastecidas por el sistema actual.

Además de esto se instalarán hipocloradores en los tanques de almacenamiento, para la potabilización del agua. También, para una mejor administración del sistema de agua, se incorporarán contadores en las conexiones domiciliarias, considerando que no todos usan la misma cantidad de agua. Las variantes se determinan especialmente en comedores, restaurantes y otras actividades productivas.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal, San Marcos.

Específicos

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfico y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal de Sibinal, San Marcos.
2. Ubicar de manera estratégica cada una de las partes del sistema de abastecimiento de agua, de tal forma que no se produzca ningún inconveniente en el tiempo de operación del sistema.
3. Diseñar una red de distribución que sea capaz de suministrar agua de manera continua y con la misma presión en cada uno de sus puntos.
4. Diseñar un tanque de almacenamiento capaz de almacenar el suficiente líquido vital para cubrir demandas como el caudal máximo diario y que este pueda ser constante.
5. Capacitar al personal de OMAS (Oficina Municipal de Agua y Saneamiento), de la Municipalidad de Sibinal, sobre aspectos de operación, cloración y mantenimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

La cabecera municipal de Sibinal, San Marcos, cuenta con un sistema de abastecimiento de agua, el cual sirve a la zona 2 en aproximadamente un 90 % y parte de otras zonas. Este sistema de agua ya rebasó su período de diseño, además se tiene el aumento de la población en una manera significativa, así como el deterioro de la infraestructura, la cual cuenta con más de 25 años de haber sido construida. Por tal situación es necesario un nuevo sistema de abastecimiento de agua, que cubra las necesidades de los pobladores y que contribuya a mejorar su calidad de vida.

Con el proyecto de abastecimiento de agua potable, las condiciones básicas de la cabecera municipal de Sibinal se verán favorecidas, debido a que se suministrará agua en calidad y cantidad para el consumo humano. Así también, los usuarios que no contaban con el servicio de agua o que solo lo tenían parcialmente durante el día, tendrán acceso a ella de forma constante y eficiente.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía de la cabecera municipal de Sibinal, San Marcos

Antiguamente, el paraje de Chivinal estuvo habitado por indígenas de raza mam quienes, provenientes de Tacaná, se posesionaron de referido paraje, sin título que los acreditara como dueños, por lo que Francisco Roblero los denunció ante el maestro del campo Feliz Antonio de la Campa Cos, juez subdelegado de medidas y remedidas de tierras de la provincia de San Antonio Suchitepéquez y de los partidos de Quetzaltenango, Huehuetenango y Sololá; él ordenó se tomaran las medidas y se establecieran los límites del lugar, nombrando para el efecto a Antonio López y Miguel Jerónimo Rivadeneira, además de estar presentes regidores de la municipalidad de Tacaná, el escribano público y de gobierno Matheo de Peñafiel y el cura Pedro de Aristondo, quien se cree bautizó el lugar, por lo que se les toma a todos ellos como fundadores.

Según el testimonio del título de tierras del pueblo de San Miguel Sibinal, expedido por el supremo gobierno el 25 de junio de 1857, el municipio se fundó en el año 1879 aproximadamente, entre los días del 10 al 12 de febrero del mismo año, y es la fecha en que se trazaron sus límites y se tomó medida de su extensión territorial, teniendo una extensión de 1 562 cuerdas. Dichas medidas fueron tomadas por los peritos Antonio López, vecino de Tacaná, y Jerónimo Rivadeneira, en presencia de las autoridades mencionadas anteriormente.

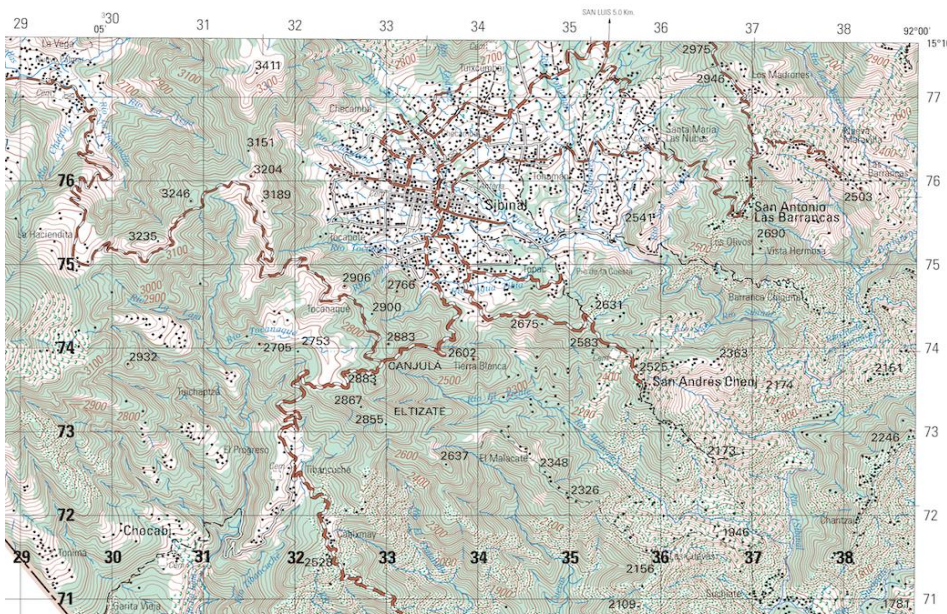
Existían también dos documentos históricos en los que se podía obtener información sobre los orígenes del municipio. Los documentos se conservaban

en el archivo municipal y eran: *Testimonio del título de tierras del pueblo de San Miguel Sibinal*, expedido por acuerdo del supremo gobierno el 25 de junio de 1857, y *Testimonio de los actos instruidos sobre las medidas de las 6 caballerías y 9 ½ cuerdas de San Miguel Chivalnal*. Estos documentos ya no existen, pues se quemaron en el año 1981, cuando la guerrilla quemó el edificio municipal.

1.1.1 Ubicación y localización

El municipio de Sibinal está localizado en la parte norte del Departamento de San Marcos, a 318 km de la ciudad capital y a 75 km de la cabecera departamental de San Marcos (73 km de asfalto y 1 km de terracería). Se llega por medio de la misma carretera (RN 12) que conduce a Tacaná con entronque a la altura del caserío Tojchis, con desvío de 7 kilómetros sobre el lado izquierdo.

Figura 1. Localización de Sibinal



Fuente: Mapa 1:50,000. Sibinal, San Marcos. 1761 II E754 edition 2 – IGN.

1.1.2 Extensión territorial

Según DMP (Dirección Municipal de Planificación) de Sibinal, 2008, la extensión territorial del Departamento de San Marcos es de 3 791 km², y la densidad poblacional para el año 2002 era de 210 habitantes por km², mientras que la extensión territorial del municipio es de 176 km², lo cual equivale al 4,64 % del total del departamento, con una densidad poblacional de 75 habitantes por km² en el año 2002, lo cual significa que la población para ese año tenía mayor tendencia de tierra que la población actual y que existía menos competencia por el uso de los recursos naturales disponibles.

1.1.3 Límites y colindancias

El municipio está delimitado de la siguiente manera: al norte con el municipio de Tacaná, al sur con el municipio de Tajumulco y el estado de Chiapas, al este con el municipio de Ixchiguan y Tajumulco, y al oeste con el estado de Chiapas, México.

1.1.4 Clima

El municipio de Sibinal cuenta con un clima variado, ya que su topografía cuenta con la mayor parte de territorio con clima frío, en menor cantidad con clima cálido y en una pequeña parte con clima templado. Según la estación meteorológica de San Marcos "EFA", se reporta una precipitación pluvial mínima de 2,80 mm a un máximo de 43,70 mm, promediando un 17,2 mm, distribuidos en los 12 meses del año, siendo la época lluviosa entre el mes de mayo y el mes de octubre, por lo cual el verano se da entre los meses de noviembre y abril. La humedad relativa anual es del 88,05 %, con una

temperatura máxima promedio anual de 20,43 °C y una temperatura mínima promedio de 5,86 °C.

1.1.5 Población e idioma dominante

El municipio de Sibinal está dividido territorialmente en 7 aldeas, 16 caseríos, 9 cantones, 22 parajes, 1 barrio, 2 parcelamientos y la cabecera municipal. La población total es de 13 268 habitantes, de los cuales 6 501 son hombres (49 %) y 6 767 son mujeres (51 %). Esta población se distribuye según edades y sexo, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla I. **Población en zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal**

No.	Municipio	Cabecera	Cabecera	Cabecera
Lugar	SIBINAL	Zona 1	Zona 2	Zona 3
N. V/2014 Reg. En el Sistema	484	41	31	21
<1 año	511	156	138	134
1 a 4	1950	178	159	146
5 a 9	2287	169	143	133
10 a 14	2155	149	141	135
15 a 19	1983	136	120	116
20 a 24	1815	244	220	218
25 a 39	3426	126	69	64
40 a 49	1121	71	70	65
50 a 59	816	87	84	85
60 a Más	1109	1357	1175	1117
TOTAL	17174	271.4	235	223.4
Total Mujeres	9580	700	606	576
Total Hombres	7595	657	569	541

Fuente: área de Salud de Sibinal, San Marcos, 2015.

El idioma oficial de Sibinal es el español y en segundo lugar es el mam. Este último se está perdiendo a causa de que los jóvenes y adultos viajan a los ejidos de México a trabajar y, cuando regresan, vienen hablando solo el español.

1.1.6 Educación

La tasa neta en cobertura educativa para el año 2014 estaba de la siguiente forma: en primaria 104,14 %, ya que se considera que existe desplazamiento de alumnos de otros lugares poblados; en secundaria 37,84 % y diversificado 7,26 %. La tasa neta de cobertura primaria de todos los sectores es de 102 %. La tasa neta de matriculación primaria para hombres es 50,3 % y para mujeres es 49,7 %. El avance educativo respecto a la matrícula en el municipio es de 70,3 % en un período de 4 años, con un avance del 12,60 %, que es relativamente corto respecto al nacional, que tuvo 90 %, pero a nivel departamental es San Marcos quien obtuvo el mejor avance con 79,6 %.

1.1.7 Salud

La infraestructura en salud en el municipio de Sibinal se integra por un Centro de Atención Permanente (CAP), un puesto de salud y tres unidades mínimas de salud, contando con infraestructura y equipamiento médico. La mitad del personal está capacitado especialmente para los puestos de salud y unidades mínimas. La atención y el recurso humano se consideran regulares y, en algunos casos, buenos. La disponibilidad de medicinas se considera precaria, según información que se recopiló en el taller de mapeo participativo.

En cuanto a la atención de las mujeres que van a dar a luz, en su gran mayoría, son atendidas por equipo empírico que representa el 75 %; son aquellas que no han tenido cierto tipo de capacitación.

1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la cabecera municipal de Sibinal, san marcos

Según los estudios que realizan los miembros del COCODE con ayuda de la Dirección Municipal de Planificación, y con base en la mayor necesidad que se presenta en los pobladores, se obtienen como prioridades:

1.2.1 Descripción de las necesidades

Las necesidades más relevantes en la zona 2 de la cabecera municipal se presentan a continuación, siendo estas de suma importancia para el desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes:

- Mejoramiento del servicio de agua potable, ya que el sistema actual se encuentra obsoleto, debido a que el período de diseño ha concluido y la población ha crecido en gran cantidad, impidiendo el suministro adecuado del vital líquido, por lo que el agua es escasa y no llega a las familias que se encuentran sobre el nivel del tanque de almacenamiento, poniendo en riesgo la salud de los más vulnerables dentro de la comunidad.
- Implementación de un sistema de drenaje más adecuado, con mayor capacidad en volumen y cobertura, debido a que algunas familias ubicadas en las orillas de la zona 2 no poseen conexión al sistema de drenaje actual para la deposición de sus excretas o desechos humanos, contribuyendo a la problemática ambiental y a la proliferación de enfermedades que pueden afectar a la comunidad.

- Se nota la importancia de un sistema de tratamiento de desechos sólidos, ya que no se cuenta con un manejo del mismo o un lugar donde se pueda depositar o tratar todo este desecho de una forma sanitaria correcta.

1.2.2 Evaluación y priorización de las necesidades

Para la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal, de acuerdo con la municipalidad de Sibinal y los COCODE, se priorizaron las necesidades básicas, para promover una solución a la mayor necesidad que existe en la población, la cual consiste en implementar un sistema de abastecimiento de agua potable que pueda suministrar el vital líquido a todas las personas de la zona 2 de una manera abundante y constante, evitando así el acarreo de agua de otros lugares y la utilización de agua que se considere no apta para el consumo humano.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal

La implementación del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, mejorará las condiciones de vida de la población, debido a que se suministrará de una forma adecuada y constante, evitando cualquier tipo de enfermedad.

2.1.1 Descripción general del proyecto, zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal

El sistema de agua potable de la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal se diseñará como un sistema por gravedad, debido a la topografía del lugar, ya que es un área bastante montañosa en la línea de conducción y la red de distribución. Se cuenta con una serie de fuentes que serán captadas en dos diferentes sistemas y producirán un caudal suficiente, el cual se almacenará en dos tanques con capacidad para 150 metros cúbicos cada uno, cubriendo así la demanda de la población actual y la población futura. Las redes de distribución constarán de una red principal, que cubrirá el área con mayor pendiente, de tal forma que la presión de la tubería sea constante en todos sus puntos y una serie de ramales, en las partes donde no sea simétrica y bastante extensa, que parten de la misma red cerrada.

Ambos sistemas de agua potable serán intradomiciliares, lo que significa que cada vivienda tendrá derecho a tener varios grifos, con una dotación que

contempla los 150 litros por habitante cada día; además brindará agua apta para el consumo humano, ya que solo necesita de desinfección bacteriológica por medio de tabletas de tricloro, como se recomienda en los resultados fisicoquímicos y bacteriológicos realizados a las muestras de las fuentes. El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se basó en las normas de UNEPAR-INFOM y en las normas COGUANOR 29 001 para la calidad de agua.

2.1.2 Aforo, dotación y tipo de fuente

El aforo realizado a las fuentes se efectuó en época de verano (mes de abril), por medio del método volumétrico, que consiste en medir el tiempo que se tarda en llenar un recipiente con un volumen conocido, por lo cual se llenó cinco veces para tener mayor precisión, obteniendo el promedio para determinar el caudal. En el procedimiento realizado se obtubieron los resultados del aforo como se presentan en las tablas:

Tabla II. **Cálculo de aforo, fuente núm.1, cabecera municipal de Sibinal**

FUENTE No.1		
HORA DEL AFORO:		10:30 a.m.
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (Lts)		21.55
PRUEBA	TIEMPO (seg)	CAUDAL
1	20.20	1.07
2	20.20	1.07
3	20.18	1.07
4	20.18	1.07
5	20.20	1.07
CAUDAL PROMEDIO (l/s):		1.07

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Cálculo de aforo fuente núm.2, cabecera municipal de Sibinal**

FUENTE No.2		
HORA DEL AFORO:		8:00 a.m.
VOLUMEN DEL RECIPIENTE (Lts)		21.55
PRUEBA	TIEMPO (seg)	CAUDAL
1	4.72	4.57
2	4.64	4.64
3	4.67	4.61
4	4.61	4.67
5	4.69	4.59
CAUDAL PROMEDIO (l/s):		4.62

Fuente: elaboración propia.

La dotación es la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante beneficiado, se expresa en litros por habitante por día. Para determinar la cantidad de la dotación que se asignará deben tomarse varios factores como los servicios de consumo, estilo de vida, entre otros. Según la *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable*, para zonas rurales con servicios intradomiciliares con opción a varios grifos, la dotación debe estar entre los 90 y 170 litros, de tal forma que para el proyecto se tomará una dotación de 150 litros por habitante por día.

Tabla IV. **Dotación de áreas rurales**

Servicio	Dotación (lts / hab / día)
Llena cántaros exclusivamente	30-60
Llena cántaros y conexiones prediales	60-90
Conexiones prediales fuera de la vivienda	60-120
Conexión intradomiciliar con opción a varios grifos por vivienda	90-170
Pozo excavado o incado con bomba manual	20 mínimo
Aljibes	20

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de acueductos Rurales.

2.1.3 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento poblacional es el incremento de habitantes en un determinado tiempo. Este aumento puede ser cuantificado y expresado en porcentaje, determinando el cambio de número de individuos en una población. Según los datos del Ministerio de Salud, censo de población realizado por el CAP (Centro de Atención Permanente), en el año 2015 la cabecera municipal de Sibinal, San Marcos, posee una tasa de crecimiento correspondiente al 1,70 % y una densidad aproximada de 7 habitantes por vivienda.

2.1.4 Período de diseño

Es el tiempo en el que se considera que un diseño de abastecimiento de agua es funcional y brinda un servicio con eficiencia del 100 %, aunque existen factores que llegan a influir en el período del diseño, de tal forma que se acorte; estos pueden ser la operación, mantenimiento y capacidad de administración. Este período inicia desde la construcción e inicio de funcionamiento hasta que el sistema cumpla con sus condiciones de diseño. Según lo recomendado por la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), para sistemas por gravedad el período de diseño es de 20 años, mas 2 años correspondientes al trámite y ejecución del proyecto, siendo un total de 22 años.

2.1.5 Población futura

Para este proyecto se calcula por medio del método geométrico, el cual consiste en calcular la cantidad de habitantes al final del período de diseño según la tasa de crecimiento poblacional que se tenga registrada. En este caso

se utilizará la población beneficiada con el sistema de agua, calculándose de la siguiente manera:

$$P_f = P(R+ 1)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P = población actual según censo realizado en EPS = 1 862 habitantes

R = tasa de crecimiento poblacional = 1,7%

n = período de diseño = 22 años

Evaluando:

$$P_f = 1862(0,017+ 1)^{22}$$

$$P_f=2697.99$$

Tomando múltiplos de 10 la población futura será de:

$$P_f= 2700 \text{ habitantes}$$

2.1.6 Factores de consumo y caudales

2.1.6.1 Factor de día máximo (FDM)

Es un factor de consumo que definirá el consumo máximo de agua en un día, registrado durante un año. Este valor afecta al caudal utilizado en la línea de conducción. Cuando no se cuenta con registro de consumo diario se puede calcular en relación de la población futura y de la dotación asignada en un día.

Según la norma UNEPAR 4,3,1, inciso c), se establecen los siguientes rangos:

Para poblaciones futuras <1 000 habitantes el rango esta entre 1,2 a 1,5

Para poblaciones futuras >1 000 habitantes es de 1,2

Área rural = entre 1,2 y 1,8

Área urbana = 2

Se adoptará un factor de día máximo de 1,4, debido a que la diferencia entre la población futura y población actual es menor de 1 000 habitantes.

2.1.6.2 Factor de hora máximo (FHM)

Es un factor de consumo que definirá el consumo máximo de agua en una hora, registrado durante un día. Este valor es utilizado en el caudal conducido en las redes de distribución. Cuando no se cuenta con registro de consumo máximo horario se puede calcular en relación de la población futura y de la dotación asignada en un día.

Según la norma de UNEPAR 4,3,1, inciso c), se recomienda:

Para población \leq 1 000 habitantes = 2 a 3

Para población > 1 000 habitantes = 2

Área rural = entre 1,8 y 2

Área urbana = entre 2 y 3

Se adoptará un factor de hora máximo de 2,3, debido a que es una área urbana.

2.1.6.3 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua consumida en un día por una población, como resultado del promedio de registros en un año; es conocido también como caudal medio. Si no se poseen registros de este caudal también se puede calcular por medio de la población y la dotación asignada para cada habitante en un día. De tal manera que el caudal medio se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{med} = \frac{P_f \cdot \text{dotación}}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{md} = caudal medio

P_f = población futura

Dotación en litros por habitante por día

$$Q_{med} = \frac{2698 \cdot 150}{86\ 400}$$

$$Q_{med} = 4,684 \frac{l}{s}$$

2.1.6.4 Caudal máximo diario

Este es el consumo máximo de agua que puede haber en un día, es conocido también como caudal de conducción, se puede presentar cuando hay una actividad donde estén involucrados todos los habitantes de una población, excluyendo incendios. Si no existiera registro alguno de este caudal se puede calcular a través del caudal medio y el FDM. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{dm} = FDM * Q_{med}$$

Donde:

Q_{dm} = caudal máximo diario

FDM = factor de día máximo

Q_{med} = caudal medio diario

$$Q_{dm} = 1,4 * 4,684 \frac{l}{s}$$

$$Q_{dm} = 6,557 \frac{l}{s}$$

2.1.6.5 Caudal máximo horario

Este caudal indica el mayor consumo durante una hora en el día y es utilizado en el diseño de la red de distribución. Para determinar este caudal, si no existiera registro, se utiliza el caudal medio afectado por el FHM. Se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{hm} = F_{hm} * Q_{med}$$

Donde:

Q_{hm} = caudal máximo horario

FHM = factor de hora máxima

Q_{med} = caudal medio

$$Q_{hm} = 2,3 * 4,684 \frac{l}{s}$$

$$Q_{hm} = 10,773 \frac{l}{s}$$

2.1.7 Calidad de agua

El agua es un elemento indispensable para la vida, por tal motivo se debe garantizar a la población la potabilidad de la misma, sometiéndola a exámenes de laboratorio en los que se efectuarán análisis físicos, químicos y bacteriológicos. Las muestras de agua fueron tomadas directamente de la fuente y transportadas en condiciones de refrigeración al laboratorio antes de 24 horas. Los resultados de los análisis del agua indicaron que el agua es sanitariamente apta para el consumo humano, recomendando como una medida de seguridad un tratamiento bacteriológico a base de cloro (ver inciso 2.1.11.6).

Los análisis están basados en la norma COGUANOR 29 001 y en la toma de muestras bajo COGUANOR NGO 29 002 h18 y COGUANOR NGO 29 002 h19. Dichas normativas son exigidas por el Código de Salud, en el artículo 88, y los resultados pueden observarse en el anexo.

2.1.7.1 Examen bacteriológico

Este tipo de examen se basa en que el agua puede poseer contaminación de organismos patógenos, los cuales pueden causar enfermedades gastrointestinales, principalmente con materia fecal, ya que se busca la presencia del grupo coliforme, el que comprende los bacilos *Escherichia Coli* y el *Aerobacter Aerógenes*.

La primera es un huésped normal del intestino del ser humano y de los animales de sangre caliente, la segunda además de localizarse en las heces

fecales, es muy probable que se encuentre en raíces de vegetales y algunas semillas.

El resultado del examen bacteriológico indica que el agua es apta para consumo humano, según la norma COGUANOR 29 001. Con el objetivo de garantizar la calidad del agua se le incorporará un sistema de desinfección a base de pastillas de tricloro, el cual se usará con el objetivo de evitar cualquier contaminación que exista en los accesorios, tuberías o elementos estructurales del sistema de agua potable.

2.1.7.2 Examen fisicoquímico

En este tipo de análisis se establecen las características físicas que puede poseer el agua, las que pueden ser detectadas con los sentidos tales como: color, turbiedad, sabor, olor y potencial de hidrógeno. Además de lo antes mencionado, en este examen se determinan sustancias químicas que pueden dañar la salud, tubería y equipo del sistema; entre los que se pueden presentar son los aniones (hierro, calcio, magnesio, entre otros) y cationes (nitritos, sulfatos, fluoruros y cloruros).

El resultado que se obtuvo del examen fisicoquímico sanitario indica que, desde el punto de vista de la calidad química el agua, esta cumple con la Norma COGUANOR NGO 29 001. Todas las determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables.

2.1.8 Fórmulas, coeficientes y diámetros de tuberías

Para el diseño de la línea de conducción es necesario encontrar el diámetro de tubería que conducirá el agua, de forma eficiente y a una velocidad adecuada, desde las cajas de captación al tanque de almacenamiento.

La ecuación a utilizar para el diseño de la línea de conducción es la de Hazzen-Williams, en esta se utilizará tubería de cloruro de polivinilo rígido (PCV), con un coeficiente de 150 y 100 para tubos de hierro galvanizado (HG):

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

Despejando para el diámetro:

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

Donde:

ϕ = diámetro de la tubería (pulg)

L = longitud de la tubería (con un incremento de 1,05)

Q = caudal de día máximo o caudal de conducción (l/s)

C = coeficiente de fricción interno (HG =100, PVC = 150)

H_f = diferencia de cotas (m)

Cuando ya se ha obtenido el diámetro para la línea de conducción se calculan las pérdidas reales generadas en la tubería, utilizando el diámetro interno:

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

Donde:

H_f = pérdida de carga (m)

L = longitud de la tubería (con un incremento de 1,05)

Q = caudal de día máximo o caudal de conducción (l/s)

C = coeficiente de fricción interno (HG = 100, PVC = 150)

∅ = diámetro de la tubería (pulg)

2.1.9 Presiones y velocidades

La tubería a utilizar en el diseño hidráulico dependerá de las pérdidas de presiones que en ella se manifiesten. Estas no pueden exceder los parámetros estipulados según las normas, de tal forma que la tubería no se agriete o colapse, por lo cual es necesario conocer conceptos básicos de presión.

2.1.9.1 Presión estática

Esta presión se manifiesta cuando el líquido contenido en la tubería o tanque que la alimenta se encuentra en reposo. Es igual a la altura a la que se encuentra la superficie libre del agua multiplicada por su propio peso específico. Por motivos de seguridad, la máxima presión estática a la que puede estar sometida la tubería debe estar comprendida entre el 90 y 95 % de la presión de trabajo proporcionada por el fabricante. Si en caso supera esta presión será necesario sustituirla por una de mayor resistencia o implementar una caja rompepresión.

2.1.9.2 Presión dinámica

Esta es la que se manifiesta cuando el líquido contenido en la tubería está en movimiento, es decir que la energía estática se transforma en energía dinámica, ocasionando un cambio de presión de un punto a otro. Esta disminuye su valor en función de la fricción que es generada por el contacto de líquido conducido y la pared de la tubería. La presión dinámica tiene que estar entre la mínima de 10 m.c.a. y la máxima de 40 m.c.a.

2.1.9.2 Velocidades

La velocidad a la que se debe transportar el líquido dentro de la tubería para que este llegue al punto deseado se debe encontrar dentro de los parámetros establecidos por las normas UNEPAR, siendo estos:

- En conducción, como máxima 0,40 metros por segundo y como mínima 3,00 metros por segundo.
- En distribución, como máxima 0,60 metros por segundo y como mínima 3,00 metros por segundo, pero los fabricantes sugieren velocidades de 0,40 a 4,0 metros por segundo.

2.1.10 Levantamiento topográfico

Sirve para obtener información importante del diseño hidráulico, como la ubicación y localización de cada una de las partes importantes del sistema de abastecimiento de agua. Además ubica características naturales como zanjones, ríos, puntos altos y bajos del área, así como características artificiales como cajas rompedoras y válvulas. La topografía se realizó

utilizando un teodolito digital de doble pantalla, con una precisión de cinco segundos, estadal, cinta métrica, brújula y estacas.

2.1.10.1 Planimetría

El levantamiento planimétrico se realizó por medio de una poligonal abierta y el método de conservación de azimut con vuelta de campana, con el fin de determinar la longitud del proyecto, localización de accidentes geográficos y características principales del área como carreteras, ríos, viviendas, entre otros.

2.1.10.2 Altimetría

En este levantamiento se mide la diferencia de niveles de terreno entre cada una de las partes del sistema de abastecimiento de agua, ya que estas influirán directamente en el diseño hidráulico, siendo proyectado en un plano vertical. El método utilizado para este proyecto fue el taquimétrico (ver resultados en plano topográfico en anexo).

2.1.11 Diseño hidráulico del sistema

En este proceso se diseñará el conjunto de tuberías libres y forzadas que conllevará el sistema de abastecimiento, con el fin de que el agua captada de las fuentes sea transportada hacia el tanque de almacenamiento, garantizando que el agua llegue de manera continua a cada vivienda. Para el diseño hidráulico de la tubería de la línea de conducción y red de conducción se elaboraron hojas de cálculo.

2.1.11.1 Captación

Se trata de obras estructurales capaces de captar en su totalidad o parcialmente el agua de nacimiento para su almacenamiento; además de ello tendrán que garantizar la seguridad y durabilidad, así como deberá de reducir el riesgo de contaminación de la fuente a través de escorrentías, elementos externos como insectos, entre otros. En este proyecto se usarán captaciones típicas que consisten en muros de concreto ciclópeo, losa y tapaderas de concreto armado, filtro de piedra con diámetros de 6" y 8", pichacha, desagüe y rebalse.

2.1.11.2 Línea de conducción

Conjunto de tuberías forzadas que conducen el agua desde las obras de captación hasta el tanque de almacenamiento. El diseño hidráulico de la línea de conducción será por gravedad, para lo cual es importante tener en cuenta principios de hidráulica como carga disponible, piezométrica, pérdidas de carga, entre otros. Además se tendrá que basar en aspectos técnicos y económicos para los que tendrán que considerarse la capacidad y presión hidrostática que necesitará tener la tubería que transportará el caudal de agua; en algunos casos, se utilizan algunos elementos necesarios para reducir presiones, de tal forma que el agua llegue de una manera adecuada al tanque de almacenamiento.

Debido a que no se tienen registros de los caudales diarios que la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal consume durante un año, según UNEPAR-INFOM se utilizará el caudal máximo diario. A continuación se muestra el ejemplo sobre el cálculo de un tramo:

Datos:

Cota inicial del tramo	= E-1.1	= 1000.48 m
Cota final del tramo	= E-20	= 973,34 m
Cota piezométrica	= Cp _{zE-20}	= 980,67 m
Longitud de diseño	= L	= 736 m
Caudal máximo diario	= Q _{md}	= 1,07 l/s
Coefficiente "C" pvc	= C	= 150

Cálculo de carga disponible:

Carga disponible H_f disp

$$H_f = \text{cota}_{E-1.1} - \text{cota}_{E-20}$$

$$H_f = 1000,48 - 973,34$$

$$H_f = 27,14 \text{ m}$$

Calculando el diámetro teórico:

Para este cálculo se utilizó la ecuación de Hazen Williams:

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

Donde:

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * 736 * 1,05 * 1,07^{1,85}}{150^{1,85} * 27,14} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1.42''$$

$$\phi = 1'' \text{ y } 1\frac{1}{2}''$$

Por la topografía del terreno y para asegurar una menor pérdida en el diseño se tomará el diámetro comercial de 1 ½ pulgadas.

Pérdida de carga:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$
$$H_f = \frac{1\,743,811 * 736 * 1,05 * 1,07^{1,85}}{150^{1,85} * 1,754^{4,87}}$$
$$H_f = 9,33 \text{ m}$$

Cota piezométrica final:

$$C_{pZE-1.1} = C_{pZE-1.1} - H_f$$

$$C_{pZE-1.1} = 1\,000,48 - 9,33$$

$$C_{pZE-0} = 991,15 \text{ m}$$

Presión dinámica final:

$$PD = \text{Cota piezométrica en (E-20)} - \text{Cota de terreno en (E-20)}$$

$$PD_{E-20} = 991,15 - 973,34$$

$$PD_{E-20} = 17,81 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad:

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

Donde:

V = velocidad que produce el agua (m/s)

Q = caudal de día máximo (lts/s)

Φ = diámetro nominal de la tubería (in)

Sustituyendo:

$$V = \frac{1,974 \cdot 1,07}{1,754^2}$$

$$V = 0,69 \text{ m/s}$$

Según las normas de UNEPAR, la velocidad se tiene que encontrar entre 0,40 m/s < 0,69 m/s < 3,0 m/s, por lo cual el diámetro propuesto cumple, según el cuadro de cálculo.

2.1.11.3 Tanque de almacenamiento

Estos tanques normalmente son construidos de concreto ciclópeo, concreto armado o mampostería reforzada con una cubierta de losa de concreto armado. Deben mantener el funcionamiento hidráulico y servicio eficiente del sistema de distribución, de tal forma que puedan compensar las variaciones de consumo a lo largo del día. La ubicación tiene que ser más alta que la vivienda más cercana, de manera que puedan suministrar el agua a cualquier punto de la red de distribución. En este caso el tanque estará semienterrado, debido a que el terreno posee inclinación; tendrá aberturas para ingreso, sistema de rebalse y una salida para mantenimiento.

2.1.11.3.1 Volumen de almacenamiento

El volumen de los tanques dependerá del consumo real de la población beneficiada. Cuando no se posee el registro de esta demanda se tomará entre el 25 y 40 por ciento del consumo medio diario para sistemas por gravedad, según las normas de UNEPAR. Para este proyecto se tomará el 40 % del consumo medio diario. Se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Vol} = \frac{40\% * Q_{\text{med}} * 86\ 400}{1\ 000}$$

Donde:

Vol = volumen del tanque

Qmed = caudal medio

$$\text{Vol} = \frac{40\% * 4.684 \text{ lts/seg} * 86\ 400}{1\ 000}$$

$$\text{Vol} = 149.09 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

Por lo tanto, se diseñará un tanque de 150 metros cúbicos.

2.1.11.3.2 Diseño del tanque

El tanque que se utilizará para el almacenamiento de agua en el sistema se diseñará para que trabaje con muros de gravedad de concreto ciclópeo, ya que este material es fácil de conseguir en la región. La cubierta será de losa de concreto armado, con dos vigas en el sentido corto para dividir el área.

Datos:

Densidad del agua	= 1 ton/m ³
Peso volumétrico del suelo	= 1,5 ton/m ³
Peso volumétrico de la piedra	=2,7 ton/m ³
Ángulo de fricción interna ϕ	=28°
Esfuerzo del concreto (f'_c)	= 210 kg*cm ²
Módulo de fluencia del acero (f_y)	=2 810 kg/cm ²
Volumen del tanque	=150 m ³
Valor de soporte del suelo	= 15,0 ton/m ² (asumido)

Diseño estructural de la losa

Se determinarán las dimensiones del tanque con la condición de que el lado largo sea dos veces el lado corto y una altura que no sobrepase los 3 metros:

$$V = B * L * h = B * 2B * h = 2B^2 * h$$

$$150\text{m}^3 = 2 * 6^2 * h$$

$$h = \frac{150}{72} = 2.08\text{m}$$

$$L = 2B = 2 * 6 = 12\text{m}$$

Dimensiones:

Largo = 12,0 m

Ancho = 6,0 m

Altura llenado = 2,20 m

La losa se dividirá en tres secciones cargadas con vigas secundarias, se diseñará con el método tres del código de American Concrete Institute (ACI).

Relación de coeficientes de momentos:

$$m = \frac{a}{b} > 0,5$$

Donde:

a = lado corto de la losa

b = lado largo de la losa

Sustituyendo datos:

$$a = 4,0 \text{ m}$$

$$b = 6,0 \text{ m}$$

Cómo trabaja:

$$\frac{a}{b} = \frac{4,0}{6,0} \quad m = 0,667$$

Debido a que la relación es mayor a 0,5, la losa debe diseñarse en dos sentidos, aplicando el caso seis para las losas de los extremos y el caso cinco en la losa central del método tres del ACI.

Para calcular el espesor de la losa se usa la siguiente fórmula:

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{(2 \cdot 4,0) + (2 \cdot 6,0)}{180}$$

$$t = 0,11 \text{ m (Losa tradicional)}$$

Según ACI, las losas en dos sentidos deben estar en el rango $0,09 < t < 0,12$, por lo tanto se tomará una losa de 11 centímetros de espesor.

Integración de cargas:

Carga muerta= CM

Carga viva= CV

Carga última= Cu

Carga muerta (CM)

$$\text{Peso propio de la losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,11 \text{ m} = 264 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de acabados rústicos + sobrecarga} = \underline{70 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Carga muerta total} = 334 \text{ kg / m}^2$$

La carga viva la componen las fuerzas externas que actúan en la estructura.

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

$$\text{Carga última} = 1,4 (W_{\text{losa}} + W_{\text{sobrecarga}}) + 1,7 (C.V.)$$

$$C_u = 1,4 \cdot (334 \text{ kg / m}^2) + 1,7 \cdot (100 \text{ kg / m}^2)$$

$$C_u = 637,6 \text{ Kg / m}^2$$

Cálculo de momento actuante en la losa

Este se calcula según el método tres del ACI, o caso seis para las losas que son discontinuas en tres de sus cuatro lados.

Momentos negativos:

$$M_{a-} = C_{am-} \cdot C_u \cdot a^2$$

$$M_{a- \text{ cu}} = (0,093) \cdot (637,6 \text{ kg/m}^2) \cdot (4,0 \text{ m})^2 = 948,749 \text{ kg}$$

$$M_{b-} = C_{bm-} \cdot C_u \cdot b^2$$

$$M_{b- \text{ cu}} = (0,0) \cdot (637,6 \text{ kg/m}^2) \cdot (6,00 \text{ m})^2 = 0,0 \text{ kg}$$

Momentos positivos:

$$M_{a+} = C_{a+} \cdot C_u \cdot a^2$$

$$M_{a+ \text{ cm}} = (0,054) \cdot (467,6 \text{ kg/m}^2) \cdot (4,0 \text{ m})^2 = 404,006 \text{ kg-m}$$

$$M_{a+ \text{ cv}} = (0,064) \cdot (170 \text{ kg/m}^2) \cdot (4,0 \text{ m})^2 = 174,08 \text{ kg-m}$$

$$M_{a+} = 578,086 \text{ kg-m}$$

$$M_{b+} = C_{b+} \cdot C_u \cdot b^2$$

$$M_{b+ \text{ cv}} = (0,007) \cdot (467,6 \text{ kg/m}^2) \cdot (6,0 \text{ m})^2 = 117,835 \text{ kg-m}$$

$$M_{a+ \text{ cm}} = (0,010) \cdot (170 \text{ kg/m}^2) \cdot (6,00 \text{ m})^2 = 61,2 \text{ kg-m}$$

$$M_{b+} = 179,035 \text{ kg-m}$$

caso cinco para la losa que es discontinua en dos de sus cuatro lados.

Momentos negativos:

$$M_{a-} = C_{am-} \cdot C_u \cdot a^2$$

$$M_{a- cu} = (0,087) * (637,6 \text{ kg/m}^2) * (4,0\text{m})^2 = 887,539\text{kg}$$

$$M_{b-} = C_{bm-} * C_u * b^2$$

$$M_{b- cu} = (0,0) * (637,6\text{kg/m}^2) * (6,00\text{m})^2 = 0,0 \text{ kg}$$

Momentos positivos:

$$M_{a+} = C_{a+} * C_u * a^2$$

$$M_{a+ cm} = (0,036) * (467,6 \text{ kg/m}^2) * (4,0\text{m})^2 = 269,338 \text{ kg-m}$$

$$M_{a+ cv} = (0,055) * (170 \text{ kg/m}^2) * (4,0\text{m})^2 = 149,6 \text{ kg-m}$$

$$M_{a+} = 418,938 \text{ kg-m}$$

$$M_{b+} = C_{b+} * C_u * b^2$$

$$M_{b+ cv} = (0,004) * (467,6 \text{ kg/m}^2) * (6,0\text{m})^2 = 67,334 \text{ kg-m}$$

$$M_{a+ cm} = (0,009) * (170 \text{ kg/m}^2) * (6,00\text{m})^2 = 55,08 \text{ kg-m}$$

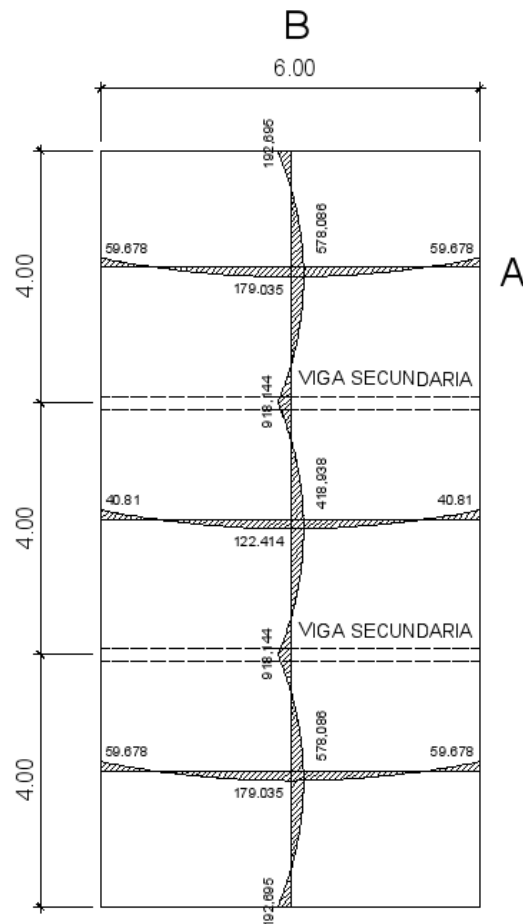
$$M_{b+} = 122,414\text{kg-m}$$

En los dos casos de las losas hay momentos negativos que son nulos según el método tres del código ACI. Por seguridad se considerará estos un tercio de los momentos positivos.

$$M_{b(-)} = (179,035\text{kg-m} / 3) = 59,678 \text{ kg-m}$$

$$M_{b-} = (122,414 \text{ kg-m} / 3) = 40,81 \text{ kg-m}$$

Figura 2. **Diagrama de momentos en losa superior del tanque, zona 2
cabecera municipal de Sibinal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Cálculo del refuerzo

La losa se diseñará con un espesor de 11 centímetros y un recubrimiento de 2,5 centímetros para una franja unitaria con un ancho de un metro.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi \text{ de la varilla}}{2}$$

$$d = 11 - 2,5 - (0,9525/2) = 8,025 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo:

$$A_{smín} = \frac{14,1 \cdot b \cdot d}{f_y}$$

Donde:

$A_{smín}$ = área de acero mínima en cm^2

b = banda de 100 cm de ancho

d = peralte en cm

f_y = módulo de fluencia del acero en kg/cm^2

Sustituyendo:

$$A_{smín} = \frac{14,1 \cdot 100 \cdot 8,025}{2810}$$

$$A_{smín} = 4,027 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento:

Datos:

$$\text{Área} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Varilla #3 grado 40

$$4,027 \text{ cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} s$$

$$s = 17,7 \text{ cm}$$

$$s = 17 \text{ cm} < (3t = 33 \text{ cm})$$

Cálculo de momento que resiste el acero mínimo (A_{smin}):

$$Mu_{A_{smin}} = \phi \left\{ A_{smin} \cdot F_y \left(d - \frac{A_{smin} \cdot F_y}{1,7 \cdot F'_c \cdot b} \right) \right\}$$

Donde:

A_s = acero requerido en cm^2

F_y = módulo de fluencia del acero en kg/cm^2

b = banda de 100 cm de ancho

d = peralte en cm

M_u = momento último de diseño kg-m

F'_c = esfuerzo último del concreto en kg/cm^2

F_y = módulo de fluencia del acero en kg/cm^2

Sustituyendo:

$$Mu_{A_{smin}} = 0,90 \left\{ 4,027 \cdot 2\,810 \left(8,025 - \frac{4,027 \cdot 2\,810}{1,7 \cdot 210 \cdot 100} \right) \right\}$$

$$Mu_{A_{smin}} = 785,007 \text{ kg-m}$$

Calculando A_s requerido para momento mayor al momento que resiste el acero mínimo:

$$\frac{Mu_{mayor}}{\phi} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = (A_s \cdot F_y \cdot d) - \left(\frac{A_s^2 \cdot F_y^2}{1,7 \cdot F'_c \cdot b} \right)$$

$$\frac{918,144}{0,9} \cdot \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = (A_s \cdot 2\,810 \cdot 8,025) - \left(\frac{A_s^2 \cdot 2\,810^2}{1,7 \cdot 210 \cdot 100} \right)$$

$$A_{s\text{máx}} = 4,745 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento para el acero requerido por el momento mayor al momento del acero mínimo:

Datos:

$$\text{Área} = 0,71 \text{ cm}^2$$

Varilla Núm. 3 grado 40

$$4,745 \text{ cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} s$$

$$s = 14,9 \text{ cm}$$

$$s = 14 \text{ cm} < (3t = 33 \text{ cm})$$

El armado será de acero #3 @0.14 en los momentos mayores al momento resistente del acero mínimo y el resto será de acero #3 @0.17.

Chequeo de esfuerzo cortante:

$$V_{cr} = 45 * \sqrt{f_c} * t > V_{act} = \frac{C_u T * L}{2}$$

Corte actuante (V_{act}):

$$V_{act} = \frac{C_u T * L}{2}$$

Donde:

Vact = corte actuante en kg

CuT = carga última total en kg/m²

L = longitud en m.

$$V_{act} = \frac{637,6 \text{ kg/m}^2 \cdot 6 \text{ m}}{2}$$
$$V_{act} = 1\,912,8 \text{ kg}$$

Cálculo de corte máximo resistente del concreto (Vcr):

$$V_{cr} = 45 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot t$$
$$V_{cr} = 45 \cdot \sqrt{210} \cdot 11$$
$$V_{cr} = 7\,173,23$$

Como el corte que resiste el concreto es mayor que el corte actuante, el espesor utilizado es adecuado y no necesitará vigas.

Diseño de viga para losa

La losa es demasiado grande, por lo que es necesario un espesor igual a los 20cm, por lo cual es necesario dividir la losa en tres partes por medio de dos vigas divisorias, comprendiendo así el tanque de almacenamiento de tres losas iguales:

$$t_{viga} = L/16$$

Datos:

t_{viga} = Peralte de la viga

L = Luz crítica en m.

$$t_{\text{viga}} = 6,0\text{m}/16$$

$$t_{\text{viga}} = 0,38\text{m}$$

Por lo que se utilizará un espesor, $t_{\text{viga}} = 0,40\text{m}$

Dimensiones de la viga:

$$\text{base de la viga (B)} = t_{\text{viga}}/1,5$$

$$B = 40\text{cm}/2$$

$$B = 20\text{cm}$$

Por lo que se utilizará una base, $B = 25\text{cm}$

Integración de cargas:

Carga muerta (CM):

$$\text{Peso propio de la losa} = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,11\text{m} = 264 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de acabados rústicos + sobrecarga} = \underline{70 \text{ kg/m}^2}$$

$$\text{Carga muerta total} = 334 \text{ kg / m}^2$$

La carga viva la componen las fuerzas externas que actúan en la estructura.

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

$$\text{Carga última} = 1,4 (W_{\text{losa}} + W_{\text{sobrecarga}}) + 1,7 (\text{C.V.})$$

$$C_u = 1,4*(334 \text{ kg / m}^2) + 1,7*(100 \text{ kg / m}^2)$$

$$C_u = 637,6 \text{ Kg / m}^2$$

Peso total sobre la viga:

$$W_{\text{losa}} = (16\text{m}^2 * 637,6 \text{ kg/m}^2) / 10\text{m} = 1\ 020,16 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{pp}} = 0,25\text{m} * 0,5\text{m} * 2\ 400 \text{ kg/m}^2 * 1,4 = 420 \text{ Kg/m}$$

$$W_{\text{total}} = 1\ 020,16 + 420 = 1\ 440,16 \text{ kg/m}$$

Momentos de la viga:

Debido a que la viga es simplemente apoyada, el momento negativo es nulo y solo se calculará el momento positivo:

$$M_{(+)} = \frac{Wl^2}{14} = \frac{1\ 440,16 \text{ kg/m} * 6\text{m}^2}{14}$$

$$M_{(+)} = 3\ 703,27 \text{ kg.m}$$

Calculando refuerzo:

$$d = 40\text{cm} - 5\text{cm} - 1,59\text{cm} = 33,41\text{cm}$$

acero propuesto = 4 #6

Calculando acero para cada momento:

$$M_{(+)} = 3\,703,27 \text{ kg.m}$$

$$\frac{3\,703,27}{0,9} * \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = (A_s * 2\,810 * 43,41) - \left(\frac{A_s^2 * 2\,810^2}{1,7 * 210 * 50} \right)$$

$$A_s = 3,42 \text{ cm}^2$$

Acero minimo:

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{F_y} b d = \frac{14,1}{2\,810} * 25 * 43,41$$

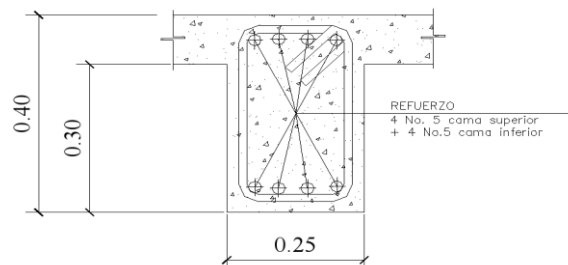
$$A_{s_{min}} = 5,45 \text{ cm}^2$$

Debido a que el momento existente en la viga es menor al que resiste el acero mínimo, este se usará para el armado de la viga.

Armado propuesto = 4 #5 = 7,96 cm² para la cama inferior y 4 #5 para la cama superior:

$$A_{s_{min}} = 5,45 \text{ cm}^2 < 7,96 \text{ cm}^2 < A_{s_{max}} = 15,08 \text{ cm}^2$$

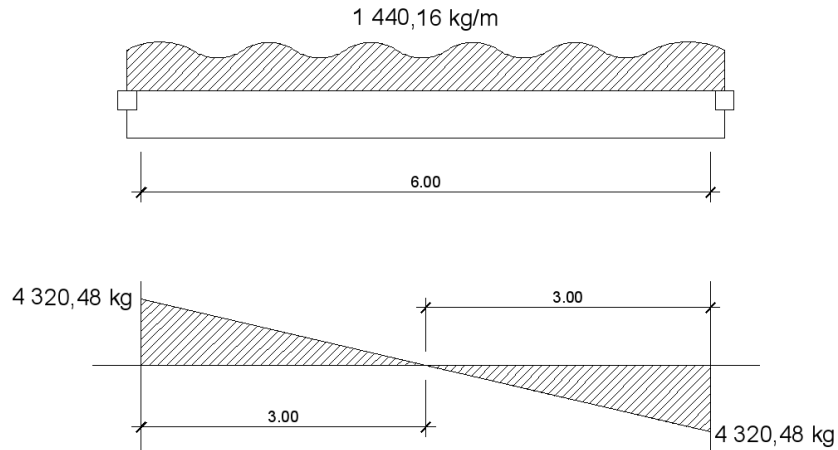
Figura 3. **Armado del acero en viga de tanque**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Diseño de viga a corte

Figura 4. Diagrama de corte de viga de tanque



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Esfuerzo cortante resistente del concreto (V_c):

$$V_c = 0,451\sqrt{F'_c} * b * d = 0,451 * \sqrt{210} * 25 * 43,41$$
$$V_c = 7\,092,77 \text{ kg}$$

El esfuerzo actuante en la viga es menor que el esfuerzo cortante resistente del concreto. Se considerará el acero mínimo especificado por el código ACI.

Espaciamiento S:

$$S \leq \frac{d}{2} = \frac{43,41}{2} = 21,705 \text{ cm}$$

Acero mínimo a corte A_v :

$$A_v = \frac{3,5 * b * S}{F_y} = \frac{3,5 * 25 * 20}{2810}$$
$$A_v = 0,623 \text{ cm}^2$$

El acero mínimo para esfuerzo a corte a utilizar será varilla #3 @ 0.20m.

Diseño de muros del tanque

El material a utilizar será la piedra bola, por lo que se utilizará concreto ciclópeo debido a que es el material más económico y de mayor acceso para la comunidad. El tanque, por ser de tipo superficial, se diseñará completamente lleno hasta la altura de la parte superior del muro (como caso crítico ver la figura 4).

Datos:

γ concreto armado	=2 400 kg/m ³
γ concreto ciclópeo	= 2 700 kg/m ³
γ agua	=1 ton/m ³
ángulo de fricción interna f_i	= 28°
Valor de soporte del suelo	=15 ton/m ²
Área tributaria	

Peso sobre el muro $\left(\frac{W_s}{m}\right) \frac{\text{Ton}}{m}$

$$\frac{W_s}{m} = P_{\text{losa}} + P_{\text{viga}(20*20)\text{cm}}$$

$$\left(\frac{W_s}{m}\right) = \frac{C_u * A_t}{4} + 1,4 (\rho'_{\text{concreto}} * b * h)$$

$$\left(\frac{W_s}{m}\right) = \frac{0,638 \text{Ton}/m^3 * 27m^2}{4} + 1,4 (2,4 \text{Ton}/m^3 * 0,20m * 0,20m)$$

$$\left(\frac{W_s}{m}\right) = 4,44 \frac{\text{ton}}{m}$$

De la teoría de Rankine se obtendrá el empuje pasivo (k_p):

Empuje pasivo:

$$k_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$k_p = \frac{1 + \sin 28}{1 - \sin 28}$$

$$k_p = 2,77$$

Empuje activo:

$$k_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$k_a = \frac{1 - \sin 28}{1 + \sin 28}$$

$$k_a = 0,36$$

Fuerza horizontal del muro:

Fuerza de agua (Fa):

$$f_a = \frac{1}{2} * \rho_{\text{agua}} * h^2$$

$$f_a = \frac{1}{2} * (1 \text{ Ton}/m^3) * (2,20 \text{ m})^2$$

$$f_a = 2,42 \frac{\text{ton}}{\text{m}}$$

Momento en pie de muro:

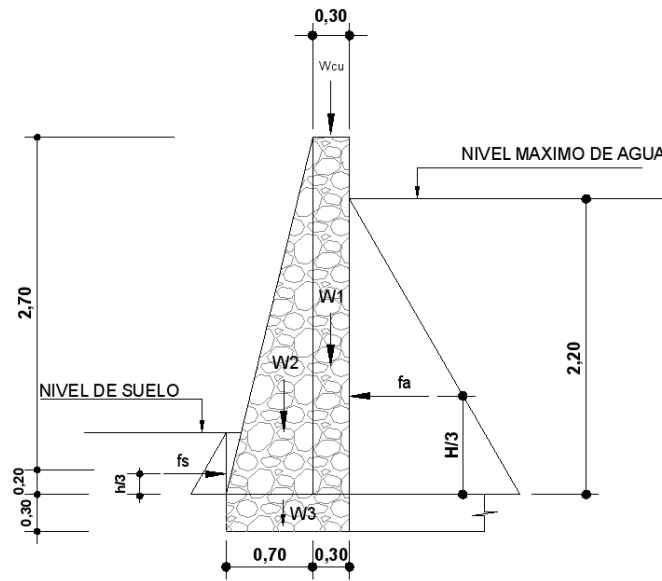
Momento de agua:

$$M_{\text{agua}} = f_a * \frac{h}{3}$$

$$M_{\text{agua}} = 2,42 \text{ Ton}/m * \frac{2,20\text{m}}{3}$$

$$M_{\text{agua}} = 1,77 \frac{\text{ton-m}}{\text{m}}$$

Figura 5. Diagrama de cuerpo libre de presiones en muro de tanque



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Tabla V. Distribución de momentos respecto del punto O en muro de tanque

Figura	$W \left(\frac{\text{ton}}{\text{m}} \right)$	Brazo	Momento $\left(\frac{\text{ton-m}}{\text{m}} \right)$
W_1	$0,30 \cdot 2,90 \cdot 2,7 = 2,349$	$0,30/2 + 0,70 = 0,85$	1,997
W_2	$1/2 \cdot 0,70 \cdot 2,90 \cdot 2,7 = 2,741$	$2/3 \cdot 0,70 = 0,47$	1,288
W_3	$1,0 \cdot 0,30 \cdot 2,7 = 0,81$	$1/2 = 0,50$	0,405
$W_{cu/m}$	4,44	$0,70 + 0,15 = 0,85$	3,774
$W_r = 10,34$		$M_r = 7,464$	

Fuente: elaboración propia.

Verificación contra volteo:

$$F_{sv} = \frac{M_R}{M_{act}}$$

Donde:

$$\frac{M_R}{M_{act}} = \frac{M_r + M_{suelo}}{M_{agua}}$$

Sustituyendo:

$$F_{sv} = \frac{7,464 \text{ Ton} - m/m}{1,77 \text{ Ton} - m/m}$$
$$F_{sv} = 4,22$$

Como F_{sv} es mayor que 1,5, no existe volteo.

Verificación contra deslizamiento $F_s > 1,5$

$$F_{sd} = \frac{F_r}{F_{act}} = \frac{F_s + 0,9 \tan \phi * W_r}{F_a}$$

Donde:

$$\frac{F_r}{F_{act}} = \frac{F_s + 0,9 \tan \phi * W_r}{F_a}$$

Sustituyendo:

$$F_{sd} = \frac{0,9 \tan 28^\circ \cdot 10,34 \text{ Ton/m}}{2,42 \text{ Ton/m}}$$
$$F_{sd} = 2,04$$

Como $F_{sd} > 1,5$ es mayor, no existe deslizamiento alguno.

Verificación de la presión máxima del muro sobre el suelo

Esta presión se verifica con base en la presión de la base de los muros sobre el suelo, observando que no exista presión negativa, debido a que la verificación contra volteo y contra deslizamiento deben ser mayores de 1,5.

$$a = \frac{M_r + M_{\text{suelo}} - M_{\text{agua}}}{W_r}$$

Sustituyendo:

$$a = \frac{7,464 - 1,77}{10,34}$$

$$a = 0,551 \text{ m}$$

$$3a = 3 \cdot 0,551$$

$$3a = 1,653$$

Debido a que 1,653 es mayor que 1,5, no existe presión negativa.

Cálculo de excentricidad:

$$e = \frac{L_{zapata}}{2} - a$$

Sustituyendo:

$$e = \frac{1,0}{2} - 0,553$$
$$e = -0,053 \text{ m}$$

Cálculo de presión de terreno:

$$P_{\max} = \left(\frac{W_r}{L+b} \right) * \left(1 + \frac{6 * e}{L} \right)$$

Sustituyendo:

$$P_{\max} = \frac{10,34}{1 * 1} * \left(1 + \frac{6 * -0,053}{1} \right)$$

$$P_{\min} = 7,05 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

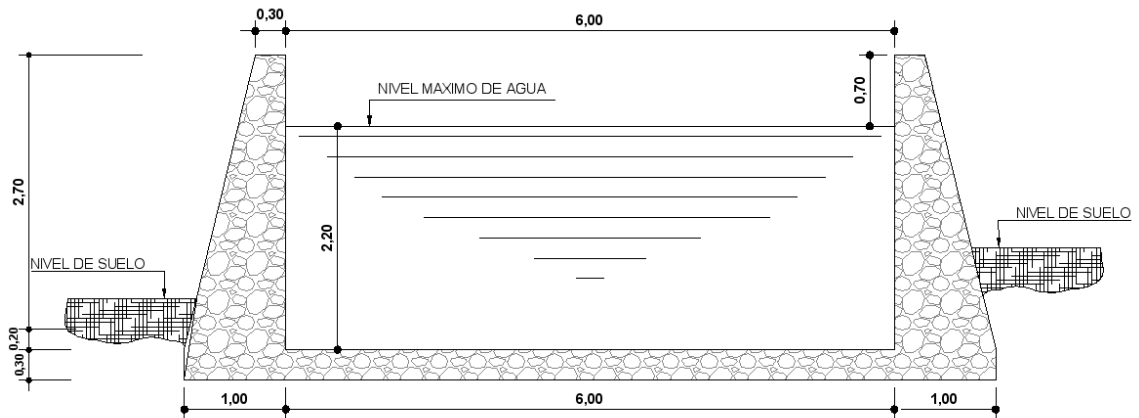
$$P_{\max} = 13,63 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\max} = 13,63 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 15 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$P_{\min} = 7,05 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} > 0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Por lo cual no existe presión negativa.

Figura 6. **Sección del tanque de almacenamiento, zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

2.1.11.4 Línea de distribución en zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal

Es la parte del sistema de abastecimiento compuesta por un conjunto de tuberías, cuya función es transportar el agua potable del tanque de almacenamiento al punto de entrada de la red de distribución, tomando en cuenta los siguientes aspectos para su diseño hidráulico:

- El caudal de diseño es igual al caudal de hora máximo definido por UNEPAR-IMFOM.
- El cálculo se realizará en relación al segundo circuito, el cual proviene de la captación de las fuentes de Tocapote (ver tabla de diseño en anexo).

Datos:

Cota inicial del tramo = E- C.R.	= 856,34 m
Cota final del terreno = E- 67 _{dist.}	= 812,7 m
Cota piezométrica = Cp _{ZE-122,1}	= 652,879m
Longitud de diseño = L	= 540,69 m
Caudal hora máxima = Q _{hm}	= 15,11 l/s
Coefficiente "C" p.v.c = C	= 150

Cálculo de carga disponible: es la diferencia de estaciones:

$$\begin{aligned}H &= \text{cota}_{E-C.R.} - \text{cota}_{E-67\text{dist.}} \\H &= 856,34 - 812,7 \\H &= 43,64 \text{ m}\end{aligned}$$

Calculando el diámetro teórico:

Para este cálculo se utilizó la fórmula de Hazen Williams:

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

Donde:

$$\begin{aligned}\phi &= \left(\frac{1\,743,811 * 540,69 * 1,05 * 15,11^{1,85}}{150^{1,85} * 47,3} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 3.28'' \\ \phi &= 3'' \text{ y } 4''\end{aligned}$$

Utilizando diámetro comercial de 4 pulgadas.

Pérdida de carga:

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

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 540,69 * 1,05 * 15,11^{1,85}}{150^{1,85} * 4,154^{4,87}}$$

$$H_f = 13,79 \text{ m}$$

Cota piezométrica final:

$$Cp_{ZE-67\text{dist.}} = Cp_{ZE-C.R.} - h_f$$

$$Cp_{ZE-67\text{dist.}} = 856,34 - 13,79$$

$$Cp_{ZE-67\text{dist.}} = 842,55 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad:

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

Donde:

$$V = \frac{1,974 * 15,11}{4,154^2}$$

$$V = 1,73 \text{ m/s}$$

0,40 m/s < 1,73 m/s < 3,0 m/s, por lo cual el diámetro propuesto cumple con lo establecido en la norma UNEPAR.

2.1.11.5 Red de distribución

Esta comprende un conjunto de tuberías que tendrán como objetivo conducir el agua del tanque de almacenamiento hacia cada uno de los puntos de consumo, ubicados en cada vivienda de los beneficiados. Debido a las condiciones propias del terreno, es necesario implementar un sistema que pueda brindar un caudal constante y una misma presión en cualquier punto de la red, y un sistema en el cual se pueda aislar un sector sin afectar a todos los beneficiados.

El sistema de distribución de circuito cerrado para la red principal es el más apropiado, por la urbanización y las condiciones que se requieren, conjuntamente con ramales principales para las viviendas que se encuentran más dispersas y que no presentan geometría alguna; así también, son necesarias tuberías secundarias que distribuirán el agua a cada vivienda. Para su diseño es necesario tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- El caudal que entra es igual al caudal que sale en cada nodo.
- La presión mínima en los nodos es 10 m.c.a.; esta dará la seguridad de que el agua llegará a puntos de servicio altos en las viviendas.
- La presión dinámica debe estar en el rango de 10-40 m.c.a.; esta asegurará que los accesorios dentro de las viviendas no tendrán daños por presiones altas.
- La presión estática máxima será de 80 m.c.a.; si por razones de funcionamiento del sistema se tuvieran presiones dinámicas mayores, deberá revisarse que la presión estática sea igual a las que soportarán las válvulas en el sistema.
- Considerar todas las obras necesarias para el buen funcionamiento del sistema.

Para viviendas que están bastante dispersas se consideran ramales abiertos, ya que se ahorra tubería para llegar a todos los puntos a los que se tiene que abastecer. Este sistema es poco seguro, ya que si se interrumpe en un sector el resto del ramal se ve afectado con el servicio.

Para diseñar el circuito cerrado propuesto para este proyecto, se utilizará el método de aproximaciones sucesivas de Hardy-Cross. Este es un método iterativo, que parte de la suposición de caudales iniciales, los cuales se van compensando a través de correcciones sucesivas con un valor particular Q; en cada iteración se calculan los caudales corregidos en los tramos de la red. El método se fundamenta en el cumplimiento de dos leyes:

- Ley de continuidad de masa en los nodos: la suma algebraica de los caudales en un nodo debe ser igual a cero, en otras palabras el caudal de entrada es igual al caudal de salida en el nudo.
- Ley de conservación de energía en los circuitos: la suma algebraica de las pérdidas de energía, en los tramos que forman un anillo cerrado, debe ser igual a cero; aunque esta última ley difícilmente se cumple, por lo cual solo se corrigen los caudales que circulan en cada tramo del circuito.

Las condiciones generales para que se pueda aplicar el método son las siguientes:

- Conviene que las direcciones de los caudales sigan las pendientes del terreno.
- En cada nodo del subcircuito:

$$\sum \text{caudales de entrada} = \sum \text{caudales de salida}$$

- Elegir los subcircuitos y un sentido de recorrido.
- $\sum H_f = 0$; esta condición difícilmente se cumple, por lo que se corregirá los caudales, con la fórmula general:

$$\Delta Q = \frac{\sum h_f}{n \sum \frac{h_f}{Q}}$$

- En tramos comunes a varios circuitos, se deben aplicar las correcciones (ΔQ) de los otros circuitos con signo cambiado.
- La red se considera compensada cuando el valor de las correcciones (ΔQ) es menor al 1% del caudal de entrada al sistema.

2.1.11.5.1 Procedimiento para el diseño de un circuito cerrado

- Dividir la red cerrada en varios subcircuitos, de tal manera que un tramo de tubería esté en al menos un subcircuito.
- Determinados los caudales de entrada y salida, asignar caudales hipotéticos Q a cada tramo de tubería del circuito, cumpliendo así con la ley de continuidad.
- Calcular el diámetro de cada tramo de tubería, aplicando Hazen-Williams.
- Calcular la pérdida de carga en cada tramo de tubería con el diámetro calculado.
- Determinar el valor de $\sum \left| \frac{h_f}{Q} \right|$ para cada subcircuito.
- Determinar la suma algebraica de h_f para verificar si se cumple la ley de conservación de la energía, por lo regular esta no cumple en las primeras iteraciones.

- Determinar el caudal de corrección (ΔQ) que se le debe aplicar a cada caudal supuesto del subcircuito, a través de la siguiente fórmula:

$$\Delta Q = \frac{\sum h_f}{n \sum \left| \frac{h_f}{Q} \right|}$$

- Corregir los caudales con $Q = Q_2 + \Delta Q$.
- Repetir el proceso iterativo desde el inicio.
- Una vez que el ΔQ de todos los subcircuitos sea menor al 1 % del caudal de entrada al circuito, se calculará los caudales y pérdidas de carga finales.
- Calcular las presiones en la red.

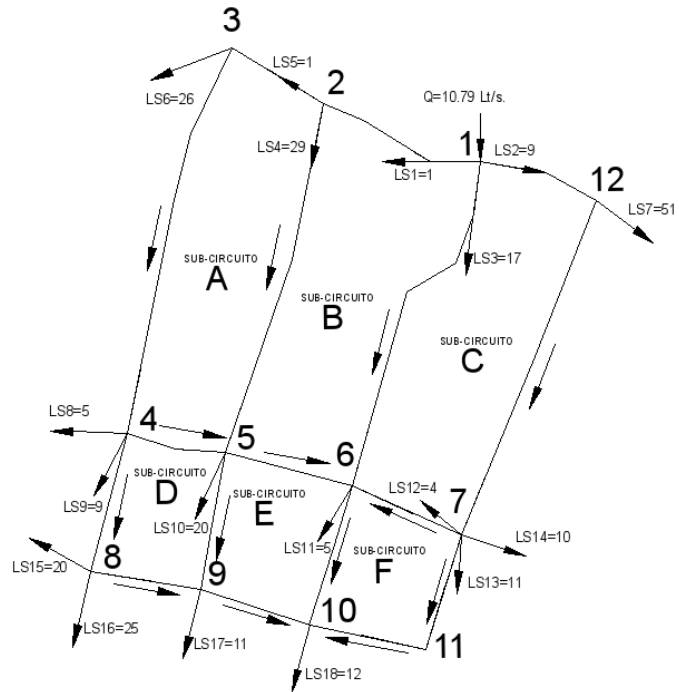
Se tomará de ejemplo el tramo 5-6 del circuito cerrado, este tramo pertenece al subcircuito B del proyecto; los datos necesarios para hacer todo el cálculo están en las siguientes tablas.

Tabla VI. **Distribución de viviendas en tubería secundaria**

LINEA SECUNDARIA	NO. DE CASAS CONECTADAS	CAUDAL DE DISEÑO L/S	PUNTO	COTA M
1	1	0,0205	1	906,02
2	9			
3	17			
4	29	0,0205	2	905,88
5	1	0,0205	3	903,03
6	26	0,0205	12	900,21
7	51	0,0205	4	852,44
8	5	0,0205	4	852,44
9	9			
10	20	0,0205	5	849,41
11	5	0,0205	6	849,11
12	4	0,0205	7	850,78
13	11			
14	10			
15	20	0,0205	8	834,51
16	25			
17	11	0,0205	9	833,47
18	12	0,0205	10	832,99
TOTAL DE CASAS CONECTADAS	266			

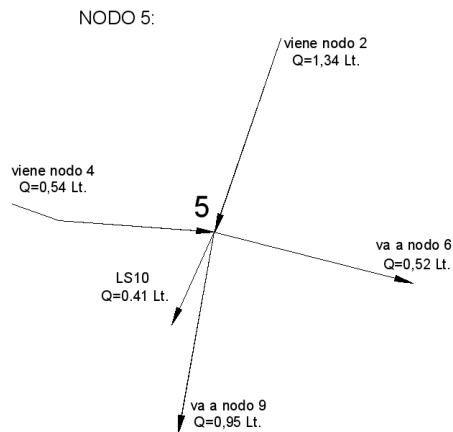
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Distribucion de agua potable en circuito cerrado**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Figura 8. **Diagrama de distribución de caudal en el nodo 5**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

Aplicando la ley de continuidad de masa en los nodos:

$$\sum Q_{entrada} = \sum Q_{salida}$$

$$Q_{2-5} + Q_{4-5} = Q_{5-6} + Q_{5-9} + Q_{LS10}$$

$$1,34 \frac{l}{s} + 0,54 \frac{l}{s} = 0,52 \frac{l}{s} + 0,95 \frac{l}{s} + (20 \text{ casas} * 0,0205 \frac{l}{s * casa})$$

$$1,88 \frac{l}{s} = 1,88 \frac{l}{s}$$

Datos para calcular el diámetro de la tubería en el tramo 5-6 del subcircuito B:

L_{5-6} = distancia entre el punto 5 y 6 = 110,67m

Q_{5-6} = caudal de salida hacia punto 6 = 0,52 l/s

$\Delta H_{f_{5-6}}$ = distancias de altura entre el punto 5 y 6

$$\phi_{5-6} = \left[\frac{1\,743,811 * 1,05 L_{5-6} * Q_{5-6}^{1,85}}{C^{1,85} * (H_5 - H_6)} \right]^{1/4,87}$$

$$\phi_{5-6} = \left[\frac{1\,743,811 * 1,05 * 110,67 * 0,52^{1,85}}{150^{1,85} * (849,41 - 849,11)} \right]^{1/4,87}$$

$$\phi_{5-6} = 1,83''$$

$$\phi_{5-6} = 2'' \text{ (diametro comercial)}$$

Tabla VII. **Diámetro en la tubería a utilizar en los tramos**

Tramo	Diámetro aproximado	Cota Superior	Cota inferior	Longitud	Caudal Q	Diámetro Comercial Pulg.
1-2	5,37	906,02	905,88	144	5	6,0
2-3	2,11	905,88	903,03	81	3	2,0
3-4	1,45	903,03	852,44	329,75	2,47	1,5
4-5	1,09	852,44	849,41	84	0,54	1,5
5-6	1,83	849,41	849,11	110,67	0,52	2,0
7-6	1,49	850,78	849,11	100	0,8	1,5
2-5	1,10	905,88	849,41	306,22	1,34	1,5
1-6	1,23	906,02	849,11	305,47	1,79	1,5
12-7	1,41	900,21	850,78	304	2,38	1,5
1-12	2,02	906,02	900,21	104	3,43	2,0
8-9	1,57	834,51	833,47	94	0,74	1,5
9-10	2,40	833,47	832,99	96	1,46	2,5
11-10	1,34	837,8	832,99	99,59	1,08	1,5
4-8	1,25	852,44	834,51	120	1,65	1,5
5-9	1,03	849,41	833,47	116,24	0,95	1,5
6-10	1,61	849,11	832,99	122,24	3,01	1,5
7-11	1,09	850,78	837,80	100	1,08	1,5

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

En algunos de los tramos se aproximó como mínimo al diámetro de 1 ½", debido a que el método de Hardy-Cross requiere de flujo laminar dentro de la tubería del circuito cerrado.

Se tomará el diámetro de la tubería del tramo 5-6, del subcircuito B, y se encontrará la pérdida de carga que genera la fricción a lo largo de la tubería del tramo entre el punto 5 y 6. Para este cálculo se tomará de nuevo la fórmula de Hazen-Williams:

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

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 116,2 * 0,52^{1,85}}{150^{1,85} * 2^{4,87}}$$

$$H_f = 0,195 \text{ m}$$

En la siguiente tabla se muestra la pérdida de carga en los tramos que forman los circuitos:

Tabla VIII. **Pérdida de carga en la tubería a utilizada en los tramos**

Tramo	Longitud	Caudal Q	Diámetro Comercial Pulg.	Hfreal m
1-2	144	5	6	0,08
2-3	81	3	2	3,70
3-4	329,75	2,47	1,5	42,42
4-5	84	0,54	1,5	0,65
5-6	110,67	0,52	2	0,20
7-6	100	0,8	1,5	1,60
2-5	306,22	1,34	1,5	12,71
1-6	305,47	1,79	1,5	21,66
12-7	304	2,38	1,5	36,51
1-12	104	3,43	2	6,08
8-9	94	0,74	1,5	1,30
9-10	96	1,46	2,5	0,39
11-10	99,59	1,08	1,5	2,77
4-8	120	1,65	1,5	7,32
5-9	116,24	0,95	1,5	2,55
6-10	122,24	3,01	1,5	22,67
7-11	100	1,08	1,5	2,78

Fuente: elaboración propia.

Luego de obtener todos los datos necesarios para realizar el método de Hardy-Cross, se hace un balance de caudales en el sistema de abastecimiento, para equilibrar los caudales que circulan en los circuitos cerrados.

Tabla IX. **Metodo de Hardy-Cross (balance de caudales). 1era. interacción**

corrección		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA
0.6328	-1	A	2-3	81,00	2	150	-3	-3,70	1,23	0,6328
	-1	A	3-4	329,75	1,5	150	-2,47	-42,42	17,17	0,6328
	-1	A	4-5	84,00	1,5	150	-0,54	-0,65	1,20	0,3424
	1	A	2-5	306,22	1,5	150	1,34	12,71	9,48	0,8461
								-34,06	29,09	
corrección		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA
-0.2133	-1	B	1-2	144,00	6	150	-5	-0,08	0,02	-0,2133
	-1	B	2-5	306,22	1,5	150	-1,34	-12,71	9,48	-0,8461
	-1	B	5-6	110,67	2	150	-0,52	-0,20	0,38	0,7777
	1	B	1-6	305,47	1,5	150	1,79	21,66	12,10	0,1770
								8,67	21,98	
corrección		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA
-0.3903	1	C	1-12	104,00	2	150	3,43	6,08	1,77	-0,3903
	1	C	12-7	304,00	1,5	150	2,38	36,51	15,34	-0,3903
	1	C	7-6	100,00	1,5	150	0,8	1,60	2,00	-1,0795
	-1	C	1-6	305,47	1,5	150	-1,79	-21,66	12,10	-0,1770
								22,54	31,21	
corrección		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA
0.2905	1	D	4-5	84,00	1,5	150	0,54	0,65	1,20	-0,3424
	1	D	5-9	116,24	1,5	150	0,95	2,55	2,69	1,2814
	-1	D	8-9	94,00	1,5	150	-0,74	-1,30	1,76	0,2905
	-1	D	4-8	120,00	1,5	150	-1,65	-7,32	4,44	0,2905
								-5,42	10,08	
corrección		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA
-0.9910	1	E	5-6	110,67	2	150	0,52	0,20	0,38	-0,7777
	1	E	6-10	122,24	1,5	150	3,01	22,67	7,53	-1,6802
	-1	E	9-10	96,00	2,5	150	-1,46	-0,39	0,27	-0,9910
	-1	E	5-9	116,24	1,5	150	-0,95	-2,55	2,69	-1,2814

Continuación de tabla IX.

corrección							19,92	10,87		
		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA
0.6892	-1	F	7-6	100,00	1,5	150	-0,8	-1,60	2,00	1,0795
	1	F	7-11	100,00	1,5	150	1,08	2,78	2,58	0,6892
	1	F	11-10	99,59	1,5	150	1,08	2,77	2,57	0,6892
	-1	F	6-10	122,24	1,5	150	-3,01	-22,67	7,53	1,6802
								-18,71	14,67	

Fuente: elaboración propia.

Se calculan las correcciones de cada uno de los subcircuitos, los cuales tienen que ser menores que el 1 % del caudal de hora máxima.

$$\Delta_{1B} = -\frac{Hf_B}{1.8 * \frac{Hf}{Q}} - \frac{8,67}{1.8 * 21.98} = -0.2133$$

Tabla X. **Correcciones de subcircuitos. 1era. interacción**

CIRCUITO	CORRECCION	<	0,01% Qent.
A	0,6328	no cumple	0,1077
B	0,2133	no cumple	0,1077
C	0,3903	no cumple	0,1077
D	0,2905	no cumple	0,1077
E	0,9910	no cumple	0,1077
F	0,6892	no cumple	0,1077

Fuente: elaboración propia.

Como el caudal no ha llegado al balance adecuado, se tendrá que compensar nuevamente el sistema, hasta que cumpla con la condición 10 del método de Hardy-Cross. Se realizó la iteración y balance siete veces, hasta que las correcciones fueran menores al 1 % del caudal hora máxima.

Tabla XI. **Método de Hardy-Cross (balance de caudales). 7ma. interacción**

corrección 0.0138	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
	A	2-3	81,00	2	-2,44	-2,52	1,03	0,0138	-2,42	-2,49
	A	3-4	329,75	1.5	-1,91	-26,33	13,79	0,0138	-1,89	-25,98
	A	4-5	84,00	1.5	0,01	0,00	0,03	-0,0231	-0,01	0,00
	A	2-5	306,22	1.5	2,06	28,12	13,66	0,0377	2,10	29,08
					-0,73	28,52				0,61
Corrección -0.0239	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
	B	1-2	144,00	6	-5,16	-0,09	0,02	-0,0239	-5,18	-0,09
	B	2-5	306,22	1.5	-2,06	-28,12	13,66	-0,0377	-2,10	-29,08
	B	5-6	110,67	2	0,09	-0,01	-0,09	0,0442	0,13	-0,02
	B	1-6	305,47	1.5	2,11	29,43	13,93	-0,0385	2,07	28,45
					1,22	27,52				-0,74
Corrección 0.0146	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
	C	1-12	104,00	2	2,95	4,60	1,56	0,0146	2,96	4,65
	C	12-7	304,00	1.5	1,90	24,07	12,67	0,0146	1,91	24,41
	C	7-6	100,00	1.5	0,00	0,00	-0,03	-0,0232	-0,03	0,00
	0	1-6	305,47	1.5	-2,11	-29,43	13,93	0,0385	-2,07	-28,45
					-0,76	28,13				0,61
Corrección 0.0369	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
	D	4-5	84,00	1.5	-0,01	0,00	-0,03	0,0231	0,01	0,00
	D	5-9	116,24	1.5	1,73	7,75	4,47	0,1050	1,84	8,64
	D	8-9	94,00	1.5	-0,73	-1,26	1,73	0,0369	-0,69	-1,14
	D	4-8	120,00	1.5	-1,64	-7,21	4,41	0,0369	-1,60	-6,91
					-0,72	10,58				0,58
Corrección -0.0681	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
	E	5-6	110,67	2	-0,09	0,01	-0,09	-0,0442	-0,13	0,02
	E	6-10	122,24	1.5	1,92	9,84	5,13	-0,1059	1,81	8,86
	E	9-10	96,00	2.5	-2,23	-0,86	0,38	-0,0681	-2,30	-0,91
	E	5-9	116,24	1.5	-1,73	-7,75	4,47	-0,1050	-1,84	-8,64
					1,25	9,91				-0,67
Corrección 0.0378	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIÁMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
	F	7-6	100,00	1.5	0,00	0,00	-0,03	0,0232	0,03	0,00
	F	7-11	100,00	1.5	1,40	4,53	3,22	0,0378	1,44	4,76
	F	11-10	99,59	1.5	1,40	4,51	3,21	0,0378	1,44	4,74
	F	6-10	122,24	1.5	-1,92	-9,84	5,13	0,1059	-1,81	-8,86
					-0,81	11,54				0,63

Fuente: elaboración propia.

En la séptima interacción el valor de la corrección es menor al 1 % del caudal de hora máxima, por lo que se da por balanceado el sistema de abastecimiento de agua potable, de tal manera que se calcularán las pérdidas de carga finales y presiones en los nodos, utilizando la presión en el punto 1 de entrada al sistema.

Datos del tanque:

Longitud de salida del tanque de almacenamiento= 15 m

Diametro de la tubería de salida $\emptyset = 6$ pulgadas

Caudal de la tubería= 10,77 l/s

Altura del tanque= 2,79m

Cota piezométrica del tanque= $h_{\text{TANQUE}} - H_{f \text{ TANQUE}}$

$Cp_{z_{\text{tanque}}} = 2,79 \text{ m} - 0,014 \text{ m} = 2,776 \text{ m}$

Presión en el punto 1= $P_1 = Cp_{z_{\text{tanque}}} - H_{f1}$

$P_1 = 2,776 \text{ m} - 0,0355 = 2,741 \text{ m}$

$Cp_{z1} = COTA_1 + P_1$

$Cp_{z1} = 906,02 \text{ m} + 2,741 \text{ m} = 908,778 \text{ m}$

$Cp_{z2} = Cp_{z1} - H_{f1-2} = 908,778 - 0,09 = 908,68 \text{ m}$

$P_2 = Cp_{z2} - Cota_2 = 908,68 - 905,88 = 2,80 \text{ m}$

$Cp_{z3} = Cp_{z2} - H_{f2-3} = 908,68 - 2,49 = 906,19 \text{ m}$

$P_3 = Cp_{z3} - Cota_3 = 906,19 - 903,16 = 3,16 \text{ m}$

$$Cp_{z4} = Cp_{z3} - Hf_{3-4} = 906,16 - 25,98 = 880,21 \text{ m}$$

$$P_4 = Cp_{z4} - Cota_4 = 880,21 - 854,44 = 22,77 \text{ m}$$

$$Cp_{z5} = Cp_{z4} - Hf_{4-5} = 880,21 - 0,0008 = 880,212 \text{ m}$$

$$P_5 = Cp_{z5} - Cota_5 = 880,212 - 849,41 = 22,77 \text{ m}$$

$$Cp_{z6} = Cp_{z1} - Hf_{1-6} = 908,778 - 28,45 = 880,32 \text{ m}$$

$$P_6 = Cp_{z6} - Cota_6 = 880,32 - 849,11 = 31,21 \text{ m}$$

$$Cp_{z12} = Cp_{z1} - Hf_{1-12} = 908,778 - 4,65 = 904,12 \text{ m}$$

$$P_{12} = Cp_{z12} - Cota_{12} = 904,12 - 900,21 = 3,91 \text{ m}$$

$$Cp_{z7} = Cp_{z12} - Hf_{12-7} = 904,12 - 24,41 = 879,71 \text{ m}$$

$$P_7 = Cp_{z7} - Cota_7 = 879,71 - 850,78 = 3,91 \text{ m}$$

$$Cp_{z8} = Cp_{z4} - Hf_{4-8} = 880,21 - 6,91 = 873,3 \text{ m}$$

$$P_8 = Cp_{z8} - Cota_8 = 873,3 - 834,51 = 38,79 \text{ m}$$

$$Cp_{z9} = Cp_{z8} - Hf_{8-9} = 873,3 - 1,14 = 872,16 \text{ m}$$

$$P_9 = Cp_{z9} - Cota_9 = 872,16 - 833,47 = 38,69 \text{ m}$$

$$Cp_{z10} = Cp_{z6} - Hf_{6-10} = 880,32 - 8,86 = 871,46 \text{ m}$$

$$P_{10} = Cp_{z10} - Cota_{10} = 871,46 - 832,99 = 38,47 \text{ m}$$

$$Cp_{z11} = Cp_{z7} - Hf_{7-11} = 879,71 - 4,76 = 874,96 \text{ m}$$

$$P_{11} = Cp_{z11} - Cota_{11} = 874,96 - 837,8 = 37,16 \text{ m}$$

La red secundaria constará de 22 ramales secundarios, que tendrán una tubería de pulgada y media de diámetro; en estos ramales se realizarán las conexiones domiciliarias que abastecerán las viviendas.

2.1.11.6 Sistema de desinfección

Se implementa con el objetivo de eliminar todo tipo de contaminación producida por microorganismos patógenos presentes en el agua, por medio de elementos físicos y químicos para obtener agua potable apta para consumo humano. Para el sistema de desinfección existen varios métodos que cumplen los requerimientos necesarios, entre estos se tiene un hipoclorador de pastillas de hipoclorito de calcio. La ventaja que presenta es que la operación del sistema es sencilla, solo requiere de una persona capacitada para su manejo que verifique si necesita de agregar pastillas. Otro de los aspectos es el costo de operación, ya que las tabletas de tricloro son más económicas.

En este caso la desinfección se realizará mediante el uso de un medidor automático de tricloro, instalado en la parte superior del tanque de almacenamiento y en paralelo con la tubería de conducción en la entrada al tanque de almacenamiento, haciendo uso de las tabletas de tricloro, las cuales consisten en pastillas que tienen un diámetro de 3 pulgadas por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro en un 90 % y un 10 % de estabilizador. El peso de la tableta es de 200 gramos y la velocidad con la que se disuelve en el agua es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas necesarias para clorar el caudal se utiliza la fórmula para calcular hipocloritos que es la siguiente:

$$G = \frac{C * M * D}{\%Cl}$$

Donde:

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro deseados (1%)

M = litros de agua a tratarse por día = Qmed

D = número de días

Cl = concentración de cloro (90%)

Sustituyendo:

$$G = \frac{0,001 \cdot (86\,400 \cdot 4,684) \cdot 30}{0,90}$$

$$G = 13\,489,92 \text{ gramos}$$

Calculando la cantidad de tabletas que se necesitan para clorar el agua en un mes se tiene:

$$\frac{13\,489,92 \text{ gramos}}{200 \text{ gramos}} = 67,45$$

Se necesitan 68 tabletas de tricloro para un sistema adecuado de desinfección por mes.

2.1.11.7 Obras de arte

Son aquellas estructuras importantes para el funcionamiento hidráulico del sistema de abastecimiento. Se implementarán conforme el diseño las pida, para salvar presiones en el terreno o aliviar la presión estática en el tubo, así como también para ayudar a conducir el agua por lugares donde no pueda ir tubería en el suelo.

2.1.11.7.1 Caja rompepresión

Es necesario construir una caja rompepresión de mampostería de piedra, ubicada en la E-17,2 de la red de distribución, por lo que deberá contar con una válvula de flote, válvula de compuerta, pichacha y drenaje de limpieza (ver detalles en planos).

2.1.11.7.2 Paso aéreo

Son estructuras diseñadas con tuberías de Hg, suspendidas a través de cables de tirantes y de suspensión. Se construyen en lugares donde hay que salvar ríos, quebradas, zanjones y barrancos, apoyadas en pedestales de concreto reforzado. El paso aéreo se encuentra en la estación E-28 a la E-28,2, con una longitud de 44 metros, con tubería de diámetro de cuatro pulgadas, calculándose de la siguiente manera:

Datos:

Diámetro comercial HG cédula 40	= 4 pulg
Diámetro interno de la tubería HG cédula 40 de 4"	= 4,028pulg
Diámetro exterior HG cédula 40 de 4"	= 4,5 pulg
Peso específico del agua	= 62,4 pulg/ft ³
Peso de la tubería más coplas	= 11,22 lb/ft
Longitud	= 44 m
Diámetro del cable (asumido)	= 1/2 pulg
Peso del cable	= 0,42 lb/ft

$$W_a = (\text{área de tubo}) (\text{peso específico del agua})$$

$$W_a = \frac{\pi}{4} (4,028"/12)^2 * (62,4)$$

$$W_a = 5,522 \text{ l/ft}$$

Carga muerta:

$$C_m = W_t + W_a + w_c$$

Donde:

W_t = peso de tubería

W_a = peso de agua

W_c = peso del cable

$$C_m = W_t + W_a + w_c$$

$$C_m = 11,22 + 5,522 + 0,42$$

$$C_m = 17,162 \text{ l/ft}$$

Carga viva:

Asumiendo el peso de una persona de 160 libras, a lo largo de la tubería (6 m o 20 ft), esto para posibles reparaciones:

$$C_v = \frac{160}{20} = 8 \text{ l/ft}$$

Asumiendo una velocidad crítica de viento de 60 kilómetros por hora, ya que esta es la carga crítica horizontal que provoca el viento en la estructura, provocando una presión de viento, por lo que se calculará así:

$$q=0,003323*v^2$$

q = presión de viento (lb/ft²)

v = velocidad de viento (km/h)

$$q=0,003323*(60)^2$$

$$q=11,96 \text{ l/ft}^2$$

Carga por el viento:

$$W_v=\text{diámetro exterior del tubo}*(q)$$

$$W_v=(4,50 \text{ pulg}/12)*11,96$$

$$W_v=4,485 \text{ l/ft}$$

Integración de carga:

Según ACI 318S-05, la resistencia requerida (U), no puede ser menor que la carga última (Cu):

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

Sustituyendo:

$$Cu=1,4 (17,162)+1,7 (8)$$

$$Cu=37,63 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

Según el ACI, cuando existe una carga de viento la carga última está dada por:

$$U' = 0,75(1,4 CM + 1,7CV) + 1,6 W_V$$

Donde:

U = carga última requerida (lb/ft)

C_M = carga muerta (lb/ft)

C_V = carga viva (lb/ft)

W_V = carga de viento

Sustituyendo:

$$U' = 0,75(37,63) + 1,6(4,485)$$

$$U' = 35,40 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

$$U = 0,90 CM + 1,6 WV$$

Donde:

U = carga última (lb/ft)

C_M = carga muerta (lb/ft)

W_V = carga de viento

$$U = 0,90 (17,162) + 1,6(4,485)$$

$$U = 22,62 \frac{\text{lb}}{\text{ft}}$$

Debido a que la carga última es mayor que las otras dos, sí cumple con lo establecido en el ACI, por lo que se usará una carga de 37,63 libras por pie.

Tensión del cable principal

Se utiliza la fórmula de *Wire rope hand book*, 1963, sección 3, para el diseño del cable principal:

$$T_H = \frac{C_U * L^2}{8d}$$

$$T = T_H * \sqrt{1 + \frac{16d^2}{L^2}}$$

$$T_V = \sqrt{T^2 + T_H^2}$$

$$Y = \frac{C_U * X * (S - X)}{2T_H}$$

Donde:

C_u = carga última crítica (lb/ft)

L = luz (ft)

D = flecha (ft)

T_h = tensión horizontal (lb)

T_v = tensión vertical (lb)

T = tensión (lb)

El Dr. D.B Steinman dice que existe una relación entre la flecha y la luz, que puede ser de 1/9 a 1/12 para luces grandes, pero en los pasos aéreos esta

relación hace que las columnas o torres sean muy esbeltas, por lo que se adopta este criterio, se calculan diferentes valores de d y se toma el conveniente para columnas cortas ≤ 22 , y además se determina la flecha tratando de cumplir con las condiciones según el ACI.

Tabla XII. **Tensión en el cable para diferentes valores de flechas**

U lb/ft	l (ft)	flecha d (m)	flecha d (ft)	TH (lb)	T (lb)	TV (lb)
37,63	144,32	3,67	12,04	8 137,12	8 578,23	2 713,88
37,63	144,32	1,76	5,77	16 979,37	17 195,12	2 713,88
37,63	144,32	0,88	2,89	33 899,98	34 008,56	2 713,88
37,63	144,32	1,1	3,61	27 138,76	27 274,27	2 713,88
37,63	144,32	1,26	4,13	23 721,78	23 876,68	2 713,88
37,63	144,32	1,32	4,33	22 626,08	22 788,44	2 713,88
37,63	144,32	1,42	4,66	21 023,81	21 198,44	2 713,88

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la tabla anterior, el cálculo de la flecha inició con $l/12=100/12= 3,67$, después se modifican los valores hasta que garantice su tensión total (T), pero no excediéndose de la tensión máxima que resiste el cable. Tomando esto en cuenta se seleccionó una flecha $d= 1,42$ metros, con una tensión máxima de 21 023,81libras. Se utilizará el diámetro de cable de $\frac{1}{2}$ " con un esfuerzo de ruptura de 25 300lb y un peso de 0,42 lb/ft, con un alma de acero de 6*19 hilos.

Longitud del cable principal

Según el *Wire hand book*, cuando la flecha ("d ") es el 5 % de S, la longitud suspendida entre soportes viene dada por:

Obteniendo el 5 por ciento de S:

$$\% = \frac{d}{L} * 100$$

$$\% = \frac{1,42}{44} * 100$$

$$\% = 3,23\% < 5\%$$

Longitud:

$$L = S + \frac{8 * d^2}{3 * S}$$

$$L = 44 + \frac{8 * 1,42^2}{3 * 44}$$

$$L = 44,12 \text{ m}$$

Por lo que se tomará una longitud de 44,12 metros.

El Dr. D.B. Steinman recomienda una relación s/4 como longitud de tensor:

$$SI = \frac{L}{4}$$

$$Sl = \frac{44,12}{4}$$

$$Sl = 11,03 \text{ m}$$

Se utilizará el valor de $a = 10$, de manera que se aplica el teorema de Pitágoras para calcular la longitud del cable que se extiende de la columna al muerto:

$$LI = \sqrt{(11,03^2 + 1,42^2)}$$

$$LI = 11,12 \text{ m}$$

Se toma una longitud de tensor de 11,50 metros, incrementando en un 10 por ciento la longitud por empalmes y dobleces en el anclaje:

$$L_{\text{total}} = (44,12 + (2 * 11,12)) * 1,1$$

$$L_{\text{total}} = 73 \text{ m}$$

2.1.11.7.3 Péndolas o tirantes

Son tirantes en posición horizontal que sostienen la tubería por medio del cable principal unido por mordazas. Según el Dr. D. B. Steinman, la separación óptima entre las péndolas es de 2 metros. La carga de tensión que soportará cada péndola está definida por la siguiente fórmula:

$$Q = C_u * L$$

Donde:

Q = carga de tensión de péndola (lb)

C_u = carga última (lb/ft)

L = separación entre péndolas 6,56 (ft)

$$Q=37,63*(6,56)$$

$$Q=246,85 \text{ lb}$$

Se utilizará un cable de 1/4" de diámetro de 6*19 hilos con resistencia de ruptura de 5 456 libras. Para calcular la longitud de péndolas se utilizará la ecuación de la sección 3 del *Wire rope hand book*, que es la siguiente:

Conversiones:

$$C_u=37,63 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} * \frac{1 \text{ kg}}{2,21 \text{ lb}} * \frac{1 \text{ ft}}{0,3048 \text{ m}}$$

$$C_u=55,86 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$T_H=21\ 023,81 * \frac{1 \text{ kg}}{2,20}$$

$$T_H=9\ 556,28 \text{ kg}$$

$$Y = \frac{C_u * X(L-X)}{2 * T_H}$$

Donde:

C_U = carga última (kg/m)

X = separación de la péndola, respecto de la torre más cercana (m)

L = luz de paso aéreo (m)

T_H = tensión horizontal (kg)

$$Y = \frac{55,86 \cdot 2 \cdot (44 - 2)}{2 \cdot 9 \cdot 556,28}$$

$$Y = 0,246 \text{ m}$$

De esta forma se calcula para todas las distancias, tomando en cuenta que la separación inicial de la primera péndola a la columna es de 2,5; a partir de la primera péndola, todas se encuentran a una separación de 2 metros.

Tabla XIII. **Péndolas**

No.	x (m)	L-x (m)	Y (m)	Número péndola	Altura de péndolas	L de péndolas	
1	2,5	41,5	0,30	2	1,70	3,39	
2	4,5	39,5	0,52	2	1,48	2,96	
3	6,5	37,5	0,71	2	1,29	2,58	
4	8,5	35,5	0,88	2	1,12	2,24	
5	10,5	33,5	1,03	2	0,97	1,94	
						sumatoria	13,11

Fuente: elaboración propia.

Debido a que las péndolas van sujetas por medio de accesorios como guardacables y abrazaderas, su longitud debe incrementarse en un 15 %:

$$L = 13,11 \cdot 1,15$$

$$L = 15,08 \text{ m}$$

2.1.11.7.4 Torre de soporte

Sirven básicamente para cambiar el sentido de la tensión del cable principal en dirección del momento o anclaje. Esta columna será construida de concreto reforzado, con una altura de 1,5 metros y una dimensión de 0,30 * 0,30 metros.

Datos:

$f'c$ = resistencia a compresión del concreto	= 210 kg/cm ²
f_y = esfuerzo de fluencia del acero grado 40	= 2 810 kg/cm ²
γ_c = peso específico del concreto	= 2,4 ton/m
γ_s = peso específico del suelo	= 1,4 ton/m ³
γ_{cc} = peso específico del concreto ciclópeo	= 2,7 ton /m ³
V_s = valor de soporte del suelo	= 15 ton/m ² (asumido)
Longitud de columna	= 1,5 metros

Esbeltez de una columna

Está en función de la luz libre (L_u) y su dimensión transversal, llamada radio de giro ($r = L/A$), que está en función de la inercia y del área.

Considerando una longitud efectiva, $L_e = K L_u$, que es proporcional a la luz libre, en donde k es un factor que depende de:

- El tipo de apoyo que tiene la columna, que será simplemente apoyada.
- Si la columna tiene posibilidades de ladeo, es decir, una columna no contraventeada. Por el contrario, la columna puede tener elementos que le impidan el ladeo, siendo en este caso una columna contraventeada o contra

desplazamiento lateral, por lo que se considera como columna esbelta cuando la relación de esbeltez se encuentra en el siguiente intervalo:

$$22 < \frac{k \cdot L_u}{r} < 100$$

Calculando según el momento de inercia:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$I = \frac{0,3 \cdot (0,3)^3}{12}$$

$$I = 0,000675 \text{ m}^4$$

Cálculo de radio de giro:

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r = \sqrt{\frac{0,000675}{(0,3)^2}}$$

$$r = 0,09 \text{ m}$$

Cálculo de verificación de esbeltez:

$$E = \frac{K \cdot L_u}{r}$$

$$E = \frac{2 \cdot 1 \text{ m}}{0,09 \text{ m}}$$

$$E = 22,22$$

Carga crítica de una columna (P_{cr})

Es la que produce pandeo en dos puntos de inflexión, es decir, en el tramo cuya longitud es la longitud efectiva. La fórmula de Euler para encontrar la carga crítica de una columna con un extremo empotrado y el otro libre es:

$$P_{cr} = \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{(K \cdot L_U)^2}$$

Donde:

P_{cr} = carga crítica en la columna (ton)

E = módulo de elasticidad del concreto

I = momento de inercia (cm^4)

$K = 2$

L_U = luz libre de la columna (cm)

$$P_{cr} = \frac{E \cdot I \cdot \pi^2}{(K \cdot L_U)^2}$$

$$E = 15 \ 100 \cdot \sqrt{f_c}$$

$$E = 15 \ 100 \cdot \sqrt{210}$$

$$E = 218 \ 819,79$$

$$I = 0,000675 * \left(\frac{100}{1}\right)^4$$

$$I = 67\,500 \text{ cm}^4$$

$$P_{cr} = \frac{218\,819,79 * 67\,500 * \pi^2}{(2 * 100)^2}$$

$$P_{cr} = 3\,644\,434,29 \text{ kg}$$

$$P_{cr} = 3\,643,43 \text{ ton}$$

En este caso la columna solo está actuando a compresión bajo una fuerza axial de $V = 14\,866,08 \text{ lb} = 6,76 \text{ ton}$, producto de la descomposición de la fuerza de tensión. Dados los cálculos obtenidos, es útil aplicar la sección 10.8.4 del reglamento del ACI 318-S-05, que indica que si un elemento sujeto a compresión tiene una sección transversal mayor a la requerida para las condiciones de carga, con el fin de determinar el refuerzo mínimo, se puede emplear un área efectiva reducida A_g , no menor de un medio del área total.

Refuerzo de acero en la columna:

$$A_{s_{min}} = 0,01 * \frac{A_g}{2}$$

$$A_{s_{min}} = 0,01 * \frac{30 * 30}{2}$$

$$A_{s_{min}} = 4,5 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán $(4 * 1,27) = 5,08 \text{ cm}^2$

4 varillas número 4.

Cálculo de carga axial:

$$P_U = \phi * 0,85 * f'_c * (A_g - A_s) + f_y * A_s$$

P_u = carga axial soportada por la columna (ton)

$\phi = 0,70$ (para elementos sometidos a carga axial)

A_s = área de acero (cm²)

$$P_U = 0,70 * [0,85 * 210 * (30^2 - 5,08) + (2 * 810 * 5,08)]$$

$$P_U = 121\,812,614 \text{ kg}$$

$$P_U = 121,81 \text{ ton}$$

$$P_{cr} > P_u$$

$$3\,643,43 > 121,81$$

Debido a que la carga (P_{cr}) es mayor a la carga última (P_U), sí cumple.

Refuerzo transversal en la columna

Será realizado mediante la separación entre estribos, se aplica el mínimo, que es acero No. 3, a cada $d/2$, por lo que se utilizarán estribos número 3 a cada 13 centímetros.

Diseño de zapata

Como la carga que soporta la zapata no es muy grande, se adoptará el peralte mínimo recomendado por el ACI 318-S-05.

Peralte mínimo arriba del refuerzo inferior = 15 cm

Recubrimiento mínimo del refuerzo = 10 cm

Peralte de t= 17,5+7,5 = 25 cm

Factor de carga última:

$$F_u = \frac{C_u}{C_m + C_v}$$

Donde:

F_{cu} = factor de carga última

U = carga última (lb/ft)

C_M = carga muerta (lb/ft)

C_V = carga viva (lb/ft)

$$F_u = \frac{37,63}{17,162+8}$$

$$F_u = 1,5$$

Integración de cargas que soporta la zapata (P_z):

Peso propio de la columna = $\gamma_c * A_g * h = (2,4 * 0,09 * 1,5) = 0,324$ ton

Peso propio del suelo = $\gamma_s * \text{des} * \text{área} = (1,4 * (1 * 1 * 1) - (0,3^2 * 1)) = 1,274$ ton

Peso propio de la zapata = $\gamma_c * t * b^2 = (2,4 * 0,25 * 1^2) = \underline{0,6}$ ton

$P_z = 2,2$ ton

$$\frac{P_z}{A_z} < V_s$$

$$\frac{2,2}{1} = 2,2 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$2,2 < 15 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Debido a que P_z/A_z es menor V_s , sí cumple. Y la carga última soportada por la zapata es:

$$W_u = P_z * F_{cu}$$

$$W_u = 2,2 * 1,5$$

$$W_u = 3,3 \text{ Ton}$$

Verificación por corte simple:

$$V_a = W_u * b * t$$

Donde:

V_a = corte actuante (ton)

W_u = carga última soportada por zapata (ton)

b = lado de la zapata (cm)

t = espesor (cm)

$$V_a = 3,3 * 1 * 0,25$$

$$V_a = 0,825 \text{ ton}$$

$$V_c = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d}{1000}$$

Donde:

V_c = corte resistente (ton)

b = lado de la zapata (cm)

d = peralte efectivo (cm)

$$d = t \cdot \text{rec} \cdot \phi / 2$$

$$d = 25 - 10 - \frac{0,95}{2} = 15,475 \text{ cm}$$

$$V_c = \frac{0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 100 \cdot 15,475}{1000}$$

$$V_c = 10,1 \text{ ton}$$

Según ACI 318-S-05, debe cumplir $V_a < V_c$. En este caso sí se cumple.

Verificación por corte punzonante:

$$V_a = W_u \cdot (A_{\text{zapata}} - A_{\text{punzante}})$$

Donde:

V_a = corte actuante (ton)

W_u = carga última soportada por zapata (ton)

$$V_a = W_u \cdot (A_{\text{zapata}} - A_{\text{punzante}})$$

$$V_a = 3,3 \cdot (1^2 - (0,30 + 0,15475)^2)$$

$$V_a = 2,62 \text{ ton}$$

$$V_c = \frac{0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot (\text{perímetro punzante}) \cdot d}{1\ 000}$$

$$V_c = \frac{0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot (4(30 + 15,475)) \cdot 15,475}{1\ 000}$$

$$V_c = 18,38 \text{ ton}$$

Como $V_a < V_c$ sí se cumple, ya que $2,62 \text{ ton} < 18,38 \text{ ton}$.

Verificación por flexión:

$$M_u = \frac{W_u \cdot (B_{col})^2}{2}$$

$$M_u = \frac{3,3 \cdot 0,30^2}{2}$$

$$M_u = 0,15 \text{ ton-m}$$

$$A_s = \left[(b \cdot d) - \sqrt{(b \cdot d)^2 - \frac{M_u \cdot b}{0,03825 \cdot f'_c}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y}$$

$$A_s = \left[(100 \cdot 15,475) - \sqrt{(100 \cdot 15,475)^2 - \frac{150 \cdot 100}{0,03825 \cdot 210}} \right] \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{2810}$$

$$A_s = 0,038 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínima:

$$A_{s_{\min}} = 0,002 * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = 0,002 * 100 * 15,475$$

$$A_{s_{\min}} = 3,095 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento:

$$\begin{array}{r} 3,095 \text{ cm}^2 \text{-----} 100 \text{ cm}^2 \\ 0,71 \text{ cm}^2 \text{-----} \times \\ X = 22,94 \text{ cm}^2 \end{array}$$

Estos refuerzos serán varillas núm.4 @ 20 cm en ambos sentidos.

Anclaje o muerto de concreto ciclópeo

Este se encontrará enterrado en la superficie superior a nivel del suelo, descomponiendo sus dos componentes la horizontal y la vertical, lo cual se contrarresta con el peso propio del anclaje, utilizando la teoría de Rankine para el empuje de tierras.

Datos:

$$\theta = \tan^{-1}(1/2) = 28^\circ$$

$$T = 21\,023,81 \text{ lb} = 9,56 \text{ ton}$$

$$T_x = 9,56 \cos(28^\circ) = 8,65 \text{ ton}$$

$$T_y = 9,56 \sin(28^\circ) = 4,07 \text{ ton}$$

γ_{cpeo} = peso específico de concreto ciclópeo = 2,7 ton/m³

γ_s = peso específico del suelo = 1,4 ton /m³

Empuje pasivo:

$$K_p = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

$$K_p = \frac{1 + \sin 28}{1 - \sin 28} = 2,77$$

Empuje activo:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \sin 28}{1 + \sin 28} = 0,36$$

Presión pasiva del suelo:

$$P_p = K_p \cdot \gamma_s \cdot \frac{h^3}{2}$$

$$P_p = 2,77 \cdot 1,4 \cdot \frac{h^3}{2}$$

$$P_p = 1,939 \cdot 2^3 = 15,512 \text{ ton}$$

Presión activa del suelo:

$$P_a = K_a \cdot \gamma_s \cdot \frac{h^3}{2}$$

$$P_a = 0,36 * 1,4 * \frac{h^3}{2}$$

$$P_a = 0,252 h^3 = 0,252(2^3) = 2,016 \text{ ton}$$

Peso de muerto:

$$W_{\text{muerto}} = h^3 * \gamma_{\text{ciclópeo}}$$

$$W_{\text{muerto}} = 2,7 h^3 = 2,7(2)^3 = 21,6 \text{ ton}$$

$$M_p = P_p * \frac{h}{3}$$

$$M_p = 0,646 * h^4 = 0,646(2^4) = 10,336 \text{ ton-m}$$

$$M_{\text{act}} = P_a * \frac{h}{3}$$

$$M_{\text{act}} = 2,016 * \frac{h}{3} = 2,016 \left(\frac{2}{3} \right) = 1,344 \text{ ton-m}$$

$$M_{\text{act}} = 0,252 * h^4 = 0,252(2^4) = 4,032 \text{ ton-m}$$

Verificación de volteo:

Momento resistente = 1,8 momento actuante

$$M_p + W_{\text{muerto}} * \frac{h}{2} = 1,8 * \frac{T_y * h}{2} + \frac{T_x * h}{2} + M_{\text{act}}$$

$$0,646h^4 + 2,7h^3 \cdot \frac{h}{2} = 1,8 \cdot \frac{4,07 \cdot h}{2} + \frac{8,65 \cdot h}{2} + 1,344h^4$$

$$0,646h^4 + 1,35h^4 = 3,663h + 4,325h + 1,344h^4$$

$$0,652h^4 = 7,988h$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{7,988}{0,652}}$$

$$h = 2,31 \text{ m}$$

Chequeo con $h = 2,0$ metros.

Verificación de estabilidad contra deslizamiento:

$$F_{sd} = \frac{F_r}{F_{act}} > 1,5$$

$$F_{sd} = \frac{P_p + (0,9 \cdot \tan \phi \cdot W - T_Y)}{T_x + P_a} > 1,5$$

$$F_{sd} = \frac{15,512 + (0,9 \cdot \tan 28 \cdot 21,6 - 4,07)}{8,65 + 2,016} > 1,5$$

$$F_{sd} = 2,04 > 1,5$$

Sí cumple contra deslizamiento, por lo que se construirá el anclaje con base, altura y espesor de 2 metros.

2.1.11.8 Válvulas

Son accesorios mecánicos con los cuales se puede obstruir parcial o totalmente el paso del fluido de líquidos o gases en tuberías, mediante una pieza móvil que regula el paso en el orificio del tubo. En el sistema de agua potable existen varios tipos de válvulas, entre las cuales se mencionarán:

2.1.11.8.1 Válvula de aire

El aire dentro del agua, o aquel atrapado en la tubería, tiende a depositarse en las partes altas de un conjunto de tuberías, provocando así una acumulación de aire que disminuye la sección de la tubería, provocando que esta transporte menor cantidad de agua. Esta válvula permite la salida del aire, así como su ingreso. Estas válvulas se colocaron en las estaciones E-8 y E-38¹, con base en el esquema No.57 de la tesis *Apuntes de ingeniería sanitaria 1* (ver plano 26/27 en anexo).

2.1.11.8.2 Válvula de limpieza

Es la que permite que puedan ser sacados los sedimentos acumulados dentro de un sistema de tuberías. Este tipo de válvulas son instaladas en las partes bajas del sistema y son necesarias en la línea de conducción, nunca pueden ser menores a dos pulgadas de diámetro. Se colocaron en las estaciones E-10 y E-33, con base en el esquema No. 59 y 60 de *Apuntes de ingeniería sanitaria 1*² (ver plano 26/227 en anexo).

2.1.11.8.3 Válvulas de control

Sirven para abrir y obstruir el flujo de agua dentro de un sistema de tuberías, mas no es correcto utilizarlas para graduar el flujo de agua. Son utilizadas frecuentemente en captaciones, tanques de almacenamiento, cajas rompedores y conexiones domiciliarias, principalmente por su bajo costo y disponibilidad.

¹ AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes de ingeniería sanitaria 1*. Pág. 149

2.1.11.8.4 Válvulas de paso

Estas son utilizadas en conexiones domiciliarias, son capaces de obstruir y ceder el flujo de agua rápidamente. Con estas válvulas no se puede controlar el caudal de agua, pues se desgastan rápidamente.

2.1.11.9 Conexiones domiciliarias

Es el sistema de tuberías en el cual se transporta el agua de la red de conducción a la vivienda. Para este proyecto se utilizarán conexiones intradomiciliarias que consisten en la colocación de varios grifos dentro de la vivienda, además de ello se contará con un contador que servirá para medir el consumo.

2.1.12 Programa de operación y mantenimiento

Es necesario el mantenimiento previo y periódico del sistema de obras hidráulicas, con el objetivo de garantizar su óptimo funcionamiento y servicio, lo cual asegure la pronta reparación de cualquier daño que pueda ocasionarse en la red y equipo de sistema.

2.1.12.1 Administración

La Municipalidad de Sibinal es la encargada de analizar el buen funcionamiento del sistema de agua potable, a través de su Oficina Municipal de Agua y Saneamiento. Por medio de los contadores que se instalarán se podrá calcular el cobro de cada consumidor, en lo cual serán incluidos los gastos de mantenimiento y operación, emergencias que se puedan presentar, reparaciones y mejoras al sistema.

Se deberá llevar un control de las personas que se beneficien con dicho sistema, por lo cual tiene que elaborarse un reglamento interno, para evaluar el mantenimiento y funcionamiento del vital líquido, y a su vez capacitar a las personas con dicho documento y promover el uso adecuado del sistema hidráulico.

2.1.12.2 Operación y mantenimiento

La Oficina Municipal de Agua y Saneamiento deberá contar con un fontanero, el cual supervisará de manera periódica cada una de las obras hidráulicas del sistema de abastecimiento, de tal manera que pueda detectar alguna fuga y repararla, así como hacer limpieza de los tanques, cajas de registro y operación del hipoclorador.

2.1.13 Propuesta de tarifa

Es importante brindarle mantenimiento adecuado al sistema de abastecimiento de agua potable para su buena operación, para ello se debe contar con un soporte económico que cubra los gastos de operación y mantenimiento, por lo que será necesario establecer una tarifa para las viviendas beneficiadas por el sistema. Para coordinar y establecer esta tarifa, la encargada será la Municipalidad de Sibinal, a través del consumo registrado en los contadores, así como también por medio de las sanciones correspondientes. Actualmente hay una tarifa de Q. 30,00 anuales, la cual no incluye desinfección.

2.1.13.1 Costo de operación (CO)

Se utilizará para el pago mensual de un fontanero, quien cumplirá con las siguientes tareas: revisión de tubería, mantenimiento de tanques y cajas de registro, mantenimiento y operación del sistema de desinfección. Para este proyecto se considerará el salario mínimo no agrícola de Q. 2 750,00.

2.1.13.2 Costo de desinfecciones (CD)

En este aspecto se presenta la compra y mantenimiento del método de desinfección, gasto mensual:

$$D = CT*N$$

Donde:

CT = costo de tableta = Q. 35,00/tableta

N = número de tabletas a utilizar en un mes = 68 tabletas/mes

D = 35*68

D = Q. 2,380.00/mes

Se presenta un costo de Q. 2 380.00 mensuales y de Q. 28 560.00 anuales en la compra de tricloro.

2.1.13.3 Costo de administración (CA)

En este costo están integrados todos los gastos de oficio, como los de papelería, sellos, viáticos y otros. Se estima un 10 % de la suma de los anteriores.

Costo mensual de operación:

$$\text{Costo mensual} = \frac{\text{CO} + \text{CD} + 0.1(\text{CO} + \text{CD})}{\# \text{ de viviendas}}$$

$$\text{Costo mensual} = \frac{\text{Q}2,750.00 + \text{Q}2,380.00 + 0.1(\text{Q}2,750 + \text{Q}2,380.00)}{266 \text{ viviendas}}$$

$$\text{Costo mensual} = \frac{\text{Q}5,643.00}{266 \text{ viviendas}} = \text{Q}21.20/\text{vivienda}$$

Aunque se implementarán contadores, se propone una tarifa mínima mensual de Q. 25.00 por cada vivienda beneficiada.

2.1.14 Presupuesto

Se realizará mediante los costos directos que incluyen el valor de los materiales y mano de obra; además se incluye los costos indirectos, con un número porcentual. En cuanto a precios de materiales, se tomarán los que se manejan en el área y la mano de obra.

Tabla XIV. **Presupuesto para agua potable por gravedad, de la cabecera municipal de Sibinal**

PROYECTO	
PROYECTO	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS.

NO.	TIPO DE PROYECTO	UBICACIÓN				
	CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE	CASCO URBANO SIBINAL, SAN MARCOS				
No.	DESCRIPCION DEL RENGLÓN	CANTIDA D	UNIDA D	Q/U	SUB-TOTAL	COSTO TOTAL
1.00	TRAZO Y REPLANTEO DE TOPOGRAFÍA	28 826,19	ML	1,90	54 769,76	
2.00	CAPTACIONES + DESARENADORES	5,00	U	23 748,74	118 743,70	
3.00	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES	2,00	U	7 379,24	14 758,48	188 271,94
4.00	LINEA DE CONDUCCION 1 (TOCAPOTE)	1 014,84	ML			
4.01	TUBERIA DE P.V.C. Ø 4" 160 PSI	914,71	ML	114,80	105 008,71	
4.02	TUBERIA DE P.V.C. Ø3" 160 PSI	100,13	ML	73,86	7 395,60	
4.03	DEMOLICION DE TANQUE DE DISTRIBUCION EXISTENTE	1,00	U	22 612,50	22 612,50	
4.04	TANQUE DE DISTRBUCCIÓN 150 M3	2,00	U	195 869,18	391 738,36	
4.05	EXCAVACIÓN	324,75	M3	72,62	23 583,35	
4.06	RELLENO COMPACTADO NATURAL	276,04	M3	29,81	8 228,75	
4.07	CORTE DE BANQUETA EXISTENTE	55,00	M2	31,05	1 707,75	
4.08	REPARACIÓN DE BANQUETA	55,00	M2	325,93	17 926,15	
4.09	CORTE DE PAVIMENTO EXISTENTE	20,00	M2	129,98	2 599,60	
4.10	REPARACIÓN DE PAVIMENTO	20,00	M2	513,69	10 273,80	
4.11	HIPOCLORADOR	1,00	U	5 854,07	5 854,07	
4.12	TUBERIA HG . TL DIAM. DE 4"	70,00	ML	306,69	21 468,30	618 396,94
5.00	LINEA DE CONDUCCION 2 (CHECAMBA)	2 526,65	ML			
5.01	TUBERIA DE P.V.C. Ø4" 160 PSI	1 345,00	ML	114,80	154 406,00	
5.02	TUBERIA DE P.V.C. Ø3" 160 PSI	196,59	ML	73,86	14 520,14	
5.03	TUBERIA DE P.V.C. Ø2" 160 PSI	210,40	ML	38,69	8 140,38	
5.04	TUBERIA DE P.V.C. Ø1-1/2" 160 PSI	774,66	ML	23,59	18 274,23	
5.05	EXCAVACIÓN	808,53	M3	72,62	58 715,45	
5.06	RELLENO COMPACTADO NATURAL	687,25	M3	29,81	20 486,92	
5.07	EXTRACCIÓN DE EMPEDRADO EXISTENTE	12,50	M2	22,95	286,88	
5.08	COLOCACIÓN DE EMPEDRADO	12,50	M2	54,00	675,00	

Continuación tabla XIV.

5.09	HIPOCLORADOR	1,00	U	5 854,07	5 854,07	
5.10	TUBERIA HG. TL Ø1-1/2"	30,00	ML	89,51	2 685,30	
5.11	TUBERIA HG . TL Ø3"	150,00	ML	219,86	32 979,00	
5.12	TUBERIA HG . TL Ø4"	110,00	ML	306,69	33 735,90	350 759,27
6.00	LINEA DE DISTRIBUCION	25 284,70	ML			
6.01	EXCAVACIÓN	6 068,33	M3	38,69	234 783,69	
6.02	RELLENO COMPACTADO NATURAL	5 158,08	M3	23,59	121 679,11	
6.03	CORTE DE BANQUETA EXISTENTE	1 210,00	M2	31,05	37 570,50	
6.04	REPARACIÓN DE BANQUETA	1 210,00	M2	325,93	394 375,30	
6.05	CORTE DE PAVIMENTO EXISTENTE	190,00	M2	129,98	24 696,20	
6.06	CORTE DE ASFALTO	25,00	M2	109,73	2 743,25	
6.07	REPARACIÓN DE PAVIMENTO	190,00	M2	513,69	97 601,10	
6.08	COLOCACIÓN DE EMPEDRADO	70,00	M2	54,00	3 780,00	
6.09	REPARACIÓN DE ASFALTO	190,00	M2	665,55	126 454,50	
6.10	TUBERIA DE P.V.C. Ø6" 160 PSI	144,00	ML	248,11	35 727,84	
6.11	TUBERIA DE P.V.C. Ø4" 160 PSI	741,22	ML	121,52	90 073,05	
6.12	TUBERIA DE P.V.C. Ø3" 160 PSI	90,00	ML	75,84	6 825,60	
6.13	TUBERIA DE P.V.C. Ø2-1/2" 160 PSI	2 282,70	ML	55,58	126 872,47	
6.14	TUBERIA DE P.V.C. Ø2" 160 PSI	3 748,34	ML	38,69	145 023,27	
6.15	TUBERIA DE P.V.C. Ø1-1/2" 160 PSI	10 653,04	ML	23,29	248 109,30	
6.16	TUBERIA DE P.V.C. Ø1" 160 PSI	909,60	ML	17,69	16 090,82	
6.17	TUBERIA DE P.V.C. Ø3/4" 250 PSI	4 693,08	ML	13,54	63 544,30	
6.18	TUBERIA DE P.V.C. Ø1/2" 315 PSI	2 022,72	ML	11,00	22 249,92	1 798 200,22
9.00	COSTO E INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE BR.					
9.01	Válvula de compuerta diam. 6"	2,00	U	6 220,19	12 440,38	
9.02	Válvula de compuerta diam. 4"	3,00	U	1 879,24	5 637,72	
9.03	Válvula de compuerta diam. 3"	1,00	U	1 283,35	1 283,35	
9.04	Válvula de compuerta diam. 2-1/2"	9,00	U	963,17	8 668,53	
9.05	Válvula de compuerta diam. 2"	4,00	U	528,04	2 112,16	
9.06	Válvula de compuerta diam. 1-1/2"	13,00	U	415,91	5,406.83	
9.07	Válvula de compuerta diam. 1"	1,00	U	227,49	227,49	
9.08	Válvula de compuerta diam. 3/4"	7,00	U	137,67	963,69	
9.09	Válvula de compuerta diam. 1/2"	7,00	U	102,25	715,75	
9.10	Válvula de limpieza diam. 4"	4,00	U	2 438,11	9 752,44	
9.11	Válvula de limpieza diam. 1-1/2"	1,00	U	814,54	814,54	
9.12	Válvula disipadora de aire diam. 1/2"	4,00	U	245,27	981,08	Q36,563.58

Continuación tabla XIV.

OTROS						
10.00	CAJA ROMPE PRESIÓN	1,00	U	8 185,16	8 185,16	
11.00	CAJA PARA VÁLVULAS DE COMPUERTA	54,00	U	2 297,79	124 080,66	
12.00	CAJA PARA VÁLVULAS DE LIMPIEZA	5,00	U	2 297,79	11 488,95	
13.00	CAJA PARA VÁLVULAS DE AIRE	4,00	U	2 297,79	9 191,16	
14.00	PASOS AÉREOS DE 60 MTS LINEALES	1,00	U	33 195,16	33 195,16	
15.00	PASOS AÉREOS DE 44 MTS LINEALES	1,00	U	30 463,60	30 463,60	
16.00	PASOS AÉREOS DE 30 MTS LINEALES	3,00	U	28 073,48	84 220,44	
17.00	PASOS AÉREOS DE 28 MTS LINEALES	1,00	U	27 731,74	27 731,74	
18.00	PASOS AÉREOS DE 27 MTS LINEALES	1,00	U	27 561,53	27 561,53	
19.00	PASOS AÉREOS DE 20 MTS LINEALES	2,00	U	23 264,19	46 528,38	
20.00	ACOMETIDA DOMICILIARES CON CONTADOR	707,00	U	943,83	667 287,81	1 069 934,59
COSTO TOTAL DEL PROYECTO:						4 062 126,54

Fuente: elaboración propia.

2.1.15 Evaluación socioeconómica

Este tipo de proyecto incluye un gran componente social, por lo cual hay que evaluar y determinar su rentabilidad, con el objetivo de comparar los beneficios con los costos que dicho proyecto implica. Esta evaluación se elaborará a través de indicadores socioeconómicos tales como el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

2.1.15.1 Valor presente neto (VPN)

El VPN se utiliza para comparar alternativas de inversión. Este indicador consiste en transformar todos los gastos generados en el transcurso de todo el período de diseño, tales como: inversión inicial, ingresos anuales, egresos anuales y valores de rescate futuros, a un valor presente, a manera que se pueda determinar si el proyecto es rentable al final del período de diseño.

Para este proyecto se requiere hacer la inversión inicial de Q. 4.062 126,54, teniendo únicamente los ingresos anuales del proyecto:

$$I_a = N * P_t * 12$$

Donde :

I_a = ingreso anual

N = número de viviendas

P_t = propuesta de tarifa

$$I_a = 516 * Q25.00 * 12$$

$$I_a = Q154,800.00$$

Se tiene un ingreso anual y con valor de rescate nulo, con tasa de interés de 11 % anual para 22 años, calculándolo con la fórmula siguiente:

$$VPN = -I_0 + I_a \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

Donde:

I_0 = inversión del proyecto

I_a = ingreso anual

n = número de períodos

i = tasa de interés

$$VPN = -4\ 062\ 126,54 + 154\ 800 \left[\frac{(1+0,11)^{22} - 1}{0,11 * (1+0,11)^{22}} \right]$$

$$VPN=-2\ 796\ 522,13$$

El VPN de este proyecto es negativo, demostrando así que el proyecto es totalmente de carácter social y para desarrollo de la comunidad, de manera que no es lucrativo.

2.1.15.2 Tasa interna de retorno (TIR)

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplan las condiciones buscadas en el momento de iniciar un proyecto de inversión, mientras gana un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. Según el método el proyecto es rentable cuando es mayor que la tasa de costo de capital, pues se ganará más ejecutando el proyecto que efectuando otro tipo de inversión.

El cálculo de la TIR consiste en prueba y error. Se comienza con una tasa tentativa de actualización y con ella se trata de calcular un valor actual neto, hasta que se de un cambio negativo de signos, continuando con la siguiente fórmula:

$$TIR=R+(R_2+R_1)*\left(\frac{V_{PN}(+)}{V_{PN}(+)-V_{PN}(-)}\right)$$

Donde:

TIR= tasa interna de retorno

R= tasa inicial de descuento

R₁=tasa de descuento que origina el VPN (+)

R₂=tasa de descuento que origina el VPN (-)

VPN (+)= valor presente neto positivo

VPN (-)= valor presente neto negativo

Con una inversión de 4 062 126,54 y produciendo un beneficio anual de Q. 154 800, con tiempo de vida útil de 22 años. Se utilizará una tasa de interés de - 10 %:

$$VPN = -4\,062\,126,54 + 154\,800 \left[\frac{(1+0,05)^{22}-1}{0,05*(1+0,05)^{22}} \right]$$

$$VPN = -2024493,74$$

Se utilizará una tasa de interés de -17 %:

$$VPN = -4\,062\,126,54 + 154\,800 \left[\frac{(1+-0,03)^{22}-1}{-0,03*(1+-0,03)^{22}} \right]$$

$$VPN = 862\,772,36$$

$$TIR = 0,11 + (0,05 + (-0,03)) * \left(\frac{862\,772,36}{862\,772,36 - (-2024493,74)} \right)$$

$$TIR = 0,007$$

2.1.16 Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Se considera contaminación del medio ambiente la presencia de elementos de origen químico, físico y biológico, los cuales pueden ser nocivos para los habitantes, tomando en cuenta el impacto que tendrá en la calidad de la atmósfera, del agua, del suelo y de los recursos naturales, de tal forma que estos se degradan. Para realizar el estudio de impacto ambiental se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Aire: el tipo de contaminación en este aspecto serían las partículas de polvo generadas en los trabajos de construcción, tales como el polvo al momento que se corte el pavimento o banquetas, el humo de la maquinaria que se utilizará y el polvo de cemento que se esparce en cada fundición. Para el manejo ambiental se capacitará al personal respecto al manejo del cemento, se le brindará el servicio necesario a la maquinaria y se regará agua en los lugares de corte para evitar el levantado de polvo.
- Agua: se manifestará la escasez de agua en procesos de construcción debido al cambio de sistema o a las pruebas efectuadas, y se generará mayor cantidad de agua residual por el uso descontrolado en el proceso de operación. Para el manejo ambiental se implementará un sistema de abastecimiento provisional (sistema antiguo) en lapsos de tiempo determinados, ya que se conectará directamente a las fuentes; también se conducirá el agua residual hacia un punto de desfogue asignado, asegurando que esta no sea una fuente de infecciones ni de contaminación.
- Suelo: se presenta contaminación a través de desechos sólidos (basura común) producidos por los materiales de construcción en cada elemento del sistema; también con la mezcla del material excavado con algún tipo de basura, o erosión en el suelo debido a una fuga en el sistema de tuberías. Para el manejo ambiental se desarrollará un sistema de limpieza periódico en el proyecto, para evitar la acumulación de muchos desechos sólidos, haciendo una revisión exhaustiva de todo el sistema de tuberías a manera de reaccionar rápidamente a una presencia de fuga.
- Sociales: con este proyecto se ayuda a la comunidad, abasteciéndola de agua potable, evitando las enfermedades patógenas y dando acceso al vital líquido.

CONCLUSIONES

1. El proyecto de abastecimiento de agua potable para la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal beneficiará a una población de 3 612 habitantes, por medio de dos sistemas, los cuales se componen de: 4 974,40 metros de línea de conducción, 2 tanques de distribución de 150 metros cúbicos cada uno y 25 284,70 metros de red de distribución, obras hidráulicas y 516 conexiones domiciliarias. El costo total directo del proyecto es de Q 4,062 126,54, y el costo por metro lineal es de Q. 134,25.
2. Debido a la ubicación de las casas y a la topografía del lugar, que es bastante inclinada, se consideró realizar en el sistema hidráulico una red de distribución cerrada, diseñada mediante el método de Hardy-Cross, con el objetivo de que en cualquier punto de la red se tuviera la misma presión. Como resultado, en la red en puntos opuestos, se tiene una diferencia de altura de terreno de 45,96 metros y una diferencia de presión de 6,69 m.c.a., por lo que se considera que la red de distribución brinda un servicio adecuado.
3. Las fuentes incorporadas al sistema de abastecimiento cumplen con las necesidades de la población, ya que satisfacen el consumo de la población actual y futura. Las fuentes en total brindan un caudal de 11,81 litros por segundo, la población futura es de 5 600 habitantes, lo cual genera un consumo de 840 000 litros por día, que es menor al caudal de las fuentes, que producen 1 020 384 litros por día.

4. La red de distribución está conformada por tuberías principales, las cuales forman circuitos cerrados y ramales principales, que son 1, 2, 3, 4 y 5A; 1, 2, 5, TCQ, Y y Z. Además de ello la red cuenta con tubería secundaria, compuesta por líneas paralelas entre sí por las banquetas de cada lado de la calle, con el objetivo de no tocar el pavimento existente y reducir los costos hasta un millón de quetzales aproximadamente, por lo que se puede decir que el sistema de red de distribución total es un sistema mixto.

5. La construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para la zona 2 de la cabecera municipal de Sibinal no generará un impacto ambiental negativo permanente en la flora y fauna del lugar, esto se debe a que solo durante el período de construcción se realizará movimiento de tierras para el enterrado de tubería, cumpliendo así con las normas del Ministerio de Ambiente para la ejecución de proyectos de infraestructura.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Sibinal:

1. Proporcionar el mantenimiento periódico y adecuado a cada elemento del sistema de abastecimiento de agua potable, así como la inmediata reparación de daños que pueda sufrir cada elemento estructural, como la tubería y sus accesorios, que conforman las líneas de conducción y distribución.
2. Actualizar, al momento de realizar el proceso de licitación, los precios de materiales de mano de obra, pues en el mercado actual cambian constantemente su valor de venta.
3. Educar a la población beneficiada con respecto del uso adecuado del servicio de agua potable, así como sobre el cobro que se realizará mensualmente por el consumo que indiquen los contadores que se instalarán en cada vivienda.
4. Realizar la cloración del agua propuesta en el proyecto de forma constante, para evitar enfermedades gastrointestinales y de la piel.
5. Aplicar todo lo contenido en los planos, respetando cada especificación técnica, ya que con ello se garantizará el período de diseño establecido en el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170p.
2. América Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318 S-05)*. Michigan, EE.UU: ACI, 2005. 405 p.
3. ÁVILA GÓMEZ, Arnoldo. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el parcelamiento el Wiscoyol I, y puente vehicular en la aldea Puerto Viejo, municipio del Puerto de Iztapa*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 137p.
4. INFOM-UNEPAR. *Unidad guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997.100 p.
5. ZAMORA JOLÓN, Severo Constantino. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y edificación escolar para la comunidad Santo Domingo Peña Blanca*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 78 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Planos para el sistema de abastecimiento de agua potable, zona 2 cabecera municipal Sibinal, San Marcos**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2015.

**PROYECTO:
PLANO DE UBICACION**

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE, ZONA 2, CABECERA
MUNICIPAL, SIBINA, SAN MARCOS.**

PROYECTO:

COORD.GEOGRAFICAS

N: 15° 09' 01.07"

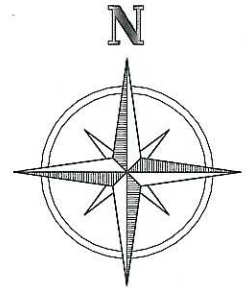
O: 92° 03' 01.97"

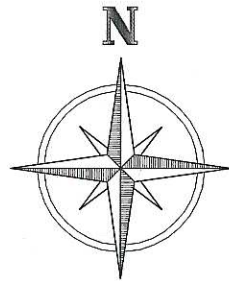
COORDENADAS UTM

X: 602028.1299

Y: 1664076.907

**PLANO
DE
UBICACION**

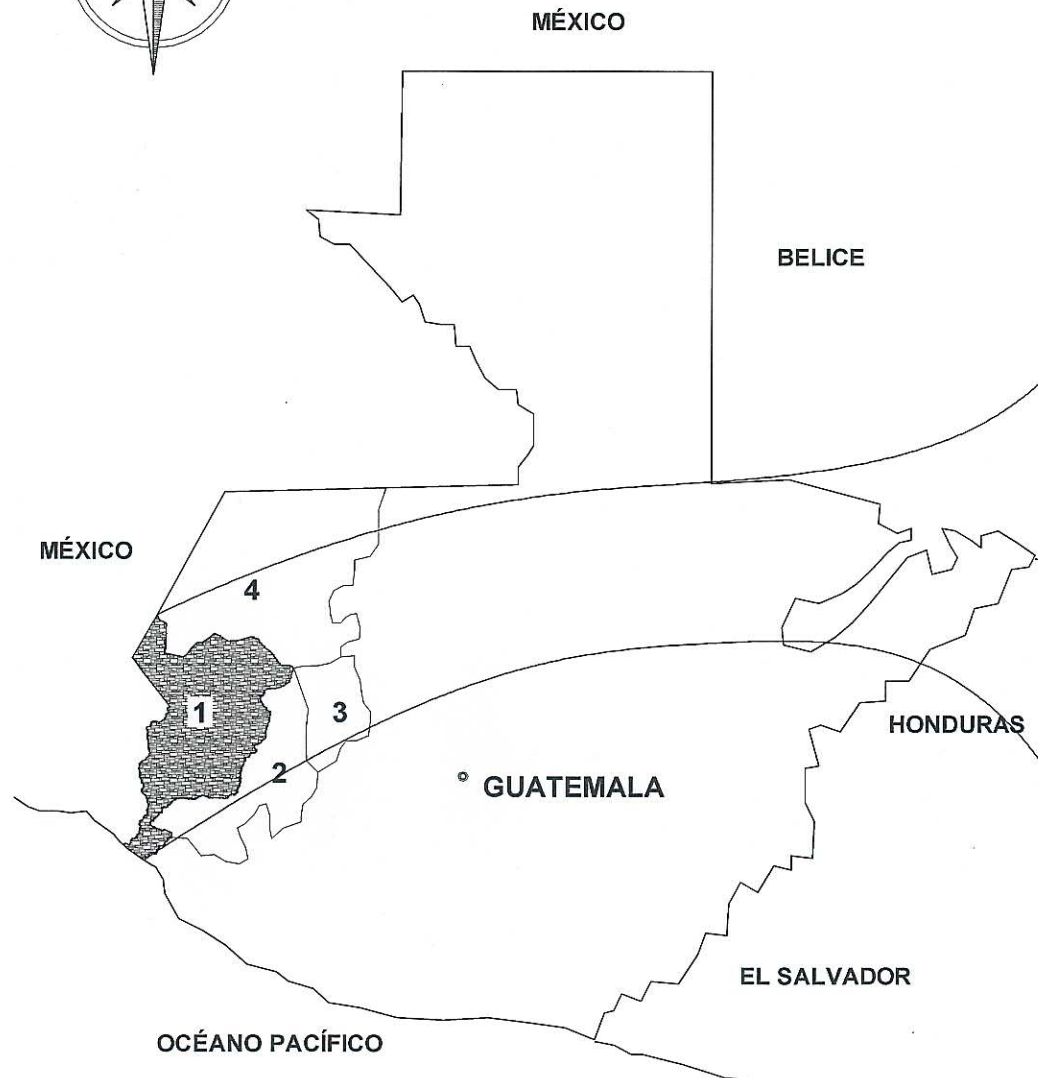




MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA

MAPA DEL DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

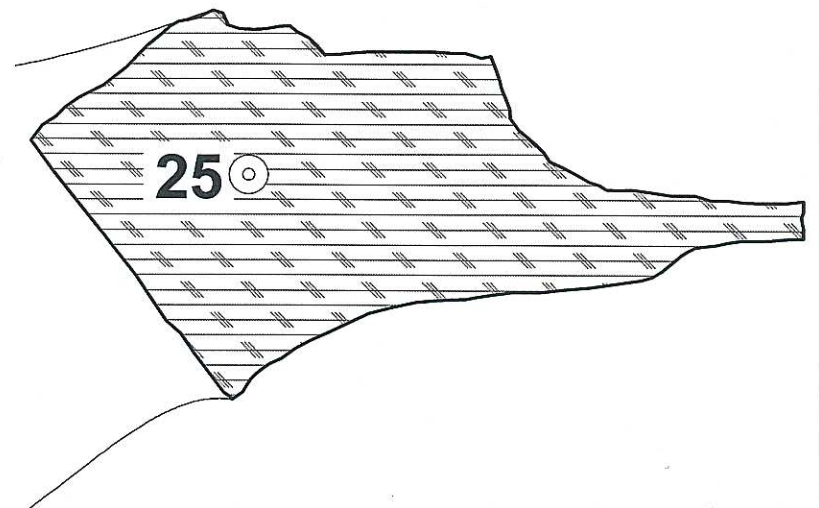
MAPA DEL MUNICIPIO DE SIBINAL, SAN MARCOS.



- 1.- SAN MARCOS
- 2.- QUETZALTENANGO
- 3.- TOTONICAPAN
- 4.- HUEHUETENANGO



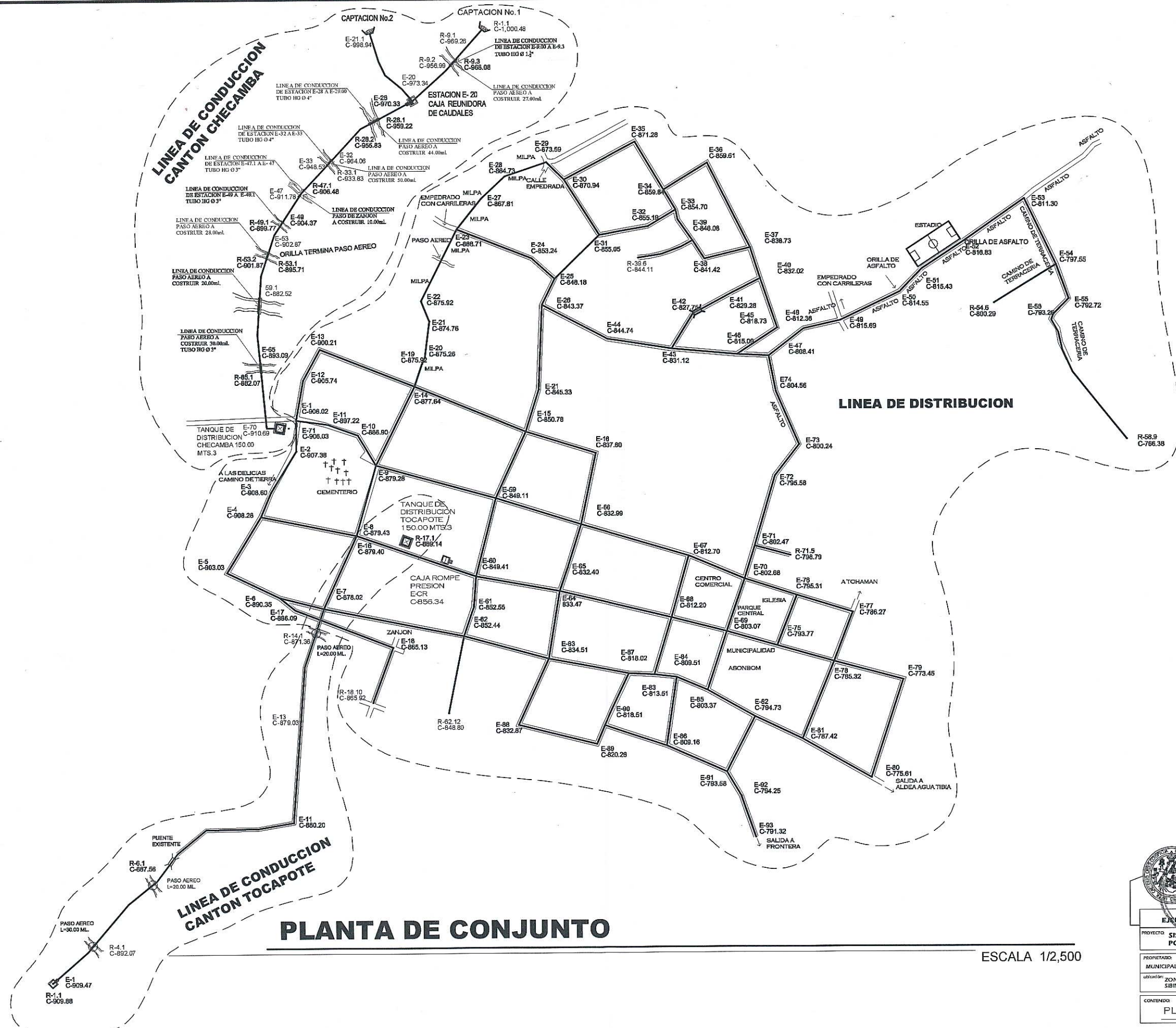
- 1.- AYUTLA
- 2.- CATARINA
- 3.- COMITANCILLO
- 4.- CONCEPCION TUTUAPA
- 5.- EL QUETZAL
- 6.- EL RODEO
- 7.- EL TUMBADOR
- 8.- ESQUIPULAS PALO GORDO
- 9.- IXCHIGUAN
- 10.- LA REFORMA
- 11.- MALACATAN
- 12.- NUEVO PROGRESO
- 13.- COCOS
- 14.- PAJAPITA
- 15.- RIO BLANCO
- 16.- SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ
- 17.- SAN CRISTOBAL CUCHO
- 18.- SAN JOSE OJETENAM
- 19.- SAN LORENZO
- 20.- SAN MARCOS
- 21.- SAN MIGUEL IXTAHUACAN
- 22.- SAN PABLO
- 23.- SAN PEDRO SACATEPEQUEZ
- 24.- SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA
- 25.- SIBINAL
- 26.- SIPACAPA
- 27.- TACANA
- 28.- TAJUMULCO
- 29.- TEJUTLA



**PROYECTO:
PLANO DE LOCALIZACION**


SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL, SIBINA, SAN MARCOS.

PLANO DE LOCALIZACION



PLANTA DE CONJUNTO

ESCALA 1/2,500

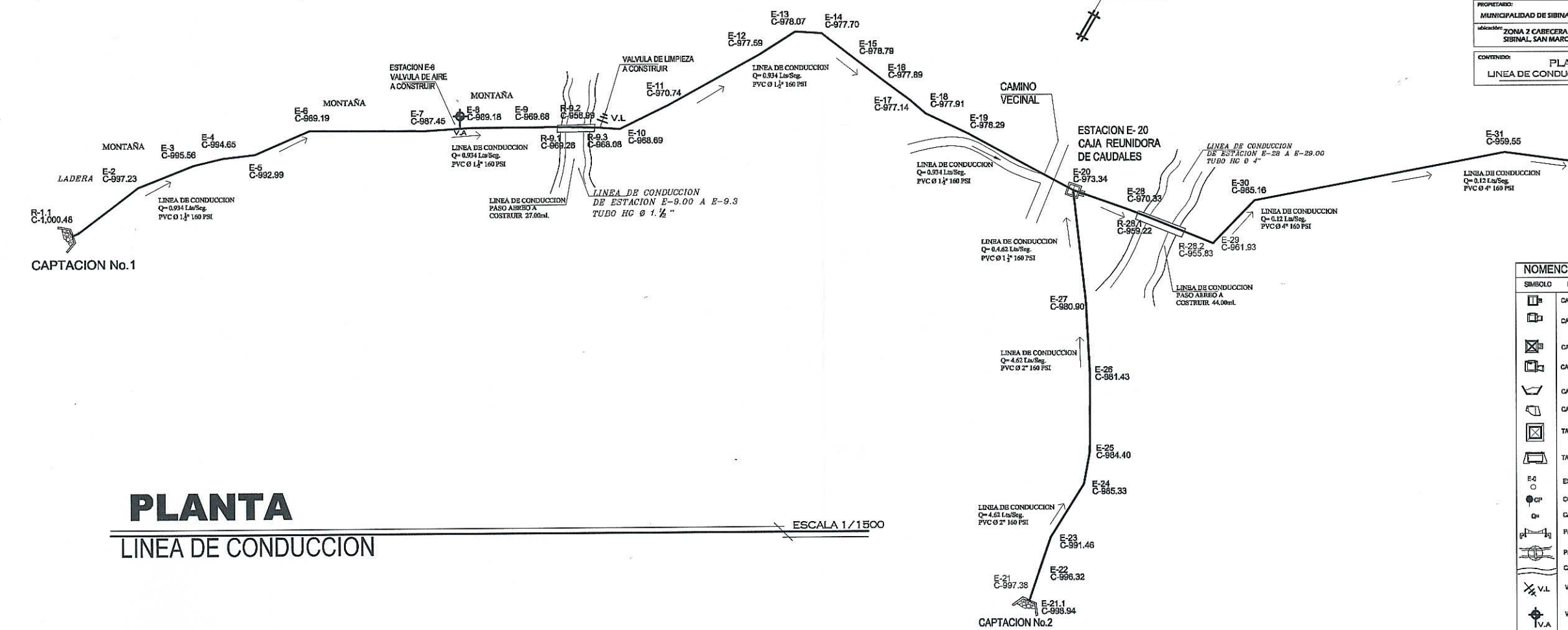

 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Mercoz
 ASesor FACULTAD DE INGENIERIA
 Unidad de Practicas de Ingenieria y PPS
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL	PROFESOR:	ROSELIO ASTURO QUIROGA
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL SAN MARCOS	ASesor:	Ing. JUAN MERCOZ COS
FECHA:	OCTUBRE 2016	INDICADA:	
UBICACION:	ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL SIBINAL SAN MARCOS	INDICADA:	
CONTENIDO:	PLANTA DE CONJUNTO	INDICADA:	

1 / 27



EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: INGENIERO ARTURO GUERRA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		PROFESOR: INGENIERO ARTURO GUERRA
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SIBINAL SAN MARCOS	ASESOR: Ing. JUAN MERCK COS	FECHA: OCTUBRE 2016
Lugar: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL SAN MARCOS		VAL. SA. AUTORIDAD
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION, CANTON CHECAMBA.		HOJA No. 2 / 27

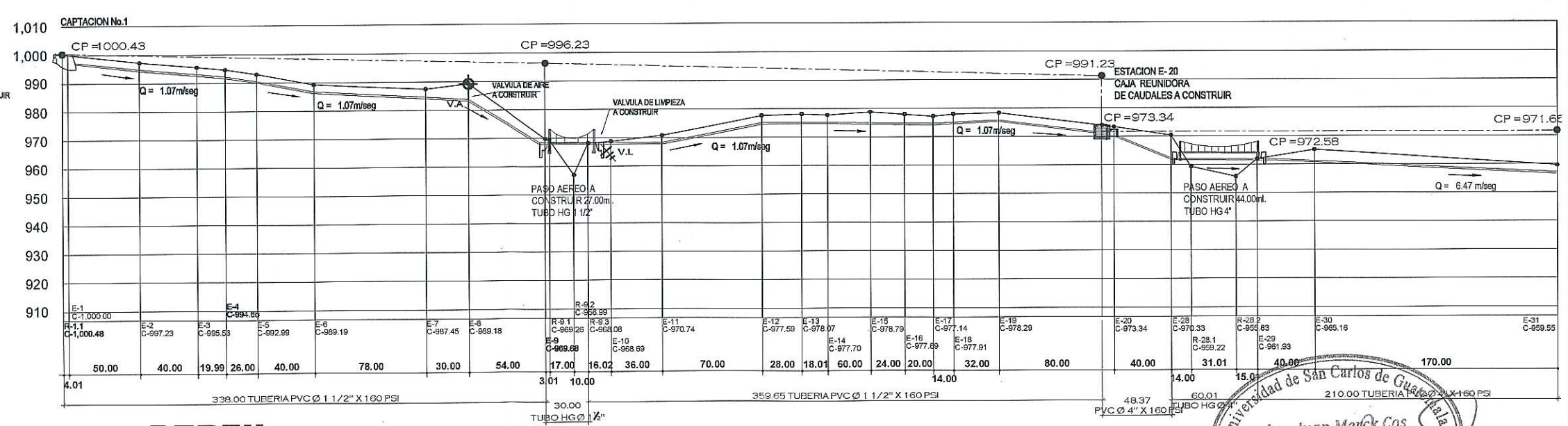
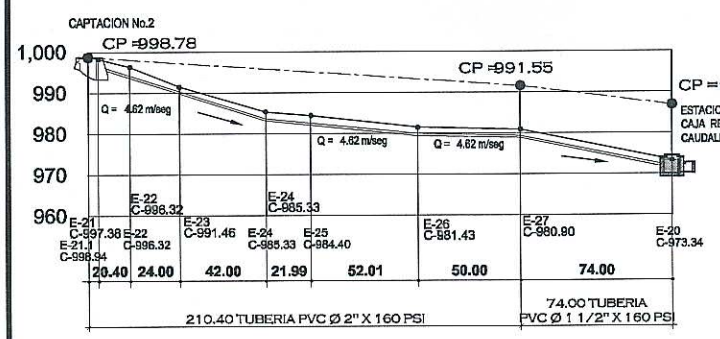


PLANTA

LINEA DE CONDUCCION

ESCALA 1/1500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES PLANTA (C.R.C.)
	CAJA REUNIDORA DE CAUDALES PERFIL (C.R.C.)
	CAJA ROMPE PRESION (C.R.P.) EN PLANTA
	CAJA ROMPE PRESION (C.R.P.) EN PERFIL
	CAJA DE CAPTACION TIPICA C.C.T. (planta)
	CAJA DE CAPTACION TIPICA C.C.T. (perfil)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (planta)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (perfil)
	ESTACION TOPOGRAFICA
	COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL Litros por segundo
	PASO AEREO (perfil)
	PASO AEREO (planta)
	CAMINO VECINAL
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE



PERFIL

LINEA DE CONDUCCION CANTON CHECAMBA

ESCALA HORIZONTAL 1/2,000
ESCALA VERTICAL 1/2,000

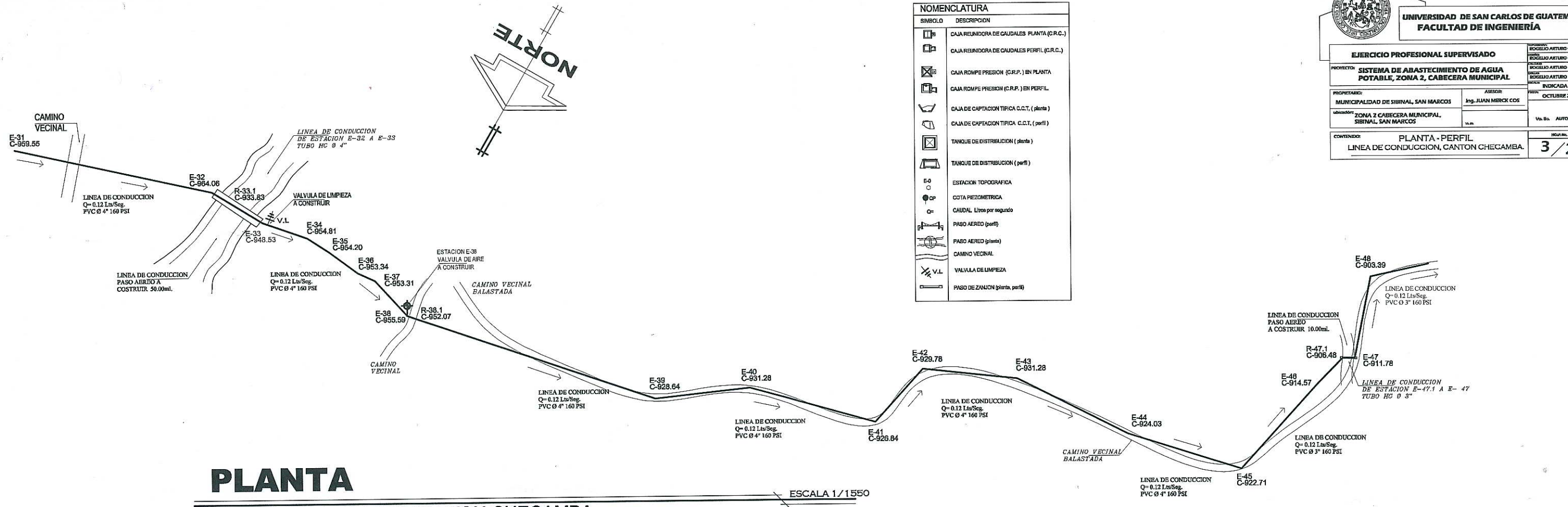




EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

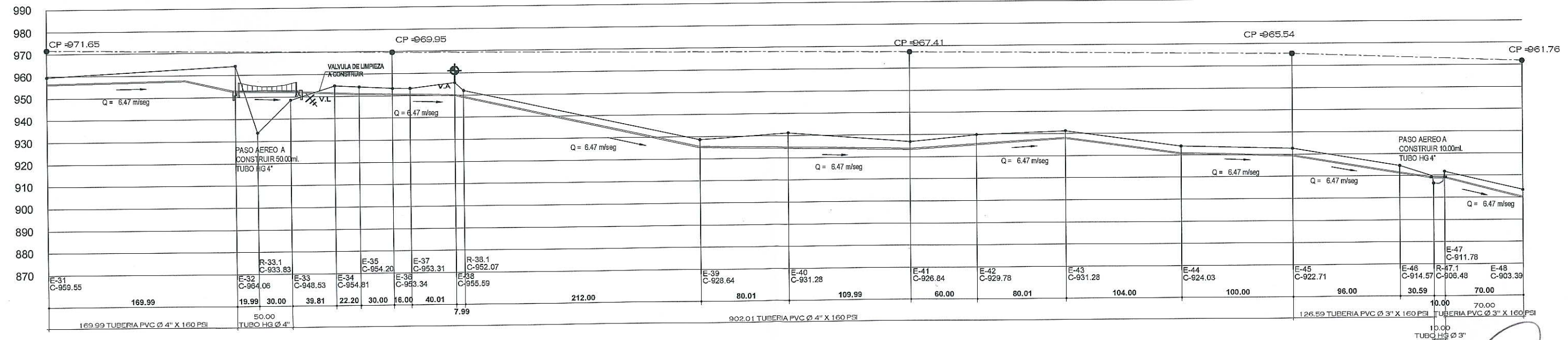
PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL	
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ASESOR: Ing. JUAN MERCK COS
UBICACIÓN:	ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS	FECHA: OCTUBRE 2016
CONTENIDO:	PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION, CANTON CHECAMBA.	HOJA No. 3 / 27

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CAJA REINIDORA DE CAUDALES PLANTA (C.R.C.)
	CAJA REINIDORA DE CAUDALES PERFIL (C.R.C.)
	CAJA ROMPE PRESION (C.R.P.) EN PLANTA
	CAJA ROMPE PRESION (C.R.P.) EN PERFIL
	CAJA DE CAPTACION TIPICA C.C.T. (planta)
	CAJA DE CAPTACION TIPICA C.C.T. (perfil)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (planta)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (perfil)
	ESTACION TOPOGRAFICA
	COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL Litros por segundo
	PASO AEREO (perfil)
	PASO AEREO (planta)
	CAMINO VECINAL
	VALVULA DE LIMPIEZA
	PASO DE ZIONION (planta, perfil)



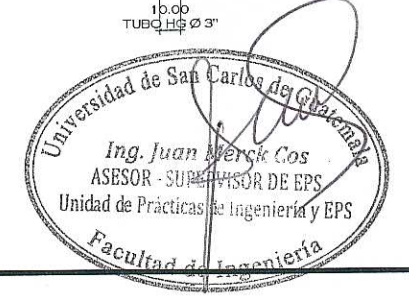
PLANTA
LINEA DE CONDUCCION CANTON CHECAMBA

ESCALA 1/1550



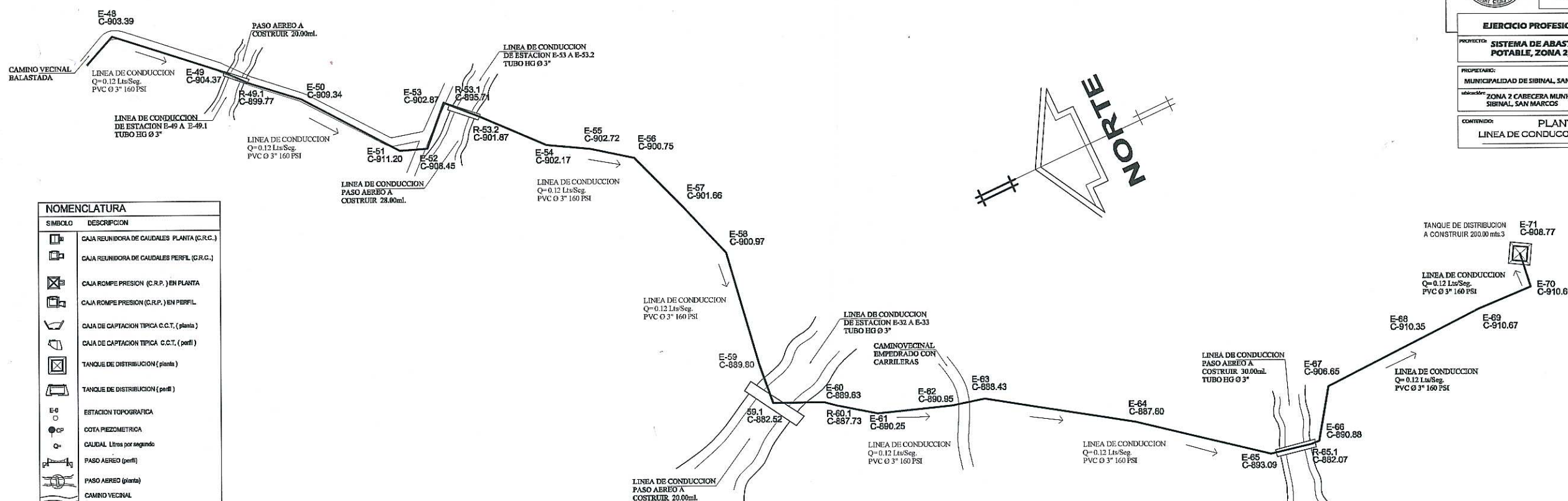
PERFIL
LINEA DE CONDUCCION CANTON CHECAMBA

ESCALA HORIZONTAL 1/2,000
ESCALA VERTICAL 1/2,000





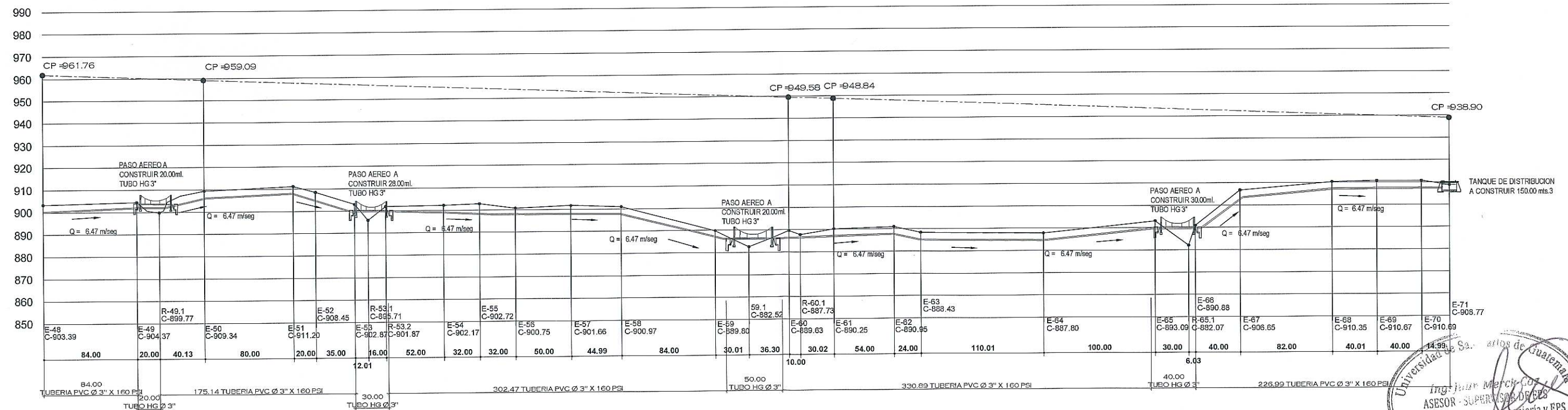
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: FRODO AZAR GUINDA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL	PROFESOR: FRODO AZAR GUINDA	PROFESOR: FRODO AZAR GUINDA
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ASESOR: Ing. JUAN MERCY COS	FECHA: OCTUBRE 2016
UBICACIÓN: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS	ESCALA: INDICADA	Via. E.: AUTORIDAD
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL LINEA DE CONDUCCION, CANTON CHECAMBA.	HOJA No.	4 / 27



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CAJA REINFORMA DE CAUDALES PLANTA (C.R.C.)
	CAJA REINFORMA DE CAUDALES PERFIL (C.R.G.)
	CAJA ROMPE PRESION (C.R.P.) EN PLANTA
	CAJA ROMPE PRESION (C.R.P.) EN PERFIL
	CAJA DE CAPTACION TIPICA C.C.T. (planta)
	CAJA DE CAPTACION TIPICA C.C.T. (perfil)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (planta)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (perfil)
	ESTACION TOPOGRAFICA
	COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL Litros por segundo
	PASO AEREO (perfil)
	PASO AEREO (planta)
	CAMINO VECINAL
	VALVULA DE LIMPIEZA
	PASO DE ZANJON (planta, perfil)

PLANTA
LINEA DE CONDUCCION CANTON CHECAMBA

ESCALA 1/1550



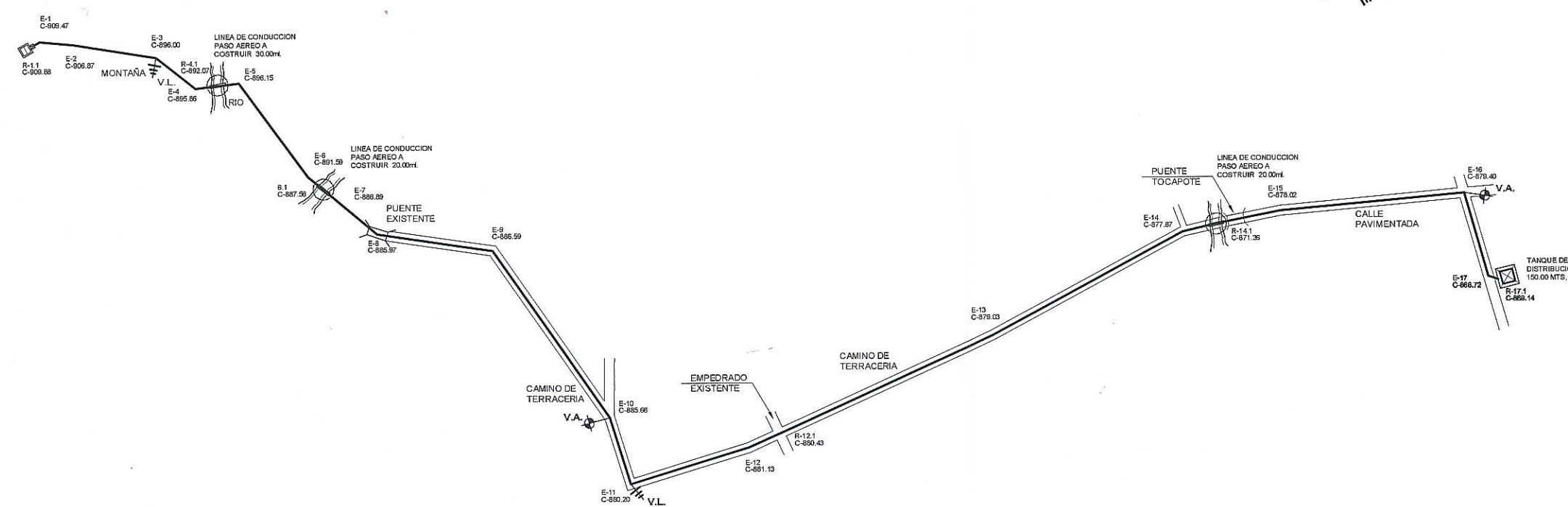
PERFIL
LINEA DE CONDUCCION CANTON CHECAMBA

ESCALA HORIZONTAL 1/2,000
ESCALA VERTICAL 1/2,000





EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROYECTO	ROSELEO ARTURO OLIVERA
MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS		PROYECTO	ROSELEO ARTURO OLIVERA
ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS		PROYECTO	ROSELEO ARTURO OLIVERA
Ing. JUAN MERCE COS		PROYECTO	ROSELEO ARTURO OLIVERA
OCTUBRE 2016		INDICADA	
PLANTA - PERFIL		INDICADA	
LINEA DE CONDUCCION, CANTON TOCAPOTE.		INDICADA	
5 / 27		INDICADA	

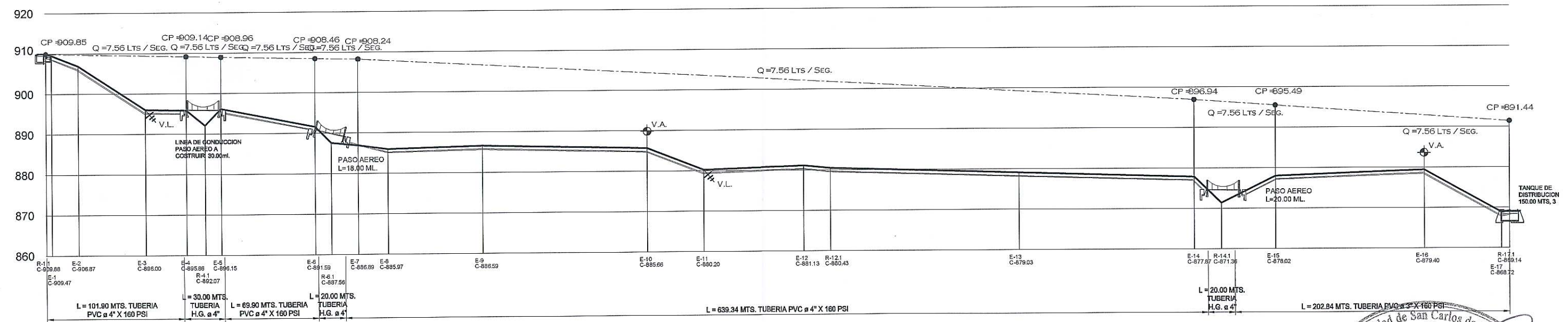


PLANTA

LINEA DE CONDUCCION CANTON TOCAPOTE

ESCALA 1/1.500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CAJA REINFORZADA DE CAUDALES PLANTA (C.R.C.)
	CAJA REINFORZADA DE CAUDALES PERFIL (C.R.C.)
	CAJA ROMPE PRESION (C.R.P.) EN PLANTA
	CAJA ROMPE PRESION (C.R.P.) EN PERFIL
	CAJA DE CAPTACION TIPICA C.C.T. (planta)
	CAJA DE CAPTACION TIPICA C.C.T. (perfil)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (planta)
	TANQUE DE DISTRIBUCION (perfil)
	ESTACION TOPOGRAFICA
	COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL Litros por segundo
	PASO AEREO (planta)
	PASO AEREO (perfil)
	CAMINO VECINAL
	VALVULA DE LIMPIEZA
	VALVULA DE AIRE EN PLANTA Y PERFIL

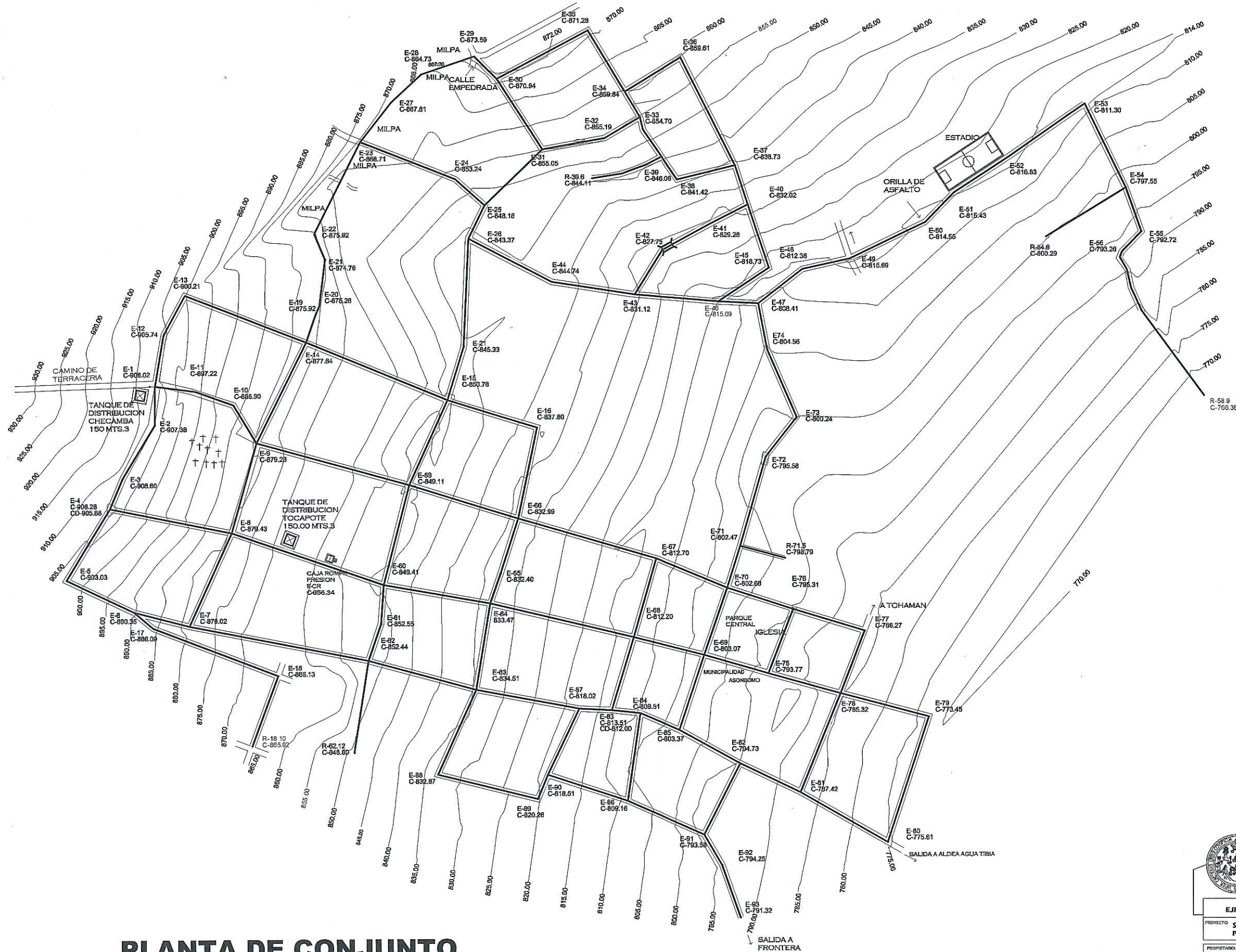


PERFIL

LINEA DE CONDUCCION CANTON TOCAPOTE

ESCALA HORIZONTAL 1/1.500
ESCALA VERTICAL 1/500





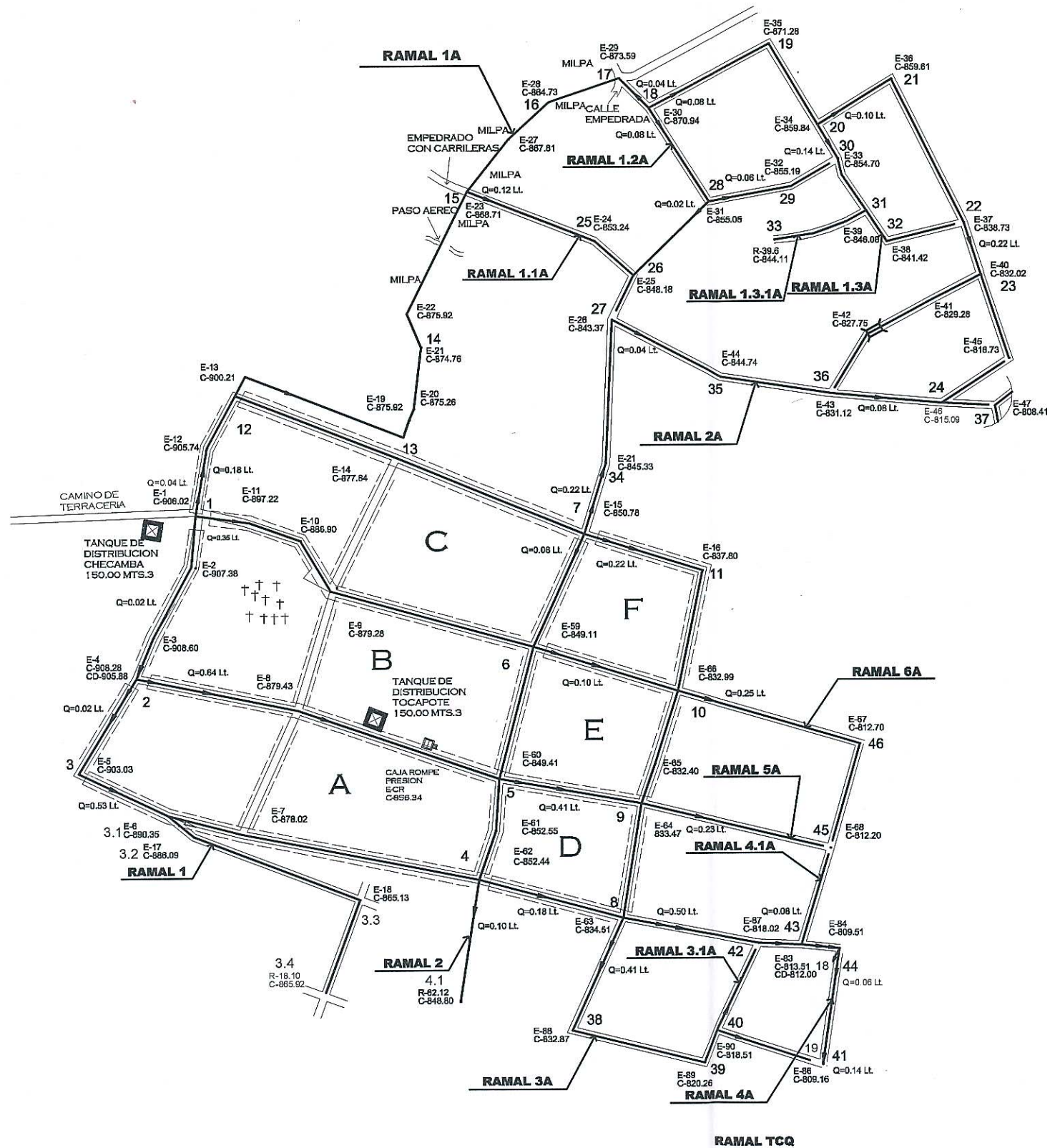
PLANTA DE CONJUNTO CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1/2,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR	ROGELIO ARTURO OLIVERA
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		PROFESOR	ROGELIO ARTURO OLIVERA
PROPIETARIO MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS		ASESOR	Ing. JUAN MERCK COS
ubicación ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS		FECHA	OCTUBRE 2016
CONTENIDO PLANTA DE CONJUNTO CURVAS DE NIVEL		VIA	INDICADA
		Va. Ba.	AUTORIDAD
		Hojas de	6 / 27



NOTA:
 TUBERIA PRINCIPAL —————
 TUBERIA SECUNDARIA - - - - -

PLANTA DE CONJUNTO

CIRCUITOS, RAMALES NUMERO DE NODOS Y CAUDALES

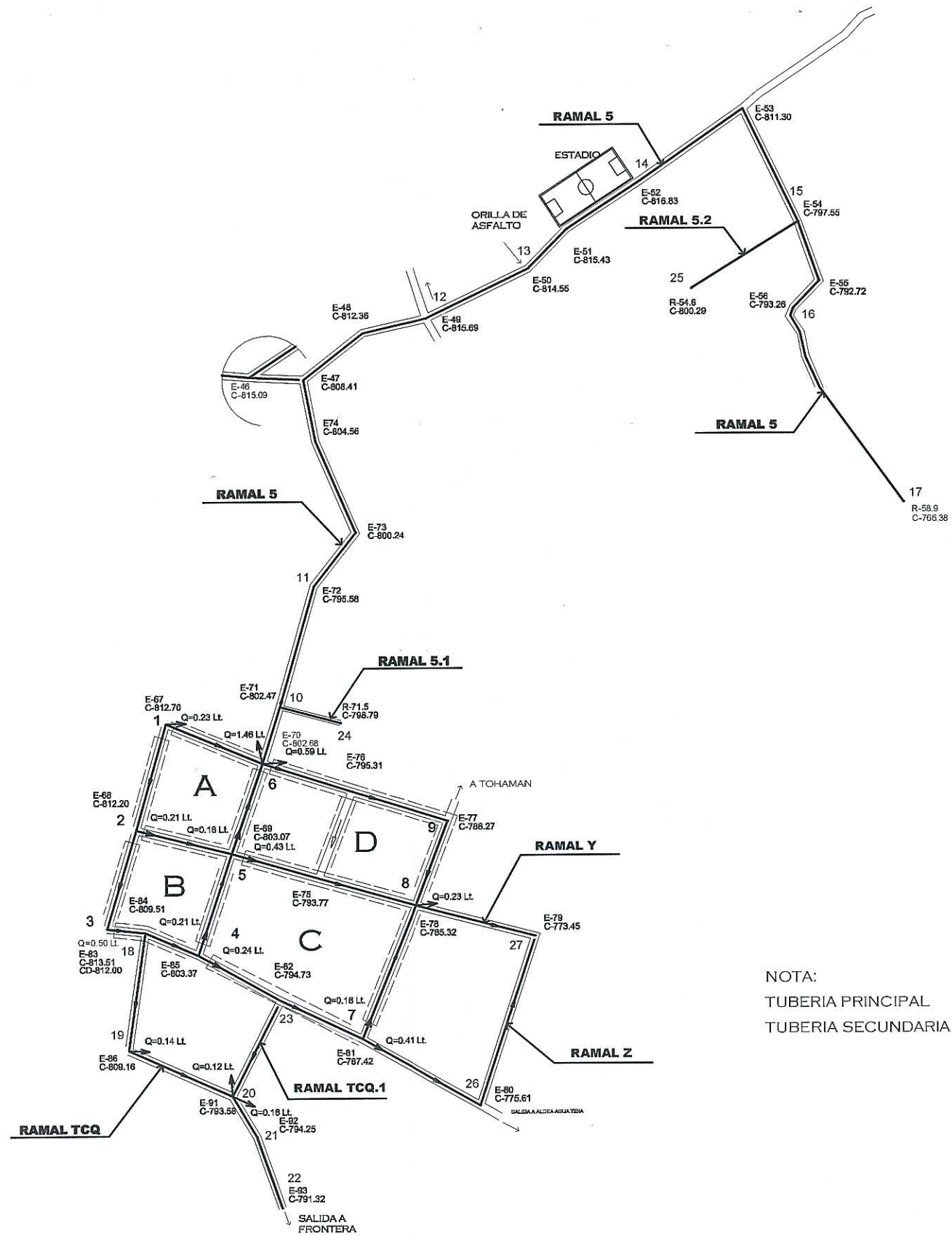
ESCALA 1/2,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Juan Merck CDS
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: ROQUELMO ARTURO QUIROGA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		TITULO: ROQUELMO ARTURO QUIROGA
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ASESOR: Ing. JUAN MERCK CDS	FECHA: OCTUBRE 2016
LUGAR: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS		INDICADA: VIA SA. AUTORIDAD
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO CIRCUITOS, RAMALES NUMERO DE NODOS Y CAUDALES		HORA HA. 7/27



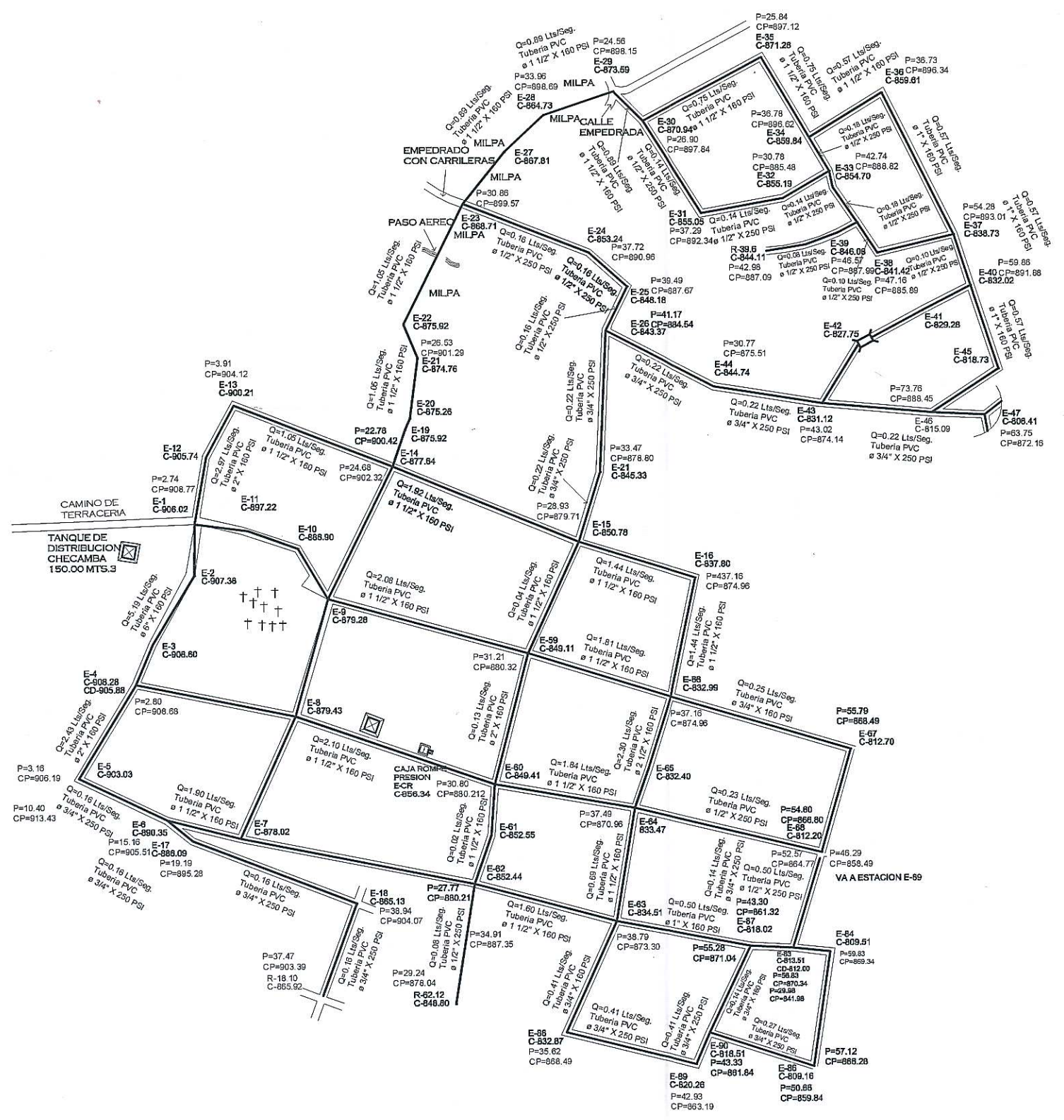
NOTA:
 TUBERIA PRINCIPAL —————
 TUBERIA SECUNDARIA - - - - -

PLANTA DE CONJUNTO

CIRCUITOS, RAMALES NUMERO DE NODOS Y CAUDALES DE CONSUMO ESCALA 1/2,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS
ASESOR	Ing. JUAN MERCK COS
FECHA	OCTUBRE 2016
INDICADA	
VALOR	
CONTENIDO	PLANTA DE CONJUNTO CIRCUITOS, RAMALES NUMERO DE NODOS Y CAUDALES
Hoja No.	8 / 27



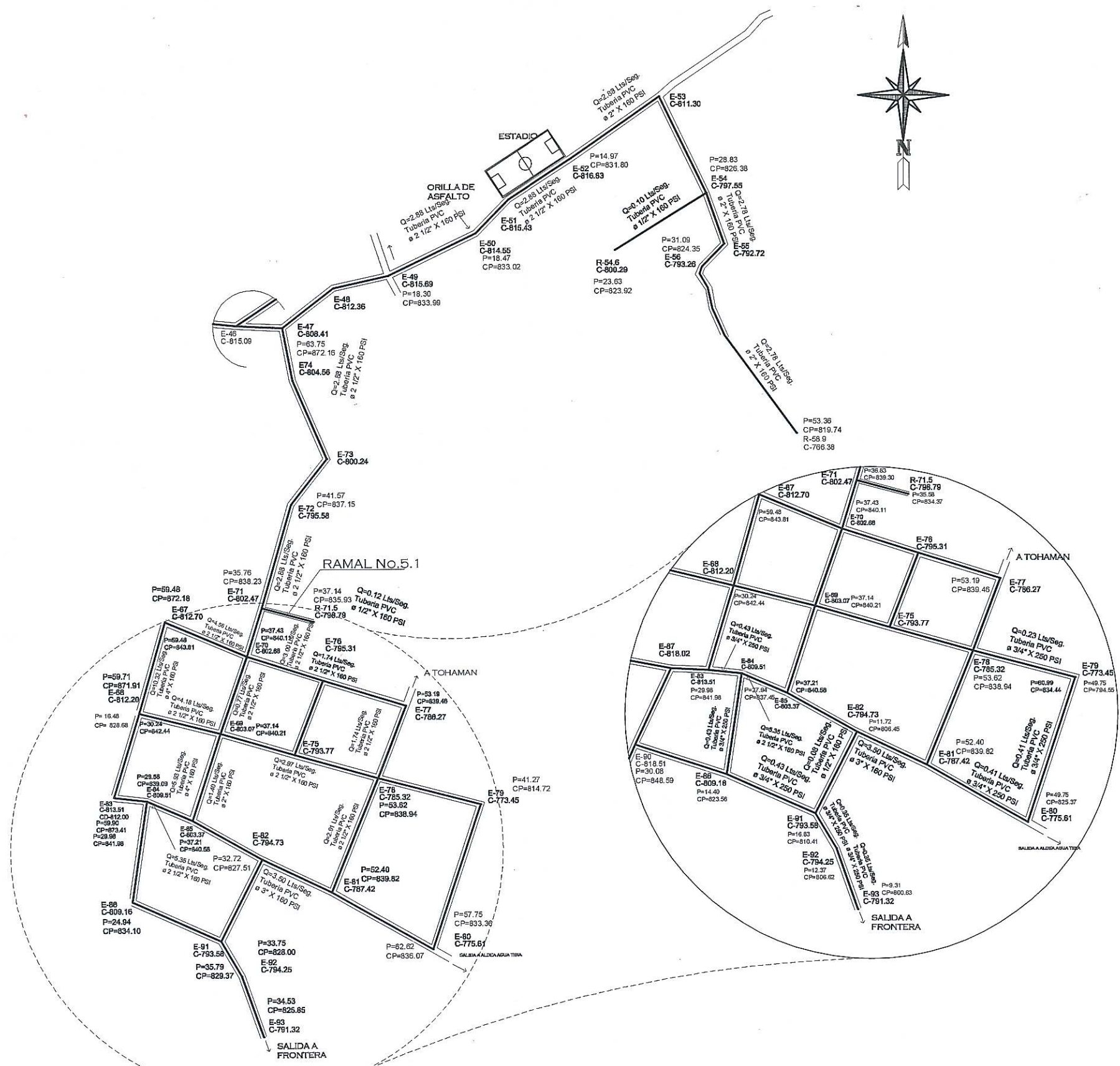
PLANTA DE CONJUNTO
DIAMETROS, COTAS PIEZOMETRICAS,
CAUDALES Y PRESION DE TUBERIA

ESCALA 1/2,000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		ROGELIO ARTURO GUERRA
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ASESOR
Ubicación	ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS	Ing. JUAN MERCK COS
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO DIAMETROS, COTAS PIEZOMETRICAS, CAUDALES Y PRESION DE TUBERIA.		FECHA: OCTUBRE 2016
		Hoja No. 9 / 27



PLANTA DE CONJUNTO

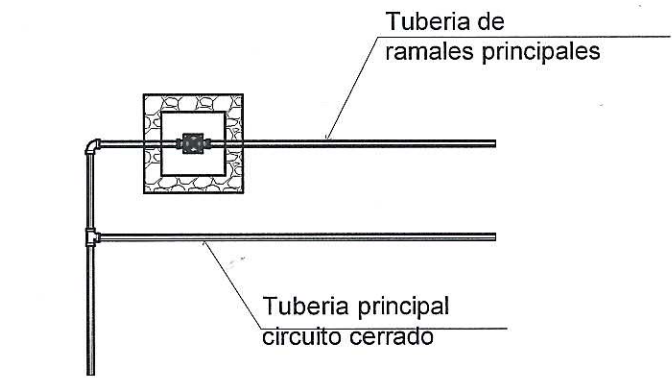
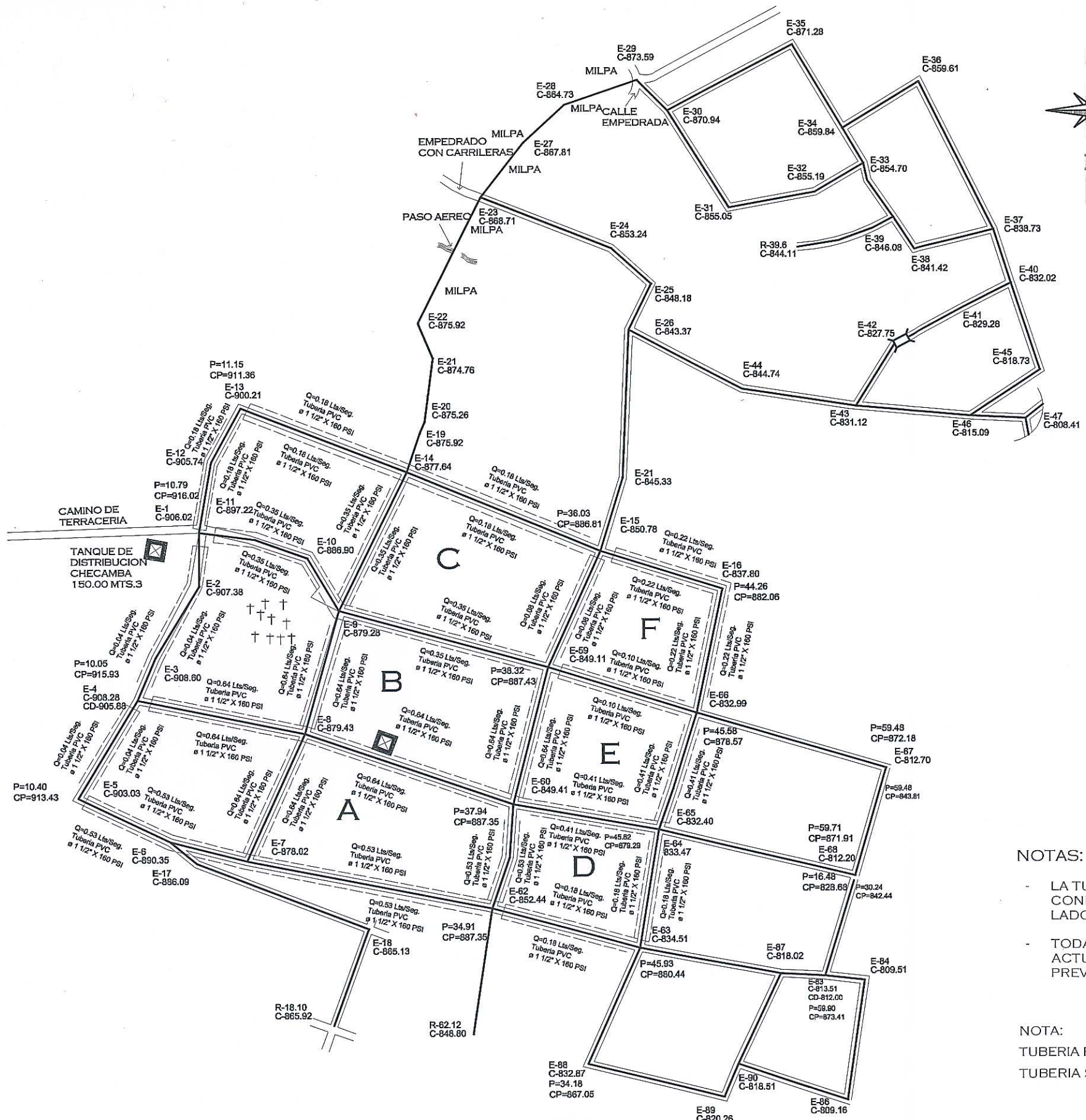
DIAMETROS, COTAS PIEZOMETRICAS, CAUDALES Y PRESION DE TUBERIA

ESCALA 1/2,000

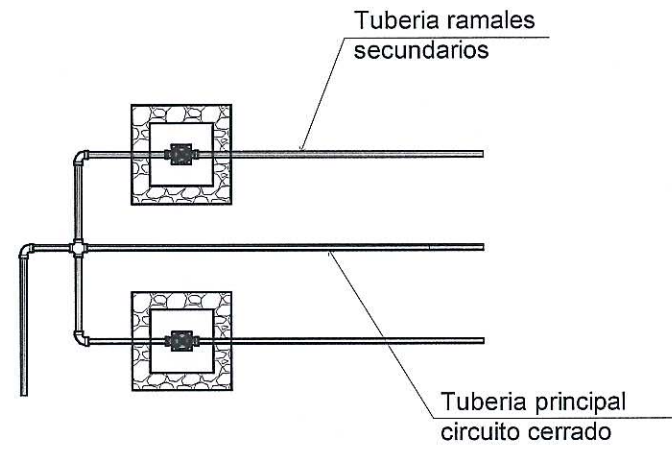

 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck Cos
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: ROQUELMO ARTURO OUBRA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		PROFESOR: ROQUELMO ARTURO OUBRA
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ASESOR: Ing. JUAN MERCK COS	FECHA: INDICADA
Lugar: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS		Val. Bn. AUTORIDAD
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO DIAMETROS, COTAS PIEZOMETRICAS, CAUDALES Y PRESION DE TUBERIA		HORA No. 10/27



DETALLE PARA DISTRIBUCION DE RAMALES



DETALLE PARA DISTRIBUCION DE TUBERIA SECUNDARIA CIRCUITO CERRADO

- NOTAS:
- LA TUBERIA PRINCIPAL Y SECUNDARIA SE CONDUCTIRA POR LAS BANQUETAS EN AMBOS LADOS DE LA CALLE.
 - TODA CONEXION DOMICILIAR EN VIVIENDAS ACTUALES INCLUIRA CONDADOR DE REGISTRO PREVIAMENTE AUTORIZADO

NOTA:
 TUBERIA PRINCIPAL _____
 TUBERIA SECUNDARIA - - - - -

PLANTA DE CONJUNTO
TUBERIA SECUNDARIA EN CIRCUITOS

ESCALA 1/2,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

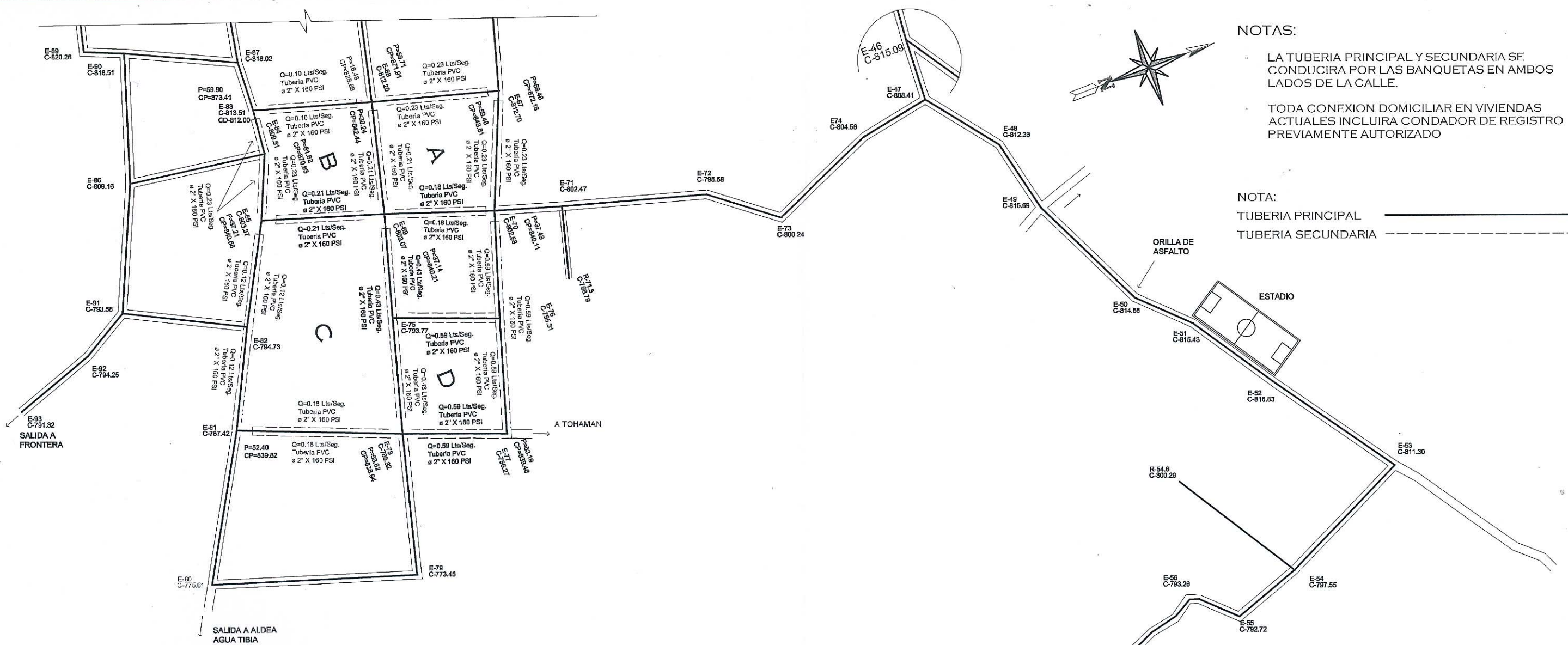
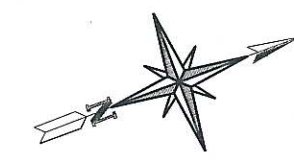
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		ROGELIO ARTURO QUICIA
PROPIETARIO:	ASESOR:	FECHA:
MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	Ing. JUAN MERCK COS	OCTUBRE 2016
Lugar: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS		Via Bo. AUTORIDAD
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO TUBERIA SECUNDARIA EN CIRCUITOS		HOJA No. 11/27

NOTAS:

- LA TUBERIA PRINCIPAL Y SECUNDARIA SE CONDUCIRA POR LAS BANQUETAS EN AMBOS LADOS DE LA CALLE.
- TODA CONEXION DOMICILIAR EN VIVIENDAS ACTUALES INCLUIRA CONDADOR DE REGISTRO PREVIAMENTE AUTORIZADO

NOTA:

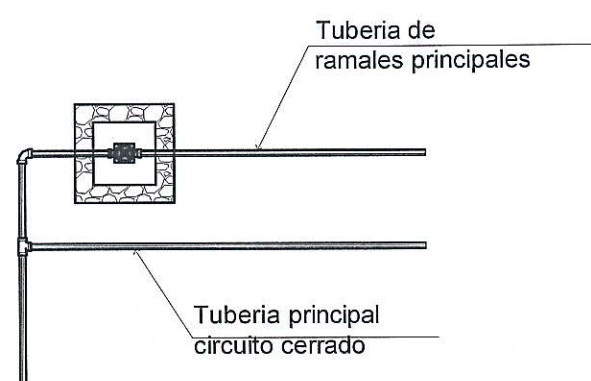
TUBERIA PRINCIPAL —————
 TUBERIA SECUNDARIA - - - - -



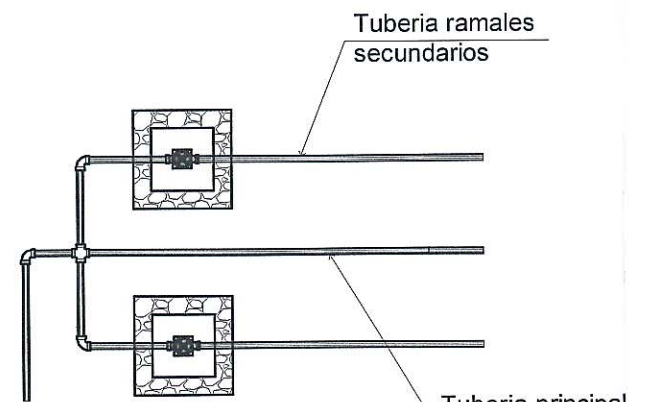
PLANTA DE CONJUNTO

TUBERIA SECUNDARIA EN CIRCUITOS

ESCALA 1/1,300



DETALLE PARA DISTRIBUCION DE RAMALES

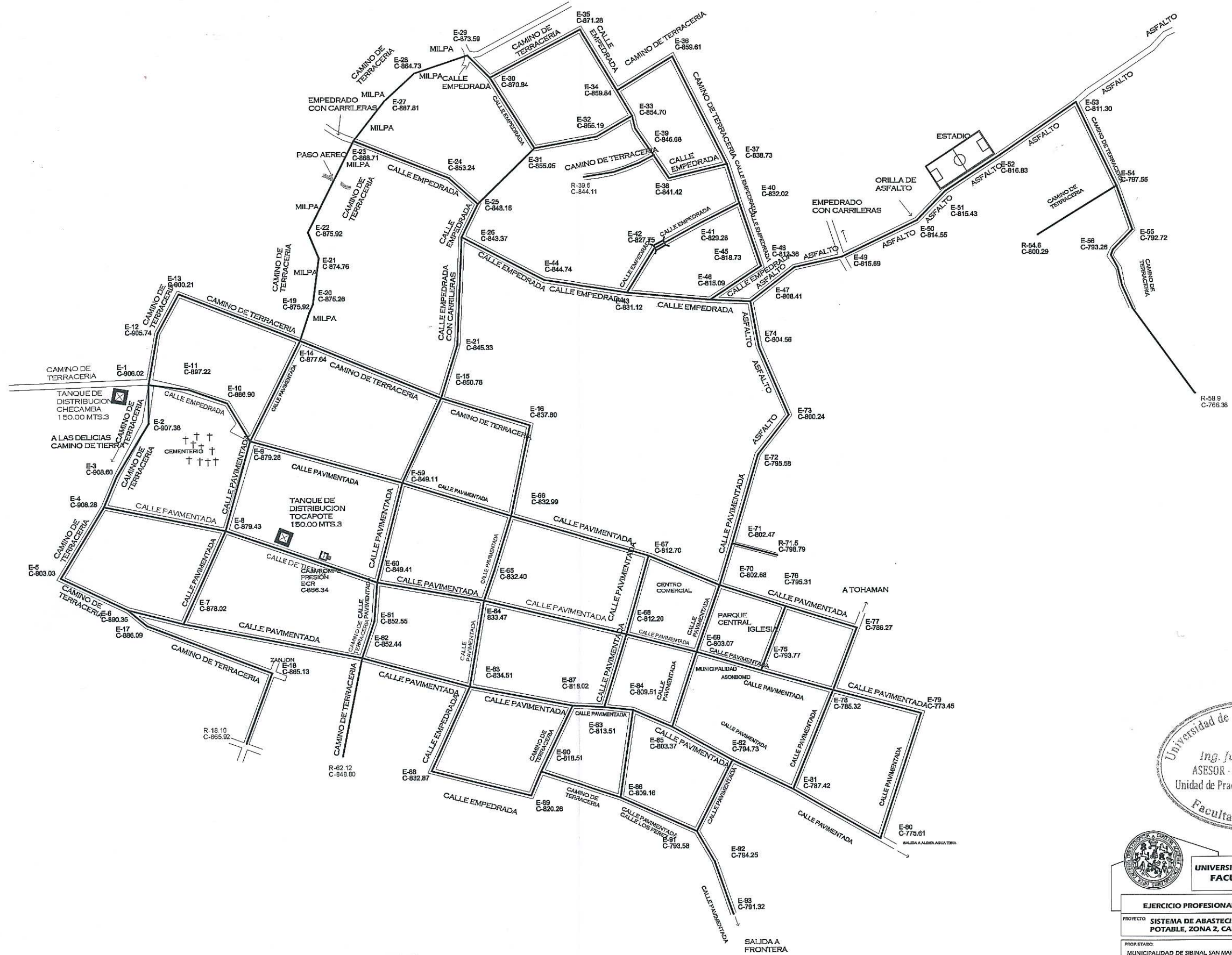


DETALLE PARA DISTRIBUCION DE TUBERIA SECUNDARIA CIRCUITO CERRADO



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA**

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROPIETARIO ROGELIO ARTURO OUBA
PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		CLIENTE ROGELIO ARTURO OUBA
PROPIETARIO MUNICIPALIDAD DE SIBINAL SAN MARCOS		ASESOR Ing. JUAN MERCK COS
Ubicación ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL SAN MARCOS		FECHA OCTUBRE 2016
CONTENIDO PLANTA DE CONJUNTO TUBERIA SECUNDARIA EN CIRCUITOS		INDICADA VIA BA. AUTORIDAD
		PAGINA No. 12 / 27



PLANTA DE CONJUNTO DISTRIBUCION DE ESTADO DE CALLES

ESCALA 1/2,000



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR	ROSELIO ARTURO QUEVEDO
PROYECTO		PROFESOR	ROSELIO ARTURO QUEVEDO
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		PROFESOR	ROSELIO ARTURO QUEVEDO
PROPIETARIO		ASESOR	INDICADA
MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS		Ing. JUAN MERCK COS	OCTUBRE 2016
Lugar de: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS			Va. Bo. AUTOREIDAD
CONTENIDO		PLANTA DE CONJUNTO DISTRIBUCION DE ESTADO DE CALLES.	
			HOJA No. 13 / 27



NOMENCLATURA	
	INDICA NUMERO DE VIVIENDA
	INDICA NUMERO DE TERRENO
	INDICA NUMERO DE LOTE

PLANTA DE CONJUNTO

NUMERO DE VIVIENDA, TERRENO Y LOTE

ESCALA 1/2,000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Mercoy Coto
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR	
PROYECTO	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL	RODELIO ARTURO OLIVERA	RODELIO ARTURO OLIVERA
PROPIETARIO	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ASESOR	Ing. JUAN MERCOY COTO
FECHA	ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS	INDICADA	OCTUBRE 2016
CONTENIDO	PLANTA DE CONJUNTO NUMERO DE VIVIENDA, TERRENO Y LOTE.	INDICADA	14/27



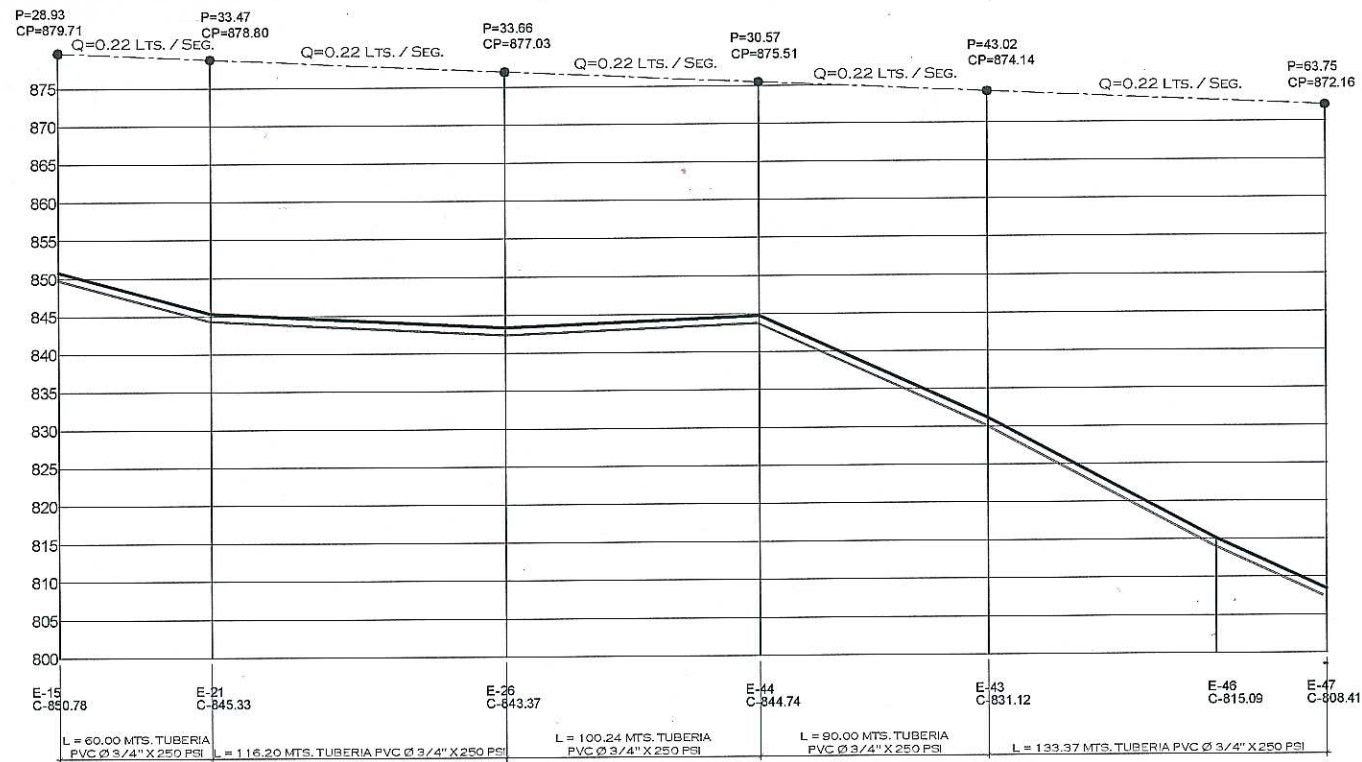
PLANTA DE CONJUNTO DISTRIBUCION DE PERFILES Y RAMALES

ESCALA 1/2,000


 Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Juan Merck Cos
 ASRSOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS
 Facultad de Ingeniería

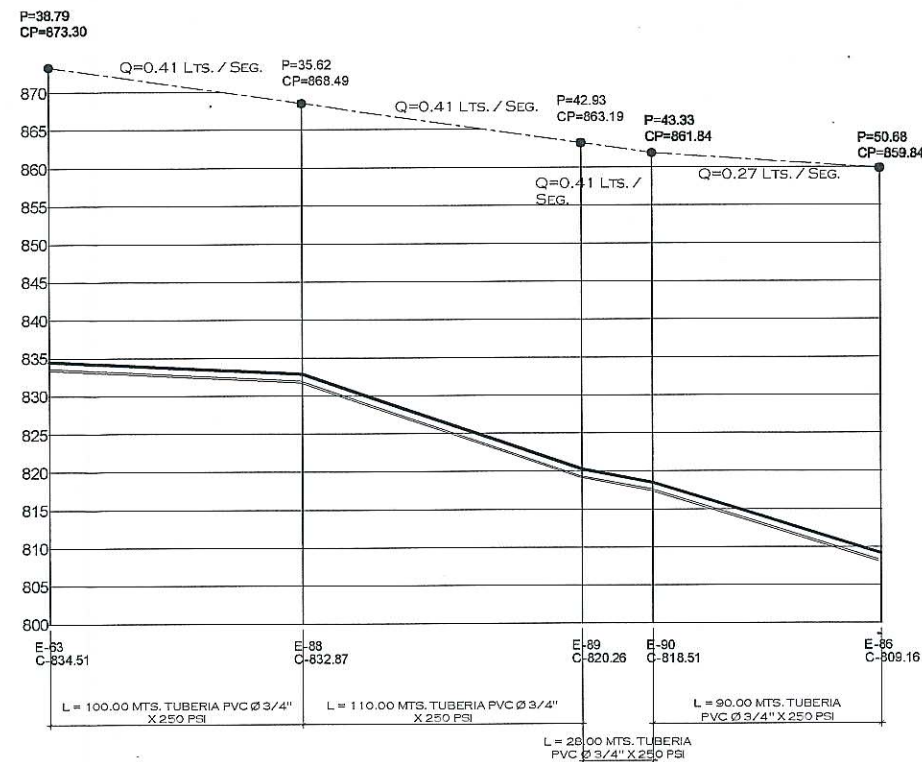

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: ROGELIO ARTURO QUIROGA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		PROFESOR: ROGELIO ARTURO QUIROGA
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS		ASESOR: Ing. JUAN MERCK COS
Lugar: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS		FECHA: OCTUBRE 2016
CONTENIDO: PLANTA DE CONJUNTO DISTRIBUCION DE PERFILES Y RAMALES.		INDICADA
		Va. de: AUTORIDAD
		NO. de: 15/27



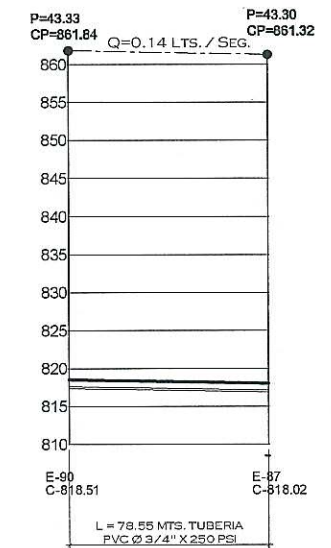
PERFIL RAMAL 2A

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



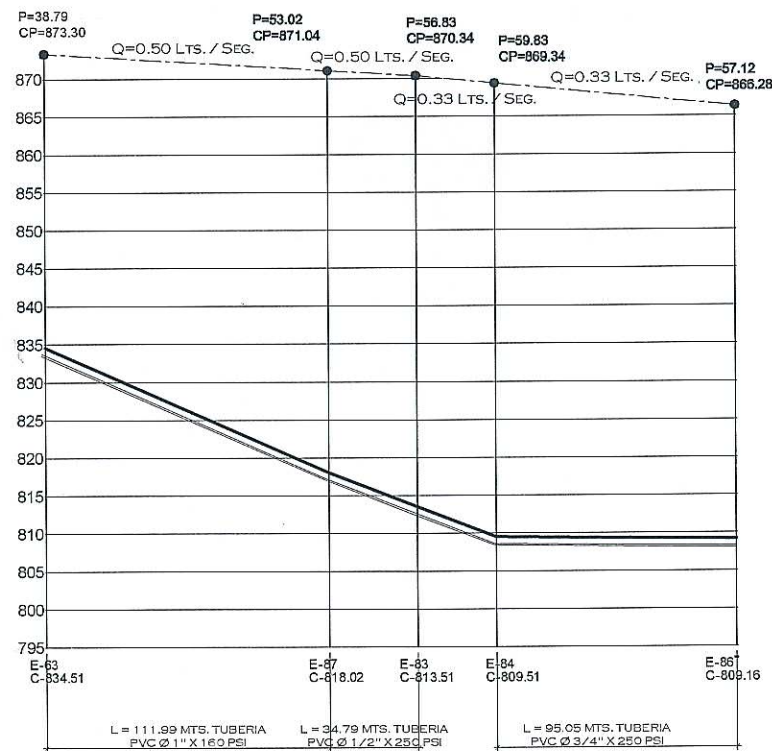
PERFIL RAMAL 3A

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



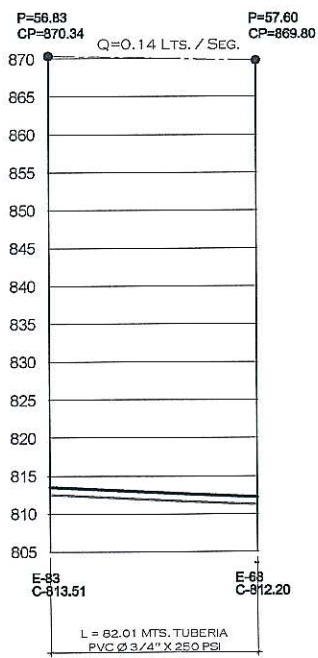
PERFIL RAMAL 3.1A

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



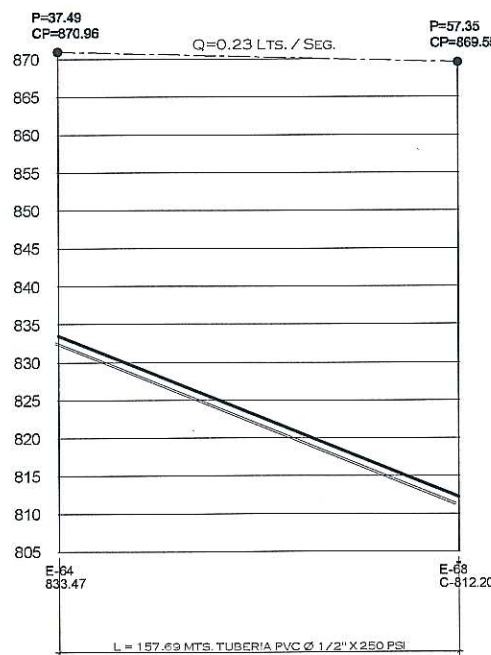
PERFIL RAMAL 4A

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



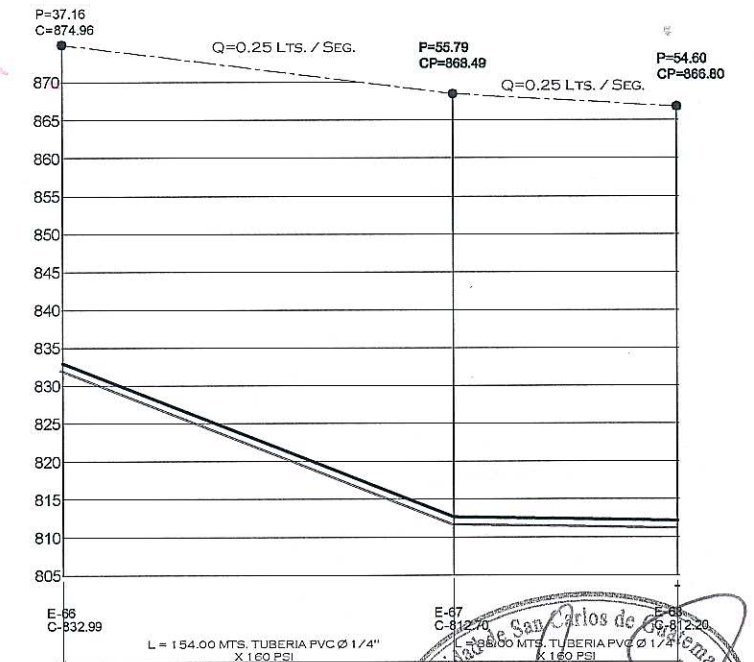
PERFIL RAMAL 4.1A

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



PERFIL RAMAL 5A

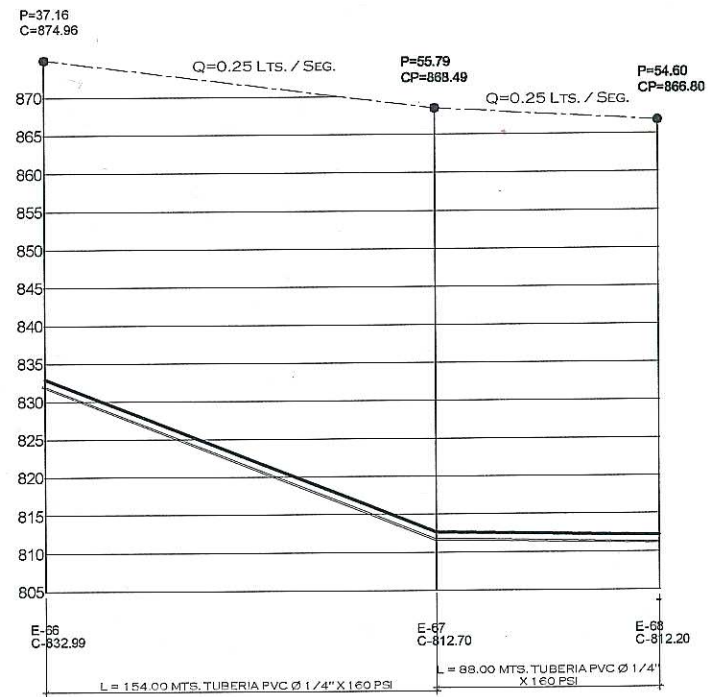
ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



PERFIL RAMAL 6A

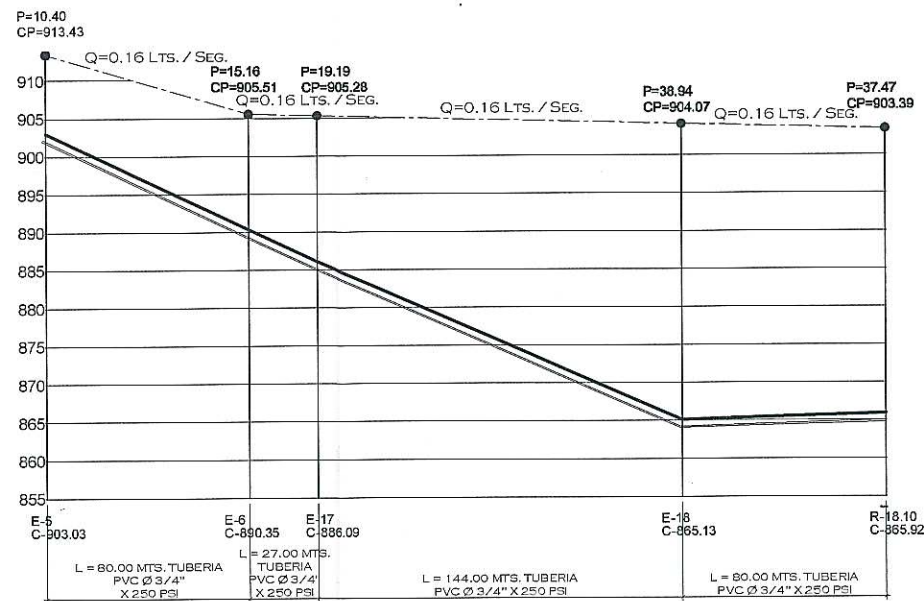


EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: ROSELIO ARTURO OLIVERA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL	ASESOR: Ing. JUAN MERCEZ COS	FECHA: OCTUBRE 2016
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	FECHA: 11/10/2016	INDICADA
UBICACIÓN: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS	INDICADA	INDICADA
CONTENIDO: PERFILES	INDICADA	INDICADA



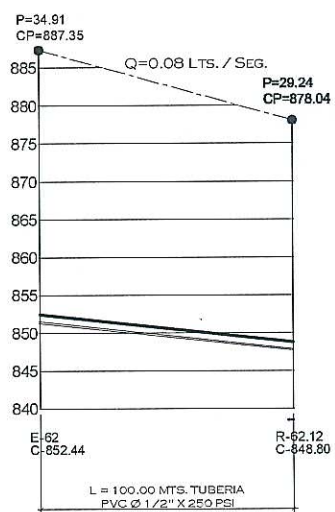
PERFIL RAMAL 6A

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



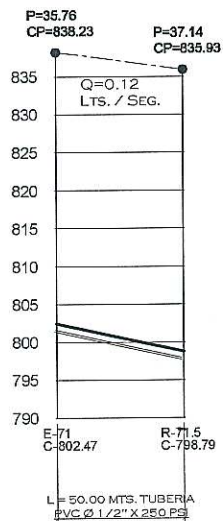
PERFIL RAMAL 1

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



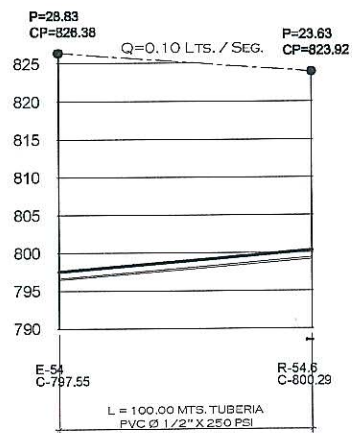
PERFIL RAMAL 2

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



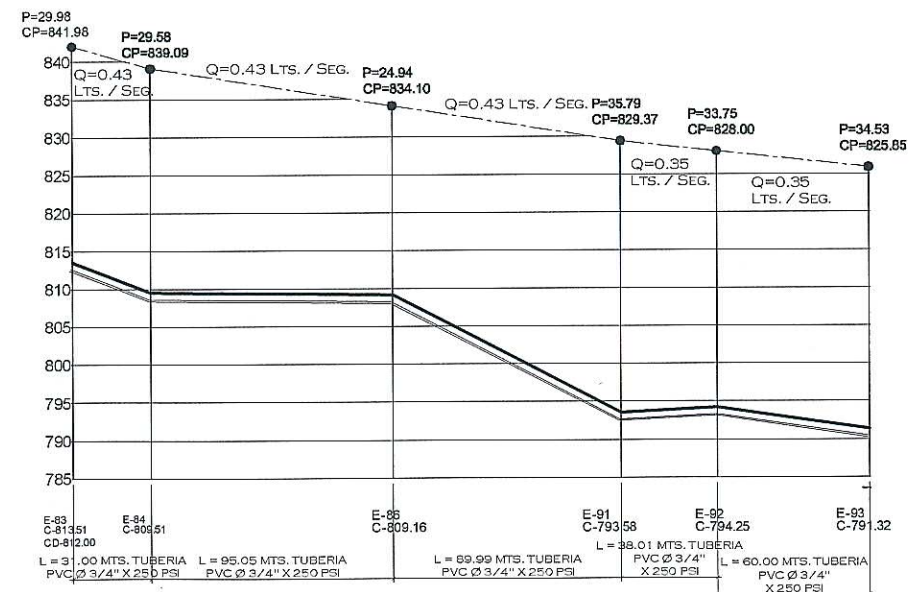
PERFIL RAMAL 5.1

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



PERFIL RAMAL 5.2

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500

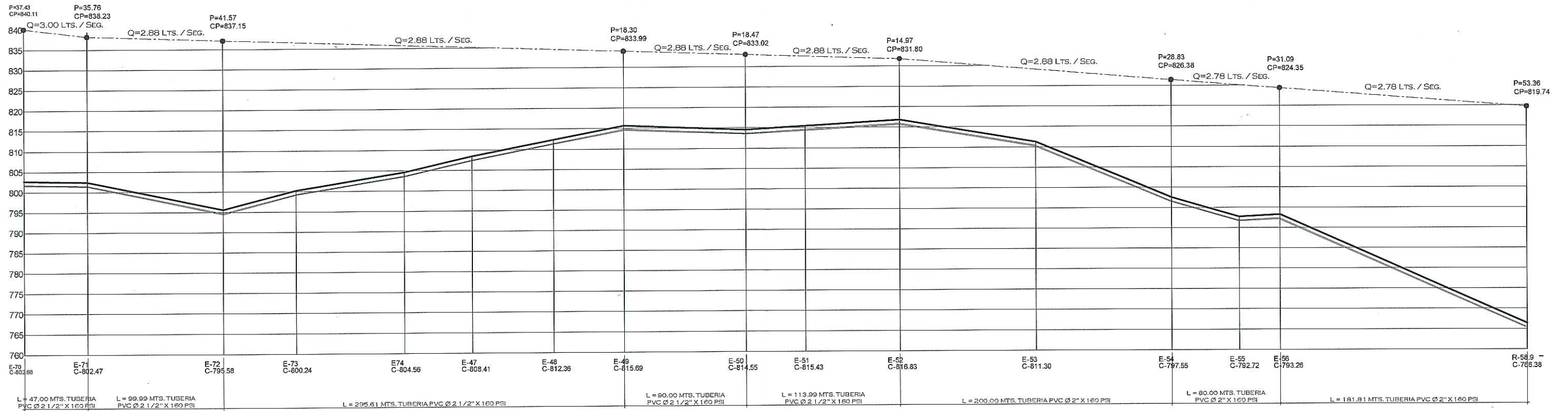


PERFIL RAMAL TCQ

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500

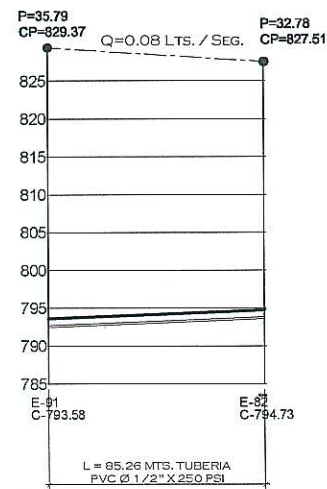


EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR	ROGELIO ARTURO CURDA
PROYECTO		PROFESOR	ROGELIO ARTURO CURDA
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		PROFESOR	ROGELIO ARTURO CURDA
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ASESOR	Ing. JUAN MERCK COS
UBICACIÓN:	ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS	FECHA:	OCTUBRE 2016
CONTENIDO:	PERFILES	HORA No.:	18 / 27



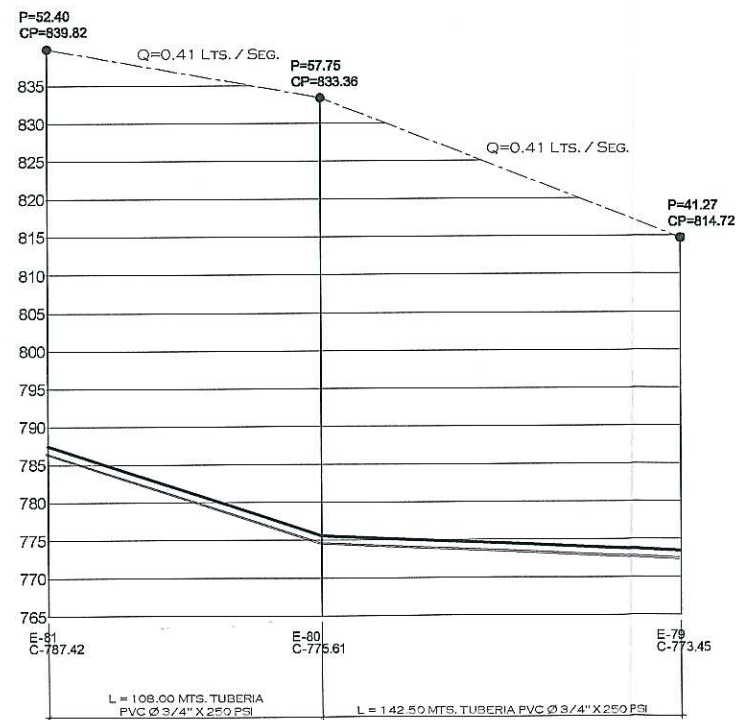
PERFIL RAMAL 5

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



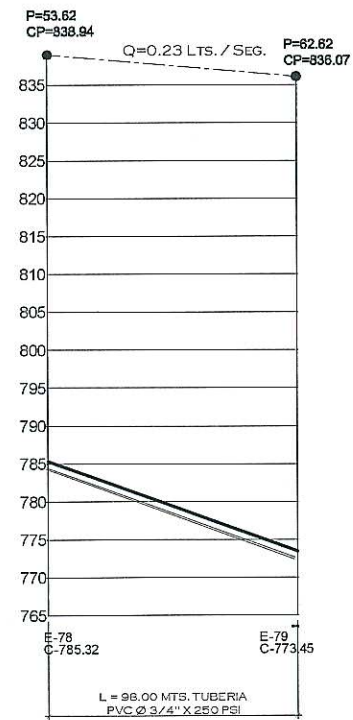
PERFIL RAMAL TCQ.1

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500



PERFIL RAMAL Z

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500

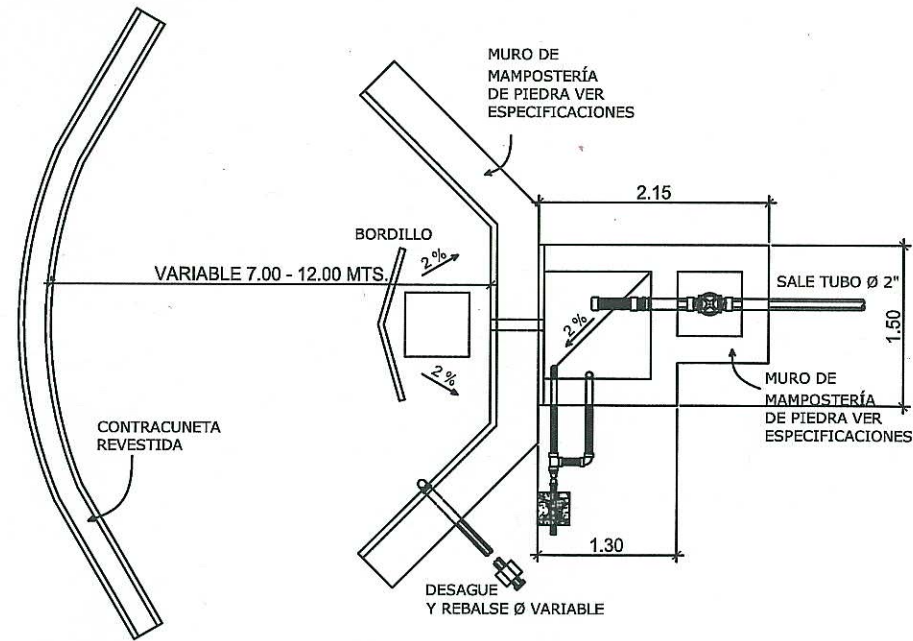


PERFIL RAMAL Y

ESCALA HORIZONTAL 1/1,500
ESCALA VERTICAL 1/500

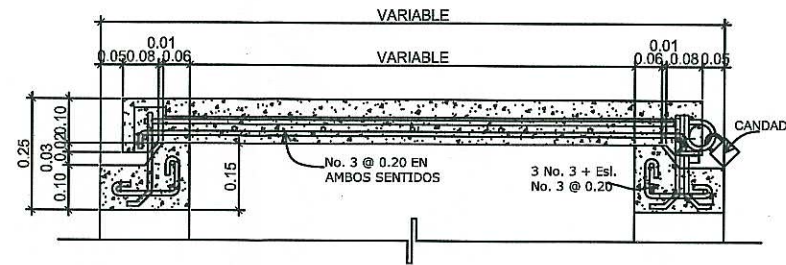


EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		PROFESOR: ROQUELMO ARTURO OLIVERA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL		ASISTENTE: ROQUELMO ARTURO OLIVERA
PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ASESOR: Ing. JUAN MARCH COS	FECHA: OCTUBRE 2016
Ubicación: ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS		Via: AUTORIDAD
CONTENIDO: PERFILES		PÁGINA No. 19 / 27



ESQUEMA DE CAPTACIÓN

ESCALA 1:50

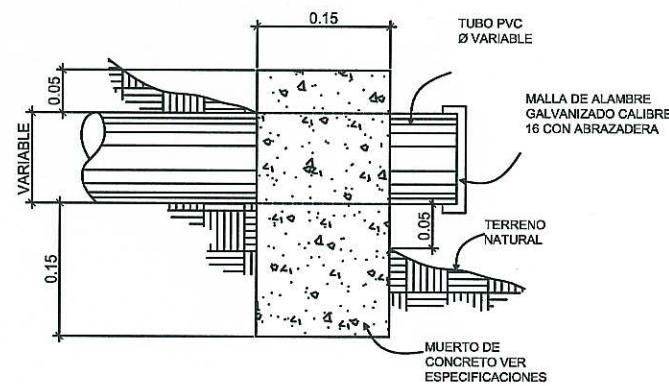


DETALLE DE TAPADERA

ESCALA 1:10

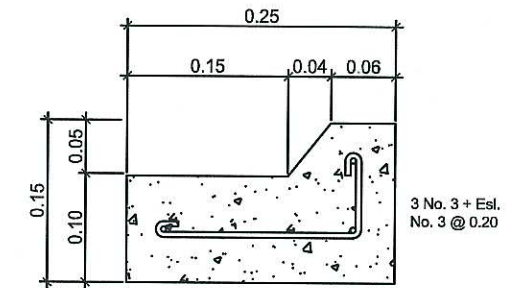
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE HARA SEGUN SECCION 565 LIBRO AZUL DE CAMINOS DE LA SIGUIENTE MANERA: MORTERO SEGUN SECCION 565.04 Y PIEDRA BOLA MENOR O IGUAL A 300 MM. SEGUN SECCION 5 6 5.03.
- EL MORTERO DEBERÁ HACERSE EN PROPORCIÓN 1:3 EN PESO DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO DEBERÁ HACERSE SEGUN SECCION 551 LIBRO AZUL DE CAMINOS EN CLASE 21 (3,000 PSI) O CLASE 24.5 (4,000 PSI) EN PROPORCIÓN 1:2:3 EN VOLUMEN DE CEMENTO, ARENA DE RÍO Y PIEDRÍN.
- SE REPELLARA EN EL EXTERIOR CON SABIETA PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA DE RÍO CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CM.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA 1%.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE COMPACTADO.
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- EL HIERRO A UTILIZAR SERA LEGÍTIMO GRADO 40.
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
- LA VÁLVULA SERÁ DE BRONCE ADAPTADA A ACCESORIOS PVC.



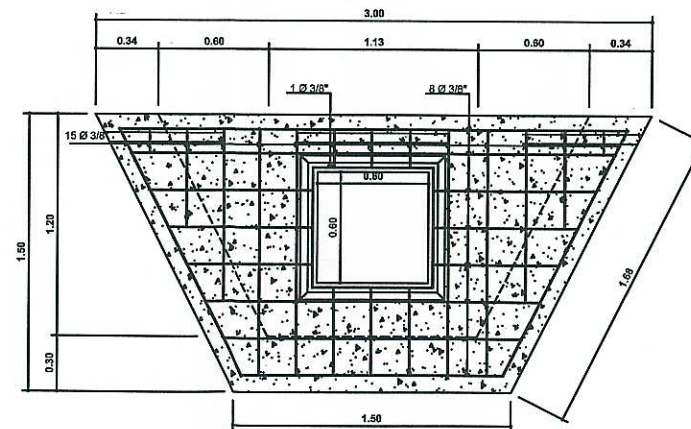
DETALLE REBALSE Y DESAGÜE

ESCALA 1:5



DETALLE A

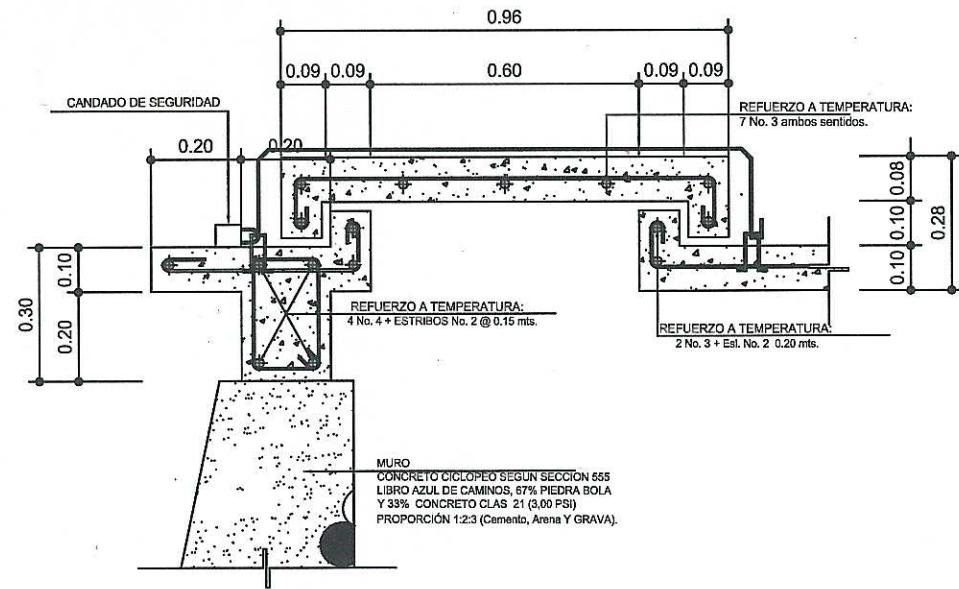
ESCALA 1:5



DETALLE DE LOSA ACUIFERO

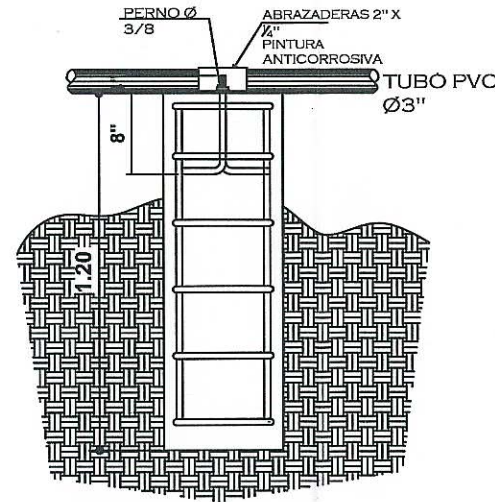
ESCALA 1/20

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		INGENIERO ARTURO QUERCA
PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL	INGENIERO ARTURO QUERCA
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	INGENIERO ARTURO QUERCA
Ubicación:	ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS	INGENIERO ARTURO QUERCA
CONTENIDO:	CAPTACION TIPICA + DETALLES	INDICADA
		OCTUBRE 2016
		Vo. Bn. AUTORIDAD
		HORA: 21/27



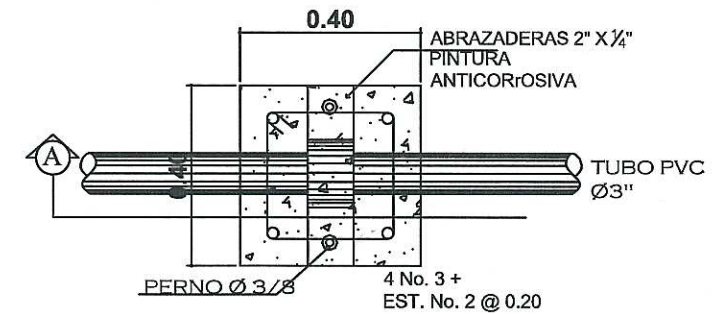
DETALLE No. 1
Solera corona + tapadera

ESCALA: 1/10



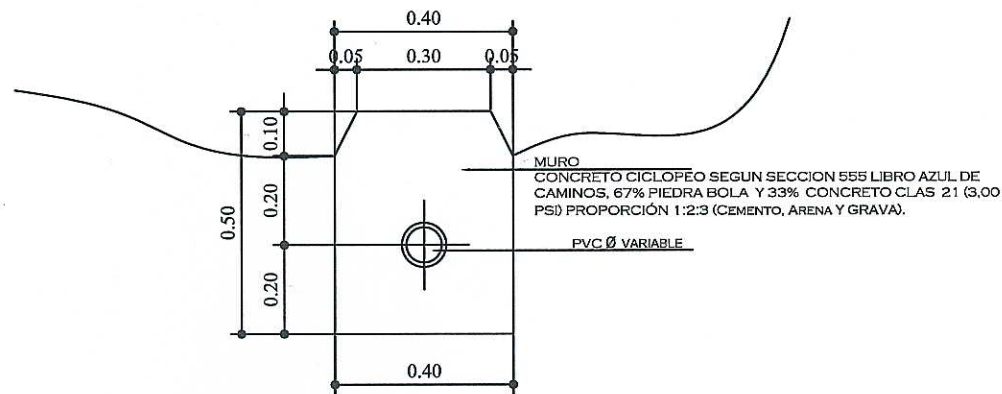
ELEVACION A-A
ANCLAJE

Esc 1/15



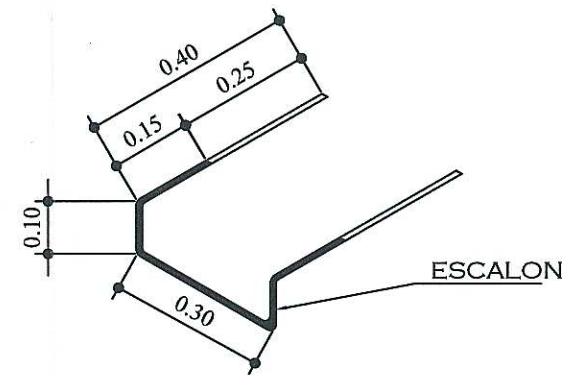
COLUMNA DE ANCLAJE
DETALLE

Esc 1/10



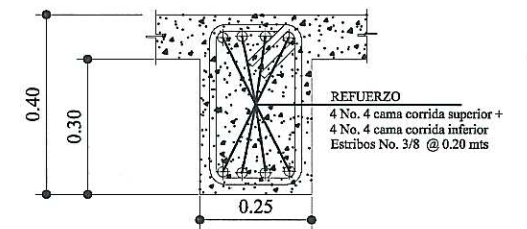
DETALLE 4
REVESTIMIENTO DE TUBERIA

ESCALA: 1/10



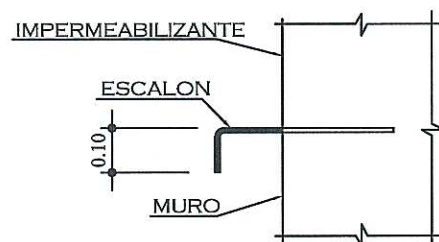
DETALLE ANCLAJE
ESCALON

ESCALA: 1/10



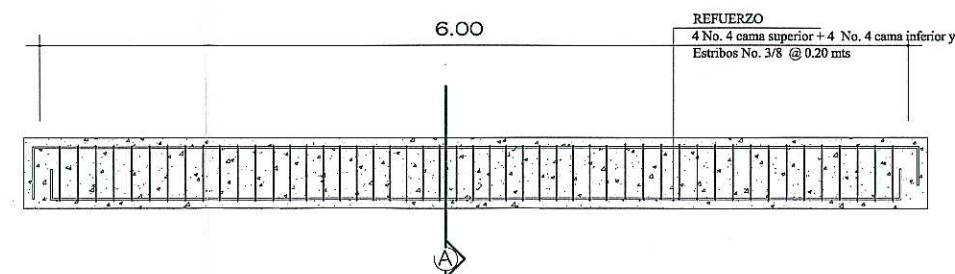
SECCION A

ESCALA: 1/10



DETALLE ANCLAJE
ESCALON

ESCALA: 1/10



DETALLE DE VIGA V - I

SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROFESOR: Juan Merch Cos
SUPERVISOR DE EPS

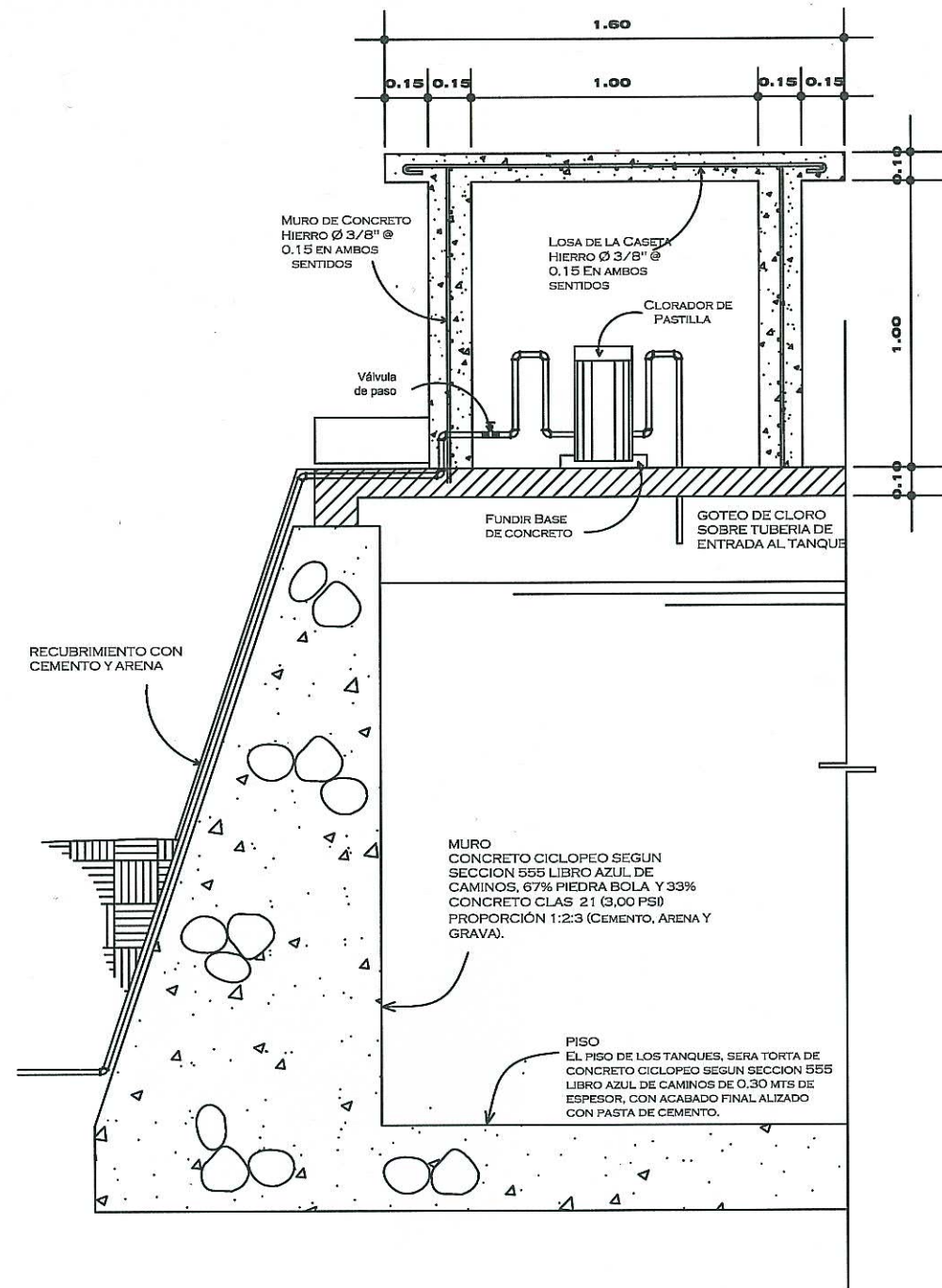
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL

MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS

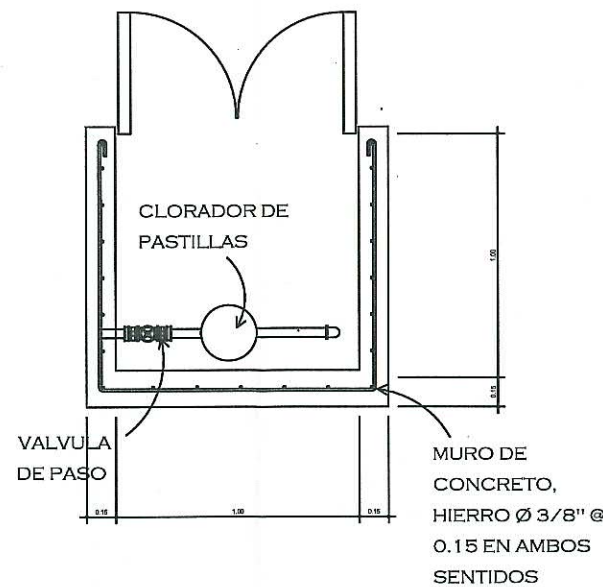
ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS

TANQUE DE DISTRIBUCION DE 150.00 MTS.3 CHECAMBA Y TOCAPOTE.

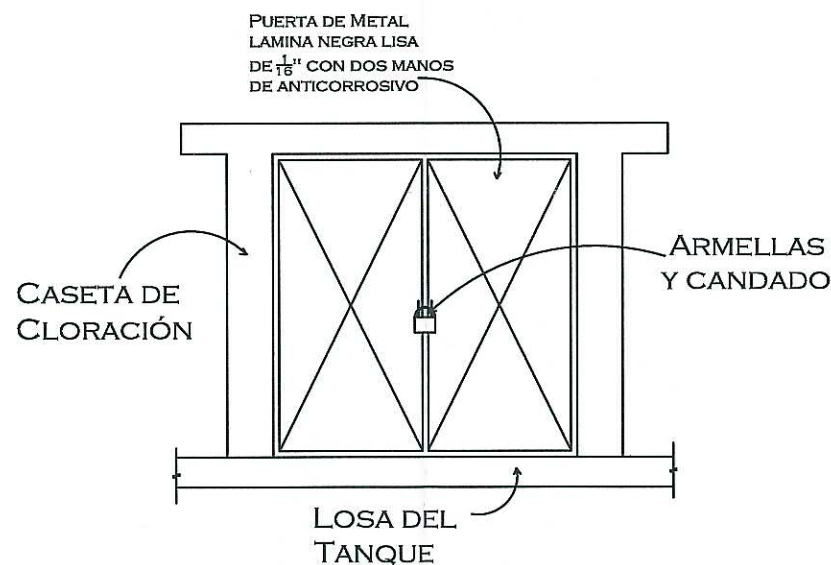
23/27



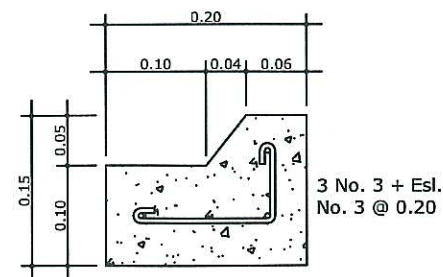
SECCIÓN C C
DETALLE DE CASETA HIPOCLORADORA
SIN ESCALA



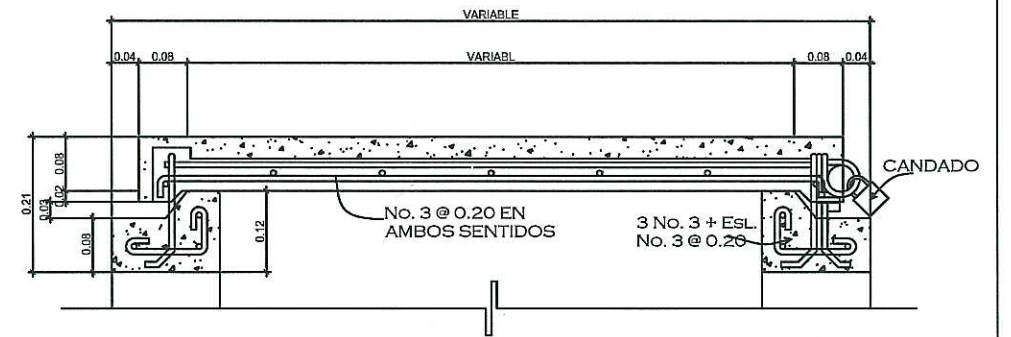
PLANTA
DETALLE DE CASETA HIPOCLORADORA
SIN ESCALA



ELEVACIÓN A
DETALLE DE CASETA HIPOCLORADORA
SIN ESCALA



DETALLE A
ESCALA 1:5



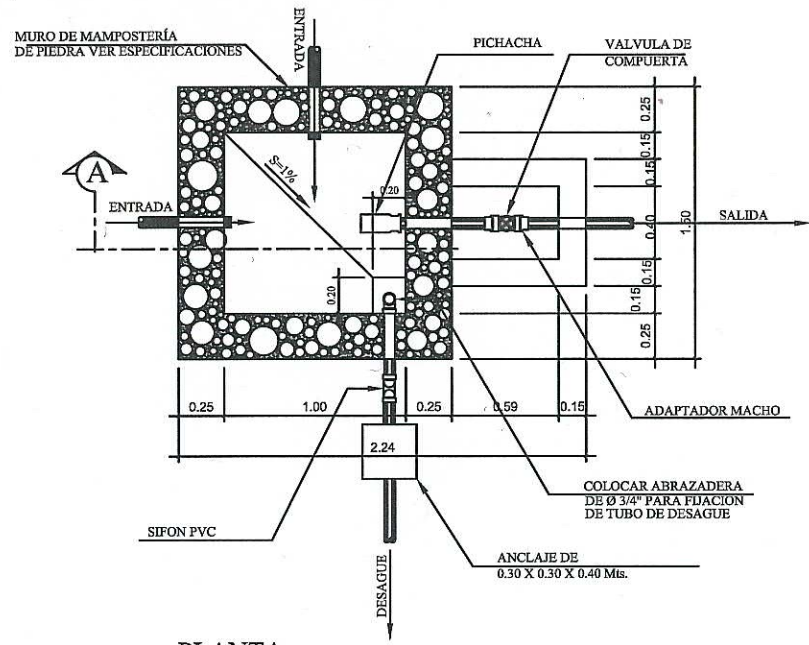
DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1:5

ESPECIFICACIONES TECNICAS:

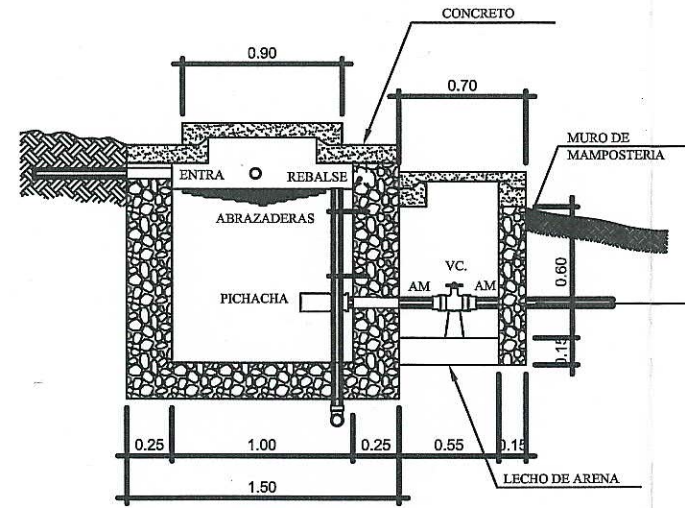
- LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE HARA SEGUN SECCION 5 6 5 LIBRO AZUL DE CAMINOS DE LA SIGUIENTE MANERA: MORTERO SEGUN SECCION 565.04 Y PIEDRA BOLA MENOR O IGUAL A 300 MM. SEGUN SECCION 5 6 5.03.
- EL MORTERO DEBERÁ HACERSE EN PROPORCIÓN 1:3 EN PESO DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO DEBERÁ HACERSE SEGUN SECCION 551 LIBRO AZUL DE CAMINOS EN CLASE 21 (3,000 PSI) O CLASE 24.5 (4,000 PSI) EN PROPORCIÓN 1:2:3 EN VOLUMEN DE CEMENTO, ARENA DE RÍO Y PIEDRÍN.
- SE REPELLARA EN EL EXTERIOR CON SABIETA PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA DE RÍO CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CM.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA 1%.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE COMPACTADO.
- SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.
- EL HIERRO A UTILIZAR SERA LEGITIMO GRADO 40.
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
- LA VÁLVULA SERÁ DE BRONCE ADAPTADA A ACCESORIOS PVC.
- LA VALVULA DE AIRE SERÁ DE PVC ADAPTADA A ACCESORIOS DE PVC Y LAS VALVULAS DE COMPUERTA SERÁN DE BRONCE CON PRESIÓN DE TRABAJO 250 PSI. ADAPTADA A TUBERIA Y ACCESORIOS PVC.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Asesoría de Ingeniería y EPS

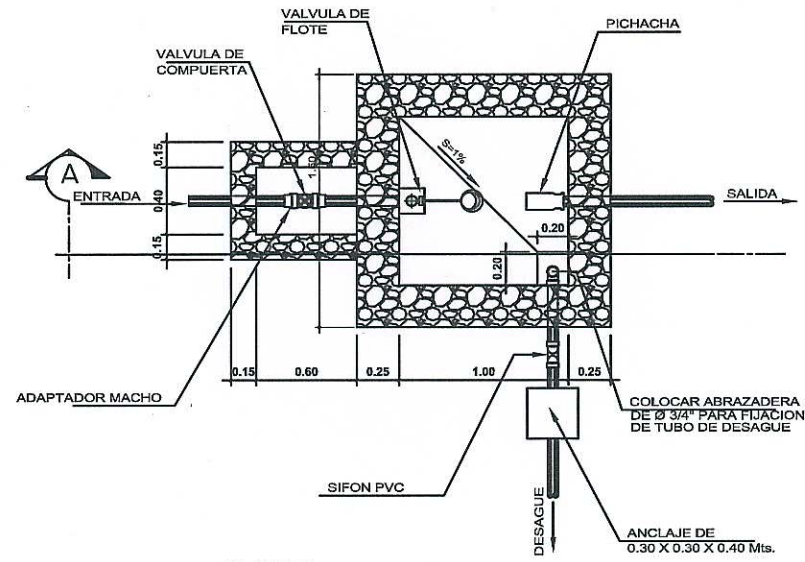
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		ROGELIO ARTURO QUIROGA
PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL	ROGELIO ARTURO QUIROGA
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	ROGELIO ARTURO QUIROGA
ASISTENTE:	Ing. JUAN MERCK COS	ROGELIO ARTURO QUIROGA
FECHA:	OCTUBRE 2016	ROGELIO ARTURO QUIROGA
INDICADA:	ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS	ROGELIO ARTURO QUIROGA
CONTENIDO:	HIPOCLORADOR, VALVULA DE AIRE Y LIMPIEZA, CAJA REUNIDORA DE CAUDALES + DETALLES	ROGELIO ARTURO QUIROGA
		24 / 27



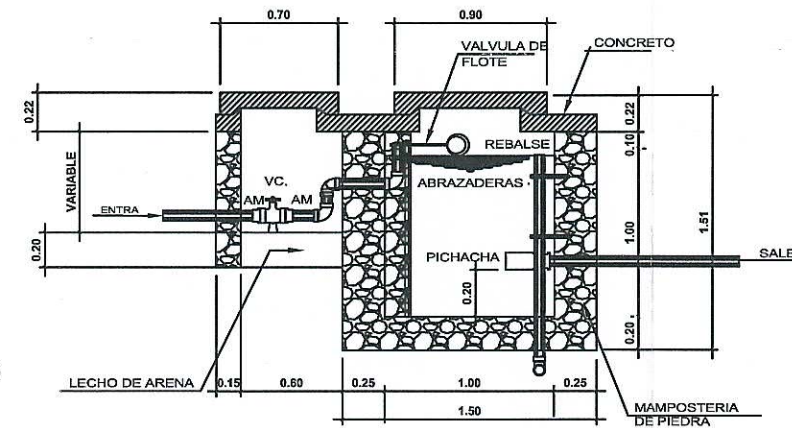
PLANTA
CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
ESCALA: 1/20



SECCION A - A
CAJA REUNIDORA DE CAUDALES
ESCALA: 1/20



PLANTA
CAJA ROMPE PRESION 1 MT.3
ESCALA: 1/20

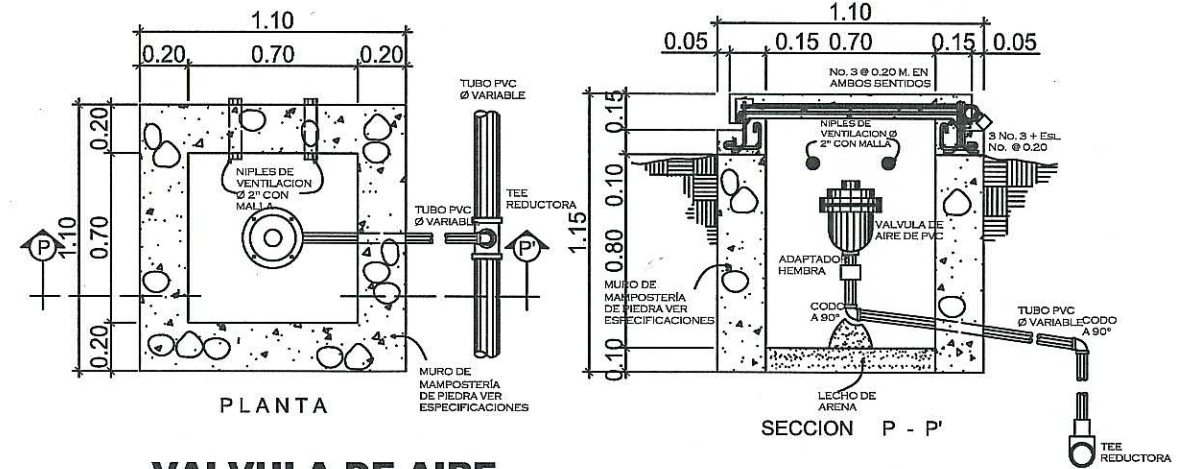


SECCION A - A
CAJA ROMPE PRESION 1 MT.3
ESCALA: 1/20

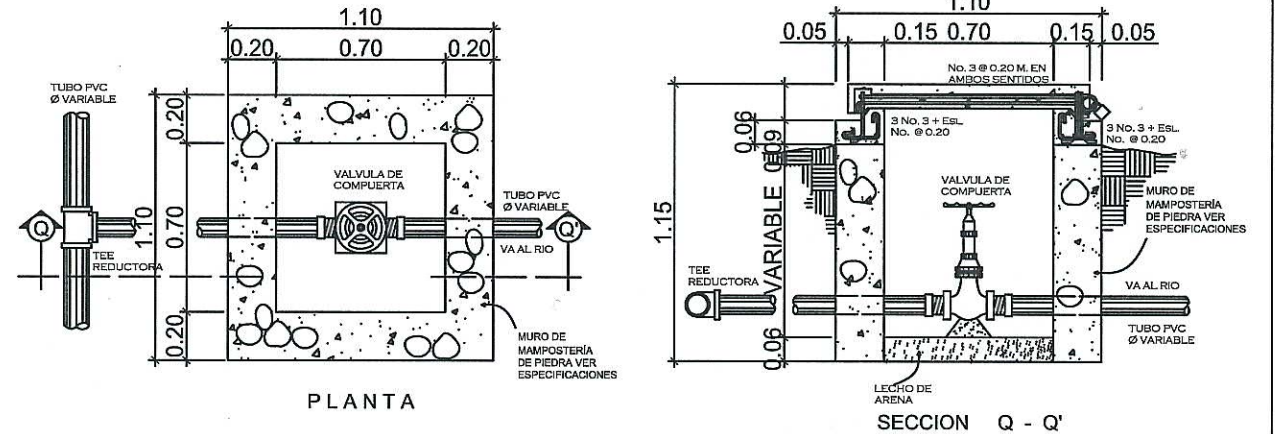
Ø DE VALVULA DE LIMPIEZA

SI LA LINEA DE CONDUCCION ES DE Ø = 2 1/2" ó MAYOR LA VALVULA DE LIMPIEZA SERA DE 2"

SI LA LINEA DE CONDUCCION ES DE Ø = 2" ó MENOR LA VALVULA DE LIMPIEZA SERA IGUAL A TUBERIA DE CONDUCCION



VALVULA DE AIRE
DETALLE
ESCALA 1/20



VALVULA DE LIMPIEZA
DETALLE
ESCALA 1/20

-LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE HARA SEGUN SECCION 5 6 5 LIBRO AZUL DE CAMINOS DE LA SIGUIENTE MANERA: MORTERO SEGUN SECCION 565.04 Y PIEDRA BOLA MENOR O IGUAL A 300 ML. SEGUN SECCION 5 6 5.03.

-EL MORTERO DEBERÁ HACERSE EN PROPORCIÓN 1:3 EN PESO DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO RESPECTIVAMENTE.

-EL CONCRETO DEBERÁ HACERSE SEGUN SECCION 551 LIBRO AZUL DE CAMINOS EN CLASE 21 (3,000 PSI) O CLASE 24.5 (4,000 PSI) EN PROPORCIÓN 1:2:3 EN VOLUMEN DE CEMENTO, ARENA DE RÍO Y PIEDRÍN.

-SE REPELLARA EN EL EXTERIOR CON SABIETA PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA DE RÍO CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CM.

-EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA 1%.

-EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE COMPACTADO.

-SE REALIZARA UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.

-EL HIERRO A UTILIZAR SERA LEGÍTIMO GRADO 40.

-TODAS LAS MEDIDAS ESTÁN DADAS EN METROS.

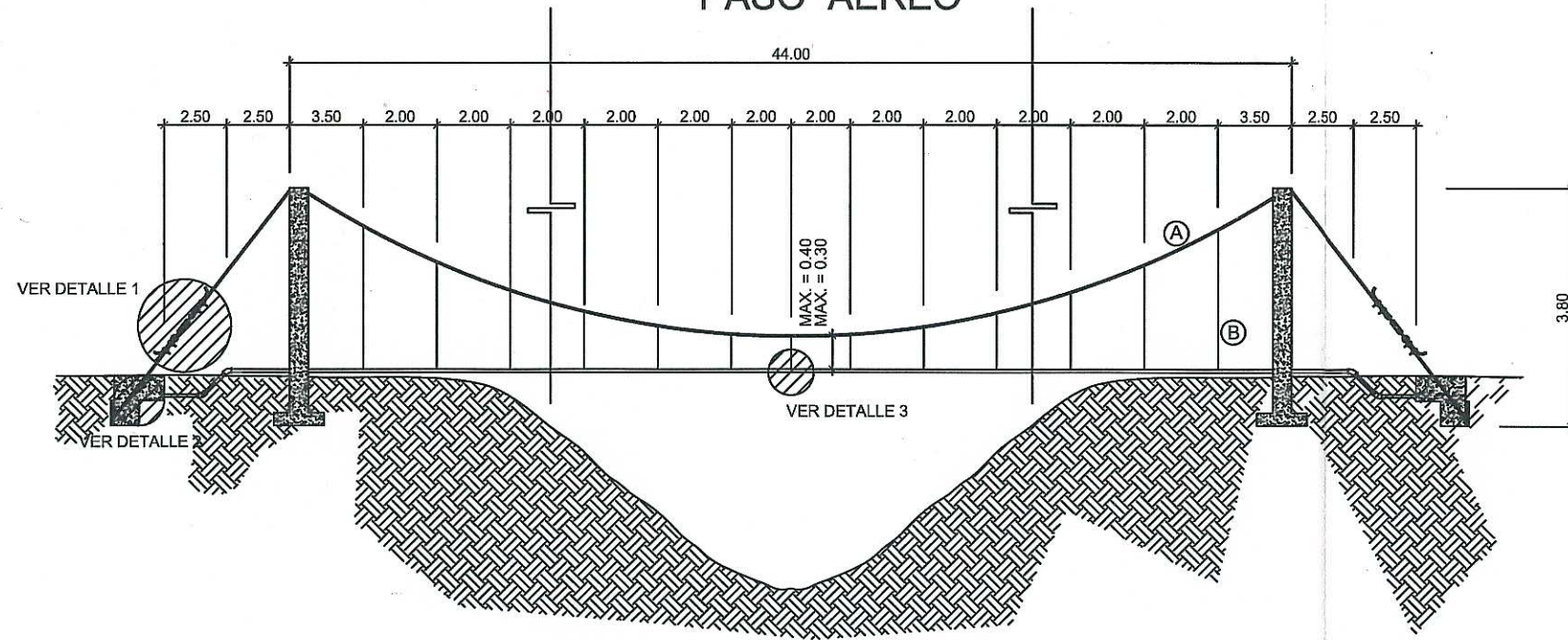
-LA VALVULA SERÁ DE BRONCE ADAPTADA A ACCESORIOS PVC.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ING. JUAN MERCK COS
SUPERVISOR DE EPS
ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL
INDICADA: OCTUBRE 2016
CONTENIDO: HIPOCLORADOR, VALVULA DE AIRE Y LIMPIEZA, CAJA REUNIDORA DE CAUDALES + DETALLES

25 / 27

PASO AÉREO

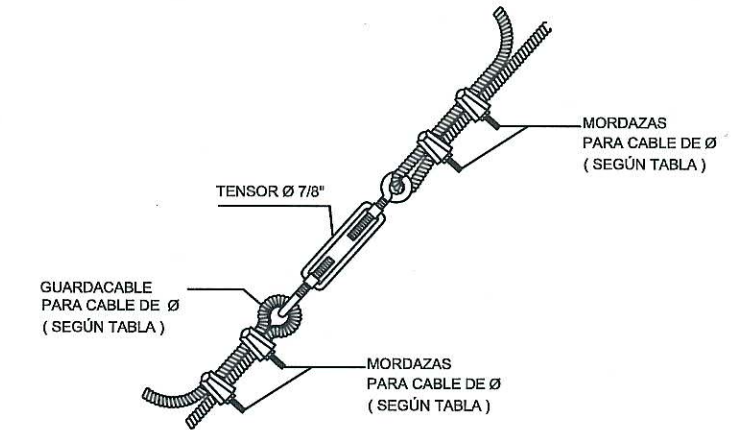


SECCIÓN DE PASO AÉREO DE 30.00 HASTA 50.00 ml.

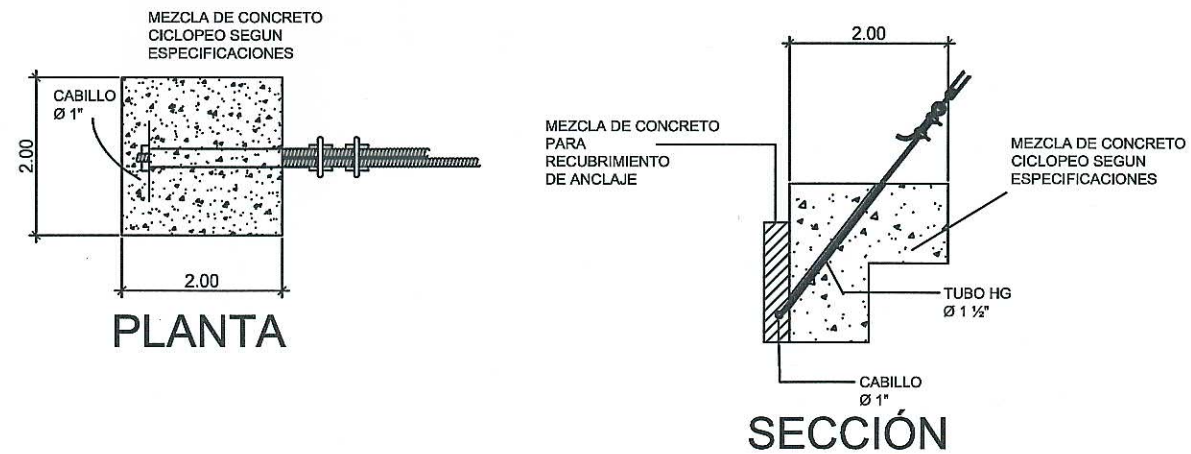
SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE HARA SEGUN SECCION 565 LIBRO AZUL DE CAMINOS DE LA SIGUIENTE MANERA: MORTERO SEGUN SECCION 565.04 Y PIEDRA BOLA MENOR O IGUAL A 300 ML. SEGUN SECCION 5 6 5.03.
- EL MORTERO DEBERÁ HACERSE EN PROPORCIÓN 1:3 EN PESO DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO DEBERÁ HACERSE SEGUN SECCION 551 LIBRO AZUL DE CAMINOS EN CLASE 21 (3,000 PSI) O CLASE 24.5 (4,000 PSI) EN PROPORCIÓN 1:2:3 EN VOLUMEN DE CEMENTO, ARENA DE RÍO Y PIEDRÍN.
- SE REPELLARA LAS COLUMNAS CON SABIETA PROPORCIÓN EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO ARENA DE RÍO CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CM.
- EL HIERRO A UTILIZAR SERÁ LEGÍTIMO GRADO 40.
- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN DADAS EN METROS.
- EL NIVEL DE CIMENTACIÓN DE LAS ZAPATAS DEBERÁ SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y ESTAS ÚLTIMAS QUEDARAN PERFECTAMENTE ALINEADAS CON LOS MUERTOS RESPECTIVOS.
- LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SUELO CUYA CAPACIDAD DE SOPORTE NO SEA MENOR DE 15 TONELADAS POR METRO CUADRADO.
- LAS MORDAZAS DE EMPALME SE DEBERÁN COLOCAR DE MODO QUE LA BASE DE LA MORDAZA SE HALLE EN CONTACTO CON LA COLOCACIÓN DEL CABLE.
- EL PASO AÉREO HA SIDO DISEÑADO EXCLUSIVAMENTE PARA EL PASO DE LA TUBERÍA.
- LOS GANCHOS DE ANCLAJE SE LES DEBE APLICAR DOS MANOS DE PINTURA ANTICORROSIVA.
- TODOS LOS EXTREMOS DEL CABLE DEBERÁN PROTEGERSE DE 8 A 10 VUELTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO.

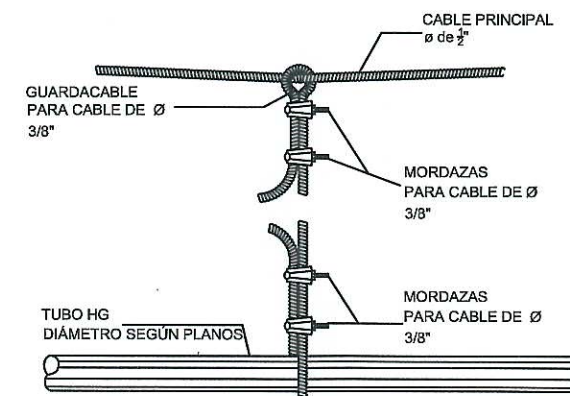


DETALLE 1
SIN ESCALA



DETALLE 2

ESCALA 1:50



DETALLE 3
SIN ESCALA

	DIÁMETRO DE TUBERÍA			
Ø CABLE	2"	3"	4"	6"
Ø CABLE PARA TIRANTE O PENDOLA	3/8"	3/8"	3/8"	5/8"
Ø CABLE PRINCIPAL	1/2"	1/2"	1/2"	5/8"



Ing. Juan Merck Cos
 SUPERVISOR DE EPS
 INGENIERIA Y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

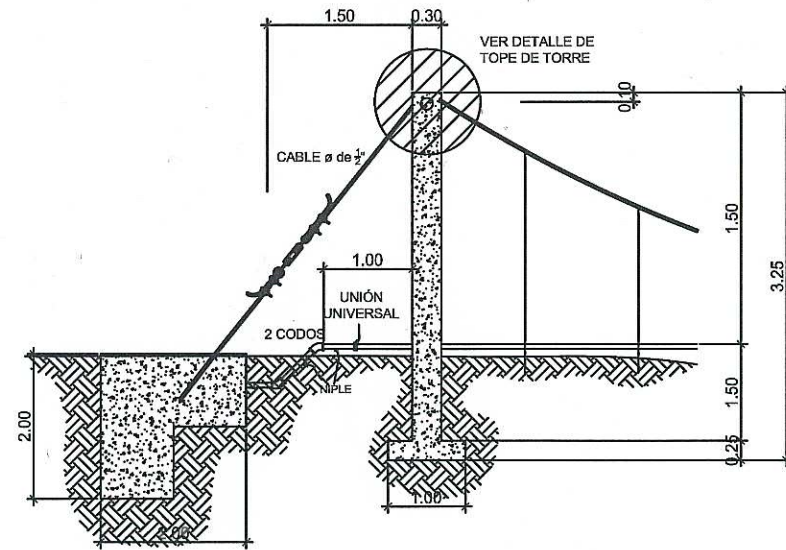
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISOR DE EPS

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL

PROPIETARIO: MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS
 ASISTENTE: Ing. JUAN MERCK COS
 FECHA: OCTUBRE 2016

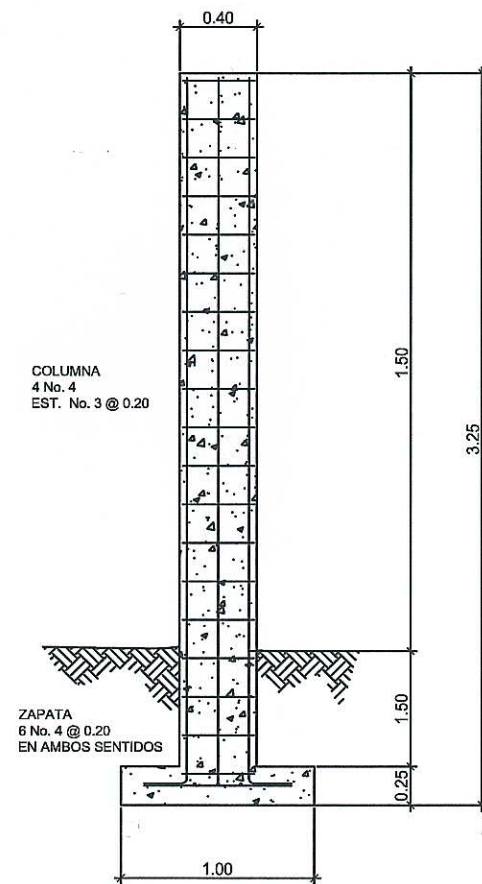
CONTENIDO: PASO AEREO DE 30.00 - 40.00 - 50.00 MTS.

Hoja No. **26** / 27



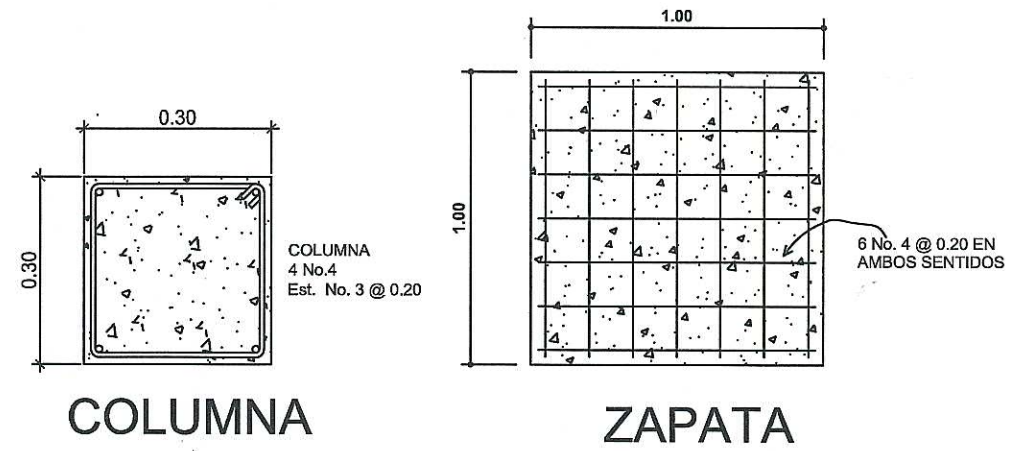
SECCIÓN DE COLUMNA Y ANCLAJE
PARA PASO AÉREO.

ESCALA 1:50



CORTE EN COLUMNA Y ZAPATA
PASO AÉREO.

ESCALA 1:25

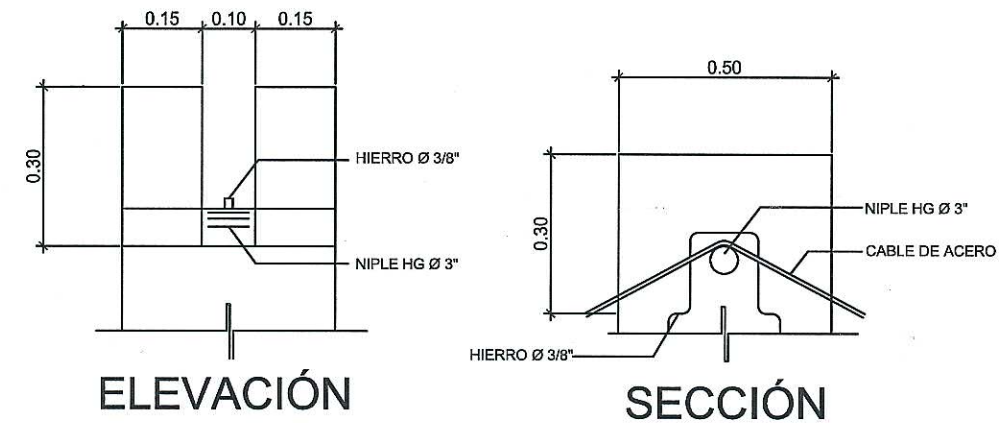


COLUMNA

ZAPATA

COLUMNA Y ZAPATA PARA PASO AÉREO.

ESCALA 1:12.5
ESCALA 1:20

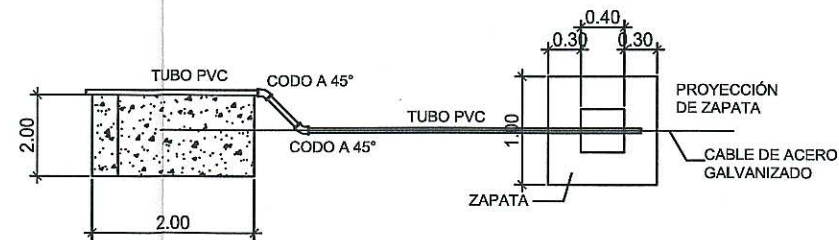


ELEVACIÓN

SECCIÓN

DETALLE TOPE DE TORRE DE 0.50 * 0.50

ESCALA 1:10



DETALLE PARA PASO AÉREO

ESCALA 1:50

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, ZONA 2, CABECERA MUNICIPAL	INDICADA	OCTUBRE 2016
PROPIETARIO:	MUNICIPALIDAD DE SIBINAL, SAN MARCOS	Ing. JUAN MERCK COS	
UBICACIÓN:	ZONA 2 CABECERA MUNICIPAL, SIBINAL, SAN MARCOS		
CONTENIDO:	PASO AEREO DE 30.00 - 40.00 - 50.00 MTS.		

Hoja No. **27** / 27

Apéndice 2.

Memoria de cálculo hidráulico

Fuente: elaboración propia.

PROYECTO: AGUA POTABLE POR GRAVEDAD ZONA 2 SIBINAL
 MUNICIPIO: SIBINAL
 DISEÑO: ROGELIO QUIROA

UBICACIÓN: CASCO URBANO
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

CASAS EXISTENTES: 516

PARAMETROS DE DISEÑO

PERIODO DE DISEÑO.	22	Años
POBLACION ACTUAL	1862	Hab.
POBLACION DE DISEÑO	2698	Hab.
TASA DE CRECIMIENTO	1.7	%
FACTOR DIA MAXIMO	1.4	1.2-1.8
FACTOR HORA MAXIMA	2.3	2.0 - 4.0
NUMERO DE VIVIENDAS	266	Unidad

CHECAMBA

HAB. CASA	7	
LON. TOTAL DEL SISTEMA	3895.40	m
DOTACION	150	Lts/Hab/Dia
AFORO DESPUES DE E-20	5.685	Lts/seg.
AFORO ANTES DE E-20	1.07	Lts/seg.
CAUDAL MEDIO (Qm)	4.68	Lts/seg.
CAUDAL MAXIMO DIARIO (Qmd)	6.56	Lts/seg.
CAUDAL MAXIMO HORARIO (Qmh)	10.77	Lts/seg.
VOLUMEN DEL TANQUE	150.00	M3

CAUDAL LTS/SEG		
NACIMIENTO	1	1.07
NACIMIENTO	2	4.62
		5.69

1.745

LINEA DE CONDUCCIÓN					CALCULO HIDRAULICO.-													
DESDE CAJA DE CAPTACION					Distancia	Caudal	Diam. Interio	Presión	Perdida por	Perdida	Presion	Velocidad	Golpe de	Presión en	Linea	Cantidad de	Descripción	
Est.	P.O.	Cota/Inicial	Cota/Final	Distancia	Acumu.	Lts/seg.	Plg.	Estatitca	Fricción	Acumulada	Disponibile	m/seg.	Ariete	Tubería	Piezometrica	Tubería		
				mts.	mts.			mca	mca	mca				PSI				
1.1	E-1	1000.48	1000.00	4	4.00	1.07	1.754	0.48	0.0503	0.0503	0.430	0.683	23.813	1	1000.43	1	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-1	E-2	1000.00	997.23	50	54.00	1.07	1.754	3.25	0.6281	0.6784	2.573	0.683	23.813	5	999.80	9	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-2	E-3	997.23	995.56	40	94.00	1.07	1.754	4.92	0.5025	1.1809	3.739	0.683	23.813	8	999.30	7	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-3	E-4	995.56	994.65	20	114.00	1.07	1.754	5.83	0.2513	1.4322	4.397	0.683	23.813	9	999.05	3	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-4	E-5	994.65	992.99	22	136.00	1.07	1.754	7.49	0.2764	1.7086	5.779	0.683	23.813	12	998.77	4	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-5	E-6	992.99	989.19	40	176.00	1.07	1.754	11.29	0.5025	2.2111	9.079	0.683	23.813	18	998.27	7	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-6	E-7	989.19	987.45	78	254.00	1.07	1.754	13.03	0.9799	3.1910	9.835	0.683	23.813	21	997.29	13	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-7	E-8	987.45	989.18	30	284.00	1.07	1.754	11.30	0.3769	3.5679	7.730	0.683	23.813	18	996.91	5	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-8	E-9	989.18	969.68	54	338.00	1.07	1.754	30.80	0.6784	4.2463	26.550	0.683	23.813	49	996.23	9	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-9	E-9.1	969.68	969.26	3	341.00	1.07	1.754	31.22	0.0377	4.2840	26.939	0.683	23.813	49	996.20	1	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
PASO AEREO No. 1 de E-9.1 a E-9.3 L=27mt.																		
E-9.1	E-9.3	969.26	968.08	27	368.00	1.07	1.754	32.40	0.3392	4.6232	27.774	0.683	23.813	51	995.86	5	TUBO HG 1 1/2"	
E-9.3	E-10	968.08	968.69	16	384.00	1.07	1.754	31.79	0.2010	4.8242	26.966	0.683	23.813	50	995.66	3	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-10	E-11	968.69	970.74	36	420.00	1.07	1.754	29.74	0.4523	5.2765	24.459	0.683	23.813	47	995.20	6	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-11	E-12	970.74	977.59	70	490.00	1.07	1.754	22.89	0.8794	6.1559	16.736	0.683	23.813	36	994.32	12	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-12	E-13	977.59	978.07	28	518.00	1.07	1.754	22.41	0.3518	6.5076	15.902	0.683	23.813	35	993.97	5	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-13	E-14	978.07	977.70	18	536.00	1.07	1.754	22.78	0.2261	6.7338	16.042	0.683	23.813	36	993.75	3	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-14	E-15	977.70	978.79	30	566.00	1.07	1.754	21.69	0.3769	7.1106	14.583	0.683	23.813	34	993.37	5	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-15	E-16	978.79	977.89	24	590.00	1.07	1.754	22.59	0.3015	7.4122	15.179	0.683	23.813	36	993.07	4	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-16	E-17	977.89	977.14	20	610.00	1.07	1.754	23.34	0.2513	7.6634	15.675	0.683	23.813	37	992.82	3	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-17	E-18	977.14	977.91	14	624.00	1.07	1.754	22.57	0.1759	7.8393	14.734	0.683	23.813	36	992.64	2	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-18	E-19	977.91	978.29	32	656.00	1.07	1.754	22.19	0.4020	8.2413	13.950	0.683	23.813	35	992.24	6	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-19	E-CT	978.29	973.86	71.63	727.63	1.07	1.754	26.62	0.8999	9.1412	17.483	0.683	23.813	42	991.34	12	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI	
E-CT	E-20	973.86	973.34	8.37	736.00	1.07	1.754	27.14	0.1052	9.2464	17.896	0.683	23.813	43	991.23	1	tubo pvc de 1" 160 PSI	

DESDE CAJA DE CAPTACION 2					Distancia	Caudal	Diam. Interio	Presión	Perdida por	Perdida	Presion	Velocidad	Golpe de	Presión en	Linea	Cantidad de	Descripción
Est.	P.O.	Cota/Inicial	Cota/Final	Distancia	Acumu.	Lts/seg.	Plg.	Estatitca	Fricción	Acumulada	Disponibile	m/seg.	Ariete	Tubería	Piezometrica	Tubería	
				mts.	mts.			mca	mca	mca				PSI			
E-21.1	E-21	998.94	997.38	6.00	6.00	4.62	2.655	1.55	0.1512	0.1512	1.402	1.293	85.360	2	998.78	1	tubo pvc de 2" 160 PSI
E-21	E-22	997.38	995.62	20.40	26.40	4.62	2.655	3.32	0.5140	0.6651	2.652	1.293	85.360	5	998.27	4	tubo pvc de 2" 160 PSI
E-22	E-23	995.62	991.10	24.00	50.40	4.62	2.655	7.83	0.6047	1.2698	6.564	1.293	85.360	12	997.67	4	tubo pvc de 2" 160 PSI
E-23	E-24	991.10	994.63	42.00	92.40	4.62	2.655	4.31	1.0582	2.3280	1.981	1.293	85.360	7	996.61	7	tubo pvc de 2" 160 PSI
E-24	E-25	994.63	991.69	22.00	114.40	4.62	2.655	7.25	0.5543	2.8823	4.365	1.293	85.360	11	996.05	4	tubo pvc de 2" 160 PSI
E-25	E-26	991.69	992.45	52.00	166.40	4.62	2.655	6.48	1.3101	4.1924	2.291	1.293	85.360	10	994.74	9	tubo pvc de 2" 160 PSI
E-26	E-27	992.45	981.63	50.00	216.40	4.62	2.193	17.30	3.1961	7.3885	9.915	1.896	183.383	27	991.55	9	tubo pvc de 2" 160 PSI
E-27	E-20	981.63	973.34	74.00	290.40	4.62	2.193	25.60	4.7302	12.1187	13.477	1.896	183.383	40	986.82	13	tubo pvc de 1 1/2" 160 PSI

DESDE CAJA REUNIDORA					Distancia	Caudal	Diam. Interio	Presión	Perdida por	Perdida	Presion	Velocidad	Golpe de	Presión en	Linea	Cantidad de	Descripción
Est.	P.O.	Cota/Inicial	Cota/Final	Distancia	Acumu.	Lts/seg.	Plg.	Estatitca	Fricción	Acumulada	Disponibile	m/seg.	Ariete	Tubería	Piezometrica	Tubería	
				mts.	mts.			mca	mca	mca				PSI			
E-20	E-28	973.34	970.33	40	40.00	6.56	4.154	3.01	0.2178	0.2178	2.789	0.750	28.698	5	973.12	7	tubo pvc de 4" 160 PSI
PASO AEREO No.2 DE E-28 A E-28.2 L=44MTS																	
E-28	E-28.2	970.33	956.15	44	84.00	6.56	4.154	17.18	0.2396	0.4573	16.727	0.750	28.698	27	972.88	8	TUBO HG DE 4"
E-28	E-29	956.15	961.93	16	100.00	6.56	4.154	11.41	0.0871	0.5445	10.866	0.750	28.698	18	972.79	3	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-29	E-30	961.93	965.16	40	140.00	6.56	4.154	8.18	0.2178	0.7622	7.418	0.750	28.698	13	972.58	7	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-30	E-31	965.16	959.55	170	310.00	6.56	4.154	13.79	0.9256	1.6878	12.105	0.750	28.698	22	971.65	29	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-31	E-32	959.55	964.06	170	480.00	6.56	4.154	9.28	0.9256	2.6134	6.668	0.750	28.698	15	970.72	29	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-32	E-33	964.06	948.53	50	530.00	6.56	4.154	24.81	0.2722	2.8857	21.926	0.750	28.698	39	970.45	9	tubo pvc de 4" 160 PSI
PASO AEREO No.3 DE E-33 A E-33.1 L=30MTS.																	
E-33	E-33.1	949	933.83	30	560.00	6.56	4.154	39.51	0.1633	3.0490	36.457	0.750	28.698	62	970.29	5	TUBO HG DE 4"
E-33.1	E-34	933.83	954.81	10	570.00	6.56	4.154	18.52	0.0544	3.1034	15.420	0.750	28.698	29	970.23	2	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-34	E-35	954.81	954.20	22	592.00	6.56	4.154	19.14	0.1198	3.2232	15.914	0.750	28.698	30	970.11	4	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-35	E-36	954.20	953.34	30	622.00	6.56	4.154	20.00	0.1633	3.3866	16.611	0.750	28.698	32	969.95	5	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-36	E-37	953.34	953.31	16	638.00	6.56	4.154	20.03	0.0871	3.4737	16.558	0.750	28.698	32	969.86	3	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-37	E-38	953.31	955.59	40	678.00	6.56	4.154	17.74	0.2178	3.6915	14.052	0.750	28.698	28	969.65	7	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-38	E-39	955.59	928.64	220	898.00	6.56	4.154	44.70	1.1978	4.8893	39.806	0.750	28.698	70	968.45	38	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-39	E-40	928.64	931.28	80	978.00	6.56	4.154	42.06	0.4356	5.3248	36.732	0.750	28.698	66	968.01	14	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-40	E-41	931.28	926.84	110	1088.00	6.56	4.154	46.50	0.5989	5.9238	40.573	0.750	28.698	73	967.41	19	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-41	E-42	926.84	929.78	60	1148.00	6.56	4.154	43.56	0.3267	6.2504	37.307	0.750	28.698	69	967.09	10	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-42	E-43	929.78	931.28	80	1228.00	6.56	4.154	42.06	0.4356	6.6860	35.377	0.750	28.698	66	966.65	14	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-43	E-44	931.28	924.03	104	1332.00	6.56	4.154	49.31	0.5662	7.2522	42.059	0.750	28.698	78	966.09	18	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-44	E-45	924.03	922.71	100	1432.00	6.56	4.154	50.63	0.5445	7.7967	42.833	0.750	28.698	80	965.54	17	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-45	E-46	922.71	914.57	96	1528.00	6.56	3.23	58.77	1.7797	9.5764	49.196	1.240	78.508	93	963.76	17	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-46	E-47	914.57	911.78	38	1566.00	6.56	3.23	61.56	0.7045	10.2809	51.279	1.240	78.508	97	963.06	7	tubo pvc de 4" 160 PSI
PASO AEREO No.4 DE E-47 A E-47.1 L=10MTS																	
E-47	E-47.1	911.78	906.48	10	1576.00	6.56	3.23	66.86	0.1854	10.4663	56.389	1.240	78.508	105	962.87	2	TUBO HG DE 3"
E-47.1	E-48	911.78	903.39	60	1636.00	6.56	3.23	69.95	1.1123	11.5786	58.367	1.240	78.508	110	961.76	10	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-48	E-49	903.39	904.37	84	1720.00	6.56	3.23	68.97	1.5573	13.1359	55.834	1.240	78.508	109	960.20	14	tubo pvc de 4" 160 PSI
PASO DE ZANJON L=20MTS																	
E-49	E-50	904.37	909.34	60	1780.00	6.56	3.23	64.00	1.1123	14.2483	49.748	1.240	78.508	101	959.09	10	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-50	E-51	909.34	911.20	80	1860.00	6.56	3.23	62.14	1.4831	15.7314	46.411	1.240	78.508	98	957.61	14	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-51	E-52	911.20	908.45	20	1880.00	6.56	3.23	64.88	0.3708	16.1021	48.782	1.240	78.508	102	957.24	3	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-52	E-CT	908.45	905.73	17.078	1897.08	6.56	3.23	67.61	0.3166	16.4187	51.192	1.240	78.508	107	956.92	3	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-CT	E-53	905.73	902.87	17.922	1915.00	6.56	3.23	70.47	0.3323	16.7510	53.720	1.240	78.508	111	956.59	3	tubo pvc de 3" 160 PSI
PASO AEREO No.5 DE E-53 A E-53.2 L=28MTS																	
E-53	E-53.2	903	901.87	28	1943.00	6.56	3.23	71.47	0.5191	17.2701	54.196	1.240	78.508	113	956.07	5	TUBO HG DE 3"
E-53.2	E-54	901.87	902.17	52	1995.00	6.56	3.23	71.16	0.9640	18.2341	52.929	1.240	78.508	112	955.10	9	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-54	E-55	902.17	902.72	32	2027.00	6.56	3.23	70.62	0.5932	18.8274	51.793	1.240	78.508	111	954.51	6	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-55	E-56	902.72	900.75	32	2059.00	6.56	3.23	72.58	0.5932	19.4206	53.162	1.240	78.508	114	953.92	6	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-56	E-57	900.75	901.66	50	2109.00	6.56	3.23	71.67	0.9269	20.3476	51.326	1.240	78.508	113	952.99	9	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-57	E-58	901.66	900.95	46	2155.00	6.56	3.23	72.38	0.8528	21.2003	51.183	1.240	78.508	114	952.14	8	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-58	E-59	900.95	889.78	84	2239.00	6.56	3.23	83.55	1.5573	22.7576	60.796	1.240	78.508	132	950.58	14	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-59	E-60	889.78	889.61	54	2293.00	6.56	3.23	83.73	1.0011	23.7587	59.966	1.240	78.508	132	949.58	9	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-60	E-61	889.61	890.24	40	2333.00	6.56	3.23	83.10	0.7416	24.5003	58.600	1.240	78.508	131	948.84	7	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-61	E-62	890.24	890.93	54	2387.00	6.56	3.23	82.41	1.0011	25.5014	56.905	1.240	78.508	130	947.84	9	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-62	E-63	890.93	888.41	24	2411.00	6.56	3.23	84.93	0.4449	25.9463	58.981	1.240	78.508	134	947.39	4	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-63	E-64	888.41	887.79	110	2521.00	6.56	3.23	85.55	2.0393	27.9856	57.565	1.240	78.508	135	945.35	19	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-64	E-65	887.79	893.07	100	2621.00	6.56	3.23	80.27	1.8539	29.8395	50.426	1.240	78.508	127	943.50	17	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-65	E-66	893.07	890.87	36	2657.00	6.56	3.23	82.47	0.6674	30.5069	51.963	1.240	78.508	130	942.83	6	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-66	E-67	890.87	906.64	40	2697.00	6.56	3.23	66.70	0.7416	31.2484	35.450	1.240	78.508	105	942.09	7	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-67	E-68	906.64	910.34	82	2779.00	6.56	3.23	63.00	1.5202	32.7686	30.231	1.240	78.508	99	940.57	14	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-68	E-69	910.34	910.66	40	2819.00	6.56	3.23	62.68	0.7416	33.5102	29.172	1.240	78.508	99	939.83	7	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-69	E-70	910.66	910.68	40	2859.00	6.56	3.23	62.66	0.7416	34.2517	28.410	1.240	78.508	99	939.09	7	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-70	E-71	910.68	908.82	10	2869.00	6.56	3.23	64.52	0.1854	34.4371	30.081	1.240	78.508	102	938.90	2	tubo pvc de 3" 160 PSI

PROYECTO: AGUA POTABLE POR GRAVEDAD ZONA 2 SIBINAL
 MUNICIPIO: SIBINAL
 DISEÑO: ROGELIO QUIROA

UBICACIÓN: CASCO URBANO
 DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

6.78554217

220.5 516

PARAMETROS DE DISEÑO

PERIODO DE DISEÑO.	30	Años
POBLACION ACTUAL	1750	Hab.
POBLACION DE DISEÑO	2902	Hab.
TASA DE CRECIMIENTO	1.7	%
FACTOR DIA MAXIMO	1.5	1.2-1.8
FACTOR HORA MAXIMA	3	2.0 - 4.0
NUMERO DE VIVIENDAS	250	Unidad

NACIMIENTO TOCAPOTE

HAB. CASA	7	
LON. TOTAL DEL SISTEMA	1080.00	ml
DOTACION	150	Lts/Hab/Dia.
AFORO DESPUES DE E-20	6.12	Lts/seg.
AFORO ANTES DE E-20	1.83	Lts/seg.
CAUDAL MEDIO (Qm)	5.04	Lts/seg.
CAUDAL MAXIMO DIARIO (Qmd)	7.56	Lts/seg.
CAUDAL MAXIMO HORARIO (Qmh)	15.11	Lts/seg.
VOLUMEN DEL TANQUE	150.00	M3

CAUDAL LTS/SEG		
NACIMIENTO	1	1.83
NACIMIENTO	2	2.25
		6.12

LINEA DE CONDUCCIÓN					CALCULO HIDRAULICO-												
DESDE CAJA DE CAPTACION																	
Est.	P.O.	Cota/Inicial	Cota/Final	Distancia mts.	Distancia Acumu. mts.	Caudal Lts/seg.	Diam. Interio Plg.	Presión Estática mca	Perdida por Fricción mca	Perdida Acumulada mca	Presion Disponible	Velocidad m/seg.	Golpe de Ariete	Presión en Tubería PSI	Línea Piezometrica	Cantidad de Tubería	Descripción
E-1.04	E-1	909.88	909.47	4	4.00	7.56	4.154	0.41	0.0283	0.0283	0.382	0.864	38.110	1	909.85	1	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-1	E-2	909.47	906.87	20	24.00	7.56	4.154	3.01	0.1416	0.1699	2.840	0.864	38.110	5	909.71	3	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-2	E-3	906.87	896.00	50	74.00	7.56	4.154	13.88	0.3539	0.5238	13.356	0.864	38.110	22	909.36	9	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-3	E-4	896.00	895.86	30	104.00	7.56	4.154	14.02	0.2123	0.7361	13.284	0.864	38.110	22	909.14	5	tubo pvc de 4" 160 PSI
PASO AEREO No.1 DE E-4 A E-5 L=30MTS																	
E-4	E-5	895.86	896.15	26	130.00	7.56	4.154	13.73	0.1840	0.9201	12.810	0.864	38.110	22	908.96	4	TUBO HG DE 4"
E-5	E-6	896.15	891.59	70	200.00	7.56	4.154	18.29	0.4955	1.4156	16.874	0.864	38.110	29	908.46	12	tubo pvc de 4" 160 PSI
PASO AEREO No.2 DE E-6 A E-6.2 L=20MTS																	
E-6	E-6.2	891.59	887.36	18	218.00	7.56	4.154	22.52	0.1274	1.5430	20.978	0.864	38.110	36	908.34	3	TUBO HG DE 3"
E-6.2	E-7	887.36	886.89	14	232.00	7.56	4.154	22.99	0.0991	1.6421	21.348	0.864	38.110	36	908.24	2	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-7	E-8	886.89	885.97	22	254.00	7.56	4.154	23.91	0.1557	1.7978	22.112	0.864	38.110	38	908.08	4	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-8	E-9	885.97	886.59	70	324.00	7.56	4.154	23.29	0.4955	2.2933	20.997	0.864	38.110	37	907.59	12	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-9	E-10	886.59	885.66	122	446.00	7.56	4.154	24.22	0.8635	3.1568	21.063	0.864	38.110	38	906.72	21	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-10	E-11	885.66	880.20	42	488.00	7.56	3.23	29.68	1.0122	4.1690	25.511	1.429	104.253	47	905.71	7	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-11	E-12	880.20	881.13	74	562.00	7.56	3.23	28.75	1.7834	5.9524	22.798	1.429	104.253	45	903.93	13	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-12	E-13	881.13	879.03	160.00	722.00	7.56	3.23	30.85	3.8561	9.8085	21.042	1.429	104.253	49	900.07	28	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-13	E-14	879.03	877.87	130.00	852.00	7.56	3.23	32.01	3.1331	12.9415	19.068	1.429	104.253	50	896.94	22	tubo pvc de 4" 160 PSI
PASO AEREO No.3 DE E-14 A E-15 L=60MTS																	
E-14	E-15	877.87	878.02	60.00	912.00	7.56	3.23	31.86	1.4460	14.3876	17.472	1.429	104.253	50	895.49	10	TUBO HG DE 3"
E-15	E-15.1	878.02	878.62	47.60	959.60	7.56	3.23	31.26	1.1472	15.5347	15.728	1.429	104.253	49	894.35	8	tubo pvc de 4" 160 PSI
E-15.1	E-16	878.62	879.40	62.40	1022.00	7.56	3.23	30.48	1.5039	17.0386	13.441	1.429	104.253	48	892.84	11	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-16	E-17	879.40	868.72	52.00	1074.00	7.56	3.23	41.16	1.2532	18.2918	22.868	1.429	104.253	65	891.59	9	tubo pvc de 3" 160 PSI
E-17	TD-1	868.72	869.14	6.00	1080.00	7.56	3.23	40.74	0.1446	18.4364	22.304	1.429	104.253	64	891.44	1	tubo pvc de 3" 160 PSI

Q,h/max
10.77

Nodo	Q entrante	Q saliente
1	10.77	5
		3.43
		1.79
		0.37
		0.18
Sumatoria	10.77	10.77

Nodo	Q entrante	Q saliente
3	3	2.47
		0.53
Sumatoria	3	3

Nodo	Q entrante	Q saliente
5	1.34	0.95
	0.54	0.52
		0.41
Sumatoria	1.88	1.88

Nodo	Q entrante	Q saliente
7	2.38	1.08
		0.8
		0.29
		0.21
Sumatoria	2.38	2.38

Nodo	Q entrante	Q saliente
9	0.74	1.46
	0.95	0.23
Sumatoria	1.69	1.69

Nodo	Q entrante	Q saliente
11	1.08	1.08

Nodo	Q entrante	Q saliente
2	5	3
		1.34
		0.64
		0.02
Sumatoria	5	5

Nodo	Q entrante	Q saliente
4	2.47	1.65
		0.54
		0.28
Sumatoria	2.47	2.47

Nodo	Q entrante	Q saliente
6	1.79	3.01
	0.52	0.1
	0.8	
Sumatoria	3.11	3.11

Nodo	Q entrante	Q saliente
8	1.65	0.74
		0.41
		0.5
Sumatoria	1.65	1.65

Nodo	Q entrante	Q saliente
10	1.46	0.25
	3.01	5.3
	1.08	
Sumatoria	5.55	5.55

Nodo	Q entrante	Q saliente
12	3.43	2.38
		1.05
Sumatoria	3.43	3.43

paso 1 Metodo de Cross									
circuito	tramo	Diam. Aprox	Cot. Sup.	cota inf.	longitud	caudal Q	diam comer	hf real	hf / Q
	1-2	5.37	906.02	905.88	144	5	6	0.08	0.02
	2-3	2.11	905.88	903.03	81	3	2	3.70	1.23
	3-4	1.45	903.03	852.44	329.75	2.47	1.5	42.42	17.17
	4-5	1.09	852.44	849.41	84	0.54	1.5	0.65	1.20
	5-6	1.83	849.41	849.11	110.67	0.52	2	0.20	0.38
	7-6	1.49	850.78	849.11	100	0.8	1.5	1.60	2.00
	2-5	1.10	905.88	849.41	306.22	1.34	1.5	12.71	9.48
	1-6	1.23	906.02	849.11	305.47	1.79	1.5	21.66	12.10
	12-7	1.41	900.21	850.78	304	2.38	1.5	36.51	15.34
	1-12	2.02	906.02	900.21	104	3.43	2	6.08	1.77
	8-9	1.57	834.51	833.47	94	0.74	1.5	1.30	1.76
	9-10	2.40	833.47	832.99	96	1.46	2.5	0.39	0.27
	11-10	1.34	837.8	832.99	99.59	1.08	1.5	2.77	2.57
	4-8	1.25	852.44	834.51	120	1.65	1.5	7.32	4.44
	5-9	1.03	849.41	833.47	116.24	0.95	1.5	2.55	2.69
	6-10	1.61	849.11	832.99	122.24	3.01	1.5	22.67	7.53
	7-11	1.09	850.78	837.8	100	1.08	1.5	2.78	2.58

interacion No.1

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1	
0.6328	-1	A	2-3	81.00	2	150	-3	-3.70	1.23	0.6328	-2.37	-2.39
	-1	A	3-4	329.75	1.5	150	-2.47	-42.42	17.17	0.6328	-1.84	-24.53
	-1	A	4-5	84.00	1.5	150	-0.54	-0.65	1.20	0.3424	-0.20	-0.10
	1	A	2-5	306.22	1.5	150	1.34	12.71	9.48	0.8461	2.19	31.43
								-34.06	29.09			4.41
-0.2133	-1	B	1-2	144.00	6	150	-5	-0.08	0.02	-0.2133	-5.21	-0.09
	-1	B	2-5	306.22	1.5	150	-1.34	-12.71	9.48	-0.8461	-2.19	-31.43
	-1	B	5-6	110.67	2	150	-0.52	-0.20	0.38	0.7777	0.26	-0.05
	1	B	1-6	305.47	1.5	150	1.79	21.66	12.10	0.1770	1.97	25.79
								8.67	21.98			-5.78
-0.3903	1	C	1-12	104.00	2	150	3.43	6.08	1.77	-0.3903	3.04	4.87
	1	C	12-7	304.00	1.5	150	2.38	36.51	15.34	-0.3903	1.99	26.21
	1	C	7-6	100.00	1.5	150	0.8	1.60	2.00	-1.0795	-0.28	0.23
	-1	C	1-6	305.47	1.5	150	-1.79	-21.66	12.10	-0.1770	-1.97	-25.79
								22.54	31.21			5.52
0.2905	1	D	4-5	84.00	1.5	150	0.54	0.65	1.20	-0.3424	0.20	0.10
	1	D	5-9	116.24	1.5	150	0.95	2.55	2.69	1.2814	2.23	12.39
	-1	D	8-9	94.00	1.5	150	-0.74	-1.30	1.76	0.2905	-0.45	-0.52
	-1	D	4-8	120.00	1.5	150	-1.65	-7.32	4.44	0.2905	-1.36	-5.11
								-5.42	10.08			6.86
-0.9910	1	E	5-6	110.67	2	150	0.52	0.20	0.38	-0.7777	-0.26	0.05
	1	E	6-10	122.24	1.5	150	3.01	22.67	7.53	-1.6802	1.33	5.00
	-1	E	9-10	96.00	2.5	150	-1.46	-0.39	0.27	-0.9910	-2.45	-1.02
	-1	E	5-9	116.24	1.5	150	-0.95	-2.55	2.69	-1.2814	-2.23	-12.39
								19.92	10.87			-8.36
0.6892	-1	F	7-6	100.00	1.5	150	-0.8	-1.60	2.00	1.0795	0.28	-0.23
	1	F	7-11	100.00	1.5	150	1.08	2.78	2.58	0.6892	1.77	6.94
	1	F	11-10	99.59	1.5	150	1.08	2.77	2.57	0.6892	1.77	6.91
	-1	F	6-10	122.24	1.5	150	-3.01	-22.67	7.53	1.6802	-1.33	-5.00
								-18.71	14.67			8.62

CHEQUEO: CIRCUITO CORRECCION < 0.01% Qent.

A	0.6328	no cumple	0.1077
B	0.2133	no cumple	0.1077
C	0.3903	no cumple	0.1077
D	0.2905	no cumple	0.1077
E	0.9910	no cumple	0.1077
F	0.6892	no cumple	0.1077

interacion No.2

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf 1	Hf1/Q1	DELTA	Q2	Hf2	
-0.0815	-1	A	2-3	81.00	2	150	-2.37	-2.39	1.01	-0.0815	-2.45	-2.54
	-1	A	3-4	329.75	1.5	150	-1.84	-24.53	13.35	-0.0815	-1.92	-26.58
	-1	A	4-5	84.00	1.5	150	-0.20	-0.10	0.51	0.2564	0.06	-0.01
	1	A	2-5	306.22	1.5	150	2.19	31.43	14.38	-0.1960	1.99	26.41
								4.41	29.25			-2.72
0.1145	-1	B	1-2	144.00	6	150	-5.21	-0.09	0.02	0.1145	-5.10	-0.09
	-1	B	2-5	306.22	1.5	150	-2.19	-31.43	14.38	0.1960	-1.99	-26.41
	-1	B	5-6	110.67	2	150	0.26	-0.05	-0.21	-0.3599	-0.10	-0.01
	1	B	1-6	305.47	1.5	150	1.97	25.79	13.11	0.2248	2.19	31.50
								-5.78	27.29			4.99
-0.1103	1	C	1-12	104.00	2	150	3.04	4.87	1.60	-0.1103	2.93	4.54
	1	C	12-7	304.00	1.5	150	1.99	26.21	13.17	-0.1103	1.88	23.59
	1	C	7-6	100.00	1.5	150	-0.28	0.23	-0.82	0.3222	0.04	0.01
	-1	0	1-6	305.47	1.5	150	-1.97	-25.79	13.11	-0.2248	-2.19	-31.50
								5.52	27.07			-3.36
-0.3378	1	D	4-5	84.00	1.5	150	0.20	0.10	0.51	-0.2564	-0.06	0.01
	1	D	5-9	116.24	1.5	150	2.23	12.39	5.55	-0.8123	1.42	5.36
	-1	D	8-9	94.00	1.5	150	-0.45	-0.52	1.15	-0.3378	-0.79	-1.46
	-1	D	4-8	120.00	1.5	150	-1.36	-5.11	3.76	-0.3378	-1.70	-7.71
								6.86	10.98			-3.80
0.4744	1	E	5-6	110.67	2	150	-0.26	0.05	-0.21	0.3599	0.10	0.01
	1	E	6-10	122.24	1.5	150	1.33	5.00	3.76	0.9069	2.24	13.09
	-1	E	9-10	96.00	2.5	150	-2.45	-1.02	0.42	0.4744	-1.98	-0.69
	-1	E	5-9	116.24	1.5	150	-2.23	-12.39	5.55	-0.8123	-1.42	-5.36
								-8.36	9.52			7.05
-0.4325	-1	F	7-6	100.00	1.5	150	0.28	-0.23	-0.82	-0.3222	-0.04	-0.01
	1	F	7-11	100.00	1.5	150	1.77	6.94	3.92	-0.4325	1.34	4.13
	1	F	11-10	99.59	1.5	150	1.77	6.91	3.91	-0.4325	1.34	4.11
	-1	F	6-10	122.24	1.5	150	-1.33	-5.00	3.76	-0.9069	-2.24	-13.09
								8.62	10.77			-4.85

CIRCUITO CORRECCION < 0.01% Qent.

0.0815	cumple	0.1077
0.1145	cumple	0.1077
0.1103	no cumple	0.1077
0.3378	no cumple	0.1077
0.4744	no cumple	0.1077
0.4325	no cumple	0.1077

interacion No.3

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf 2	Hf2/Q2	DELTA	Q3	Hf3	
0.0519	-1	A	2-3	81.00	2	150	-2.45	-2.54	1.04	0.0519	-2.40	-2.44
	-1	A	3-4	329.75	1.5	150	-1.92	-26.58	13.85	0.0519	-1.87	-25.27
	-1	A	4-5	84.00	1.5	150	0.06	-0.01	0.18	-0.1534	-0.09	-0.03
	1	A	2-5	306.22	1.5	150	1.99	26.41	13.27	0.1491	2.14	30.19
							-2.72	28.35				2.45
correccion												
-0.0972	-1	B	1-2	144.00	6	150	-5.10	-0.09	0.02	-0.0972	-5.20	-0.09
	-1	B	2-5	306.22	1.5	150	-1.99	-26.41	13.27	-0.1491	-2.14	-30.19
	-1	B	5-6	110.67	2	150	-0.10	-0.01	0.10	0.2809	0.18	-0.03
	1	B	1-6	305.47	1.5	150	2.19	31.50	14.37	-0.1607	2.03	27.36
							4.99	27.76				-2.94
correccion												
0.0634	1	C	1-12	104.00	2	150	2.93	4.54	1.55	0.0634	2.99	4.73
	1	C	12-7	304.00	1.5	150	1.88	23.59	12.55	0.0634	1.94	25.08
	1	C	7-6	100.00	1.5	150	0.04	0.01	0.17	-0.1518	-0.11	0.04
	-1	O	1-6	305.47	1.5	150	-2.19	-31.50	14.37	0.1607	-2.03	-27.36
							-3.36	28.64				2.49
correccion												
0.2053	1	D	4-5	84.00	1.5	150	-0.06	0.01	-0.18	0.1534	0.09	0.03
	1	D	5-9	116.24	1.5	150	1.42	5.36	3.78	0.5835	2.00	10.14
	-1	D	8-9	94.00	1.5	150	-0.79	-1.46	1.85	0.2053	-0.58	-0.83
	-1	D	4-8	120.00	1.5	150	-1.70	-7.71	4.54	0.2053	-1.49	-6.08
							-3.80	9.99				3.26
correccion												
-0.3782	1	E	5-6	110.67	2	150	0.10	0.01	0.10	-0.2809	-0.18	0.03
	1	E	6-10	122.24	1.5	150	2.24	13.09	5.85	-0.5933	1.64	7.40
	-1	E	9-10	96.00	2.5	150	-1.98	-0.69	0.35	-0.3782	-2.35	-0.95
	-1	E	5-9	116.24	1.5	150	-1.42	-5.36	3.78	-0.5835	-2.00	-10.14
							7.05	10.07				-3.67
correccion												
0.2152	-1	F	7-6	100.00	1.5	150	-0.04	-0.01	0.17	0.1518	0.11	-0.04
	1	F	7-11	100.00	1.5	150	1.34	4.13	3.09	0.2152	1.55	5.44
	1	F	11-10	99.59	1.5	150	1.34	4.11	3.08	0.2152	1.55	5.42
	-1	F	6-10	122.24	1.5	150	-2.24	-13.09	5.85	0.5933	-1.64	-7.40
							-4.85	12.19				3.43

CIRCUITO	CORRECCION	<	0.01% Qent.
0.0519	cumple		0.1077
0.0972	cumple		0.1077
0.0634	cumple		0.1077
0.2053	no cumple		0.1077
0.3782	no cumple		0.1077
0.2152	no cumple		0.1077

interacion No.4

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1	
-0.0458	-1	A	2-3	81.00	2	150	-2.40	-2.44	1.02	-0.0458	-2.44	-2.53
	-1	A	3-4	329.75	1.5	150	-1.87	-25.27	13.54	-0.0458	-1.91	-26.43
	-1	A	4-5	84.00	1.5	150	-0.09	-0.03	0.27	0.1167	0.02	0.00
	1	A	2-5	306.22	1.5	150	2.14	30.19	14.11	-0.1038	2.04	27.54
							2.45	28.94				-1.42
correccion												
0.0579	-1	B	1-2	144.00	6	150	-5.20	-0.09	0.02	0.0579	-5.14	-0.09
	-1	B	2-5	306.22	1.5	150	-2.14	-30.19	14.11	0.1038	-2.04	-27.54
	-1	B	5-6	110.67	2	150	0.18	-0.03	-0.15	-0.1439	0.03	0.00
	1	B	1-6	305.47	1.5	150	2.03	27.36	13.47	0.1067	2.14	30.08
							-2.94	27.45				2.46
correccion												
-0.0487	1	C	1-12	104.00	2	150	2.99	4.73	1.58	-0.0487	2.94	4.59
	1	C	12-7	304.00	1.5	150	1.94	25.08	12.91	-0.0487	1.89	23.93
	1	C	7-6	100.00	1.5	150	-0.11	0.04	-0.37	0.1176	0.01	0.00
	-1	O	1-6	305.47	1.5	150	-2.03	-27.36	13.47	-0.1067	-2.14	-30.08
							2.49	27.59				-1.56
correccion												
-0.1625	1	D	4-5	84.00	1.5	150	0.09	0.03	0.27	-0.1167	-0.02	0.00
	1	D	5-9	116.24	1.5	150	2.00	10.14	5.07	-0.3643	1.64	7.00
	-1	D	8-9	94.00	1.5	150	-0.58	-0.83	1.43	-0.1625	-0.74	-1.32
	-1	D	4-8	120.00	1.5	150	-1.49	-6.08	4.07	-0.1625	-1.65	-7.36
							3.26	10.84				-1.67
correccion												
0.2018	1	E	5-6	110.67	2	150	-0.18	0.03	-0.15	0.1439	-0.03	0.00
	1	E	6-10	122.24	1.5	150	1.64	7.40	4.50	0.3681	2.01	10.76
	-1	E	9-10	96.00	2.5	150	-2.35	-0.95	0.40	0.2018	-2.15	-0.80
	-1	E	5-9	116.24	1.5	150	-2.00	-10.14	5.07	0.3643	-1.64	-7.00
							-3.67	9.82				2.96
correccion												
-0.1663	-1	F	7-6	100.00	1.5	150	0.11	-0.04	-0.37	-0.1176	-0.01	0.00
	1	F	7-11	100.00	1.5	150	1.55	5.44	3.51	-0.1663	1.39	4.41
	1	F	11-10	99.59	1.5	150	1.55	5.42	3.49	-0.1663	1.39	4.40
	-1	F	6-10	122.24	1.5	150	-1.64	-7.40	4.50	-0.3681	-2.01	-10.76
							3.43	11.14				-1.94

0.0458	cumple	0.1077
0.0579	cumple	0.1077
0.0487	cumple	0.1077
0.1625	no cumple	0.1077
0.2018	no cumple	0.1077
0.1663	no cumple	0.1077

Interacion No.3

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf 2	Hf2/Q2	DELTA	Q3	Hf3	
0.0519	-1	A	2-3	81.00	2	150	-2.45	-2.54	1.04	0.0519	-2.40	-2.44
	-1	A	3-4	329.75	1.5	150	-1.92	-26.58	13.85	0.0519	-1.87	-25.27
	-1	A	4-5	84.00	1.5	150	0.06	-0.01	0.18	-0.1534	-0.09	-0.03
	1	A	2-5	306.22	1.5	150	26.41	13.27	0.1491	2.14	30.19	
							-2.72	28.35				2.45

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf 2	Hf2/Q2	DELTA	Q3	Hf3	
-0.0972	-1	B	1-2	144.00	6	150	-5.10	-0.09	0.02	-0.0972	-5.20	-0.09
	-1	B	2-5	306.22	1.5	150	-1.99	-26.41	13.27	-0.1491	-2.14	-30.19
	-1	B	5-6	110.67	2	150	-0.10	-0.01	0.10	0.2809	0.18	-0.03
	1	B	1-6	305.47	1.5	150	2.19	31.50	14.37	-0.1607	2.03	27.36
							4.99	27.76				-2.94

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf 2	Hf2/Q2	DELTA	Q3	Hf3	
0.0634	1	C	1-12	104.00	2	150	2.93	4.54	1.55	0.0634	2.99	4.73
	1	C	12-7	304.00	1.5	150	1.88	23.59	12.55	0.0634	1.94	25.08
	1	C	7-6	100.00	1.5	150	0.04	0.01	0.17	-0.1518	-0.11	0.04
	-1	O	1-6	305.47	1.5	150	-2.19	-31.50	14.37	0.1607	-2.03	-27.36
							-3.36	28.64				2.49

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf 2	Hf2/Q2	DELTA	Q3	Hf3	
0.2053	1	D	4-5	84.00	1.5	150	-0.06	0.01	-0.18	0.1534	0.09	0.03
	1	D	5-9	116.24	1.5	150	1.42	5.36	3.78	0.5835	2.00	10.14
	-1	D	8-9	94.00	1.5	150	-0.79	-1.46	1.85	0.2053	-0.58	-0.83
	-1	D	4-8	120.00	1.5	150	-1.70	-7.71	4.54	0.2053	-1.49	-6.08
							-3.80	9.99				3.26

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf 2	Hf2/Q2	DELTA	Q3	Hf3	
-0.3782	1	E	5-6	110.67	2	150	0.10	0.01	0.10	-0.2809	-0.18	0.03
	1	E	6-10	122.24	1.5	150	2.24	13.09	5.85	-0.5933	1.64	7.40
	-1	E	9-10	96.00	2.5	150	-1.98	-0.69	0.35	-0.3782	-2.35	-0.95
	-1	E	5-9	116.24	1.5	150	-1.42	-5.36	3.78	-0.5835	-2.00	-10.14
							7.05	10.07				-3.67

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf 2	Hf2/Q2	DELTA	Q3	Hf3	
0.2152	-1	F	7-6	100.00	1.5	150	-0.04	-0.01	0.17	0.1518	0.11	-0.04
	1	F	7-11	100.00	1.5	150	1.34	4.13	3.09	0.2152	1.55	5.44
	1	F	11-10	99.59	1.5	150	1.34	4.11	3.08	0.2152	1.55	5.42
	-1	F	6-10	122.24	1.5	150	-2.24	-13.09	5.85	0.5933	-1.64	-7.40
							-4.85	12.19				3.43

correccion	CIRCUITO	CORRECCION	<	0.01% Qent.
0.0519		cumple		0.1077
0.0972		cumple		0.1077
0.0634		cumple		0.1077
0.2053		no cumple		0.1077
0.3782		no cumple		0.1077
0.2152		no cumple		0.1077

Interacion No.4

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q3	Hf 3	Hf3/Q3	DELTA	Q4	Hf4	
-0.0458	-1	A	2-3	81.00	2	150	-2.40	-2.44	1.02	-0.0458	-2.44	-2.53
	-1	A	3-4	329.75	1.5	150	-1.87	-25.27	13.54	-0.0458	-1.91	-26.43
	-1	A	4-5	84.00	1.5	150	-0.09	-0.03	0.27	0.1167	0.02	0.00
	1	A	2-5	306.22	1.5	150	2.14	30.19	14.11	-0.1038	2.04	27.54
							2.45	28.94				-1.42

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1	
0.0579	-1	B	1-2	144.00	6	150	-5.20	-0.09	0.02	0.0579	-5.14	-0.09
	-1	B	2-5	306.22	1.5	150	-2.14	-30.19	14.11	0.1038	-2.04	-27.54
	-1	B	5-6	110.67	2	150	0.18	-0.03	-0.15	-0.1439	0.03	0.00
	1	B	1-6	305.47	1.5	150	2.03	27.36	13.47	0.1067	2.14	30.08
							-2.94	27.45				2.46

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1	
-0.0487	1	C	1-12	104.00	2	150	2.99	4.73	1.58	-0.0487	2.94	4.59
	1	C	12-7	304.00	1.5	150	1.94	25.08	12.91	-0.0487	1.89	23.93
	1	C	7-6	100.00	1.5	150	-0.11	0.04	-0.37	0.1176	0.01	0.00
	-1	O	1-6	305.47	1.5	150	-2.03	-27.36	13.47	-0.1067	-2.14	-30.08
							2.49	27.59				-1.56

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1	
-0.1625	1	D	4-5	84.00	1.5	150	0.09	0.03	0.27	-0.1167	-0.02	0.00
	1	D	5-9	116.24	1.5	150	2.00	10.14	5.07	-0.3643	1.64	7.00
	-1	D	8-9	94.00	1.5	150	-0.58	-0.83	1.43	-0.1625	-0.74	-1.32
	-1	D	4-8	120.00	1.5	150	-1.49	-6.08	4.07	-0.1625	-1.65	-7.36
							3.26	10.84				-1.67

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1	
0.2018	1	E	5-6	110.67	2	150	-0.18	0.03	-0.15	0.1439	-0.03	0.00
	1	E	6-10	122.24	1.5	150	1.64	7.40	4.50	0.3681	2.01	10.76
	-1	E	9-10	96.00	2.5	150	-2.35	-0.95	0.40	0.2018	-2.15	-0.80
	-1	E	5-9	116.24	1.5	150	-2.00	-10.14	5.07	0.3643	-1.64	-7.00
							-3.67	9.82				2.96

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1	
-0.1663	-1	F	7-6	100.00	1.5	150	0.11	-0.04	-0.37	-0.1176	-0.01	0.00
	1	F	7-11	100.00	1.5	150	1.55	5.44	3.51	-0.1663	1.39	4.41
	1	F	11-10	99.59	1.5	150	1.55	5.42	3.49	-0.1663	1.39	4.40
	-1	F	6-10	122.24	1.5	150	-1.64	-7.40	4.50	-0.3681	-2.01	-10.76
							3.43	11.14				-1.94

0.0458	cumple	0.1077
0.0579	cumple	0.1077
0.0487	cumple	0.1077
0.1625	no cumple	0.1077
0.2018	no cumple	0.1077
0.1663	no cumple	0.1077

Tanque
H tanque Longitud Caudal Diametro Cota Hf Cota PZM.
2.79 6 10.77 6 908.82 0.014 2.776

NODO	LONG.	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
1	15	10.77	0.04	906.03	908.77	2.74

interacion No.7

correccion 0.0138

CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
A	2-3	81.00	2	-2.44	-2.52	1.03	0.0138	-2.42	-2.49
A	3-4	329.75	1.5	-1.91	-26.33	13.79	0.0138	-1.89	-25.98
A	4-5	84.00	1.5	0.01	0.00	0.03	-0.0231	-0.01	0.00
A	2-5	306.22	1.5	2.06	28.12	13.66	0.0377	2.10	29.08
					-0.73	28.52			0.61

correccion -0.0239

CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
B	1-2	144.00	6	-5.16	-0.09	0.02	-0.0239	-5.18	-0.09
B	2-5	306.22	1.5	-2.06	-28.12	13.66	-0.0377	-2.10	-29.08
B	5-6	110.67	2	0.09	-0.01	-0.09	0.0442	0.13	-0.02
B	1-6	305.47	1.5	2.11	29.43	13.93	-0.0385	2.07	28.45
					1.22	27.52			-0.74

correccion 0.0146

CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
C	1-12	104.00	2	2.95	4.60	1.56	0.0146	2.96	4.65
C	12-7	304.00	1.5	1.90	24.07	12.67	0.0146	1.91	24.41
C	7-6	100.00	1.5	0.00	0.00	-0.03	-0.0232	-0.03	0.00
O	1-6	305.47	1.5	-2.11	-29.43	13.93	0.0385	-2.07	-28.45
					-0.76	28.13			0.61

correccion 0.0369

CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
D	4-5	84.00	1.5	-0.01	0.00	-0.03	0.0231	0.01	0.00
D	5-9	116.24	1.5	1.73	7.75	4.47	0.1050	1.84	8.64
D	8-9	94.00	1.5	-0.73	-1.26	1.73	0.0369	-0.69	-1.14
D	4-8	120.00	1.5	-1.64	-7.21	4.41	0.0369	-1.60	-6.91
					-0.72	10.58			0.58

correccion -0.0681

CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
E	5-6	110.67	2	-0.09	0.01	-0.09	-0.0442	-0.13	0.02
E	6-10	122.24	1.5	1.92	9.84	5.13	-0.1059	1.81	8.86
E	9-10	96.00	2.5	-2.23	-0.86	0.38	-0.0681	-2.30	-0.91
E	5-9	116.24	1.5	-1.73	-7.75	4.47	-0.1050	-1.84	-8.64
					1.25	9.91			-0.67

correccion 0.0378

CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
F	7-6	100.00	1.5	0.00	0.00	-0.03	0.0232	0.03	0.00
F	7-11	100.00	1.5	1.40	4.53	3.22	0.0378	1.44	4.76
F	11-10	99.59	1.5	1.40	4.51	3.21	0.0378	1.44	4.74
F	6-10	122.24	1.5	-1.92	-9.84	5.13	0.1059	-1.81	-8.86
					-0.81	11.54			0.63

CIRCUITO < 0.01% Qent.
A cumple 0.1077
B cumple 0.1077
C cumple 0.1077
D cumple 0.1077
E cumple 0.1077
F cumple 0.1077

Diametro	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
2	A	2-3	3	2.42	2.49	903.03	906.19	3.16
1.5	A	3-4	4	1.89	25.98	852.44	880.21	27.77
1.5	A	4-5	5	0.01	0.0008	849.41	880.212	30.80
1.5	A	2-5	5	2.10	29.08	849.41	879.60	30.19

Diametro	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
6	B	1-2	2	5.18	0.09	905.88	908.68	2.80
1.5	B	2-5	5	2.10	29.08	849.41	879.60	30.19
2	B	5-6	6	0.13	0.02	849.11	879.59	30.48
1.5	B	1-6	6	2.07	28.45	849.11	880.32	31.21

Diametro	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
2	C	1-12	12	2.96	4.65	900.21	904.12	3.91
1.5	C	12-7	7	1.91	24.41	850.78	879.71	28.93
1.5	C	7-6	6	0.03	0.00	849.11	879.71	30.60
1.5	C	1-6	6	2.07	28.45	849.11	880.32	31.21

Diametro	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
1.5	D	4-5	5	0.01	0.00	849.41	880.212	30.80
1.5	D	5-9	9	1.84	8.64	833.47	870.96	37.49
1.5	D	8-9	9	0.69	1.14	833.47	872.16	38.69
1.5	D	4-8	8	1.60	6.91	834.51	873.30	38.79

Diametro	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
2	E	5-6	6	0.13	0.02	849.11	879.59	30.48
1.5	E	6-10	10	1.81	8.86	832.99	871.46	38.47
2.5	E	9-10	10	2.30	0.91	832.99	871.25	38.26
1.5	E	5-9	9	1.84	8.64	833.47	870.96	37.49

Diametro	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
1.5	F	7-6	6	0.03	0.00	849.11	879.71	30.60
1.5	F	7-11	11	1.44	4.76	837.8	874.96	37.16
1.5	F	11-10	10	1.44	4.74	832.99	870.22	37.23
1.5	F	6-10	10	1.81	8.86	832.99	871.46	38.47

RAMAL 1														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
1	3-3.1	903.03	890.35	80	0.926	0.16	15.67	0.68	0.68	15.16	0.37	6.92	24.71	905.51
1	3.1-3.2	890.35	886.09	27	0.926	0.16	19.93	0.23	0.90	19.19	0.37	6.92	31.43	905.28
1	3.2-3.3	886.09	865.13	144	0.926	0.16	40.89	1.22	2.12	38.94	0.37	6.92	64.49	904.07
1	3.3-3.4	865.13	865.92	80.54	0.926	0.16	40.10	0.68	2.80	37.47	0.37	6.92	63.24	903.39

RAMAL 2														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
2	4-4.1	852.44	848.8	100	0.585	0.08	27.77	2.17	2.17	29.24	0.46	10.86	43.80	878.04

RAMAL 1A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
1A	12-13	900.21	877.64	140.00	1.75	1.05	26.48	1.71	1.71	24.77	0.67	23.15	41.77	902.41
1A	13-14	877.64	874.76	92.00	1.75	1.05	29.36	1.13	2.84	26.53	0.67	23.15	46.31	901.29
1A	14-15	874.76	868.71	140.00	1.75	1.05	35.41	1.71	4.55	30.86	0.67	23.15	55.85	899.57
SE DIVIDE EN RAMAL 1A Y RAMAL 1.1A														
1A	15-16	868.71	864.73	98.00	1.75	0.89	39.39	0.88	5.44	33.96	0.57	16.63	62.13	898.69
1A	16-17	864.73	873.59	60.00	1.75	0.89	30.53	0.54	5.98	24.56	0.57	16.63	48.15	898.15
1A	17-18	873.59	870.94	34.00	1.75	0.89	33.18	0.31	6.28	26.90	0.57	16.63	52.33	897.84
SE DIVIDE EN RAMAL 1A Y RAMAL 1.2A														
1A	18-19	870.94	871.28	110.00	1.75	0.75	32.84	0.72	7.01	25.84	0.48	11.81	51.80	897.12
1A	19-20	871.28	859.84	76.75	1.75	0.75	44.28	0.50	7.51	36.78	0.48	11.81	69.84	896.62
SE DIVIDE EN RAMAL 1A Y RAMAL 1.3A														
1A	20-21	859.84	859.61	70.00	1.75	0.57	44.51	0.28	7.79	36.73	0.37	6.82	70.20	896.34
1A	21-22	859.61	838.73	130.00	1.195	0.57	65.39	3.33	11.12	54.28	0.79	31.66	103.13	893.01
1A	22-23	838.73	832.02	44.00	1.195	0.57	72.10	1.13	12.24	59.86	0.79	31.66	113.71	891.88
1A	23-24	832.02	815.09	134.00	1.195	0.57	89.03	3.43	15.68	73.36	0.79	31.66	140.41	888.45

RAMAL 1.1A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
1.1A	15-25	868.71	853.24	110.00	0.585	0.16	50.88	8.61	13.17	37.72	0.92	43.44	80.25	890.96
1.1A	25-26	853.24	848.18	42.00	0.585	0.16	55.94	3.29	16.46	39.49	0.92	43.44	88.23	887.67
1.1A	26-27	848.18	843.37	40.00	0.585	0.16	60.75	3.13	19.59	41.17	0.92	43.44	95.81	884.54

RAMAL 1.2A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
1.2A	18-28	870.94	855.05	90.00	0.585	0.14	49.07	5.51	11.79	37.29	0.81	33.26	77.39	892.34
1.2A	28-29	855.05	855.19	68.00	0.585	0.14	48.93	4.16	15.95	32.99	0.81	33.26	77.17	888.18
1.2A	29-30	855.19	854.7	44.00	0.585	0.14	49.42	2.69	18.64	30.78	0.81	33.26	77.94	885.48

RAMAL 1.3A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
1.3A	20-30	859.84	854.7	32.00	0.585	0.18	49.42	3.12	10.63	38.80	1.04	54.97	77.94	893.50
1.3A	30-31	854.7	846.08	48.00	0.585	0.18	58.04	4.67	15.30	42.74	1.04	54.97	91.54	888.82
SE DIVIDE EN RAMAL 1.3A Y RAMAL 1.3.1A														
1.3A	31-32	846.08	841.42	25.40	0.585	0.10	62.70	0.83	16.13	46.57	0.58	16.97	98.89	887.99
1.3A	32-22	841.42	838.73	64.00	0.585	0.10	65.39	2.10	18.23	47.16	0.58	16.97	103.13	885.89

RAMAL 1.3.1A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
1.3A	31-33	846.08	844.11	80.00	0.585	0.08	60.01	1.74	17.04	42.98	0.46	10.86	94.65	887.09

RAMAL 2A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
2A	7-34	850.78	845.33	60.00	0.926	0.22	34.38	0.91	0.91	33.47	0.51	13.08	54.22	878.80
2A	34-27	845.33	843.37	116.20	0.926	0.22	36.34	1.77	2.68	33.66	0.51	13.08	57.31	877.03
2A	27-35	843.37	844.74	100.25	0.926	0.22	34.97	1.53	4.21	30.77	0.51	13.08	55.15	875.51
2A	35-36	844.74	831.12	90.00	0.926	0.22	48.59	1.37	5.58	43.02	0.51	13.08	76.63	874.14
2A	36-37	831.12	808.41	130.00	0.926	0.22	71.30	1.98	7.55	63.75	0.51	13.08	112.45	872.16

RAMAL 3A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
3A	8-38	834.51	832.87	100.00	0.926	0.41	40.43	4.81	4.81	35.62	0.94	45.43	63.76	868.49
3A	38-39	832.87	820.26	110.00	0.926	0.41	53.04	5.30	10.11	42.93	0.94	45.43	83.65	863.19
3A	39-40	820.26	818.51	28.00	0.926	0.41	54.79	1.35	11.46	43.33	0.94	45.43	86.41	861.84
SE DIVIDE EN RAMAL 3A Y RAMAL 3.1A														
3A	40-41	818.51	809.16	90.00	0.926	0.27	64.14	2.00	13.46	50.68	0.62	19.70	101.15	859.84

RAMAL 3.1A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
3.1A	40-42	818.51	818.02	78.55	0.926	0.14	55.28	0.52	11.98	43.30	0.32	5.30	87.18	861.32

RAMAL 4A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
4A	8-42	834.51	818.02	112.00	1.195	0.50	55.28	2.26	2.26	53.02	0.69	24.36	87.18	871.04
4A	42-43	818.02	813.51	34.80	1.195	0.50	59.79	0.70	2.96	56.83	0.69	24.36	94.29	870.34
SE DIVIDE EN RAMAL 4A Y RAMAL 4.1A														
4A	43-44	813.51	809.51	31.00	0.926	0.33	63.79	1.00	3.96	59.83	0.76	29.43	100.60	869.34
4A	44-41	809.51	809.16	95.00	0.926	0.33	64.14	3.06	7.02	57.12	0.76	29.43	101.15	866.28

RAMAL 4.1A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
4.1A	43-45	813.51	812.2	82.00	0.926	0.14	61.10	0.54	3.50	57.60	0.32	5.30	96.36	869.80

RAMAL 5A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
5A	9-45	833.47	812.2	157.70	0.926	0.23	59.96	2.61	2.61	57.35	0.53	14.30	94.56	869.55

RAMAL 6A														
ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tubería	liena piezometrica
4A	10-46	832.99	812.7	154.00	0.926	0.25	58.76	2.97	2.97	55.79	0.58	16.89	92.67	868.49
4A	46-45	812.7	812.2	88.00	0.926	0.25	59.26	1.70	4.67	54.60	0.58	16.89	93.46	866.80

NODO 2do. CIRCUITO

Nodo	Q entrante	Q saliente
1	15.11	9.7
		5.18
		0.23
Sumatoria	15.11	15.11

Nodo	Q entrante	Q saliente
3	4.76	4.18
		0.08
		0.5
Sumatoria	4.76	4.76

Nodo	Q entrante	Q saliente
5	2.23	1.6
	4.73	3.52
		0.18
		0.43
Sumatoria	6.96	5.73

Nodo	Q entrante	Q saliente
7	1.5	0
		0.91
		0.18
		0.41
Sumatoria	1.5	1.5

Nodo	Q entrante	Q saliente
9	3.19	3.19

Nodo	Q entrante	Q saliente
2	9.7	4.76
		4.73
		0.21
Sumatoria	9.7	9.7

Nodo	Q entrante	Q saliente
4	4.18	1.5
		2.23
		0.21
		0.24
Sumatoria	4.18	4.18

Nodo	Q entrante	Q saliente
6	5.18	3.19
	1.6	3
		0.59
Sumatoria	6.78	6.78

Nodo	Q entrante	Q saliente
8	3.52	7.39
	0.91	0.23
	3.19	
Sumatoria	7.62	7.62

CIRCUITO NO. 2

circuito	tramo	Diam. Aprox	Cot. Sup.	cota inf.	longitud	caudal Q	diam comer	hf real	hf / Q
A	1-2	4.81	812.7	812.2	88	9.7	4	1.22	0.13
	2-5	1.96	812.2	803.07	78	4.73	2.5	2.80	0.59
	5-6	2.47	803.07	802.68	76	1.6	2.5	0.37	0.23
	1-6	2.02	812.7	802.68	82.9	5.18	2.5	3.52	0.68
B	2-3	4.36	812.2	812	82	4.76	4	0.31	0.06
	3-4	2.44	812	809.51	77	4.18	2.5	2.20	0.53
	4-5	1.62	809.51	803.37	85	2.23	2	2.24	1.01
C	4-7	2.91	803.37	803.07	146.37	1.5	3	0.26	0.17
	7-8	2.22	809.51	809.16	114.88	0.91	2.5	0.20	0.21
	5-8	1.80	809.16	793.58	152.56	3.52	2.5	3.17	0.90
D	9-8	2.54	794.73	793.58	72	3.19	2.5	1.25	0.39
	6-9	1.96	803.37	794.73	154.48	3.19	2.5	2.68	0.84
	T-CR	2.09	869.14	856.34	17.54	15.11	4.154	0.45	0.03
	CR-1(E-67dist	3.28	856.34	812.7	540.69	15.11	4.154	13.79	0.91

interacion No.1

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1
0.2881	-1	A	1-2	88.00	4	150	-9.7	-1.22	0.13	0.2881	-9.41	-1.16
	-1	A	2-5	78.00	2.5	150	-4.73	-2.80	0.59	-0.1925	-4.92	-3.02
	-1	A	5-6	76.00	2.5	150	-1.6	-0.37	0.23	0.5446	-1.06	-0.17
	1	A	1-6	82.90	2.5	150	5.18	3.52	0.68	0.2881	5.47	3.89
								-0.87	1.63			-0.45

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1
0.4806	-1	B	2-3	82.00	4	150	-4.76	-0.31	0.06	0.4806	-4.28	-0.25
	-1	B	3-4	77.00	2.5	150	-4.18	-2.20	0.53	0.4806	-3.70	-1.76
	-1	B	4-5	85.00	2	150	-2.23	-2.24	1.01	1.6490	-0.58	-0.19
	1	B	2-5	78.00	2.5	150	4.73	2.80	0.59	0.1925	4.92	3.02
								-1.95	2.19			0.82

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1
-1.1683	1	C	4-5	85.00	2	150	2.23	2.24	1.01	-1.6490	0.58	0.19
	-1	C	4-7	146.37	3	150	-1.5	-0.26	0.17	-1.1683	-2.67	-0.75
	-1	C	7-8	114.88	2.5	150	-0.91	-0.20	0.21	-1.1683	-2.08	-0.90
	1	C	5-8	152.56	2.5	150	3.52	3.17	0.90	-0.9118	2.61	1.82
								4.96	2.29			0.35

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q	Hf	Hf/Q	DELTA	Q1	Hf1
-0.2565	1	D	5-6	76.00	2.5	150	1.6	0.37	0.23	-0.5446	1.06	0.17
	-1	D	5-8	152.56	2.5	150	-3.52	-3.17	0.90	0.9118	-2.61	-1.82
	1	D	9-8	72.00	2.5	150	3.19	1.25	0.39	-0.2565	2.93	1.07
	1	D	6-9	154.48	2.5	150	3.19	2.68	0.84	-0.2565	2.93	2.29
								1.12	2.36			1.71

CHEQUEO: CIRCUITO CORRECCION < 0.01% Qent.
 A 0.2881 NO CUMPLE 0.1511
 B 0.4806 NO CUMPLE 0.1511
 C 1.1683 NO CUMPLE 0.1511
 D 0.2565 NO CUMPLE 0.1511

interacion No.2

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
0.1504	-1	A	1-2	88.00	4	150	-9.41	-1.16	0.12	0.1504	-9.26	-1.12
	-1	A	2-5	78.00	2.5	150	-4.92	-3.02	0.61	0.4543	-4.47	-2.52
	-1	A	5-6	76.00	2.5	150	-1.06	-0.17	0.16	0.6113	-0.44	-0.03
	1	A	1-6	82.90	2.5	150	5.47	3.89	0.71	0.1504	5.62	4.10
								-0.45	1.61			0.42

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.3039	-1	B	2-3	82.00	4	150	-4.28	-0.25	0.06	-0.3039	-4.58	-0.28
	-1	B	3-4	77.00	2.5	150	-3.70	-1.76	0.47	-0.3039	-4.00	-2.03
	-1	B	4-5	85.00	2	150	-0.58	-0.19	0.32	-0.1937	-0.77	-0.32
	1	B	2-5	78.00	2.5	150	4.92	3.02	0.61	-0.4543	4.47	2.52
								0.82	1.47			-0.11

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf2	Hf/Q	DELTA	Q3	Hf3
-0.1102	1	C	4-5	85.00	2	150	0.58	0.19	0.32	0.1937	0.77	0.32
	-1	C	4-7	146.37	3	150	-2.67	-0.75	0.28	-0.1102	-2.78	-0.81
	-1	C	7-8	114.88	2.5	150	-2.08	-0.90	0.43	-0.1102	-2.19	-0.99
	1	C	5-8	152.56	2.5	150	2.61	1.82	0.70	0.3506	2.96	2.30
								0.35	1.74			0.81

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q2	Hf2	Hf/Q	DELTA	Q3	Hf3
-0.4608	1	D	5-6	76.00	2.5	150	1.06	0.17	0.16	-0.6113	0.44	0.03
	-1	D	5-8	152.56	2.5	150	-2.61	-1.82	0.70	-0.3506	-2.96	-2.30
	1	D	9-8	72.00	2.5	150	2.93	1.07	0.36	-0.4608	2.47	0.78
	1	D	6-9	154.48	2.5	150	2.93	2.29	0.78	-0.4608	2.47	1.67
								1.71	2.01			0.18

CHEQUEO: CIRCUITO 0.01% Qent. > coreccion
 A 0.1511 NO CUMPLE 0.1504
 B 0.1511 NO CUMPLE 0.3039
 C 0.1511 CUMPLE 0.1102
 D 0.1511 NO CUMPLE 0.4608

Interacion No.3

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.5799	-1	A	1-2	88.00	4	150	-9.26	-1.12	0.12	-0.5799	-9.84	-1.25
	-1	A	2-5	78.00	2.5	150	-4.47	-2.52	0.56	0.1426	-4.33	-2.38
	-1	A	5-6	76.00	2.5	150	-0.44	-0.03	0.08	-0.1811	-0.63	-0.06
	1	A	1-6	112.50	2.5	150	5.62	5.56	0.99	-0.5799	5.04	4.54
								1.88	1.75			0.85

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.7226	-1	B	2-3	82.00	4	150	-4.58	-0.28	0.06	-0.7226	-5.31	-0.37
	-1	B	3-4	31.00	2.5	150	-4.00	-0.82	0.20	-0.7226	-4.73	-1.11
	-1	B	4-5	46.00	2	150	-0.77	-0.17	0.22	-0.6435	-1.42	-0.53
	1	B	2-5	85.00	2.5	150	4.47	2.75	0.62	-0.1426	4.33	2.59
								1.47	1.10			0.58

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.0791	1	C	4-5	100.00	2	150	0.77	0.37	0.48	0.6435	1.42	1.14
	-1	C	4-7	90.00	3	150	-2.78	-0.50	0.18	-0.0791	-2.86	-0.53
	-1	C	7-8	91.00	2.5	150	-2.19	-0.79	0.36	-0.0791	-2.27	-0.84
	1	C	5-8	74.00	2.5	150	2.96	1.12	0.38	0.3197	3.28	1.35
								0.20	1.40			1.13

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.3988	1	D	5-6	85.00	2.5	150	0.44	0.04	0.09	0.1811	0.63	0.07
	-1	D	5-8	74.00	2.5	150	-2.96	-1.12	0.38	-0.3197	-3.28	-1.35
	1	D	9-8	72.00	2.5	150	2.47	0.78	0.32	-0.3988	2.07	0.56
	1	D	6-9	115.00	2.5	150	2.47	1.24	0.50	-0.3988	2.07	0.90
								0.95	1.28			0.18

CHEQUEO:	CIRCUITO	0.01% Qent.	>	coreccion
	A	0.1511	NO CUMPLE	0.5799
	B	0.1511	NO CUMPLE	0.7226
	C	0.1511	CUMPLE	0.0791
	D	0.1511	NO CUMPLE	0.3988

Interacion No.4

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.2727	-1	A	1-2	88.00	4	150	-9.84	-1.25	0.13	-0.2727	-10.11	-1.32
	-1	A	2-5	78.00	2.5	150	-4.33	-2.38	0.55	-0.0274	-4.35	-2.40
	-1	A	5-6	76.00	2.5	150	-0.63	-0.06	0.10	-0.1918	-0.82	-0.11
	1	A	1-6	112.50	2.5	150	5.04	4.54	0.90	-0.2727	4.77	4.10
								0.85	1.68			0.27

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.2453	-1	B	2-3	82.00	4	150	-5.31	-0.37	0.07	-0.2453	-5.55	-0.41
	-1	B	3-4	31.00	2.5	150	-4.73	-1.11	0.24	-0.2453	-4.97	-1.22
	-1	B	4-5	46.00	2	150	-1.42	-0.53	0.37	0.0986	-1.32	-0.46
	1	B	2-5	85.00	2.5	150	4.33	2.59	0.60	0.0274	4.35	2.62
								0.58	1.27			0.53

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.3439	1	C	4-5	100.00	2	150	1.42	1.14	0.81	-0.0986	1.32	1.00
	-1	C	4-7	90.00	3	150	-2.86	-0.53	0.18	-0.3439	-3.20	-0.65
	-1	C	7-8	91.00	2.5	150	-2.27	-0.84	0.37	-0.3439	-2.61	-1.09
	1	C	5-8	74.00	2.5	150	3.28	1.35	0.41	-0.2630	3.02	1.16
								1.13	1.77			0.42

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q1	Hf1	Hf/Q	DELTA	Q2	Hf2
-0.0809	1	D	5-6	85.00	2.5	150	0.63	0.07	0.12	0.1918	0.82	0.12
	-1	D	5-8	74.00	2.5	150	-3.28	-1.35	0.41	0.2630	-3.02	-1.16
	1	D	9-8	72.00	2.5	150	2.07	0.56	0.27	-0.0809	1.99	0.52
	1	D	6-9	115.00	2.5	150	2.07	0.90	0.43	-0.0809	1.99	0.84
								0.18	1.23			0.32

CHEQUEO:	CIRCUITO	0.01% Qent.	>	coreccion
	A	0.1511	NO CUMPLE	0.2727
	B	0.1511	NO CUMPLE	0.2453
	C	0.1511	NO CUMPLE	0.3439
	D	0.1511	CUMPLE	0.0809

interacion No.5

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	Hf 4	Hf4/Q4	DELTA	Q5	Hf5	
-0.0871	-1	A	1-2	88.00	4	150	-10.11	-1.32	0.13	-0.0871	-10.20	-1.34
	-1	A	2-5	78.00	2.5	150	-4.35	-2.40	0.55	0.1398	-4.21	-2.26
	-1	A	5-6	76.00	2.5	150	-0.82	-0.11	0.13	0.0560	-0.76	-0.09
	1	A	1-6	112.50	2.5	150	4.77	4.10	0.86	-0.0871	4.68	3.96
								0.27	1.67			0.26

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	Hf 4	Hf4/Q4	DELTA	Q5	Hf5	
-0.2270	-1	B	2-3	82.00	4	150	-5.55	-0.41	0.07	-0.2270	-5.78	-0.44
	-1	B	3-4	31.00	2.5	150	-4.97	-1.22	0.25	-0.2270	-5.20	-1.33
	-1	B	4-5	46.00	2	150	-1.32	-0.46	0.35	-0.0989	-1.42	-0.53
	1	B	2-5	85.00	2.5	150	4.35	2.62	0.60	-0.1398	4.21	2.47
								0.53	1.27			0.18

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	Hf 4	Hf4/Q4	DELTA	Q5	Hf5	
-0.1281	1	C	4-5	100.00	2	150	1.32	1.00	0.76	0.0989	1.42	1.14
	-1	C	4-7	90.00	3	150	-3.20	-0.65	0.20	-0.1281	-3.33	-0.70
	-1	C	7-8	91.00	2.5	150	-2.61	-1.09	0.42	-0.1281	-2.74	-1.19
	1	C	5-8	74.00	2.5	150	3.02	1.16	0.38	0.0150	3.03	1.17
								0.42	1.76			0.42

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q4	Hf 4	Hf4/Q4	DELTA	Q5	Hf5	
-0.1431	1	D	5-6	85.00	2.5	150	0.82	0.12	0.15	-0.0560	0.76	0.10
	-1	D	5-8	74.00	2.5	150	-3.02	-1.16	0.38	-0.0150	-3.03	-1.17
	1	D	9-8	72.00	2.5	150	1.99	0.52	0.26	-0.1431	1.85	0.46
	1	D	6-9	115.00	2.5	150	1.99	0.84	0.42	-0.1431	1.85	0.73
								0.32	1.21			0.12

CHEQUEO:	CIRCUITO	0.01% Qent.	>	coreccion
	A	0.1511	CUMPLE	0.0871
	B	0.1511	NO CUMPLE	0.2270
	C	0.1511	CUMPLE	0.1281
	D	0.1511	CUMPLE	0.1431

interacion No.6

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	Hf 5	Hf5/Q5	DELTA	Q6	Hf6	
-0.0874	-1	A	1-2	88.00	4	150	-10.20	-1.34	0.13	-0.0874	-10.29	-1.36
	-1	A	2-5	78.00	2.5	150	-4.21	-2.26	0.54	-0.0130	-4.23	-2.28
	-1	A	5-6	76.00	2.5	150	-0.76	-0.09	0.12	-0.0315	-0.79	-0.10
	1	A	1-6	112.50	2.5	150	4.68	3.96	0.85	-0.0874	4.59	3.83
								0.26	1.64			0.09

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	Hf 5	Hf5/Q5	DELTA	Q6	Hf6	
-0.0744	-1	B	2-3	82.00	4	150	-5.78	-0.44	0.08	-0.0744	-5.85	-0.45
	-1	B	3-4	31.00	2.5	150	-5.20	-1.33	0.26	-0.0744	-5.27	-1.36
	-1	B	4-5	46.00	2	150	-1.42	-0.53	0.37	0.0496	-1.37	-0.49
	1	B	2-5	85.00	2.5	150	4.21	2.47	0.59	0.0130	4.23	2.48
								0.18	1.29			0.18

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	Hf 5	Hf5/Q5	DELTA	Q6	Hf6	
-0.1241	1	C	4-5	100.00	2	150	1.42	1.14	0.81	-0.0496	1.37	1.07
	-1	C	4-7	90.00	3	150	-3.33	-0.70	0.21	-0.1241	-3.45	-0.75
	-1	C	7-8	91.00	2.5	150	-2.74	-1.19	0.43	-0.1241	-2.86	-1.29
	1	C	5-8	74.00	2.5	150	3.03	1.17	0.38	-0.0681	2.96	1.12
								0.42	1.83			0.15

correccion	CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q5	Hf 5	Hf5/Q5	DELTA	Q6	Hf6	
-0.0560	1	D	5-6	85.00	2.5	150	0.76	0.10	0.14	0.0315	0.79	0.11
	-1	D	5-8	74.00	2.5	150	-3.03	-1.17	0.38	0.0681	-2.96	-1.12
	1	D	9-8	72.00	2.5	150	1.85	0.46	0.25	-0.0560	1.79	0.43
	1	D	6-9	115.00	2.5	150	1.85	0.73	0.39	-0.0560	1.79	0.69
								0.12	1.16			0.11

CHEQUEO:	CIRCUITO	0.01% Qent.	>	coreccion
	A	0.1511	CUMPLE	0.0874
	B	0.1511	CUMPLE	0.0744
	C	0.1511	CUMPLE	0.1241
	D	0.1511	CUMPLE	0.0560

	COTA	C.P.	PRESION
C.R.	856.3	856.3	0

NODO	DIAMETRO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
1	4.154	15.11	13.79	812.7	842.55	29.85

interacion No.7

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
-0.0290	-1	A	1-2	88.00	4	150	-10.29	-1.36	0.13	-0.0290	-10.32	-1.37
	-1	A	2-5	78.00	2.5	150	-4.23	-2.28	0.54	0.0465	-4.18	-2.23
	-1	A	5-6	76.00	2.5	150	-0.79	-0.10	0.13	0.0235	-0.77	-0.09
	1	A	1-6	112.50	2.5	150	4.59	3.83	0.83	-0.0290	4.56	3.78
								0.09	1.63			0.09

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
-0.0755	-1	B	2-3	82.00	4	150	-5.85	-0.45	0.08	-0.0755	-5.93	-0.46
	-1	B	3-4	31.00	2.5	150	-5.27	-1.36	0.26	-0.0755	-5.35	-1.40
	-1	B	4-5	46.00	2	150	-1.37	-0.49	0.36	-0.0312	-1.40	-0.51
	1	B	2-5	85.00	2.5	150	4.23	2.48	0.59	-0.0465	4.18	2.43
								0.18	1.28			0.06

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
-0.0443	1	C	4-5	100.00	2	150	1.37	1.07	0.78	0.0312	1.40	1.11
	-1	C	4-7	90.00	3	150	-3.45	-0.75	0.22	-0.0443	-3.50	-0.76
	-1	C	7-8	91.00	2.5	150	-2.86	-1.29	0.45	-0.0443	-2.91	-1.33
	1	C	5-8	74.00	2.5	150	2.96	1.12	0.38	0.0082	2.97	1.12
								0.15	1.83			0.15

correccion		CIRCUITO	TRAMO	LONG.	DIAMETRO	C	Q6	Hf 6	Hf6/Q6	DELTA	Q7	Hf7
-0.0525	1	D	5-6	85.00	2.5	150	0.79	0.11	0.14	-0.0235	0.77	0.11
	-1	D	5-8	74.00	2.5	150	-2.96	-1.12	0.38	-0.0082	-2.97	-1.12
	1	D	9-8	72.00	2.5	150	1.79	0.43	0.24	-0.0525	1.74	0.41
	1	D	6-9	115.00	2.5	150	1.79	0.69	0.38	-0.0525	1.74	0.65
								0.11	1.14			0.04

DIAM. FINAL	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
4	A	1-2	2	10.32	1.37	812.2	841.18	28.98
2.5	A	2-5	5	4.18	2.23	803.07	838.95	35.88
2.5	A	5-6	6	0.77	0.09	802.68	838.86	36.18
2.5	A	1-6	6	4.56	3.78	802.68	838.77	36.09

DIAM. FINAL	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
4	B	2-3	3	5.93	0.46	812.00	840.72	28.72
2.5	B	3-4	4	5.35	1.40	803.37	839.32	35.95
2	B	4-5	5	1.40	0.51	803.07	838.81	35.74
2.5	B	2-5	5	4.18	2.43	803.07	838.75	35.68

DIAM. FINAL	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
2	C	4-5	5	1.40	1.11	803.07	838.21	35.14
3	C	4-7	7	3.50	0.76	787.42	838.56	51.14
2.5	C	7-8	8	2.91	1.33	785.32	837.23	51.91
2.5	C	5-8	8	2.97	1.12	785.32	837.69	52.37

DIAM. FINAL	CIRCUITO	TRAMO	NODO	Q FINAL	Hf final	COTA	COTA PZM.	PRESION
2.5	D	5-6	6	0.77	0.11	802.68	838.71	36.03
2.5	D	5-8	8	2.97	1.12	785.32	837.69	52.37
2.5	D	9-8	8	1.74	0.41	785.32	837.80	52.48
2.5	D	6-9	9	1.74	0.65	786.27	838.21	51.94

CHEQUEO:	CIRCUITO	0.01% Qent.	>	correccion
	A	0.1511	CUMPLE	0.0290
	B	0.1511	CUMPLE	0.0755
	C	0.1511	CUMPLE	0.0443
	D	0.1511	CUMPLE	0.0525

ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tuberia	liena piezometrica
5	6-10	802.68	802.47	47	2.655	3.00	36.30	0.54	0.54	35.76	0.84	35.99	57.25	838.23
SE DIVIDE EN RAMAL 5 Y RAMAL 5.1														
	10-11	802.47	795.58	100	2.655	2.88	43.19	1.07	1.61	41.57	0.81	33.17	68.11	837.15
5	11-12	795.58	815.69	295.6	2.655	2.88	23.08	3.17	4.78	18.30	0.81	33.17	36.40	833.99
5	12-13	815.69	814.55	90	2.655	2.88	24.22	0.96	5.75	18.47	0.81	33.17	38.19	833.02
5	13-14	814.55	816.83	114	2.655	2.88	21.94	1.22	6.97	14.97	0.81	33.17	34.60	831.80
5	14-15	816.83	797.55	200	2.193	2.88	41.22	5.42	12.39	28.83	1.18	71.26	65.00	826.38
SE DIVIDE EN RAMAL 5 Y RAMAL 5.2														
5	15-16	797.55	793.26	80	2.193	2.78	45.51	2.03	14.42	31.09	1.14	66.40	71.77	824.35
5	16-17	793.26	766.38	181.81	2.193	2.78	72.39	4.61	19.03	53.36	1.14	66.40	114.16	819.74

ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tuberia	liena piezometrica
5.1	10-24	802.47	798.79	50	0.585	0.12	39.98	2.30	2.84	37.14	0.69	24.43	63.05	835.93

ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tuberia	liena piezometrica
5.2	16-25	797.55	800.29	75	0.585	0.10	38.48	2.46	14.85	23.63	0.58	16.97	60.68	823.92

ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tuberia	liena piezometrica
TCQ	3-18	812	809.51	31	0.926	0.43	31.21	1.63	1.63	29.58	0.99	49.97	49.22	839.09
TCQ	18-19	809.51	809.16	95	0.926	0.43	31.56	4.99	6.62	24.94	0.99	49.97	49.78	834.10
TCQ	19-20	809.16	793.58	90	0.926	0.43	47.14	4.73	11.36	35.79	0.99	49.97	74.35	829.37
SE DIVIDE EN RAMAL TCQ Y RAMAL TCQ-1														
TCQ	20-21	793.58	794.25	38	0.926	0.35	46.47	1.37	12.72	33.75	0.81	33.11	73.29	828.00
TCQ	21-22	794.25	791.32	60	0.926	0.35	49.40	2.16	14.88	34.53	0.81	33.11	77.91	825.85

ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tuberia	liena piezometrica
TCQ	20-23	793.58	794.73	85.26	0.585	0.08	45.99	1.85	13.21	32.78	0.46	10.86	79.63	827.51

ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tuberia	liena piezometrica
Z	7-26	787.42	775.61	108	0.926	0.41	62.95	5.20	5.20	57.75	0.94	45.43	99.28	833.36
Z	26-27	775.61	773.45	142	0.926	0.41	53.30	6.84	12.04	41.27	0.94	45.43	84.06	814.72

250

ramal	TRAMO	cot. Inicial	cot. Final	LONG.	DIAMETRO	Q	presion estatica	Hf	Hf acumulada	presion disponible	velocidad m/seg.	golpe de airete	Ppresion de tuberia	liena piezometrica
Y	8-27	785.32	773.45	98	0.926	0.23	64.24	1.62	1.62	62.62	0.53	14.30	101.31	836.07

