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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO

Esdras David Cojti Ajtzac
Asesorado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto

Guatemala, febrero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ESDRAS DAVID COJTI AJTZAC
ASESORADO POR LA INGA. CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 24 de septiembre de 2012.

Esdras David Cojti Ajtzac

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 07 de abril de 2014
Ref.EPS.DOC.493.04.14

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

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora–Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Esdras David Cojti Ajtzac con carné No. 200715009,** de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
Asesora-Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil

Universidad de San Carlos de Guatemala
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
CDRSdP/ra

Guatemala,
29 de septiembre de 2014

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Esdras David Cojti Ajtzac, con Carnet No. 200715009, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería
ACAAI
PERIODO 2013 – 2019

Guatemala,
10 de noviembre de 2014

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Esdras David Cojti Ajtzac, con Carnet No. 200715009, quien contó con la asesoría de la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras

ESCUELA INGENIERIA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería
ACAAI
PERIODO 2013 – 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, Ref.EPS.D.672.11.14
13 de noviembre de 2014

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 DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO,** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Esdras David Cojti Ajtzac, carné 200715009,** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SJRS/ra

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

http;//civil.ingenieria.usac.edu.gt
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Esdras David Cojti Ajtzac, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO,** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, febrero 2015.

/bbdeb.

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería
ACAAI
PERIODO 2013 - 2019

Universidad de San Carlos
de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 082 .2015

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: **ANÁLISIS Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR EL MOLINO Y PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS, KILÓMETRO 86 RUTA INTERAMERICANA, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO,** presentado por el estudiante universitario: **Esdras David Cojti Ajtzac,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 27 de febrero de 2015

/gdech

DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Porque de Él viene la sabiduría y lo reconozco en todos mis caminos.
Mis padres	Victoriano Cojti Tucubal y Francisca Cristina Ajtzac Chicol, por brindarme siempre apoyo.
Mis hermanos	Evelyn Maricela y Ariel Victoriano Cojti, por ser parte importante en mi vida.
Mi novia	Cintia Haynee Estrada, por estar a mi lado y apoyarme en este momento.
Mis amigos y compañeros	Por el apoyo durante la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por haberme ayudado y guiado en mis estudios.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me formó como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por el conocimiento impartido en sus aulas.
Inga. Christa Classon de Pinto	Por la asesoría en la elaboración del trabajo de graduación.
Municipalidad de Tecpán, Guatemala	Por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado en sus instalaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES VII
LISTA DE SÍMBOLOS IX
GLOSARIO XIII
RESUMEN XVII
OBJETIVOS XIX
INTRODUCCIÓN XXI

1. FASE DE INVESTIGACIÓN 1
1.1. Monografía del municipio 1
1.1.1. Aspectos físicos 1
1.1.1.1. Ubicación y localización 1
1.1.1.2. Límites y colindancias 2
1.1.1.3. Extensión territorial 2
1.1.1.4. Clima 3
1.1.1.5. Idioma 3
1.1.1.6. Población actual 3
1.1.1.7. Topografía 4
1.1.1.8. Hidrografía 4
1.1.2. Aspectos de infraestructura 4
1.1.2.1. Vías de comunicación 5
1.1.2.2. Servicios públicos 5
1.1.3. Aspectos socioeconómicos 5
1.1.3.1. Historia y étnia 6
1.1.3.2. Religión 6
1.1.3.3. Actividades económicas 7

1.1.4. Descripción del sector El Molino 7
1.1.4.1. Ubicación..... 8
1.1.4.2. Población actual 8
1.1.5. Descripción del sector Las Llanuras..... 9
1.1.5.1. Ubicación..... 9
1.1.5.2. Población actual 11

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL 13
2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino, Tecpán Guatemala, Chimaltenango 13
2.1.1. Descripción del proyecto 13
2.1.2. Aforo..... 13
2.1.3. Calidad del agua 15
2.1.3.1. Análisis bacteriológico 15
2.1.3.2. Análisis físicoquímico 16
2.1.4. Levantamiento topográfico 16
2.1.4.1. Planimetría 17
2.1.4.2. Altimetría 17
2.1.5. Dotación 17
2.1.6. Tasa de crecimiento poblacional 18
2.1.7. Período de diseño y población futura 18
2.1.8. Factores de consumo y caudales..... 19
2.1.8.1. Caudal medio diario (Qm) 19
2.1.8.2. Factor y caudal máximo diario (Qmd) 19
2.1.8.3. Factor y caudal máximo horario (Qmh) 20
2.1.8.4. Caudal de bombeo (Qb) 20

2.1.9. Presiones y velocidades 21
2.1.10. Componentes del sistema 22
2.1.10.1. Línea de conducción por bombeo..... 22
2.1.10.1.1. Diseño de la línea de conducción 22
2.1.10.2. Tanque de succión 30
2.1.10.2.1. Diseño de tanque de succión 32
2.1.10.3. Tanque de almacenamiento 41
2.1.10.3.1. Diseño de tanque de almacenamiento 42
2.1.10.4. Sistema de desinfección..... 51
2.1.10.5. Red de distribución 53
2.1.10.5.1. Caudal de vivienda (Qv) 54
2.1.10.5.2. Caudal requerido (Qr)... 54
2.1.10.5.3. Caudal instantáneo (Qi) 54
2.1.10.5.4. Caudal de diseño (Qd) 55
2.1.10.6. Obras de arte..... 57
2.1.10.6.1. Captación de la fuente.. 57
2.1.10.6.2. Caja unificadora..... 58
2.1.10.6.3. Caja para válvulas 58
2.1.10.6.4. Válvulas de limpieza..... 58
2.1.10.6.5. Válvulas de aire 59
2.1.10.6.6. Conexión domiciliar 59
2.1.11. Elaboración de planos 59
2.1.12. Elaboración de presupuesto 60

2.1.13. Cronograma físico y financiero 62
2.1.14. Programa de mantenimiento 63
2.1.15. Propuesta de tarifa 67
2.1.16. Evaluación socioeconómica 70
2.1.16.1. Valor Presente Neto**¡Error! Marcador no definido.**
2.1.16.2. Tasa Interna de Retorno 72
2.1.17. Evaluación de Impacto Ambiental 74
2.2. Diseño de puente vehicular Las Llanuras, kilómetro 86, ruta Interamericana, Tecpán Guatemala, Chimaltenango 77
2.2.1. Descripción del proyecto 77
2.2.2. Criterios y especificaciones para el diseño de puentes de concreto de sección en viga y losa 78
2.2.3. Estudios preliminares para el diseño del puente vehicular 80
2.2.3.1. Levantamiento topográfico 80
2.2.3.1.1. Planimetría 81
2.2.3.1.2. Altimetría 81
2.2.3.1.3. Secciones transversales y curvas de nivel 81
2.2.3.2. Estudio hidrológico 82
2.2.3.2.1. Crecientes 82
2.2.3.2.2. Caudal máximo 83
2.2.3.3. Estudio del suelo 85
2.2.3.3.1. Valor soporte del suelo 85
2.2.4. Diseño del puente vehicular 88
2.2.4.1. Datos y especificaciones 88
2.2.4.2. Líneas de influencia 89

2.2.4.3. Diseño de la superestructura 90
2.2.4.3.1. Diseño de losa 90
2.2.4.3.2. Diseño de vigas 97
2.2.4.3.3. Diseño de diafragmas 110
2.2.4.4. Diseño de la subestructura 112
2.2.4.4.1. Diseño de la cortina 112
2.2.4.4.2. Diseño de la viga de apoyo 118
2.2.4.4.3. Diseño de estribo de concreto ciclópeo ... 119
2.2.4.5. Diseño de apoyos elastoméricos 131
2.2.4.6. Diseño de barandal 134
2.2.5. Elaboración de planos 136
2.2.6. Elaboración de presupuesto 136
2.2.7. Cronograma físico y financiero 138
2.2.8. Evaluación de Impacto Ambiental 140

CONCLUSIONES 145
RECOMENDACIONES 147
BIBLIOGRAFÍA 149
APÉNDICES 150

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Localización del municipio de Tecpán Guatemala 2
2. Ubicación sector El Molino 8
3. Ubicación sector Las Llanuras 10
4. Esquema de muro tanque de succión 37
5. Esquema de muro tanque de almacenamiento 47
6. Sección transversal del río 84
7. Diagrama de carga viva sobre viga 99
8. Distribución de la carga viva..... 102
9. Diagrama de cargas para corte máximo 106
10. Triángulo de cargas de corte..... 108
11. Dimensiones de cortina con viga de apoyo 113
12. Geometría de estribo..... 120
13. Esquema de barandal 135

TABLAS

I. Condiciones climatológicas 3
II. Población de Tecpán Guatemala 4
III. Población sector El Molino 9
IV. Población sector Las Llanuras 11
V. Resultado de examen bacteriológico 15
VI. Resultado de análisis físicoquímico sanitario..... 16
VII. Caudal de fuente y bombeo 31

VIII. Bases de diseño tanque succión 37
IX. Momento del peso del muro 39
X. Bases de diseño tanque de almacenamiento 47
XI. Momento del peso del muro 48
XII. Resumen de costos unitarios del sistema de agua potable 61
XIII. Resumen general del sistema de agua potable 61
XIV. Cronograma del sistema de agua potable 62
XV. Valor Presente Neto (VPN) 71
XVI. Valor soporte permisible según tipo de suelo 88
XVII. Bases de diseño puente vehicular 89
XVIII. Bases de diseño estribo 121
XIX. Momento estabilizante 123
XX. Momento estabilizante para efectos del sismo 128
XXI. Resumen de costos unitarios del puente vehicular 137
XXII. Resumen general del puente vehicular 138
XXIII. Cronograma del puente vehicular 139

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As	Área de acero
$A_{s máx}$	Área de acero máximo
$A_{s mín}$	Área de acero mínimo
A_{st}	Área de acero por temperatura
Q	Caudal
Q_b	Caudal de bombeo
QDM	Caudal de día máximo
QHM	Caudal de hora máxima
Q_i	Caudal instantáneo
Q_m	Caudal medio
Q_{md}	Caudal medio diario
cm	Centímetro
PVC	Cloruro de polivinilo
C	Coeficiente de rugosidad
Vs	Corte que falta por resistir
Vr	Corte que resiste el concreto
Vu	Corte último
Ø	Diámetro
Dot	Dotación
E	Empuje
Esob	Empuje por sobrecarga
fy	Esfuerzo de fluencia del acero
e	Excentricidad

Fdm	Factor de día máximo
Fhm	Factor de hora máxima
S	Fuerza de sismo
FH	Fuerza horizontal
FL	Fuerza longitudinal
Hab	Habitantes
h	Hora
I	Impacto
kg	Kilogramo
Km	Kilómetro
Kw	Kilowatt
Psi	Libras por pulgada cuadrada
lt	Litros
L	Longitud
m	Metro
mca	Metro columna de agua
m^2	Metro cuadrado
m^3/s	Metro cúbico sobre segundo
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
M_{cm}	Momento de carga muerta
M_{cv}	Momento de carga viva
Mi	Momento de impacto
MV	Momento de volteo
ME	Momento estabilizante
Mu	Momento último
Hf	Pérdida de carga
Hs	Pérdidas menores en la tubería
n	Período de diseño

P_o	Población actual
P_f	Población futura
P_b	Potencia de la bomba
f'c	Resistencia a compresión del concreto a los 28 días
seg	Segundos
∑	Sumatoria
i	Tasa de crecimiento
q_{adm}	Valor soporte admisible
V	Velocidad de diseño
Vol	Volumen

GLOSARIO

AASTHO American Association of Highways and Transportation Officials (Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transportes).

ACI American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).

Aforo Consiste en medir una cantidad de agua en una unidad de tiempo.

Agua potable Agua adecuada para el consumo humano es decir, sanitariamente segura y agradable a los sentidos.

Barandal Unidades a lo largo del puente, son utilizados para seguridad del peatón y vehículos, está conformado por postes y pasamanos.

Captación Estructura por la cual se colecta agua de una fuente.

Carga muerta Cargas permanentes que soportan los elementos estructurales, incluyendo el propio peso.

Carga última Es la sumatoria de la carga muerta y viva afectada por un factor de seguridad.

Carga viva	Carga que no es permanente en la estructura.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo en un punto de observación.
Cloración	Aplicación de cloro con fines de desinfección.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Concreto ciclópeo	Material de construcción obtenido de la mezcla proporcionada de cemento, arena, piedra y agua.
Concreto reforzado	Material de construcción obtenido de la mezcla proporcionada de cemento, arena, piedrín y agua; combinado con acero para tener un elemento estructural resistente a la compresión y tensión.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
Losa	Elemento estructural apoyada sobre vigas, es la que recibe directamente la carga viva.
Momento	magnitud resultante del producto de una fuerza por la distancia respecto a un punto de referencia.
Neopreno	Material aislante que permite absorber el impacto de la carga viva móvil.

Presión	Fuerza ejercida sobre la superficie de algún elemento estructural.
Subestructura	Conjunto de elementos que soportan la superestructura de un puente y transmiten las cargas al suelo.
Superestructura	Conjunto de elementos que soportan las cargas del tráfico y las transmiten a la subestructura.
Tasa de crecimiento	Incremento poblacional probable por año, expresado en porcentaje.
UNEPAR	Unidad Ejecutora de Proyecto para Acueducto Rural.
Valor soporte	Capacidad de carga del suelo en unidades de fuerza por unidad de área.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se desarrollaron dos diseños de infraestructura, las cuales benefician al municipio de Tecpán Guatemala, donde se realizó el Ejercicio Profesional Supervisado.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino es un sistema por bombeo en la línea de conducción y por gravedad en la línea de distribución, debido a la topografía del terreno. En el diseño se utilizaron normas del Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM) y de la Unidad Ejecutora de Proyecto para Acueducto Rural (UNEPAR). Ademas, se realizó un censo para determinar el número de habitantes de la población y la magnitud del proyecto. Para llevar el vital líquido a la población se captaron tres nacimientos, los cuales son conducidos a un tanque de captación, luego al tanque de almacenamiento ubicado en la parte más alta del sector y en un terreno municipal, para posteriormente ser distribuido a las conexiones prediales por medio de redes abiertas. Se realizaron los exámenes fisicoquímico y bacteriológico, los cuales indicaron que esta es apta para consumo humano y sólo requiere una simple desinfección para este diseño, por medio de cloración.

El diseño del puente vehicular ubicado en Las Llanuras, kilómetro 86 ruta Interamericana, está basado bajo las normas American Association of Highways and Transportation Officials (AASTHO) y American Concrete Institute (ACI). Los elementos de diseño están divididos en superestructura, que incluye la losa de rodadura de un carril, banqueta, vigas principales y diafragmas de concreto armado y la subestructura, que incluye la viga de apoyo y cortina de concreto

reforzado y estribos de concreto ciclópeo, El diseño se realizó de acuerdo a las condiciones topográficas, hidrológicas y económicas, para hacer de ello un proyecto factible. Además, este informe además incluye la investigación monográfica del municipio, planos de los dos proyectos, presupuesto y cronogramas de ejecución.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino y un puente vehicular en Las Llanuras, como priorización de proyectos y contribución al desarrollo de la población, tanto en salud, económico y social del municipio de Tecpán Guatemala.

Específicos

1. Proveer planos del diseño, presupuesto y cronogramas de ejecución necesarios para la construcción del proyecto de agua potable y puente vehicular.

2. Realizar una investigación de la situación actual, sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructuras, para contribuir en forma directa al desarrollo de los proyectos.

3. Aplicar los conocimientos de ingeniería sanitaria, estructuras, suelos y topografía para trasmitir criterios de diseño en el proyecto de agua potable y puente vehicular.

4. Implementar programas de mantenimiento preventivo y correctivo para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

INTRODUCCIÓN

Es importante realizar un diagnóstico de las necesidades de una determinada población, para gestionar y facilitar por medio de las entidades municipales y del Estado el financiamiento para la ejecución de proyectos que mejoren el nivel de vida de la población e impulsar su desarrollo.

Al realizar el Ejercicio Profesional Supervisado en la Municipalidad de Tecpán, Guatemala, se diagnosticó y priorizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino y el puente vehicular en Las Llanuras. Los estudios que abarcan este trabajo beneficiarán a los pobladores de este municipio disminuyendo las enfermedades intestinales por la falta de agua en condiciones adecuadas para el consumo humano. Impulsa también, el mejoramiento de la infraestructura vial con un nuevo acceso a la cabecera municipal con la construcción del puente vehicular en el kilómetro 86 de la ruta Interamericana. El diseño de ambos proyectos proporciona cálculos para determinar la factibilidad y así buscar el financiamiento para la ejecución de los mismos.

Este trabajo de graduación está conformado por dos capítulos: la fase de investigación, que abarca la monografía del lugar y la descripción de los lugares donde están ubicados los proyectos; y la fase de servicio técnico profesional, que abarca el diseño del sistema de agua potable y el puente vehicular. Al final se presentan las conclusiones y recomendaciones de este trabajo.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio

La monografía es una descripción de las características de determinado lugar.

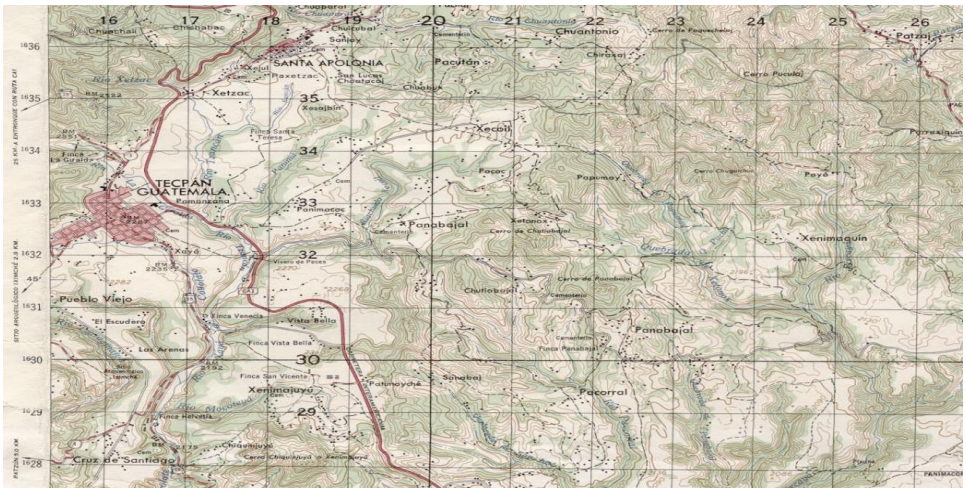
1.1.1. Aspectos físicos

Estos aspectos se detallan en los siguientes subtítulos.

1.1.1.1. Ubicación y localización

El municipio de Tecpán Guatemala, se encuentra ubicado al pie de la Cordillera de los Andes, en la carretera Interamericana al llegar al kilómetro 88, se desvía hacia la ciudad, la cual cuenta con otras entradas que comunican los municipios de Patzicía, Santa Apolonia y Comalapa, dista de la cabecera departamental a 34 kilómetros. Tecpán Guatemala cuenta con 34 aldeas y un pueblo que es la cabecera municipal, está dividida en 4 zonas y barrios que son: zona 1; Asunción, zona 2; Poromá, zona 3; Patacabaj, zona 4 y San Antonio, además tiene 23 caseríos y 14 fincas.

Figura 1. **Localización del municipio de Tecpán Guatemala**



Fuente: Mapa cartográfico escala 1:50,000 del Instituto Geográfico Nacional de Guatemala (IGN), hoja 2060 III.

1.1.1.2. Límites y colindancias

Colinda al norte con Joyabaj, Quiché, al este con Santa Apolonia y Comalapa, Chimaltenango, al sur con Santa Cruz Balanza y Patzún, Chimaltenango, al oeste con Chichicastenango, Quiché, San Andrés Semetabaj y San Antonio Palopó, Sololá, entronca con la carretera Interamericana CA-1, aproximadamente a 0,5 kilómetros.

1.1.1.3. Extensión territorial

Tecpán, Guatemala, pertenece al departamento de Chimaltenango, está ubicada en la Cordillera de los Andes, dentro del altiplano central de la República tiene una extensión territorial de 201 kilómetros cuadrados.

1.1.1.4. Clima

El clima promedio a la clasificación de Thorwaite, corresponde a la unidad Bb Bi templado con invierno benigno y húmedo con seco. Ecológicamente el área presenta una zona de vida de bosque húmedo, montaña baja subtropical.

Tabla I. **Condiciones climatológicas**

Descripción	Valor y dimensión
Temperatura media promedio	16,5 °C
Temperatura máxima promedio	23,2 °C
Temperatura mínima promedio	10,7 °C
Humedad	81 %
Lluvia	1 131,60 mm
Lluvia días al año	131 días
Nubosidad	5 octas
Velocidad de viento	2,1 km/hr

Fuente: Estación meteorológica del municipio de Santa Cruz Balanyá, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, INSIVUMEH.

1.1.1.5. Idioma

El idioma predominante en el municipio y algunas comunidades ubicadas en el noroeste de Quiché es el cakchiquel y español.

1.1.1.6. Población actual

Según la información del Instituto Nacional de Estadística (INE), para el 2013, se tiene la siguiente población:

Tabla II. **Población de Tecpán Guatemala**

Municipio	Habitantes	Tipo
Tecpán	88 479	Población total
Tecpán	43 252	Hombres
Tecpán	45 227	Mujeres

Fuente: elaboración propia.

1.1.1.7. Topografía

El territorio de Tecpán es generalmente accidentado, encontrándose alternativamente cerros, barrancos y planicies; entre los cerros más grandes se encuentran el de la Cruz de Santiago.

1.1.1.8. Hidrografía

Cuenta con ríos de importancia debido al caudal, entre ellos: el Grande o Motagua, límite entre el departamento de Chimaltenango y Quiché, el río Xayá, sirve de fuente de energía en el molino Helvetía. Existen 28 ríos, 10 riachuelos, un arroyo, 6 quebradas y 2 lagunas.

1.1.2. Aspectos de infraestructura

Los aspectos de infraestructura se detallan en los siguientes subtítulos.

1.1.2.1. Vías de comunicación

De la cabecera municipal a la departamental dista 33 kilómetros. La vía de comunicación es la carretera asfaltada CA-1, de la cabecera municipal a las aldeas: las vías de comunicación son caminos de terracería en buen estado.

Tecpán Guatemala cuenta con servicios de correos, amplia red de telefonía, teléfonos comunitarios, carretera asfaltada y caminos vecinales.

1.1.2.2. Servicios públicos

En el municipio existen las diferentes infraestructuras al servicio de la comunidad:

- Centro de salud: institución encargada de velar por la salud de la comunidad.
- Instituto Mixto de Educación Básica por Cooperativa
- Escuela Oficial Urbana Mixta
- Instituto Nacional Experimental

Son instituciones encargadas de la educación preprimaria y primaria gratuita, cuentan con edificio propio, las cuales fueron construidas por obras públicas.

1.1.3. Aspectos socioeconómicos

Los aspectos socioeconómicos a considerar son:

1.1.3.1. Historia y étnia

Tecpán es municipio del departamento de Chimaltenango, fundado el 24 de julio de 1524. Fue la primera capital del reino de Guatemala, convirtiéndose en la sede del gobierno colonial, título que ostentó hasta el 22 de noviembre de 1527 cuando Pedro de Alvarado la traslado al Valle de Almolonga, cuyo significado se deriva del vocablo formado del sufijo *pan* y de *tec*, metóplasmo de Tecuti; soberano el cual quiere decir, casa real o mansión de los dioses. Lugar histórico por haber florecido allí el reino Cakchiquel, raza o etnia que predomina en el territorio.

1.1.3.2. Religión

Las religiones predominantes son la católica y la cristiana evangélica. Merece, el hecho especial de trascendencia histórica la fecha del 4 de febrero de 1976, cuando ocurrió el terremoto que transformó la situación socioeconómica del municipio, este acontecimiento representa la pérdida de 3 023 seres humanos en el área urbana y rural, así como el 100 % de la vivienda e infraestructura tecpaneca.

A tres kilómetros de la ciudad de Tecpán, Guatemala, se encuentra el centro arqueológico, Ruinas de Iximché, que en 1524 fue escenario de importantes acontecimientos. Iximché viene de las voces: *ixim*-maíz *che*-palo, entonces dice palo de maíz, siendo este lugar capital y corte de los cakchiqueles.

1.1.3.3. Actividades económicas

Producción agrícola: los cultivos generalmente en Tecpán se realizan por monocultivo y no siempre se hacen siembras en asocio, únicamente el maíz y el fríjol se siembran en asocio y en el cultivo se obtiene una sola cosecha por año y la época de cosecha se realiza en los meses de diciembre y enero.

- En hortalizas se obtienen dos cosechas al año. La época de siembra de los diferentes cultivos en Tecpán, solo se hacen en época de invierno. El uso de residuos en los cultivos por lo general, se hacen en todos los cultivos, por ejemplo: el maíz, las hojas y el tazol, son utilizados regularmente en abono orgánico y para consumo de ganado, el residuo de hortalizas para abono orgánico.

- Producción forestal: se indican las especies forestales más comunes en el municipio y la extensión aproximada que cubren. Las especies más comunes en el municipio son: ciprés, pino, encino y alamo.

- Producción pecuaria: en esta sección se identifican las diferentes explotaciones presentes en el municipio, indicando la producción de ganado mayor (bovinos), ganado menor (porcinos), aves, describiendo las actividades de manejo que realizan y las condiciones en que se encuentran las unidades productivas. La producción se comercializa en la localidad y en mayor porcentaje se realiza en la capital. También se identifican las actividades de traspatio que se realizan en el municipio.

1.1.4. Descripción del sector El Molino

El sector El Molino se describe en los siguientes subtítulos.

1.1.4.1. Ubicación

Está ubicado al sureste del municipio de Tecpán, Guatemala, a 1,50 kilómetros del parque central, sobre el camino viejo que conduce a Patzún, está dividido en Molino San Antonio y Molino Xayá.

Figura 2. **Ubicación sector El Molino**

Fuente: www.google.com/maps/@14.7475156,-90.9855789,2700m/data=!3m1!1e3.
Consulta: marzo de 2014.

1.1.4.2. Población actual

De acuerdo al censo realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado, se realizó el siguiente resumen, ver tabla III.

Tabla III. **Población sector El Molino**

Censo Poblacional Proyecto: Diseño de abastecimiento de agua potable sector El Molino						
Lugar	Núm. viviendas	Núm. habitantes				Total
		Mayores de edad		Menores de edad		
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Por lugar
Molino San Antonio	30	39	32	39	40	150
Molino Xayá	95	121	129	108	106	464
TOTA	125	160	161	147	146	614
Promedio Hab/Viv	5					

Fuente: elaboración propia.

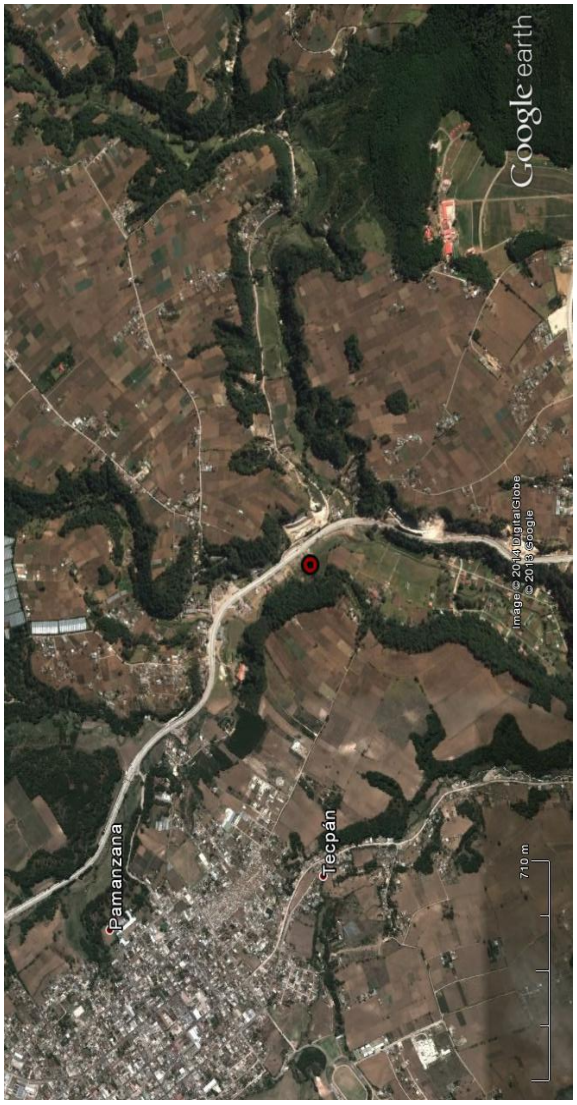
1.1.5. Descripción del sector Las Llanuras

A continuación se hace una breve descripción del sector Las Llanuras.

1.1.5.1. Ubicación

El sector Las Llanuras pertenece a la colonia Las Flores del barrio La Asunción, está ubicado al sureste del municipio de Tecpán Guatemala, a 2 kilómetros del parque central, se caracteriza por estar en el kilómetro 86 de la ruta Interamericana.

Figura 3. **Ubicación sector Las Llanuras**



Fuente: www.google.com/maps/@14.7543397,-90.9778366,1408m/data=!3m1!1e3.
Consulta: marzo de 2014.

1.1.5.2. Población actual

De acuerdo al censo realizado durante el Ejercicio Profesional Supervisado, se realizó la siguiente tabla:

Tabla IV. **Población sector Las Llanuras**

Censo Poblacional Proyecto: Diseño de puente vehicular, Las Llanuras						
Lugar	Núm. Viviendas	Núm. habitantes				TOTAL
		Mayores de edad		Menores de edad		
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Por lugar
Las Llanuras	85	128	101	105	98	432
Promedio Hab/Viv	5					

Fuente: elaboración propia.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino, Tecpán Guatemala, Chimaltenango

En los siguientes subtítulos se realiza la descripción del diseño del proyecto.

2.1.1. Descripción del proyecto

El diseño del sistema de agua potable consiste en: recolectar el agua de tres nacimientos con una longitud de 322,30 metros de captación, almacenarla en un tanque de succión y por medio de una línea de conducción (bombeo) de 570 metros, llevarla a un tanque de almacenamiento para distribuirla por gravedad a 125 conexiones prediales en viviendas actuales. Con una longitud total del sistema de distribución de 2 780,56 metros. Todo el diseño tiene una longitud de 3,67 kilómetros.

Las tres fuentes de abastecimiento se reunirán mediante una caja unificadora de caudales, para luego llevarla al tanque de succión por gravedad.

2.1.2. Aforo

Para este proyecto se utilizarán 3 nacimientos, uno principal y dos secundarios que se encuentran en la misma área de trabajo. En el aforo se utilizó un recipiente con una capacidad de 18,925 litros, se tomó el tiempo tres veces para tener un dato exacto. El método utilizado fue el volumétrico.

El nacimiento principal está ubicado dentro del estadio municipal de Tecpán y se realizó el aforo con el siguiente tiempo:

Aforo 1 = 28,30 segundos
Aforo 2 = 28,63 segundos
Aforo 3 = 28,12 segundos
Tiempo promedio = 28,35 segundos

$$Q_{principal} = \frac{18{,}925 \text{ lts}}{28{,}35 \text{ seg}}$$

$$Q_{principal} = 0{,}667 \text{ lts/seg}$$

Para los otros dos nacimientos se utilizó una caja recolectora existente, para tomar los datos del aforo:

Aforo 1 = 61,72 segundos
Aforo 2 = 60,64 segundos
Aforo 3 = 58,48 segundos
Tiempo promedio = 60,28 segundos

$$Q_{secundario} = \frac{18{,}925 \text{ lts}}{60{,}28 \text{ seg}}$$

$$Q_{secundario} = 0{,}314 \text{ lts/seg}$$

El caudal que proporcionan los nacimientos es:

$$Q_{total} = 0{,}667 + 0{,}314 = 0{,}98 \text{ lts/seg}$$

2.1.3. Calidad del agua

Se determina a través del análisis bacteriológico y fisicoquímico, debiendo cumplir los requerimientos mínimos establecidos por la Norma COGUANOR NGO-29001.

2.1.3.1. Análisis bacteriológico

De acuerdo al examen realizado en el Centro de Investigación de Ingeniería, los resultados de la investigación de coliformes (grupo coliaerogenes) son los siguientes:

Tabla V. **Resultado de examen bacteriológico**

Pruebas normales	Prueba presuntiva	Prueba confirmativa	
		Formación de gas	
Cantidad sembrada	Formación de gas -35 °C	Total	Fecal 44,5 °C
10,00 cm³	+ + + + +	+ + + + +	+ + + + +
01,00 cm³	+ + - - -	+ +	- -
00,10 cm³	- - - - -	Innecesaria	Innecesaria
Resultado: número más probable de gérmenes coliformes / 100cm³		50	23

Fuente: elaboración propia.

La calidad bacteriológica del agua no exige más que un simple tratamiento de desinfección, según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

2.1.3.2. Análisis fisicoquímico

De acuerdo al examen realizado en el Centro de Investigación de Ingeniería, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla VI. **Resultado de análisis fisicoquímico sanitario**

Aspecto:	clara	Sabor:	-----
Color:	05,00 unidades	potencial de hidrógeno:	07,14 unidades
Turbiedad:	02,00 UNT	Temperatura:	35 °C
Olor:	inodora	Conductividad eléctrica:	270,00 µmhos/cm
Sustancias	mg/L	Sustancias	mg/L
Amoniaco	00,19	Hierro total	00,01
Nitritos	00,348	Dureza total	140,00
Nitratos	52,40	Sólidos totales	175,00
Cloro residual	--	Sólidos volátiles	24,00
Manganeso	00,040	Sólidos fijos	151,00
Cloruros	24,50	Sólidos en suspensión	5,00
Fluoruros	00,08	Sólidos disueltos	143,00
Sulfatos	16,00		

Fuente: elaboración propia.

La calidad física y química del agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

2.1.4. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con la ayuda de los dos siguientes estudios.

2.1.4.1. Planimetría

Para este levantamiento se adoptó el método de conservación de azimut en una poligonal abierta, para lo cual se consideró el norte magnético, se midieron los diferentes ángulos horizontales para todas las estaciones y radiaciones en toda la trayectoria del sistema.

2.1.4.2. Altimetría

Por medio del levantamiento de altimetría se obtienen los diferentes niveles del terreno en toda la trayectoria del sistema, con el nivel de precisión del trípode.

2.1.5. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario, se expresa en litros por habitante por día (l/hab/día) y está en función de algunos factores como:

- Clima
- Nivel de vida
- Actividades productivas
- Servicios comunales
- Calidad del agua
- Capacidad de la fuente de abastecimiento

De acuerdo a la Norma de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, UNEPAR y por el clima, población futura y capacidad de los nacimientos, se adoptó una dotación de 65 litros/habitantes/día.

2.1.6. Tasa de crecimiento poblacional

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística para el municipio de Tecpán Guatemala, se reporta una tasa de crecimiento de 3,5 % anual. La población actual es de 614 habitantes, para un total de 125 viviendas con un promedio de 5 habitantes/vivienda.

2.1.7. Período de diseño y población futura

El período de diseño se considera como el tiempo durante el cual, la obra dará servicio satisfactorio para la población de diseño, se adoptó un período de 20 años, más un año de gestión del proyecto.

Para estimar la población futura dentro de los 21 años se aplicó el método de crecimiento geométrico, debido a que es el que se utiliza en Latinoamérica, para poblaciones en vía de desarrollo:

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

Donde

P_f = población futura
P_o= población actual
R = tasa de crecimiento (INE)
n = período de diseño

$$P_f = 614(1 + 0{,}035)^{21}$$

$$P_f = 1\ 264 \text{ habitantes}$$

2.1.8. Factores de consumo y caudales

Estos factores se definen en los siguientes subtítulos

2.1.8.1. Caudal medio diario (Qm)

Será el producto de la dotación adoptada, por el número de habitantes que se estimen al final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{Dot * P_f}{86\ 400}$$

Donde

Qm = caudal medio (l/s)
Dot = dotación (65/litros/habitante/día)
Pf = población futura

$$Q_m = \frac{65\frac{l}{h}}{d} * \frac{1\ 264\ h}{86\ 400\ seg} = 0{,}95\ l/s$$

2.1.8.2. Factor y caudal máximo diario (Qmd)

Es el mayor consumo en un día al año en la línea de conducción, el factor utilizado es de 1,2 porque la población futura es mayor a 1 000 habitantes.

$$Q_{md} = Q_m * Fmd$$

Donde

Q_{md} = caudal máximo diario

Q_m = caudal medio diario

Fmd = factor día máximo

$$Q_{md} = 0{,}95\ l/s * 1{,}2 = 1{,}14\ l/s$$

2.1.8.3. Factor y caudal máximo horario (Qmh)

Es el que se produce en el día de mayor consumo durante una hora en el año, el factor utilizado es de 2,0 porque la población futura es mayor a 1 000 habitantes.

$$Q_{mh} = Q_m * Fmh$$

Donde

Q_{mh}= caudal máximo horario

Q_m = caudal medio diario

Fmd = factor hora máxima

$$Q_{mh} = 0{,}95\ l/s * 2{,}0 = 1{,}90\ l/s$$

2.1.8.4. Caudal de bombeo (Qb)

Es el caudal de diseño para la línea de impulsión para el bombeo al tanque de almacenamiento durante las horas de funcionamiento.

$$Q_b = \frac{Q_{md} * 24}{\text{horas de bombeo}}$$

Donde

Q_b = caudal de bombeo

Q_{md} = caudal máximo diario

24 = horas en un día

$$Q_b = \frac{1{,}14\ l/s * 24}{8} = 3{,}42\ l/s$$

2.1.9. Presiones y velocidades

- Presión estática: se produce cuando el líquido en la tubería se encuentra en reposo, en líneas de conducción y distribución la máxima presión estática debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería, en la distribución la máxima presión estática no debe ser mayor de 60 metros columna de agua, ya que con mayores presiones fallan los empaques de grifería y válvulas, la presión estática es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura.

- Presión dinámica: se produce cuando hay movimiento de agua y es menor que la presión estática por la fricción que causan las paredes de la tubería.

- La menor presión dinámica en las casas debe estar comprendida entre 5 y 15 metros columna de agua y la máxima presión dinámica es de 40 metros columna de agua, la presión dinámica en un punto, es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno.

- Velocidades: de conformidad con las norma UNEPAR para conducciones forzadas la velocidad mínima es de 0,40 m/seg y máxima de 3,0 m/seg.,

la velocidad del agua en las tuberías de distribución podrá llegar hasta 2,0 m/seg.

2.1.10. Componentes del sistema

Los componentes del sistema se detallan en los siguientes subtítulos.

2.1.10.1. Línea de conducción por bombeo

Es el conjunto de tuberías que transportan el agua desde la captación, hasta la entrada del tanque de almacenamiento, para este proyecto se trabajará con tubería PVC, con un coeficiente de fricción de C = 150.

2.1.10.1.1. Diseño de la línea de conducción

Los datos para el diseño son:

Caudal de bombeo:	$Q_b =$	3,42 l/s
Cota terreno (tanque de succión):		102,00 m
Cota terreno (tanque de almacenamiento):		121,42 m
Diferencia de niveles:		19,42 m
Longitud tubo de succión:		2,00 m
Longitud de línea de conducción:		570,00 m

- Diámetro económico

- Diámetro de tubería

$$\emptyset = \sqrt{\frac{1{,}974 * \mathrm{Q_b}}{\mathrm{v}}}$$

Donde

Ø = diámetro económico

Q_b= caudal de bombeo

v = velocidad (para evitar el golpe de ariete se utiliza:

0,6 m/seg <v< 2,0 m/seg

$$\emptyset_{\max} = \sqrt{\frac{1\,974 * 3{,}42}{0{,}60}} = 3{,}35 \text{ plg}$$

$$\emptyset_{\min} = \sqrt{\frac{1\,974 * 3{,}42}{2{,}0}} = 1{,}84 \text{ plg}$$

Evaluar tubos de diámetro: 2” y 3”

- Costo de amortización de tubería

$$\mathrm{A} = \frac{\mathrm{R}(\mathrm{R}+1)^{\mathrm{n}}}{(\mathrm{R}+1)^{\mathrm{n}} - 1}$$

Donde

A = costo de amortización

R = tasa de interés mensual

n = meses de amortización de tubería

$$A = \frac{0{,}0125\ (0{,}0125 + 1)^{120}}{(0{,}0125 + 1)^{120} - 1} = 0{,}016$$

Número de tubos a utilizar = $\frac{570 * 1{,}04}{6}$ = 98,80 tubos, usar 99 tubos

Ø (")	P.U (Q)	Núm. Tubos	A	Costo (Q)
2	145,21	99	0,016	230
3	316,99	99	0,016	502

- Costo de bombeo

Las pérdidas por fricción:

$$Hf = \frac{1\,743{,}811 * l * Qb^{1{,}85}}{C^{\,1{,}85} * \emptyset^{\,4{,}87}}$$

Donde

Hf = pérdida de carga por fricción (m)

L = longitud total

C = coeficiente de fricción (C = 150)

Ø = diámetro tubería

$$Hf_{2"} = \frac{1\,743{,}811 * (570 * 1{,}04) * 3{,}42^{1{,}85}}{150^{1{,}85} * 2^{4{,}87}} = 32{,}40 \text{ m}$$

$$Hf_{3"} = \frac{1\,743{,}811 * (570 * 1{,}04) * 3{,}42^{1{,}85}}{150^{1{,}85} * 3^{4{,}87}} = \text{ 4,50 m}$$

La potencia:

$$Pot = \frac{Q_b * Hf * 0{,}746}{76 * e}$$

Donde

Pot = potencia (kw)

e = eficiencia (60 %)

$$Pot_{2"} = \frac{3{,}42 * 32{,}40 * 0{,}746}{76 * 0{,}60} = \text{ 1,81kw}$$

$$Pot_{3"} = \frac{3{,}42 * 4{,}50 * 0{,}746}{76 * 0{,}60} = \text{ 0,25 kw}$$

El número de horas de bombeo mensual es:

Núm. Horas = 8 h/día * 30 días/mes = 240 h/mes

Ø (")	Pot (kw)	Núm. Horas	P.U(Q)	Costo (Q)
2	1,81	240	2,03	882
3	0,25	240	2,03	122

- Costo total

Ø (")	Costo Amortización	Costo Bombeo	Costo total (Q)
2	230	882	1 112
3	502	122	624

De acuerdo al cálculo el diámetro económico a utilizar es de 3", con una presión de trabajo de 125 psi.

- Carga dinámica total

- Nivel mínimo del agua al eje de la bomba

- Longitud tubo de succión = 2,00 m

- Pérdida de carga en la línea de succión

$$\text{Hfs} = \frac{1\,743{,}811 * 2 * 3{,}42^{1{,}85}}{150^{1{,}85} * 3^{4{,}87}} = 0{,}015 \text{ m}$$

- Altura del eje de la bomba a la descarga

Altura = 19,42 m

- Pérdida de carga en línea de conducción

$$\text{Hf} = \frac{1\,743{,}811 * (570 * 1{,}04) * 3{,}42^{1{,}85}}{150^{1{,}85} * 3^{4{,}87}} = 4{,}50 \text{ m}$$

- Pérdidas menores

$$\text{Hfm} = 10\ \% * \text{Hf}$$

$$\text{Hfm} = 0{,}10 * 4{,}50 = 0{,}45\ \text{m}$$

- Pérdidas por velocidad

$$v = \frac{1{,}974 * Q_b}{\emptyset^2}$$

$$v = \frac{1{,}974 * 3{,}42}{3^2} = 0{,}75\ \text{m/s}$$

$$\text{Hfv} = \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{Hfv} = \frac{0{,}75^2}{2 * 9{,}81} = 0{,}029\ \text{m}$$

A continuación se calcula la carga dinámica total CDT:

CDT = 2,00 m + 0,015 m + 19,42 m + 4,50 m + 0,45 m + 0,029 m
CDT = 26,41 m

- Golpe de ariete

Cuando se cierra bruscamente una válvula o un grifo instalado en el extremo de una tubería de cierta longitud, las partículas de agua que se han detenido son empujadas por las que vienen inmediatamente detrás y que siguen aún en movimiento. Esto origina una sobrepresión que se desplaza por

la tubería a una velocidad algo menor que la velocidad del sonido en el agua. Esta sobrepresión tiene dos efectos: comprime ligeramente el agua, reduciendo el volumen y dilata ligeramente la tubería, por esta razón es necesario chequear que el golpe de ariete más la carga dinámica total sea menor que el esfuerzo de trabajo de la tubería, en este caso 125 psi (87,88 m.c.a)

$$\propto = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{\emptyset_i}{e}}}$$

Donde

$\propto$ = celeridad

K = módulo de elasticidad volumétrica del agua = 2,07 x 10^4 kg/cm²

E = módulo de elasticidad del material que es fabricada la tubería PVC = 3 x 10^4 kg/c m²

$\emptyset_i$ = diámetro interno de la tubería = 3,284”

e = espesor de la pared de la tubería = 0,108”

$$\propto = \frac{1\,420}{\sqrt{1+\frac{2{,}07 \text{ x } 10^4 \text{ kg/cm}^2}{3 \text{ x } 10^4 \text{ kg/cm}^2} * \frac{3{,}284}{0{,}108}}} = 302{,}87 \text{ m}$$

$$\Delta P = \frac{\propto * v}{g}$$

Donde

ΔP = sobrepresión

v = velocidad

g = gravedad

$$\Delta P = \frac{302{,}87\ \text{m} * 0{,}75\ \text{m/s}}{9{,}81 \text{m/s}^2} = 23{,}15\ \text{m}$$

Se verifica que:

CDT + ΔP< presión de trabajo de la tubería

26,41 m + 23,15 m = 49,56 m

49,56 m < 87,88 m.c.a Si chequea

- Potencia de la bomba

$$\text{POT} = \frac{\text{CDT} * \text{Q}_\text{b}}{76 * \text{e}}$$

Donde

POT = potencia de la bomba (HP)

Qb = caudal de bombeo (l/s)

CDT = carga dinámica total

e = eficiencia de la bomba (60 %)

$$\text{POT} = \frac{26{,}41 * 3{,}42}{76 * 0{,}60} = 2{,}00\ \text{HP}$$

Se utilizará una potencia de bomba de 2,50 HP.

- Presión del agua a la entrada del tanque de almacenamiento

$$2.50 = \frac{\text{Carga} * 3{,}42}{76 * 0{,}60}$$

Carga = 33,33 m.c.a

Presión de entrada = 33,33 – diferencia de niveles

Presión de entrada = 33,33 – 19,42

Presión de entrada = 13,91 m.c.a = 19,79 psi

- Presión del agua a la salida del tanque de succión

Presión de salida = 33,33 + diferencia de niveles

Presión de salida = 33,33 + 19,42

Presión de salida = 52,75 m.c.a

2.1.10.2. Tanque de succión

Esta estructura tiene las mismas características de un tanque de distribución, pero con la diferencia que estará enterrado, se calculará con base en la relación entre el caudal de bombeo y el de la fuente.

Caudal de la fuente: 0,98 l/seg

Caudal de bombeo: 3,42 l/seg

Tabla VII. **Caudal de fuente y bombeo**

Horas	A Vol. fuente m³/hora	B Vol. demandado m³/hora	A-B
1	3,53	0	0
2	3,53	0	0
3	3,53	0	0
4	3,53	0	0
5	3,53	12,31	-8,78
6	3,53	12,31	-8,78
7	3,53	12,31	-8,78
8	3,53	12,31	-8,78
9	3,53	0	0
10	3,53	0	0
11	3,53	0	0
12	3,53	0	0
13	3,53	12,31	-8,78
14	3,53	12,31	-8,78
15	3,53	12,31	-8,78
16	3,53	12,31	-8,78
17	3,53	0	0
18	3,53	0	0
19	3,53	0	0
20	3,53	0	0
21	3,53	0	0
22	3,53	0	0
23	3,53	0	0
24	3,53	0	0

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla se necesita bombear 12,31 m³/hora, la bomba funcionará 8 horas diarias, si se multiplican las horas de funcionamiento por el bombeo se tiene que almacenar un volumen de 98,48 m³. Por otra parte, la fuente proporciona permanentemente 3,53 m³/hora y lo que se necesita almacenar es 8,78 m³ para que cuando la bomba necesite funcionar siempre haya agua en el tanque.

Si se multiplica 8,78 m³ por 8 horas que debe funcionar la bomba, da como resultado 70,24 m³, es la cantidad de agua que por lo menos debe almacenar. El tanque de succión deberá ser de 72m³ y estará enterrado.

Las dimensiones del tanque serán:

Ancho: 6,00 m
Largo: 6,00 m
Altura: 2,00 m

2.1.10.2.1. Diseño de tanque de succión

Para el diseño se empleará el método 3 de la American Concrete Institute (ACI).

- Diseño de losa

Las dimensiones de la losa a eje serán de 6,30 m x 6,30 m

m = a/b = 6,30 m / 6,30 m = 1 > 0,50 trabaja en dos sentidos

- Espesor de la losa

$t = \frac{perimetro}{180}$ = $\frac{(6{,}30 * 4)}{180}$ = 0,14 Se tomará t = 0,15m

- Integración de carga muerta

W_{losa} = (2 400 kg / m³) (0,15 m) = 360 kg / m²

$W_{sobrecarga}$ = 30 kg / m²

W_{CM} = 390 kg / m²

- Integración de carga viva

Por ser solo cubierta se tomará la siguiente:

W_{Cv} = 100 kg/m²

- Carga última total

Cu = 1,40 W_{CM} + 1,70 W_{Cv}

Cu = 1,40 (390 kg/m²) + 1,70 (100 kg/m²)

Cu = 546 kg / m² + 170 kg/m² = 716 kg/m²

- Cálculo de momentos, caso 2

Momento negativo

Ma = Ca * Cu * a² = (0,045) (716) (6,30²) = 1 278,81 kg-m

Mb = Ma = 1 278,81 kg-m

Momento positivo

Ma = Ca * Cvu * a² + Ca * Cmu * a²

Ma = (0,027) (170) (6.30²) + (0,018) (546) (6,30²) = 572,25 kg-m

Mb = Ma = 572,25 kg-m

- Cálculo de peralte

d = t – r – Ø/2 Ø 1/2” = 1,27 cm

d = 15 – 2,5 – 1,27 / 2 = 11,86 cm

- Cálculo del área de acero mínimo

$$As_{min} = 0{,}40\left(\frac{14{,}1}{fy}\right) b * d$$

$$As_{min} = 0{,}40\left(\frac{14{,}1}{2\,810}\right) 100 * 11{,}86 = 2{,}38 \text{ cm}^2$$

- Área de acero para momento negativo

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0{,}003825 * f'c}}\right]\left(0{,}85 * \frac{f'c}{fy}\right)$$

$$As = \left[(100 * 11{,}86) - \sqrt{(100 * 11{,}86)^2 - \frac{1\,278{,}81 * 100}{0{,}003825 * 210}}\right]\left(0{,}85 * \frac{210}{2\,810}\right)$$

$$As = 4{,}39 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

4,39 cm² ---------- 100 cm

1,27 cm² ---------- S

S = (1,27 * 100) / 4,39 = 29 cm

- Área de acero para momento positivo

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0{,}003825 * f'c}}\right]\left(0{,}85 * \frac{f'c}{fy}\right)$$

$$As = \left[(100 * 11{,}86) - \sqrt{(100 * 11{,}86)^2 - \frac{572{,}25 * 100}{0{,}003825 * 210}}\right]\left(0{,}85 * \frac{210}{2\,810}\right)$$

$$As = 1{,}94 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

1,94 cm² ---------- 100 cm

1,27cm² ---------- S

S = (1,27 * 100) / 1,94 = 65 cm

Smáx = 3t = 3 * 15 cm = 45 cm

En resumen se utilizarán varillas Núm. 2 @ 30 cm, en ambos sentidos.

- Diseño de viga perimetral

La viga será de 0,15 m x 0,25 m

- Refuerzo longitudinal

$$As_{min} = \frac{14{,}1}{fy} * b * d$$

$$As_{min} = \frac{14{,}1}{2\,810} * 15 * 22{,}5 = 1{,}69 \text{ cm}^2$$

$$As_{max} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0{,}50 * \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0{,}003 * 2{,}1 \text{ x } 10^6}{2\,810 + 0{,}003 * 2{,}1 \text{ x } 10^6} * \frac{0{,}85 * 0{,}85 * 210}{2\,810} = 0{,}03734$$

$$\rho_{max} = 0{,}50 * 0{,}03734 = 0{,}01867$$

$$As_{max} = 0{,}01867 * 15 * 22{,}5 = 6{,}30 cm^2$$

Se propone utilizar un área de acero de 5,07 cm^2

Utilizar 4 Núm.4

- Refuerzo transversal

Smáx = d / 2

Smáx = 25 / 2 = 12,50 cm

Utilizar estribos Núm .2 @ 12,5 cm

- Diseño del muro ciclópeo

El tanque será construido de concreto ciclópeo, es decir con piedra bola y mortero, utilizando una proporción de 1:2:3., se diseñará un tanque enterrado debido a la topografía del terreno y el caso crítico será el tanque vacío con empuje del suelo.

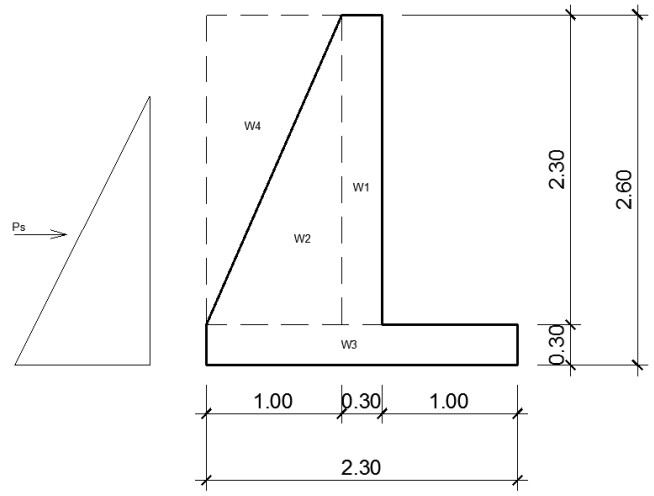
Para el cálculo se utilizarán los siguientes datos:

Tabla VIII. **Bases de diseño tanque succión**

Peso del concreto ciclópeo (Wciclópeo)	2 700 kg/m³
Peso del concreto armado (Wconcreto)	2 400 kg/m³
Peso específico del suelo	1 200 kg/m³
Capacidad soporte de diseño (valor soporte)	15 000 kg/m²
Ángulo de fricción	20 º
Base	2,30 m
Altura total	2,60 m

Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Esquema de muro tanque de succión**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- Coeficiente de Rankine

  Coeficiente del empuje activo del suelo Ka

  $Ka = \frac{1 - sen20°}{1 + sen20°}$ = 0,49029

Coeficiente del empuje pasivo del suelo Kp

$Kp = \frac{1}{Ka} = \frac{1}{0{,}49029} = 2$

Empuje del suelo

$$Ps = \frac{1}{2} * s * h^2 * Kp$$

Donde

Ps = empuje del suelo (kg/m)

s = peso específico del suelo (kg/m³)

h = altura del muro que se encuentra enterrado (m)

$$Ps = \frac{1}{2} * 1\,200 * 1{,}95^2 * 2 = 4\,563 \text{ kg/m}$$

- Momento del empuje del suelo

Mact = Ps * h / 3 = 4 563 * 1,95 / 3 = 2 965 kg-m/m

- Cálculo del momento que produce el peso propio del muro

Tabla IX. **Momento del peso del muro**

Sección	b(m)	h(m)	Área (m²)	Peso Vol. (kg/m³)	Peso WE (kg)	Brazo (m)	Momento ME (kg-m)
1	0,30	2,30	0,69	2 700,00	1 863,00	1,15	2 142,45
2	1,00	2,30	1,15	2 700,00	3 105,00	0,67	2 070,00
3	2,30	0,30	0,69	2 700,00	1 863,00	1,15	2 142,45
4	1,00	2,30	1,15	1 200,00	1 380,00	0,33	460,00
				∑ Wr =	8211.00	∑ Mr =	6814.90

Fuente: elaboración propia.

- Carga muerta

  Sobrepeso = 90 kg / m²

  Peso de la losa = 2 400 kg / m³ * 0,15 * 1,54 = 554,40 kg / m²

  Carga muerta = CM = 90 kg / m² + 554,40 kg / m²

  CM = 644,40 kg / m²

- Carga viva

  CV = 100 kg / m²

- Carga última

  Cu = 1,4 CM + 1,7 CV = (1,40 * 644,40) + (1,7 * 100) = 1 072,16 kg / m²

- Área tributaria

  $A = \frac{6,15 * 3,075}{2} = 9,45$ m²

- Peso sobre el muro = peso área tributaria + peso viga

  $W = \left(\frac{1\,072,16 * 9,45}{6,15}\right)$ + (2 400 * 0,15 * 0,25) = 1 737,50 kg / m

- Peso como carga puntual

Pc =1 737,50 kg / m * 1,00 m = 1 737,50 kg

- Momento que ejerce la carga puntual

$Mc = 1\,737{,}50 * \left(\frac{.30}{2} + 1{,}00\right)$ = 1 998,13 kg-m

- Peso total del muro

Wt = W +Wr = 1 737,50 kg / m + 8 211 kg / m = 9 948,50 kg / m

- Revisiones

  - Estabilidad contra volteo

$$\text{Fsv} = \frac{\text{Mr} + \text{Mc}}{\text{Mact}}$$

$$\text{Fsv} = \frac{6\,814{,}90 + 1\,998{,}13}{2\,965} = 2{,}97 > 1{,}50 \quad \text{ok}$$

  - Estabilidad contra deslizamiento

$$\text{Fsd} = \left(\frac{(\text{Wr} * 0{,}60) + \text{W}}{\text{Ps}}\right)$$

$$\text{Fsd} = \left(\frac{(8\,211 * 0{,}60) + 1\,737{,}50}{4\,563}\right) = 1{,}50 > 1{,}50$$

Lo que es aceptable.

  - Presión máxima bajo la base del muro Pmax< Vs

$$\text{a} = \frac{\text{Mr} + \text{Mc} - \text{Mact}}{\text{Wt}}$$

$$a = \frac{6\,814{,}90 + 1\,998{,}13 - 2\,965}{9\,948{,}0} = 0{,}588 \text{ m}$$

Excentricidad = ex = (1 / 2 * base) – a

ex = (1 / 2 * 2,30) – 0,588 = 0,56 m

Módulo de sección por metro lineal = Sx = $\frac{1}{6} * base^2 * longitud$

Sx = $\frac{1}{6} * 2{,}30^2 * 1{,}00 = 0{,}88$ m³

$$\text{Presión máxima} = \text{Pmax} = \left(\frac{\text{Wt}}{\text{A}}\right) + \left(\frac{\text{Wt} * \text{ex}}{\text{Sx}}\right)$$

$$\text{Pmax} = \left(\frac{9\,948{,}50}{2{,}30 * 1}\right) + \left(\frac{9\,948{,}50 * 0{,}56}{0{,}88}\right)$$

Pmax = 10 565,30 kg / m² < 15 000 kg / m²

Como Pmax es menor que la capacidad soporte del suelo (Vs), entonces se considera aceptable esta propuesta.

2.1.10.3. Tanque de almacenamiento

Este depósito es importante para el diseño del sistema de distribución de agua en el funcionamiento hidráulico y en mantener un servicio eficiente a la población, todo tanque de almacenamiento tiene los siguientes componentes:

- Caja de válvula de entrada y salida
- Tapadera para entrada
- Dispositivos de desagüe y rebalse
- Respiradero

El volumen del tanque de almacenamiento según UNEPAR, en sistemas por bombeo es del 40 % al 65 % del consumo medio diario, entre tanque de succión y de distribución. Para este proyecto se tomará 60 % del consumo medio diario.

Volumen = 60 % * Qm

$$Q_m = 0{,}95 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000l} * \frac{86\,400s}{día} = 82{,}08\ m^3 / día$$

Volumen = 0,60 * 82,08 m^3 / día = 49,25 m^3 / día

El tanque de almacenamiento tendrá un volumen de 50 m^3 y estará semienterrado, con las dimensiones siguientes:

Ancho: 5,00 m
Largo: 5,00 m
Altura: 2,00 m

2.1.10.3.1. Diseño de tanque de almacenamiento

El tanque será construido de concreto ciclópeo, es decir, con piedra bola y mortero, utilizando una proporción de 1:2:3., para el diseño se empleará el método 3 de la American Concrete Institute (ACI).

- Diseño de losa

Las dimensiones de la losa a eje serán de 5,30 m x 5,30 m
m = a / b = 5,30 m / 5,30 m = 1 > 0,50 trabaja en dos sentidos

- Espesor de la losa

$t = \frac{\text{perimetro}}{180} = \frac{(5{,}30 * 4)}{180} = 0{,}117$ se tomará t = 0,12 m

- Integración de carga muerta

W_{losa} = (2 400 kg / m³) (0,12 m) = 288 kg / m²

$W_{sobrecarga}$ = 30 kg / m²

W_{CM} = 318 kg / m²

- Integración de carga viva

Por ser solo cubierta se tomará la siguiente:

W_{Cv} = 100 kg / m²

- Carga última total

Cu = 1,40 W_{CM} + 1,70 W_{Cv}

Cu = 1,40 (318 kg / m²) + 1,70 (100 kg / m²)

Cu = 445,20 kg / m² + 170 kg / m² = 615,20 kg / m²

- Cálculo de momentos, caso 2

Momento negativo

Ma = Ca * Cu * a² = (0,045) (615,20) (5,30²) = 777,64 kg-m

Mb = Ma = 777,64 kg-m

Momento positivo

Ma = Ca * Cvu * a² + Ca * Cmu * a²

Ma = (0,027) (170) (5,30²) + (0,018) (445,20) (5,30²) = 354,04 kg-m

Mb = Ma = 354,04 kg-m

- Cálculo de peralte

d = t – r – Ø/2 Ø 3 / 8” = 0,95 cm

d = 12 – 2,5 – 0,95 / 2 = 9,03 cm

- Cálculo del área de acero mínimo

$$As_{min} = 0{,}40\left(\frac{14{,}1}{fy}\right) b * d$$

$$As_{min} = 0{,}40\left(\frac{14{,}1}{2\,810}\right) 100 * 9{,}03 = 1{,}81 \text{ cm}^2$$

- Área de acero para momento negativo

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0{,}003825 * f'c}}\right]\left(0{,}85 * \frac{f'c}{fy}\right)$$

$$As = \left[(100 * 9{,}03) - \sqrt{(100 * 9{,}03)^2 - \frac{777{,}64 * 100}{0{,}003825 * 210}}\right]\left(0{,}85 * \frac{210}{2\,810}\right)$$

$$As = 3{,}51 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

3,51 cm² ---------- 100 cm

0,71 cm² ---------- S

S = (0,71 * 100) /3,51 = 20 cm

- Área de acero para momento positivo

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0{,}003825 * f'c}}\right]\left(0.85 * \frac{f'c}{fy}\right)$$

$$As = \left[(100 * 9{,}03) - \sqrt{(100 * 9{,}03)^2 - \frac{354{,}04 * 100}{0{,}003825 * 210}}\right]\left(0{,}85 * \frac{210}{2\,810}\right)$$

$$As = 1{,}57 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

1,57 cm² ---------- 100 cm

0,71cm² ---------- S

S = (0,71 *100) / 1,57 = 45 cm

Smáx = 3t = 3 * 12 cm = 36 cm

En resumen se utilizarán varillas Núm.3@ 20 cm, en ambos sentidos.

- Diseño de viga perimetral

La viga será de 0,15 m x 0,20 m

- Refuerzo longitudinal

$$As_{min} = \frac{14,1}{fy} * b * d$$

$$As_{min} = \frac{14.1}{2\,810} * 15 * 17,5 = 1,32\ cm^2$$

$$As_{max} = \rho_{max} * b * d$$

$$\rho_{max} = 0,50 * \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{0,003 * 2,1\ x\ 10^6}{2\,810 + 0,003 * 2,1\ x\ 10^6} * \frac{0,85 * 0,85 * 210}{2\,810} = 0,03734$$

$$\rho_{max} = 0,50 * 0,03734 = 0,01867$$

$$As_{max} = 0,01867 * 15 * 17,5 = 4,90 cm^2$$

Se propone utilizar un área de acero de 2,84 cm²

Utilizar 4 Núm. 3

- Refuerzo transversal

  Smáx = d / 2

  Smáx = 20 / 2 = 10 cm

  Utilizar estribos Núm.2 @ 10 cm

- Diseño del muro ciclópeo

El tanque será construido de concreto ciclópeo, es decir, con piedra bola y mortero utilizando una proporción de 1:2:3., se diseñará uno semienterrado y el caso crítico será el tanque lleno de agua.

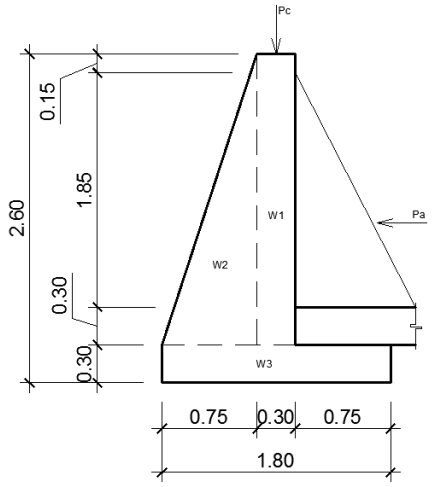
Para el cálculo se utilizarán los siguientes datos:

Tabla X. **Bases de diseño tanque de almacenamiento**

Peso del concreto ciclópeo (Wciclópeo)	2 700 kg / m³
Peso del concreto armado (Wconcreto)	2 400 kg / m³
Capacidad soporte del suelo (valor soporte)	10 000 kg / m²
Densidad del agua	1 000 kg / m³
Base	1,80 m
Altura total	2,60 m

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Esquema de muro tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- Empuje del agua

$$Pa = s * \frac{h^2}{3}$$

Donde

Pa = empuje del agua (kg/m)

s = densidad del agua (kg/m³)

h = altura del agua (m)

$$\text{Pa} = s * \frac{h^2}{3} = 1000 * \frac{1.85^2}{3} = 1\,140{,}83 \text{ kg / m}$$

- Momento del empuje del agua

Mact = Pa * h / 3 = 1 140,83 * (1,85 / 3 + 0,60) = 1 388 kg-m / m

- Cálculo del momento que produce el peso propio del muro

Tabla XI. **Momento del peso del muro**

Sección	b(m)	h(m)	Área(m²)	Peso Vol. (kg/m³)	Peso WE (kg)	Brazo(m)	Momento ME (kg-m)
1	0,30	2,30	0,69	2 700,00	1 863,00	0,90	1 676,70
2	0,75	2,30	0,86	2 700,00	2 328,75	0,50	1 164,38
3	1,80	0,30	0,54	2 700,00	1 458,00	0,90	1 312,20
				∑ Wr =	5 649,75	∑ Mr =	4 153,28

Fuente: elaboración propia.

- Carga muerta

Sobrepeso = 72 kg / m²

Peso de la losa = 2 400 *0,12 * 1,30 = 374,40 kg / m²

Carga muerta = CM = 72 kg / m² + 374,40 kg / m²

CM = 446,40 kg / m²

- Carga viva

CV = 100kg/m²

- Carga última

Cu = 1,4CM + 1,7CV = (1,40 * 446,40) + (1,7 * 100) = 794,96 kg / m²

- Área tributaria

A = $\frac{5,15 * 2,575}{2}$ = 6,63 m²

- Peso sobre el muro = peso área tributaria + peso viga

W = $\left(\frac{794,96 * 6,63}{5,15}\right)$ + (2 400 * 0,15 * 0,20) = 1 095,41 kg / m

- Peso como carga puntual

Pc =1 095,41 kg / m * 1,00 m = 1 095,41 kg

- Momento que ejerce la carga puntual

Mc = $1\ 095,41 * \left(\frac{,30}{2} + 0,75\right)$ = 985,87 kg-m

- Peso total del muro

Wt = W +Wr = 1 095,41 kg / m + 5 649,75 kg / m = 6 745.16 kg / m

- Revisiones

  - Estabilidad contra volteo

$$\text{Fsv} = \frac{\text{Mr} + \text{Mc}}{\text{Mact}}$$

$$\text{Fsv} = \frac{4\,153{,}28 + 985{,}87}{1\,388} = 3{,}70 > 1{,}50 \quad \text{ok}$$

  - Estabilidad contra deslizamiento

$$\text{Fsd} = \left(\frac{(\text{Wr} * 0{,}60) + \text{W}}{\text{Pa}}\right)$$

$$\text{Fsd} = \left(\frac{(5649{,}75 * 0{,}60) + 1\,095{,}41}{1\,140{,}83}\right) = 3{,}93 > 1{,}50 \quad \text{ok}$$

  - Presión máxima bajo la base del muro Pmax< Vs

$$\text{a} = \frac{\text{Mr} + \text{Mc} - \text{Mact}}{\text{Wt}}$$

$$\text{a} = \frac{4\,153{,}28 + 985{,}87 - 1\,388}{6\,745{,}16} = 0{,}556 \text{ m}$$

Excentricidad = ex = (1 / 2 * base) – a

ex = (1 / 2 * 1,80) – 0,556 = 0,344 m

Módulo de sección por metro lineal = Sx = $\frac{1}{6} * base^2 * longitud$

$Sx = \frac{1}{6} * 1{,}80^2 * 1{,}00 = 0{,}54\ m^3$

$$\text{Presión máxima} = \text{Pmax} = \left(\frac{\text{Wt}}{\text{A}}\right) + \left(\frac{\text{Wt} * \text{ex}}{\text{Sx}}\right)$$

$$\text{Pmax} = \left(\frac{6\,745{,}16}{1{,}80 * 1}\right) + \left(\frac{6\,745{,}16 * 0{,}344}{0{,}54}\right)$$

$$\text{Pmax} = 8\,044{,}23\ kg / m^2 < 10\,000\ kg / m^2$$

Como Pmax es menor que la capacidad soporte del suelo (Vs), entonces se considera aceptable esta propuesta.

2.1.10.4. Sistema de desinfección

Con base en los resultados obtenidos en el análisis del agua, solo es necesario un tratamiento simple de desinfección, para este sistema la cloración del agua será por medio de tabletas de hipoclorito de calcio al 68 % de ingrediente activo y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3”, altura 1,35” y peso de 300 gramos.

El funcionamiento deberá ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto, las dimensiones aproximadas deberán ser de 0,30 metros de diámetro y 0,90 de alto, deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución con dimensiones de 1,00 x 1,00 x 1,00 metros para proteger al clorador, la aplicación del compuesto clorado, deberá garantizar una efectiva mezcla con el agua,

asegurando un residual en el punto más lejano de la red de distribución entre 0,20 a 0,50 mg/l.

Como tratamiento preventivo contra las bacteria y virus, la Norma COGUANOR 29001, recomienda aplicar como cantidad mínima de cloro al agua 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 partes por metro cúbico de agua.

Flujo de cloro en gramos / hora:

$$FC = Q*DC$$

Donde

Q = caudal de agua conducida = 3,42 l / s = 205,20 l / min = 0,2055 m^3 / min
DC = demanda de cloro = 2 gr / m^3

FC = 0,2055 m^3 / min * 2 gr / m^3 * 60 min / hr = 24,66 gr / hr = 10,59 litros/min.

Tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro en segundos:

$$t = 60 / FC$$

$$t = 60 / 10,59 = 5,67 \text{ seg}$$

Cantidad de tabletas que se consumirá en un mes:

24,66 gr / hr * 24 hr / día * 30 días / mes = 17 755,20 gr / mes * 1 tableta / 300 gr = 59 tabletas

Se concluye que se utilizarán 59 tabletas/mes

2.1.10.5. Red de distribución

Conduce el agua desde el tanque de almacenamiento hasta el punto de consumo (conexión predial), la función principal es brindar un servicio eficiente en forma continua, en cantidad suficiente y con calidad, para el diseño se debe considerar los siguientes criterios:

- Garantizar el período de diseño para el buen funcionamiento, de acuerdo al máximo consumo horario.
- La distribución de caudales debe hacerse mediante criterios lógicos y ordenados.
- Considerar las presiones hidrostáticas y diámetros mínimos, pero eficientes para la economía del proyecto.

Para este diseño se utilizó el método de redes abiertas debido a que las casas están dispersas a lo largo del camino principal (2,50 km), se mostrará a continuación el cálculo de un tramo, luego se presentará el resumen hidráulico de la distribución completa.

Se calculará de las estaciones E-10 hacia la E-12 del Ramal 1, el número de viviendas futuras para este tramo es de 257, porque es el inicio de la distribución y por ser el primer tramo, se utilizan todas las casas, conforme se avance en la distribución, se tendrán menos casas. En este primer tramo no se harán conexiones prediales, porque la presión dinámica es mínima debido a la topografía del terreno.

2.1.10.5.1. Caudal de vivienda (Qv)

Es el caudal que será asignado a cada vivienda.

$$\mathrm{Qv} = \frac{\mathrm{Qmh}}{\mathrm{Núm.\,de\ viviendas}}$$

Donde

Qv = caudal de vivienda (l/s)
Qmh = caudal hora máxima

$$\mathrm{Qv} = \frac{1{,}90\ \mathrm{l/s}}{257} = 0{,}007393\ \mathrm{l/s}$$

2.1.10.5.2. Caudal requerido (Qr)

Es el caudal necesario para el tramo, depende del número de viviendas futuras del tramo.

Qr = Qv * Núm. Viviendas = 0,007393 l/s * 257 = 1,90 l/s

2.1.10.5.3. Caudal instantáneo (Qi)

Está basado en la probabilidad de que se haga uso al mismo tiempo del servicio del caudal en un ramal, también llamado caudal de uso simultáneo.

$$\mathrm{Qi} = \mathrm{k}(\mathrm{n}-1)^{\frac{1}{2}}$$

Donde

Qi = caudal instantáneo (no menor de 0,20 l/s)

k = coeficiente que varía (k = 0,15 para uso predial)

n = número de viviendas

$$\mathrm{Qi} = \ 0{,}15(257-1)^{\frac{1}{2}} \ = 2{,}40 \text{ l/s}$$

2.1.10.5.4. Caudal de diseño (Qd)

Para establecer el caudal de diseño, se hace una comparación entre el caudal requerido y el caudal instantáneo para el tramo y se diseña con el mayor de ambos.

Qd = 2,40 l/s

- Diámetro de la tubería

Los datos para calcular el diámetro de la tubería son los siguientes:

Longitud	= 144,41 m
Cota de terreno inicial	= 121,42 m
Cota de terreno final	= 121,05 m
Diferencia de altura	= 0,37 m
Qd	= 2,40 l/s
C	= 150

Tubería PVC 160 psi

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

$$\mathrm{D} = \left(\frac{1\,743{,}811 * 144{,}41 * 2{,}40^{1{,}85}}{150^{1{,}85} * 0{,}37}\right)^{\frac{1}{4{,}87}} = 3{,}28 \text{ pulgadas}$$

Se utilizará $\mathrm{D}_{\mathrm{nominal}}$ = 3” ,$\mathrm{D}_{\mathrm{interior}}$ = 3,23”

- Pérdidas por fricción

$$\mathrm{Hf} = \frac{1\,743{,}811 * \mathrm{l} * \mathrm{Q}^{1{,}85}}{\mathrm{C}^{1{,}85} * \emptyset^{\,4{,}87}}$$

$$\mathrm{Hf} = \frac{1\,743{,}811 * 144{,}41 * 2{,}40^{1{,}85}}{150^{1{,}85} * 3{,}23^{4{,}87}} = 0{,}397 \text{ m}$$

- Presión estática

Es la diferencia de cota entre el nivel cero del agua y la altura, en la cual terminará el diseño.

$$PE = NE - CTf$$

Donde

PE = presión estática
NE = nivel estático
CTf = cota de terreno final

PE = 122,42 – 121,05 = 1,37 m

- Cota piezométrica

La cota piezométrica inicial es la cota inicial de terreno y la piezométrica final es la cota piezométrica inicial menos la pérdida del tramo.

Cpz = NE - Hf
Cpz = 122,42 – 0,397 = 122,02 m

- Presión dinámica

La presión dinámica al inicio de este tramo es uno, pero la presión dinámica al final del tramo se calcula de la siguiente manera.

PD = Cpz – CTf

PD = 122,02 – 121,05 = 0,97 m

- Cálculo de velocidad

La velocidad del agua en las tuberías de distribución, podrá llegar hasta 2,0 m/seg.

$$v = \frac{1{,}974 * Q}{\emptyset^2}$$

$$v = \frac{1{,}974 * 2{,}40}{3{,}23^2} = 0{,}45 \text{ m/s}$$

2.1.10.6. Obras de arte

Estas se detallan en los siguientes subtítulos.

2.1.10.6.1. Captación de la fuente

La captación de cada una de las fuentes se debe realizar por medio de cajas de captación de brote definido, las cuales están compuestas de muros de concreto ciclópeo y sello sanitario de concreto, impermeabilizándolas con mortero 1:2 en las caras exteriores, está integrada por una galería de infiltración

de piedra graduada con el respectivo rebalse y drenaje, la tubería utilizada y detalles de captación están indicados en los planos.

2.1.10.6.2. Caja unificadora

Está integrada por una caja de 1 m x 1 m x 1 m, la que recibirá el caudal proveniente de las cajas de captación, cuenta con desagüe y rebalse, pichacha para tubería de salida y la caja de válvula de compuerta para la salida, las paredes será de concreto ciclópeo, la tapadera de concreto reforzado y con alisado interior e impermeabilizado en las caras exteriores. Ver planos.

2.1.10.6.3. Caja para válvulas

Servirán de protección para las válvulas en las cajas de captación y tanques, se construirá con paredes de mampostería de piedra, tapadera de concreto reforzado y con alisado interior e impermeabilizado en las caras exteriores. Ver planos.

2.1.10.6.4. Válvulas de limpieza

Se usan para extraer los sedimentos que se pueden depositar en las partes bajas de la tubería.

Es importante mencionar que en la red se colocarán puntos o ramales muertos, que quedarán previstos para futuras conexiones, ya que el agua permanecerá estancada por largo tiempo, estas válvulas están compuestas por una tee a la que se conecta lateralmente un niple y una válvula de compuerta que se puede abrir para que por medio del agua, se expulsen de la tubería los sólidos depositados. Para conducciones menores de 51 mm (2”) el diámetro de

la purga será igual al de la conducción y para conducciones mayores de 51 mm (2”), el diámetro de la purga será de 2”.

2.1.10.6.5. Válvulas de aire

Se definen como los aparatos mecánicos con los que se puede iniciar, detener o regular la circulación del paso de líquidos, mediante una pieza movible que abre, cierra y que obstruye en forma parcial uno o más orificios- Tienen la función de permitir el escape de aire que se acumula en las tuberías, el diámetro nominal será el 12 % del diámetro de la conducción, si este valor es menor que el mínimo comercial adquirible, se utilizará este último.

2.1.10.6.6. Conexión domiciliar

En la línea central de la tubería de distribución se debe colocar una tee del diámetro correspondiente a dicha tubería, también se deberá colocar un reducidor de la línea central a tubería de ½”, luego se colocará la de ½” que conectará a la vivienda con la línea central de distribución para llegar a la llave de paso, la cual se utiliza para bloquear la entrada del agua y realizar cualquier tipo de reparación, luego estará la caja para el contador de agua y llave de compuerta.

2.1.11. Elaboración de planos

Se elaboró un juego de planos constructivos, en ellos se contemplan planta, perfiles, detalles constructivos y las especificaciones correspondientes. Fueron elaborados con programa AutoCAD y Civil Land, se dibujaron en hojas formato A1 y se redujeron a formatos doble carta para la inclusión en el apéndice del presente trabajo de graduación.

2.1.12. Elaboración de presupuesto

Está conformado por el costo unitario de cada renglón, integrado por el costo directo y costo indirecto. Los precios de materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal, para los salarios de mano de obra calificada y no calificada, se utilizó con base en los que la Municipalidad tiene para casos similares.

- Costo directo: integrado por los precios de los materiales y de la mano de obra calificada y no calificada.

- Costo indirecto: conformado por un porcentaje del costo directo, que incluye gastos administrativos, dirección técnica, imprevistos y utilidad. El porcentaje que se utilizó para este proyecto es del 35 % del costo directo. Ver presupuesto.

Tabla XII. **Resumen de costos unitarios del sistema de agua potable**

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**
LONGITUD: **3.67 km**
UBICACIÓN: **SECTOR EL MOLINO**
MUNICIPIO: **TECPÁN GUATEMALA**
DEPARTAMENTO: **CHIMALTENANGO**
FECHA: **SEPTIEMBRE, 2014**

RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	SUBTOTAL
1	CAPTACIÓN Y CAJA UNIFICADORA	1.00	Global	Q61,354.09	Q61,354.09
2	TANQUE DE SUCCIÓN	72.00	m³	Q1,766.68	Q127,200.85
3	LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO	569.79	ml	Q129.85	Q73,985.50
4	CASETA DE BOMBEO	1.00	Global	Q23,470.08	Q23,470.08
5	TANQUE DE ALMACENAMIENTO E HIPOCLORADOR	50.00	m³	Q2,014.83	Q100,741.60
6	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	2,780.56	ml	Q58.12	Q161,601.44
7	VÁLVULA DE LIMPIEZA	5.00	Unidad	Q2,046.51	Q10,232.55
8	VÁLVULA DE AIRE	2.00	Unidad	Q1,990.59	Q3,981.17
9	CONEXIÓN DOMICILIAR	125.00	Unidad	Q1,144.90	Q143,112.05
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					**Q705,679.35**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Resumen general del sistema de agua potable**

RESUMEN GENERAL

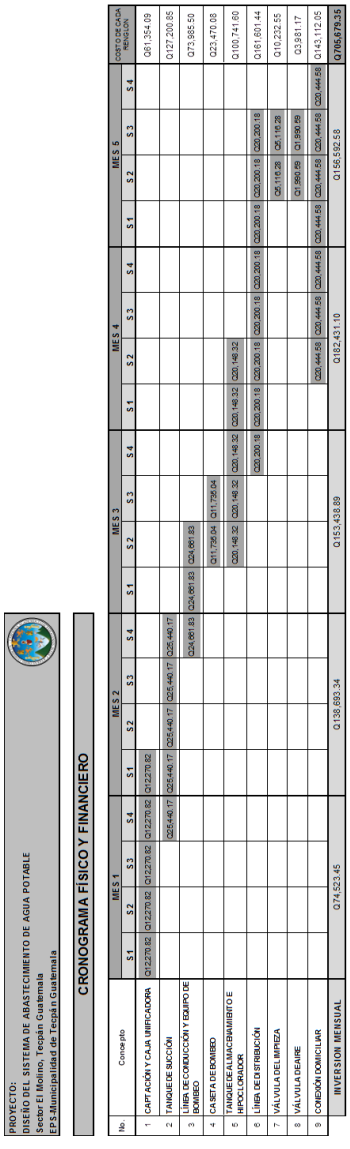
Materiales	Q321,757.87
Mano de obra no calificada	Q77,160.15
Mano de obra calificada	Q123,807.43
COSTO DIRECTO	**Q522,725.44**
COSTO INDIRECTO	**Q182,953.90**
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	**Q705,679.35**

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. Cronograma físico y financiero

En la siguiente tabla se detalla el cronograma correspondiente del proyecto.

Tabla XIV. **Cronograma del sistema de agua potable**



PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
Sector El Molino, Tecpán Guatemala
EPS Municipalidad de Tecpán Guatemala

CRONOGRAMA FÍSICO Y FINANCIERO

No.	Concepto	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				COSTO DE CADA RENGLÓN
		S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
1	CAPTACIÓN Y CAJA UNIFICADORA	Q12,276.82	Q12,276.82	Q12,276.82	Q12,276.82	Q12,276.82																Q61,354.09
2	TANQUE DE SUCCIÓN				Q25,440.17	Q25,440.17	Q25,440.17	Q25,440.17														Q127,200.85
3	LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO								Q24,661.83	Q24,661.83	Q24,661.83											Q73,985.50
4	CASETA DE BOMBEO											Q11,735.64	Q11,735.64									Q23,470.68
5	TANQUE DE ALMACENAMIENTO E HIPOCLORADOR										Q20,148.32	Q20,148.32	Q20,148.32	Q20,148.32	Q20,148.32							Q100,741.60
6	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN												Q30,200.18	Q30,200.18	Q30,200.18	Q30,200.18	Q30,200.18	Q30,200.18	Q30,200.18	Q30,200.18	Q30,200.18	Q161,601.44
7	VÁLVULA DEL IMPREZA																		Q5,116.28	Q5,116.28		Q10,232.55
8	VÁLVULA DESARE																		Q1,995.59	Q1,995.59		Q3,991.17
9	CONEXIÓN DOMICILIAR													Q20,444.58	Q20,444.58	Q20,444.58	Q20,444.58	Q20,444.58	Q20,444.58	Q20,444.58	Q20,444.58	Q143,112.05
	INVERSIÓN MENSUAL	Q74,523.45				Q138,693.34				Q153,438.89				Q182,431.10				Q155,592.58				Q705,679.35

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Programa de mantenimiento

Un sistema de agua potable no es solamente la fase de construcción, se le debe dar una operación y un mantenimiento adecuado para garantiza el buen funcionamiento y así evitar daños al equipo de bombeo y accesorios que lo componen.

- Mantenimiento preventivo: consiste en una serie de acciones de conservación que se realizan con una frecuencia determinada en las instalaciones y equipos para evitar:
  - Daños que pueden ser de difícil y costosa reparación
  - Disminuir los efectos dañinos
  - Asegurar la continuidad del servicio de agua potable

- Mantenimiento correctivo: son los trabajos que se realizan para reparar daños que no se han podido evitar con el mantenimiento preventivo y que pueden suceder por:
  - Accidente naturales (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
  - Deterioro de los diferentes componentes
  - Desgaste (daño de accesorios)

- Mantenimiento del área de captación
  - Alrededor del área de captación

    Cada quince días:
    - Verificar si hay fuentes de contaminación, como aguas negras, animales muertos, basura.
    - Observar si hay deforestación (tala de árboles): limpiar el área de plantas, árboles y piedras.

Cada dos meses:

- Revisar el cerco de protección y repararlo de ser necesario.

- Lecho filtrante

  Cada quince días:

  - Revisar la capa del sello para verificar si no hay taponamiento
  - Verificar si las raíces de árboles no se han introducido al sello sanitario.

- Muro y caja de unificación

  Cada cuatro meses:

  - Revisar las estructuras para verificar si hay grietas o roturas
  - Observar si hay agua estancada o derrumbes
  - Reparar las partes dañadas, retirar derrumbes y agua estancada.

- Mantenimiento de válvulas: en un sistema de agua potable se requiere una buena operación de los diferentes mecanismos y accesorios que forman parte del acueducto, por eso cada tres meses:
  - Revisar si hay fugas o faltan piezas
  - Verificar el buen funcionamiento abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.
  - En ambos casos se deben reparar o cambiar la válvula defectuosa

- Válvula de chorro: debe funcionar sin goteo, para evitar desperdicios de agua. Para reparar una válvula de chorro se debe:
  - Cerrar el flujo con llave de paso
  - Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo
  - Revisar el empaque al final del vástago
  - Si está gastado o roto proceder a cambiarlo

- Instalar el nuevo empaque
- Colocar y ajustar la corona con el vástago
- Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso
- Verificar que no exista ningún goteo en alguna conexión o empaque

- Caja de válvulas: cada tres meses
  - Revisar las paredes de la caja
  - Revisar las tapaderas
  - Revisar aldabones para candados
  - Revisar candados
  - Revisar si hay agua empozada
  - Limpiar el piso y drenar el agua empozada
  - Reparar las fugas
  - Limpiar los candados con gas y engrasarlos

- Mantenimiento del tanque de distribución: cada tres meses
  - Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó
  - Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:
    - Cerrar la válvula del hipoclorador
    - Abrir válvula de desagüe
    - Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico
    - Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo
    - Cerrar válvula de desagüe
    - Abrir válvula del hipoclorador
    - Abrir válvula de salida

- Mantenimiento del hipoclorador: cada tres días
  - Preparar la dosificación correspondiente

- Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador
- Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0,20 miligramos por litro, en la parte más lejana del proyecto.

Cada semana:

- Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.
- Verificar que no existan fugas
- Verificar el nivel de la solución en el depósito

Cada mes:

- Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación.
- Verificar la concertación de cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que tenga la concertación de cloro libre residual no menor de 0,20 miligramos por litro en el punto más lejano de la red de distribución.

- Mantenimiento de la línea de bombeo y distribución: cada mes, revisar el recorrido completamente de la línea, para:
  - Verificar si hay fugas
  - Verificar el estado de la tubería
  - Proceder a reparar las fugas en la tubería

- Para reparar daños en tubos de PVC, se necesita lo siguiente:
  - Sierra
  - Niple PVC
  - Solvente o pegamento

Se procede de la siguiente forma:

- Descubrir el tubo un metro en ambos lados de la fuga
- Cortar un pedazo de treinta centímetros aproximadamente
- Hacer una campana con calor en ambos extremos
- Empalme de tubería: habiendo preparado el niple con la campana, se procede de la siguiente forma:
    - Eliminar rebabas de los cortes
    - Limpiar los extremos con un trapo
    - Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería y
    - Slvente dentro de la campana
    - Mantener la presión y dejar secar

2.1.15. Propuesta de tarifa

Para que un sistema de agua potable sea sostenible y este en buen funcionamiento durante el período para el cual se diseña, se requiere de un fondo para operar el sistema y darle mantenimiento, para obtener este recurso se debe establecer el pago mensual de una tarifa por usuario.

Se calculará la tarifa de acuerdo a los siguientes gastos y costos:

- Energía eléctrica

El costo de energía eléctrica de la bomba se calcula de la siguiente forma: El motor a utilizar es de 2,5 Hp, lo que equivale a 1 865 Watts.

$$(1{,}865\ \mathrm{Kw}) * \left(2{,}03\ \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{kwh}}\right) * (8\mathrm{h}) = 36{,}34\ \mathrm{Q/día} = \mathrm{Q}\ 1\,090{,}20 / \mathrm{mes}$$

- Hipoclorito de calcio

La cloración del agua será por medio de tabletas de hipoclorito de calcio al 68 % de ingrediente con un peso de 300 gr por tableta, por lo cual se tiene:

24,66 gr/hr * 24 hr/día * 30 días/mes = 17 755,20 gr/mes * 1 tableta/300 gr = 59 tabletas

59 tabletas = 17 700 gramos = 39 libras

Costo de 100 libras de hipoclorito de calcio $Ca(ClO)_2$ = Q 1 500,00

Costo mensual de la cloración = 39 libras * Q 15 / libra = Q 585,00 / mes

- Costo de operación

Contempla el pago mensual de un fontanero para efectuar revisiones constantes al sistema y operar el sistema de cloración.

$$\mathrm{Co} = \left(\frac{\mathrm{L}}{3} + \frac{\mathrm{Nc}}{20}\right) * \mathrm{Pf} * 1{,}43$$

Donde

Co = costo de operación
L = longitud de la tubería en kilómetros
Nc = número de conexiones
Pf = pago de fontanero
1,43 = factor de prestaciones

$$\mathrm{Co} = \left(\frac{3{,}67}{3} + \frac{125}{20}\right) * 100 * 1{,}43 = \text{Q 1 069/mes}$$

- Costo de mantenimiento

Se estima el quince por millar del costo del proyecto presupuestado, este fondo será utilizado para la compra de materiales cuando haya necesidad de reparar averías o hacer mejoras en la red.

$$\mathrm{Cm} = 0{,}015 * \frac{\mathrm{C}}{\mathrm{P}}$$

Donde

Cm = costo de mantenimiento
0,015 = quince por millar
C = costo total del proyecto
P = período de diseño en años

$$\mathrm{Cm} = 0{,}015 * \frac{70\ 679{,}35}{21} = \text{Q } 504{,}06/\text{mes}$$

- Tarifa por vivienda mensual

Para encontrar la tarifa mensual que pagará cada usuario, se suman todas las anteriores y se divide entre el número de usuarios.

Costo de energía eléctrica	Q 1 090,20
Costo de hipoclorito de calcio	Q 585,00
Costo de operación	Q 1 069,00
Costo de mantenimiento	Q 504,06
Total	Q 3 248,26

Dividiendo el total de Q 3 248,26 entre 125 servicios da Q 26,00, este valor se puede redondear a Q 30,00, tomando en cuenta la inflación.

Tarifa = Q 30,00 / mes

2.1.16. Evaluación socioeconómica

Tiene como propósito principal identificar los beneficios y luego valorizarlos adecuadamente, para elaborar indicadores de la rentabilidad social, a través del análisis de costo beneficio. Los beneficios se verifican a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta la utilización para el período de diseño.

Con relación a los costos se distinguen básicamente en

- Costos de inversión: son en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir, los que se ejecutan entre el primer desembolso y el momento en que se pone a funcionar el proyecto.
- Costos de mantenimiento: son los que se deben hacer para reponer los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante la vida útil.
- Costos de operación: son los que necesariamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que este siga aportando los beneficios previstos en la evaluación.

2.1.16.1. Valor Presente Neto

Se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo), menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo), es la suma algebraica de los flujos de efectivo futuros (positivos y negativos) al valor presente, incluyendo en esta suma el egreso inicial de la inversión, este método es utilizado para determinar el valor actual de futuros ingresos y egresos.

Para el presente proyecto el cálculo del VPN se hará de la siguiente manera: la inversión total del proyecto es de Q 705 679,35, el costo de funcionamiento mensual es de Q 1 675,20 que es la suma de energía eléctrica y costo de tratamiento, el costo de operación Q 1 069,00 y el costo de mantenimiento Q 504,06, por la instalación de cada servicio de agua se cobrará Q 800,00, la tarifa mensual será de Q 30,00. La vida útil del proyecto es de 20 años, con una tasa de interés 6 % anual.

Tabla XV. **Valor Presente Neto (VPN)**

Descripción	Operación	Resultado
Costo inicial		Q 705 679,35
Ingreso inicial	(Q 800 / viv) x (125 viv)	Q 100 000,00
Costo anual	(Q 1 675,20 + Q 1 069 + Q504,06 /mes) x (12 meses)	Q 38 979,12
Ingreso anual	(Q 30 / viv) x (125 viv) x (12 meses)	Q 45 000,00
Vida útil		20 años
Interés		6 %

Fuente: elaboración propia.

Se utiliza signo negativo para los egresos y signo positivo para los ingresos, entonces se tiene:

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\ (P/A,\ 6\ \%,20)$$

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\left[\frac{(1+0{,}06)^{20}-1}{0{,}06(1+0{,}06)^{20}}\right]$$

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\ (11{,}4\ 699) = -\ Q\ 536\ 620{,}46$$

En conclusión se tienen pérdidas para el desarrollo del proyecto de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino Tecpán, Guatemala, al realizar el estudio del Valor Presente Neto, pero tiene justificación al ser un proyecto de beneficio social para la comunidad.

2.1.16.2. Tasa Interna de Retorno

Es igual a la suma de los ingresos con la suma de los egresos actualizados, igualando al egreso inicial, también se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

El proyecto es rentable cuando la TIR es mayor que la tasa de costo de capital, dado que se ganará más ejecutando el proyecto, que efectuando otro tipo de inversión.

Para el presente proyecto se tiene una inversión total de Q 705 679,35 un ingreso inicial de Q 100 000,00, un costo anual de Q 38 979,12 y un ingreso anual de Q 45 000,00, con una vida útil de servicio de 20 años.

Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la Tasa Interna de Retorno (TIR).

- Se utiliza una tasa de interés de -11 %

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\ (P/A,-11\ \%, 20)$$

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\left[\frac{(1-0{,}11)^{20}-1}{-0{,}11(1-0{,}11)^{20}}\right]$$

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\ (84{,}4081) = -\ Q\ 97\ 468{,}31$$

- Se utiliza una tasa de interés de -13 %

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\ (P/A,-13\ \%\ 20)$$

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\left[\frac{(1-0{,}13)^{20}-1}{-0{,}13(1-0{,}13)^{20}}\right]$$

$$VPN = -Q\ 605\ 679{,}35 + Q\ 6\ 020{,}88\ (116{,}9517) = Q\ 98\ 472{,}80$$

Se determina el valor de i

$$TIR = -0{,}13 + \frac{0{,}02(98\ 472{,}80)}{195\ 941{,}11} = -0{,}1199$$

TIR =-11,99 %

La Tasa Interna de Retorno es negativa, como ya se mencionó antes el proyecto de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino Tecpán Guatemala, es de carácter social, porque con ninguna tasa de interés, se pueden tener ganancias.

2.1.17. Evaluación de Impacto Ambiental

Un impacto ambiental es cualquier alteración a las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Para los proyectos de infraestructura en el sector de agua potable no se presentan impactos ambientales adversos de gran magnitud que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o del medio ambiente, sino al contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad a la población de la comunidad.

En la etapa de construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario preparar los terrenos donde se instalará la fuente de agua. El tanque de almacenamiento que no debiera generar impactos significativos en el medio ambiente, como la tubería de la red de distribución y de este, a las conexiones a las viviendas con la instalación de tubería de muy poca envergadura y que no afecta el desplazamiento de la población o fauna del lugar, Sin embargo, buenas medidas constructivas y de mitigación hacen poco probable la generación de impactos.

- Descripción del ambiente físico: constituyen los elementos del entorno del medio ambiente que es todo aquello que rodea al proyecto del abastecimiento de agua potable. Este ambiente está constituido desde la captación que afectará el manantial, tanque de almacenamiento, red de distribución y conexiones domiciliares, todo el entorno del proyecto, el ambiente físico se debe cuidar para mantener limpio el lugar del proyecto.

- Identificación de riesgos y amenazas: al identificar y evaluar las amenazas que inciden sobre el área del sistema del diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son:

    - El agua: debido a que existe un río y fuentes superficiales pequeñas que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo.

    - El suelo: si impactará negativamente el mismo sino se verifica la etapa del zanjeo, aunque será solamente en la etapa de construcción y los efectos son fácilmente prevenibles.

    - Salud: hay un impacto relativamente pequeño en la salud en la etapa de construcción, que debido al movimiento de tierras se producirá polvo en las sucesivas etapas del proyecto.

- Impactos negativos: se dan solo en la etapa de construcción del proyecto, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y este a la vez, provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento.

- Vulnerabilidad: de un sistema de agua potable puede ser física, operativa u organizativa, depende de las características estructurales, recursos con los que se cuenta para el manejo de los sistemas en caso de desastre, capacitación del personal y métodos operativos, el objeto de tal estimación, a partir de la evaluación de los posibles efectos de la amenaza, es el de contar con la identificación de ciertas medidas de mitigación que puedan adoptarse.

- Medidas de mitigación: consideradas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar, para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos, son las siguientes:

    - Para evitar las polvaredas, será necesario programar adecuadamente el horario de las labores de zanjeo, las que deberán efectuarse en el tiempo más corto posible, compactándose adecuadamente las mismas para evitar el arrastre de partículas por el viento.
    - Que las obras no perjudiquen ni entorpezcan el aprovechamiento de agua para otros fines, como el riego o la recreación.
    - Recuperar el espacio público afectado una vez finalizada la actividad, retirando todos los materiales y residuos que se provocaron, reutilizando la mayor cantidad de residuos de excavaciones.
    - Deberá de capacitarse al o a las personas encargadas del mantenimiento del sistema, referente al manejo de las fugas que puedan existir y reparaciones menores.
    - Se deben realizar reuniones con los trabajadores al inicio de la construcción de la obra y reforzar con charlas breves al inicio de la

jornada en cada uno de los frentes de trabajo acerca de buenas prácticas ambientales.

- Reforestación del área de la cuenca y alrededor de ella
- Circular el área de la captación para evitar el ingreso de animales y de personas ajenas al proyecto.
- Potabilizar el agua de manera que sea apta para el consumo humano.

- Manejo y disposición final de desechos: durante la etapa de construcción se generarán desechos sólidos originados en las tareas de preparación de concreto y en la limpieza del área, también basura de tipo domiciliar generada por los trabajadores en la preparación de los alimentos, también material de desperdicio en la excavación para la instalación de tuberías y la construcción de cajas de concreto para las válvulas de aire y limpieza, este tipo de basura y desechos serán transportados al basurero municipal de la localidad.

2.2. Diseño de puente vehicular Las Llanuras, kilómetro 86, ruta Interamericana, Tecpán Guatemala, Chimaltenango

En los siguientes subtítulos se realiza la descripción del diseño del puente vehicular.

2.2.1. Descripción del proyecto

Tiene como finalidad cruzar el río La Giralda, logrando una vía de comunicación directa entre la cabecera municipal de Tecpán Guatemala y las aldeas de Panimacoc, Panabajal, Xetonox y Asunción Manzanales en cualquier época del año, beneficiando así a los habitantes del sector Las Llanuras.

El diseño consiste en un puente vehicular de concreto bajo las normas de carga viva de AASHTO HS 15-44, con una luz total de 14 metros con 13,20 de luz libre y ancho total de 5 metros con un ancho útil de rodadura de 3,50 metros, compuesto por elementos estructurales divididos en superestructura y subestructura.

La superestructura está compuesta por una losa de 0,20 metros de espesor, acera peatonal con los respectivos barandales, dos vigas simplemente apoyadas con una sección de 0,40 x 1,00 metro, cuenta con tres diafragmas, dos externos y un interno, todos los elementos descritos de concreto reforzado.

La subestructura estará compuesta de estribos y aletones de concreto ciclópeo, vigas de apoyo y cortinas de concreto armado en los extremos.

2.2.2. Criterios y especificaciones para el diseño de puentes de concreto de sección en viga y losa

Son recomendaciones necesarias para obtener un adecuado análisis y diseño, basado en códigos de construcción (AASHTO, ACI 318-05), siendo los siguientes:

- Carga viva: se utilizó una carga viva de diseño HS15-44 (AASHTO) equivalente a 12 000 libras en el eje más pesado.

- Recubrimientos: en vigas principales, de apoyo, diafragmas y cortina, el recubrimiento será de 5 cm., en losa, banqueta y postes de baranda, el recubrimiento será de 2,5 cm. AASTHO 5.12.3, ACI capítulo 7.7.1

- Empalmes: los empalmes por traslape de las barras individuales del paquete no deben sobreponerse, tampoco empalmarse por traslapo paquetes enteros, las barras en un manojo deben terminar en puntos diferentes, los empalmes de traslape y las barras, deben colocarse en contacto entre si y amarrarse con alambre, en elementos sometidos a flexión las barras empalmadas por traslapo que no quedan en contacto entre si, no deben separarse transversalmente a la menor de 1/5 de la longitud de empalme por traslapo requerida o 15 cm. AASTHO 5.11.5.2.1, ACI capítulo 12.14

- Ganchos: los dobleces deberán ser hechos en frío, dobles de 180° más una extensión de 4 diámetros de la varilla, pero no menor a 6,5 cm., dobles de 90° más una extensión de 12 diámetros de la varilla, estribos de 135° más extensión de 6 diámetros de la varilla en el extremo libre de la varilla. AASTHO 5.11.2.4-1, ACI capítulo 7.1

- Longitud de desarrollo: la armadura se deberá prolongar más allá del punto en el cual ya no se requiere para resistir flexión en una distancia no menor que la profundidad efectiva del elemento, 15 veces el diámetro nominal de la barra o 1/20 de la luz libre del tramo. AASTHO 5.11.1.2.1, ACI capítulo 12.2

Para la superestructura se debe tomar en cuenta que:

- La acera y el barandal se deben construir posteriormente a que las vigas se hayan deflectado libremente.
- Se debe colocar una capa de concreto de 5 centímetros para que la superficie de rodadura sea la adecuada y eliminar irregularidades en la superficie de la losa.

- Todos los elementos de acero estructural no embebidos en el concreto del puente, deberán cubrirse con dos capas de pintura anticorrosivas de diferente color, exceptuando los pernos, que deberán dejarse correctamente engrasados.

Para la subestructura se debe tomar en cuenta que:

- Los estribos deben ser diseñados para la capacidad soporte establecida en el estudio de suelo.
- Deberá evitarse la explotación de los bancos de materiales circundantes a las riberas del río, para evitar posibles socavaciones en el futuro.
- No se debe permitir la destrucción de los bancos de materiales, de manera que las excavaciones sean del tamaño estrictamente necesario para acomodar los estribos.
- Deberá proporcionarse adecuado drenaje a los estribos para evitar presiones nocivas a la estructura.

2.2.3. Estudios preliminares para el diseño del puente vehicular

Los estudios realizados para el diseño del puente son los siguientes:

2.2.3.1. Levantamiento topográfico

La base para cualquier proyecto de la ingeniería civil es el levantamiento topográfico, por lo tanto, la importancia de la realización del mismo para efectuar el diseño del puente vehicular, el levantamiento sirve para visualizar gráficamente los posibles puntos de ubicación de la obra y la geometría del

lugar en estudio; en este proyecto se utilizó el método de conservación de azimut para planimetría y taquimetría para altimetría.

Con los datos obtenidos en campo se procedió a dibujar, creando el polígono y curvas de nivel del terreno, se dibujó el perfil general del terreno con el puente, las secciones transversales por medio del eje central del río.

2.2.3.1.1. Planimetría

Tiene como finalidad definir la proyección horizontal del puente, es decir, localizarlo dentro de la sección del río, con el propósito de ubicarlo en posición óptima.

2.2.3.1.2. Altimetría

Se trazó un eje central, tomando como referencia 100 metros río arriba y 100 metros río abajo, luego se trazaron secciones transversales a cada 20 metros debido a la pendiente topográfica del río.

2.2.3.1.3. Secciones transversales y curvas de nivel

Las secciones transversales aguas arriba y abajo sobre el eje central del río, visualizan la forma del terreno que puede afectar directamente el diseño del puente y las curvas de nivel, representan el relieve que unen los puntos que comprenden la superficie que está directamente relacionada con la localización del puente.

2.2.3.2. Estudio hidrológico

En el diseño de puentes el dato más útil en el perfil transversal del cauce, es el que corresponde al tirante de agua para calcular la luz y altura del puente, que también se utiliza para el cálculo del caudal. A continuación se definen estos dos elementos indispensables para el diseño del puente vehicular.

2.2.3.2.1. Crecientes

El estudio hidrológico para el control de aguas está relacionado con la mitigación de los efectos adversos causados por caudales altos o crecientes, se considera que una creciente es cualquier caudal alto que desborde los terraplenes, ya sean artificiales o naturales a lo largo de la corriente.

Las crecientes en un río pueden dividirse en tres tipos, las cuales se muestran a continuación:

- Crecida normal: la que mantiene el río y varía muy poco
- Crecida máxima: es la que ocurre casi anualmente en invierno
- Crecida máxima extraordinaria: es la que ocurre cuando se da un fenómeno natural (lluvias muy intensas).

El método utilizado en el proyecto será el de sección pendiente, ya que, no se contó con algún tipo de aforo, para la aplicación se requiere contar con la topografía del lugar y las marcas de nivel máximo del agua durante el paso de una avenida, la elevación máxima del río que se informó fue de 1,75 metros sobre el lecho del río.

2.2.3.2.2. Caudal máximo

El caudal de diseño constituye otro de los parámetros de gran importancia, conjuntamente con el estudio topográfico, para la determinación de la geometría de los elementos de la superestructura y la subestructura.

Método sección pendiente:

Surgió de la necesidad de estimar crecidas de ríos, donde prácticamente no se tienen datos suficientes para efectuar un cálculo de confianza y donde se puede aplicar un buen margen de seguridad.

Para la determinación de crecidas por este método, se necesita determinar la máxima altura de agua alcanzada por una corriente en el pasado, la cual se mencionó anteriormente y es de 1,75 metros.

Una vez determinada la altura máxima, se obtiene el valor del área de la sección de la corriente, en la misma forma como se hace en los aforos, para obtener el caudal máximo, se utiliza la fórmula Q= V x A, el valor de la velocidad V de la corriente se obtiene por medio de la fórmula de Manning, lo que se muestra a continuación:

$$Q = V * A$$

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde

V = velocidad (m/s)

R = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad

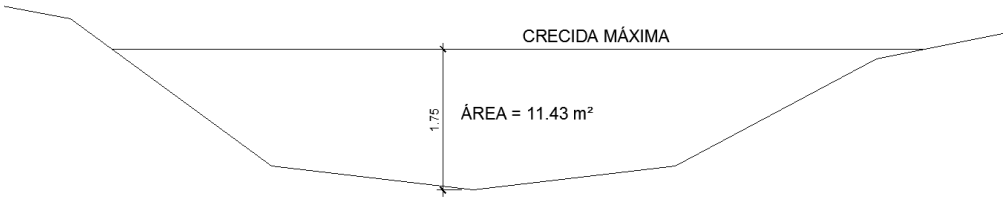
S = pendiente

A = área de la sección de la corriente.

Pendiente: es el promedio de las tres pendientes que sobresalen en el perfil del lecho del río. Ver plano de altimetría. S = 1,93 %

Área: se calcula a partir de la sección transversal donde se construirá el puente, que es obtenida del levantamiento topográfico, la crecida máxima es de 1,75 m, se determinó por medio de los rastros naturales y por comentarios de personas del lugar, se obtiene A = 11,43 m²

Figura 6. **Sección transversal del río**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Perímetro mojado = 10,93 m

Coeficiente de rugosidad = 0,045

Radio hidráulico = $\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{Pm}} = \frac{11,43}{10,93}$ = 1,04 m

$V=\frac{1}{0,045} * 1,04^{\frac{2}{3}} * 0,0193^{\frac{1}{2}}$ = 3,17 m/s

$Q_{crecidamáxima} = 3,17\ \mathrm{m/s} * 11,43\mathrm{m}^2 = 36,23\ \frac{\mathrm{m}^3}{\mathrm{s}}$

La altura máxima de las crecidas será de 1,75 metros, entonces se considerará una altura libre sobre el nivel del agua de 2,00 metros para el puente, con una altura total desde el lecho del río de 3,75 metros.

2.2.3.3. Estudio del suelo

Se realizó un pozo a cielo abierto a una profundidad de 2,50 metros para obtener una muestra inalterada del suelo de 1 pie cúbico, a la cual se le realizan pruebas de laboratorio para saber las características físicas y mecánicas, la prueba que se llevó a cabo en el laboratorio es el ensayo de compresión triaxial, el cual es el no consolidado y no drenado.

2.2.3.3.1. Valor soporte del suelo

Datos obtenidos del ensayo de compresión triaxial:

Descripción del suelo:	Arena limo arcillosa color café oscuro
Ángulo de fricción interna (∅):	18,06°
Cohesión (Cu):	3,19 $\frac{T}{m^2}$
Densidad seca (γs):	1,14 $\frac{T}{m^3}$
Base (B):	2,50 m
Desplante (Df):	2,50 m
Factor de Seguridad (FS):	3

- Factores de capacidad de carga:
  - Factor de flujo de carga (Nq):

$$Nq = \tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right) e^{\pi \tan \emptyset}$$

Nq =$\tan^2\left(45+\frac{18,06}{2}\right)e^{\pi\tan 18,06}$ = 5,29

- Factor de flujo de carga última (Nc):

  Nc=$(\mathrm{Nq}-1)\cot\emptyset$

  Nc=$(5,29-1)\cot 18,06$ = 13,16

- Factor de flujo de γ (Nγ):

  Nγ=$2(\mathrm{Nq}+1)\tan\emptyset$

  Nγ=$2(5,29+1)\tan 18,06$ = 4,10

- Factores de profundidad:

  Fcd =$1+0,4\left(\frac{\mathrm{Df}}{\mathrm{B}}\right)$

  Fcd =$1+0,4\left(\frac{2,5}{2,5}\right)$ = 1,40

  Fqd =$1+2\tan\emptyset\,(1-\mathrm{sen}\emptyset)^2*\frac{\mathrm{Df}}{\mathrm{B}}$;

  Fqd =$1+2\tan 18,06\,(1-\mathrm{sen}18,06)^2*\frac{2,5}{2,5}$ = 1,31

  Fγd = 1

- Factores de forma:

  Fcs = $1+\left(\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{L}}\right)\left(\frac{\mathrm{Nq}}{\mathrm{Nc}}\right)$; Fcs = $1+\left(\frac{2,5}{5}\right)\left(\frac{5,29}{13,16}\right)$= 1,20

  Fqs =$1+\left(\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{L}}\right)(\tan\emptyset)$; Fqs =$1+\left(\frac{2,5}{5}\right)(\tan 18,06)$ = 1,16

  Fγs = $1-0,40\left(\frac{\mathrm{B}}{\mathrm{L}}\right)$; Fγs = $1-0,40\left(\frac{2,5}{5}\right)$ = 0,80

- Presión del suelo:

  qo = $\gamma s*\mathrm{h}$

  qo = $1,14\frac{\mathrm{T}}{\mathrm{m}^3}*2,5\mathrm{m}$ = $2,85\frac{\mathrm{T}}{\mathrm{m}^2}$

- Valor soporte:

  Qadm = $\frac{qh}{FS} + qo$

  Qh = C Nc Fcs Fcd Fcγ + qoNqFqsFqdFqi + 1/2 γs B Fγs Nγ Fγd Fγi

  C Nc Fcs Fcd Fcγ = (3,19) (13,16) (1,20) (1,40) = 70,53 $\frac{T}{m^2}$

  qoNqFqsFqdFqi = (2,85) (5,29) (1,16) (1,31) = 22,91 $\frac{T}{m^2}$

  1/2 γs B Fγs Nγ Fγd Fγi = (1/2) (1,14) (2,50) (0,80) (4,10) (1) = 4,67 $\frac{T}{m^2}$

  Qh = 70,53 + 22,91 + 4,67 = 98,11 $\frac{T}{m^2}$

  Qadm = $\frac{98,11}{3} + 2,85$ = 35,55 $\frac{T}{m^2}$

  El valor soporte del suelo es de 35,55 $\mathbf{\frac{T}{m^2}}$

El esfuerzo cortante es la máxima resistencia que un suelo puede resistir ante una falla al deslizamiento, el diagrama de Mohr que resultó del ensayo triaxial representa el esfuerzo cortante sobre el plano de falla como una función lineal del esfuerzo normal, son importantes el valor del ángulo de fricción interna y la cohesión, a mayor ángulo aumenta el esfuerzo cortante y en consecuencia el valor soporte del suelo incrementaría.

El valor soporte está directamente relacionado con el tipo de suelo donde será construido el puente vehicular, siendo denominado como arena limo arcillosa color café oscuro.

Según la AASHTO es un suelo clasificado como A-4: material limoso sin grava ni arena gruesa, contiene algo de arena fina y mediana, el contenido de arcilla no es elevado, según SUCS está dentro del grupo denominado SC-SM: arena con finos, mezcla de arena limo y arcilla con menos del 15 % de grava. El

valor soporte calculado equivale a 3,30 Ton/pie², que también es clasificado como una arena fina movediza drenada.

Tabla XVI. **Valor soporte permisible según tipo de suelo**

MATERIAL DEL SUELO	T/M²	OBSERVACIONES
Roca sana	645	----------
Roca regular	430	----------
Roca intermedia	215	----------
Roca agrietada y porosa	22-86	----------
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* p. 193.

2.2.4. Diseño del puente vehicular

En los siguientes subtítulos se detalla el diseño del puente vehicular para la comunidad.

2.2.4.1. Datos y especificaciones

El proyecto del puente vehicular estará constituido por una vía, con los siguientes datos para el diseño:

Tabla XVII. **Bases de diseño puente vehicular**

Luz total	14,00 m
Luz libre	13,20 m
Ancho total	5,00 m
Ancho de rodadura	3,50 m
Peso del concreto ciclópeo (Wciclópeo)	2 700 kg/m³
Peso del concreto armado (Wconcreto)	2 400 kg/m³
Peso específico del suelo	1 140 kg/m³
Capacidad soporte de diseño	35 550 kg/m²
Esfuerzo máximo del concreto f´c (3,000 psi)	210 kg/cm²
Esfuerzo de influencia del acero F´y (40,000psi)	2 810 kg/cm²
Sobrecarga	HS 15-44

Fuente: elaboración propia.

Para el diseño de las vigas principales se tomará esfuerzo máximo del concreto f´c de 280 kg/cm² (4 000 PSI) y el esfuerzo de fluencia del acero F´y de 2 810 kg/cm² (40,000 PSI), el diseño del puente vehicular se basa en las Normas AASHTO y para los elementos de concreto con el ACI.

2.2.4.2. Líneas de influencia

Las cargas vivas no son las mismas para todos los componentes de la estructura, ya que existen determinados puntos críticos donde la carga viva es mayor porque la misma no es estacionaria, sino que se mantiene en movimiento de un lado a otro.

Una de las técnicas utilizadas para determinar dónde se encuentran estas fuerzas críticas, es por medio del uso de determinados diagramas como lo son las líneas de influencia.

- Función de influencia: se define como el efecto en un punto como función de la posición de la carga unitaria.
- Línea de influencia: es el ploteo de todas las funciones de influencia unidos entre sí por una línea continua, es un efecto estructural tal como fuerza interna, reacción o deflexión, ploteado como función de la carga unitaria que la causa.
- Líneas de influencia por cuerpo libre: constituye el análisis básico, consiste en considerar el equilibrio de los cuerpos libres sobre los cuales la carga unitaria se está aplicando en diferentes puntos, es usual definirla en función de las diferentes x.

2.2.4.3. Diseño de la superestructura

Las características de diseño se detallan en los siguientes subtítulos.

2.2.4.3.1. Diseño de losa

- Cálculo de peralte: la tabla 8.9.2 de AASHTO: espesor de losa, define que para losas continuas con refuerzo principal perpendicular a la dirección del tránsito.

$$t = 1{,}2 \left(\frac{S+3{,}05}{30}\right) \geq 0{,}174 \text{ m}$$

Donde

t = espesor de losa (m)
S= distancia libre entre vigas (m); asumir 1,90 m

$$t = 1{,}2 \left(\frac{1{,}90+3{,}05}{30}\right) = 0{,}198 \text{ m}$$

Se propone utilizar 0,20 m

- Peralte efectivo: es el espesor de la losa desde el centro de la varilla de refuerzo de la cama inferior hasta la orilla superior de la losa.

$$d = t - \text{recubrimiento} - \varnothing / 2$$

Donde

t = espesor de losa (m)
∅ = diámetro de varilla Núm.4

$$d = 0{,}20 - 0{,}025 - 0{,}0127/2$$

$$d = 0{,}16865 \text{ m}$$

- Cálculo de momentos: las cargas para el análisis de los momentos son: carga muerta, viva y de impacto, estos valores se tomarán para una franja de un metro.

- Carga muerta = Wm

W carpeta de rodadura = (0,05m) x (2 400 kg/m³) x (1m) = 120 kg/m
W losa = (0,20m) x (2 400 kg/m³) x (1m) = 480 kg/m
W barandal = 40 kg/m

Wm = 640 kg/m

Para el cálculo de momentos por carga muerta, se utilizan las siguientes fórmulas, con el modelo en voladizo:

$$Mcm = \frac{Wcm * S^2}{10} \quad ; \quad Mcm = \frac{Wcm * L^2}{2}$$

Donde

Wcm = 640 kg/m

S = distancia entre vigas a ejes (m) = 2,30 m

L = longitud del voladizo (m) = 1,35 m

$Mcm = \frac{640 * 2{,}30^2}{10}$ = 338,56 kg-m

$Mcm = \frac{640 * 1{,}35^2}{2}$ = 583,20 kg-m

Se toma el mayor, Mcm = 583,20 kg-m

- Carga viva = Wv: la carga viva se toma como puntual y corresponde a la carga HS 15-44, P = 12 000.00 lb.

Según especificaciones de la norma AASTHO 3.24.3.1

$$Mcv = \left(\frac{0{,}80\ (S+2)}{32}\right) * P$$

Donde

Mcv = momento por carga viva

S = luz libre entre vigas (pies)

P = peso del eje más pesado (lb)

Mcv = $\left(\frac{0{,}80\ (6{,}232+2)}{32}\right) * \ 12\ 000$ = 2 469,60 lb-pie

Mcv= 2 469,60 lb-pie

Mcv= 341,43 kg-m

- Momento debido al impacto:

Está especificado como un porcentaje de la carga viva y debe ser menor o igual al 30 %, según la AASHTO 3.8.2.1

$$I = \left(\frac{15{,}24}{S+38}\right)$$

Donde

I = fracción de impacto

S = distancia entre vigas (m) = 1,90m

$$I = \left(\frac{15{,}24}{1{,}90+38}\right) = 0{,}38$$

Como la fracción de impacto es del 38 %, entonces se usara el 30 %.

Mi = (0,30) x (341,43 kg-m) = 102,43 kg-m

- Momento último

Según la AASHTO 1.2.22, la ecuación que integra los momentos para darel momento último es:

$$Mu = 1{,}30 \left(Mcm + \frac{5}{3}(Mcv + Mi)\right)$$

Donde

Mcm = momento por carga muerta = 583,20 kg-m

Mcv = momento por carga viva = 341,43 kg-m

Mi = momento debido al impacto = 102,43 kg-m

$$Mu = 1{,}30 \left(583{,}20 + \frac{5}{3}(341{,}43 + 102{,}43)\right)$$

Mu = 1 719,86 kg-m

- Cálculo de refuerzo

Refuerzo transversal cama inferior

Está colocado en forma perpendicular a la dirección del tráfico.

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0{,}003825 * f'c}}\right] * \frac{0{,}85 * f'c}{F'y}$$

Donde

As = área de acero (cm²)

Mu = momento último (kg-m)

b = base de 100 cm

f´c = resistencia del concreto (kg/cm²)

F´y = fluencia del acero (kg/cm²)

d = peralte efectivo (cm)

$$As = \left[(100 * 16{,}865\ ) - \sqrt{(100 * 16{,}865)^2 - \frac{1\,719{,}86 * 100}{0{,}003825 * 210}}\right] * \frac{0{,}85 * 210}{2\,810}$$

As = 4,1112 cm²

Área de acero mínima según ACI 318S-05 sección 10.5.1

As min = $\frac{14,1}{F´y} * b * d$

As min = $\frac{14,1}{2\,810} * 100 * 16\,865$

As min = 8,46 cm²

Área de acero máxima en zona sísmica

As máx = $0,50 * \rho_{bal} * b * d$

$\rho_{bal} = \left(\frac{0,85*\beta_1*f´c}{F´y}\right) * \left(\frac{6\,090}{6\,090+F´y}\right)$

$\rho_{bal} = \left(\frac{0,85 * 0,85 * 210}{2\,810}\right) * \left(\frac{6\,090}{6\,090+2\,810}\right)$

ρ_{bal} = 0,037

As máx = $0,50 * 0,037 * 100 * 16,865$

As máx = 31,20 cm²

Como As es menor a As min, entonces se usará As min.

Se utilizarán varillas Núm.4 con una separación de acuerdo a lo siguiente:

$$Se = \frac{A_{var} * 100}{Asmin} = \frac{1,27 * 100}{8,46} = 15,01$$

Usar varillas Núm. 4 @ 0,15 m en la cama inferior.

- Refuerzo transversal cama superior

Se calcula el acero por temperatura según la Norma AASHTO 8.20.1 y ACI 318S-05 sección 7.12.2.1

$$As_{temp} = 0{,}002*b*t$$

Donde

b = base (cm)
t = espesor de losa (cm)

$$As_{temp} = 0{,}002 * 100 * 20$$

$$As_{temp} = 4 \text{ cm}^2$$

Cálculo de espaciamiento

$$\text{Se} = \frac{A_{var} * 100}{Astemp} = \frac{1{,}27 * 100}{4} = 31{,}75 \text{ cm}$$

Usar varillas Núm. 4 @ 0,30m en la cama superior.

- Refuerzo longitudinal en cama superior e inferior

Para encontrar el área de acero (As), según la AASHTO 3.24.10.2, se calcule mediante la siguiente ecuación:

$$\text{FL} = \frac{220}{\sqrt{S}} < 67\ \%$$

Donde

FL = factor longitudinal

S = separación entre vigas (pies)

$$FL = \frac{220}{\sqrt{6,232}} = 88,13\ \%$$

Como el factor longitudinal es mayor al permitido, entonces se utilizará 67 %:

$As = 0,67 * As_{transinf}$

$As = 0,67 * 8,46$

$As = 5,67\ cm^2$

Cálculo de espaciamiento

$$Se = \frac{A_{var} * 100}{As} = \frac{1,27 * 100}{5,67} = 22,40\ cm$$

Usar varillas Núm. 4 @ 0,20 m en la cama superior e inferior

2.2.4.3.2. Diseño de vigas

- Cálculo de peralte y base

La altura de la viga principal se determina, según la tabla 9.5(a) de la ACI-318-8, para vigas simplemente apoyadas.

$H = \frac{L}{16} = \frac{14}{16} = 0,875$ m se propone utilizar 1,00 m

$b = \frac{2}{5}H = \frac{2}{5} * 0,875 = 0,35$ m se propone utilizar 0,40 m

- Cálculo de momentos
- Carga muerta

W carpeta de rodadura = (0,05 m) x (2 400 kg/m³) x (5/2) = 300 kg/m
W losa = (0,20m) x (2 400 kg/m³) x (5/2) = 1 200 kg/m
W barandal = 40 kg/m
W viga = (2 400 kg/m³) x (1,00) x (0,40) = 864 kg/m
Wm = 2 404 kg/m

Otras cargas que se toman en cuenta son las cargas puntuales que producen el diafragma interior y diafragma exterior, la sección de los diafragmas se calcula más adelante.

P diafint = (2 400 kg/m³) x (0,75) x (0,30) x (2,70/2) = 729 kg
P diafext = (2 400 kg/m³) x (0,50) x (0,30) x (2,70/2) = 486 kg
Pdiaf total = $\mathrm{P}_{\mathrm{diafint}} + 2\mathrm{P}_{\mathrm{diafext}}$
Pdiaf total = $729 + (2 * 486)$
Pdiaf total = 1 701,00 kg

- Momento por carga muerta

La viga se considera como simplemente apoyada.

$$\text{Mcm max} = \left(\frac{Wm*L^2}{8}\right) + (P * a)$$

Donde

Wm = carga muerta total
L = longitud de la viga principal (m)

P = carga de diafragmas

a = distancia al centro crítico de la viga (m)

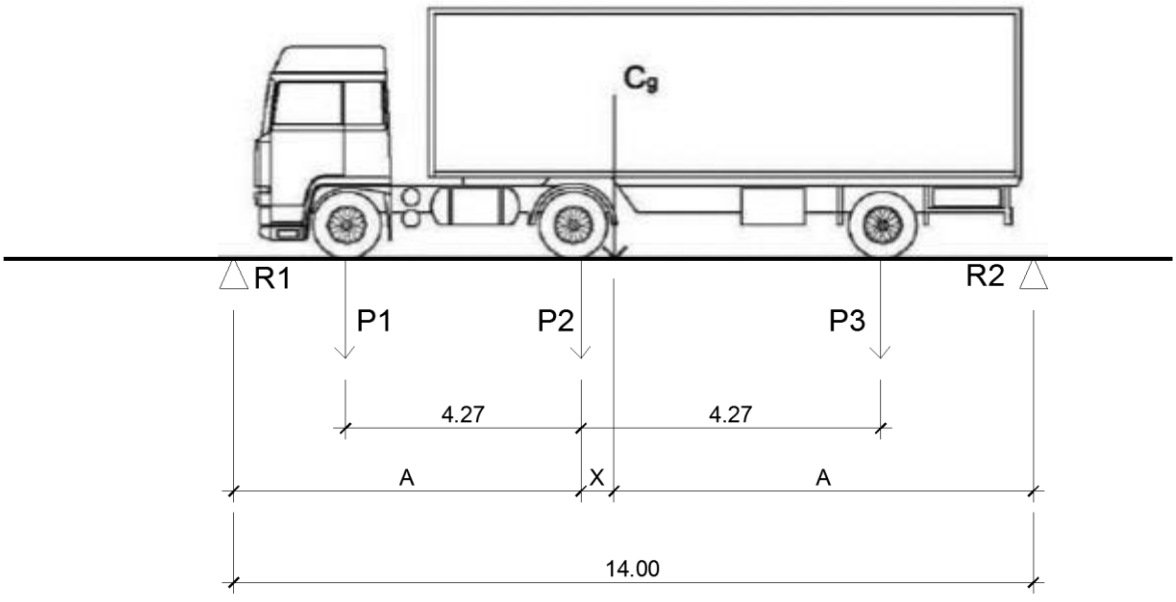
$$\text{Mcm max} = \left(\frac{2\,404 * 14^2}{8}\right) + (1\,701 * 7)$$

$$\text{Mcm max} = 70\,805 \text{ kg-m}$$

- Momento por carga viva o sobrecarga

Según las especificaciones ASSHTO el momento máximo por sobrecarga se presenta cuando el camión está ubicado en el punto crítico del puente, esto ocurre cuando la carga más cerca al centro de gravedad del camión se encuentra a la misma distancia de los apoyos.

Figura 7. **Diagrama de carga viva sobre viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

P1 = 3 000 lb = 1 400 kg

P2 = 12 000 lb = 5 500 kg

P3 = 12 000 lb = 5 500 kg

Para encontrar los valores de A y X se hace sumatoria de momentos con respecto al Cg.

$\sum M_{cg} = 0 \ + \longrightarrow$

-P1 * (4,27 + X) – P2 * (X) + P3 * (4,27 – X) = 0

-1 400 * (4,27 + X) – 5 500 * (X) + 5 500 * (4,27 – X) = 0

X = 1,41 m

2 * A + X = 14,00

A = (14-1,41) / 2 = 6,295 m

Para encontrar la reacción R2 se debe hacer la sumatoria de momentos respecto a R1.

$\sum M_{R1} = 0 \ + \longrightarrow$

P1 * (6 295 – 4,27) + P2 * 6,295 + P3 *(6,295 + 4,27) – R2 * 14 = 0

1 400 * (6,295-4,27) + 5 500 * 6,295 + 5 500 * (6,295 + 4,27) – R2 * 14 = 0

R2 = 6 826,07 kg

$\sum F_y = 0 \ + \uparrow$

R1 – P1 - P2 - P3 + R2 = 0

R1 – 1 400 – 5 500 – 5 500 + 6 826,07 = 0

R1 = 5 573,93 kg

Mmáx = R1 * A – P1 * 4,27

Mmáx = 5 573,93 * 6,295 – 1 400 * 4,27

Mmáx = 29 109,89 kg-m

- Factor de impacto

Según AASHTO 3.8.2.1 está especificado como un porcentaje de la carga viva y debe ser menor o igual al 30 %.

$$I = \left(\frac{15{,}24}{L+38}\right)$$

Donde

I = fracción de impacto

L = longitud del puente (m)

$$I = \left(\frac{15{,}24}{14+38}\right) = 0{,}29$$

Se utilizará I = 29 %

- Factor de distribución

Se interpreta como la proporción de la carga viva, que es absorbida por cada viga principal del puente.

$\sum M_{Rb} = 0 \; + \longrightarrow$

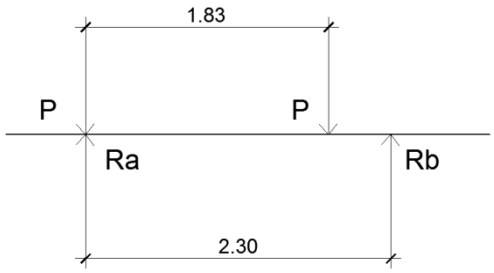
(2,30 * Ra) – P * 2,30 – P * (2,30 – 1,83) = 0

(2,30 * Ra) - P * 2,30 – P * (2,30 -1,83) = 0

Ra = 1,20P

Fd = 1,20

Figura 8. **Distribución de la carga viva**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- Momento último

Se utiliza la siguiente ecuación integrando los valores obtenidos anteriormente:

$$\text{Mu} = 1{,}30\left(Mcm + \frac{5}{3}(Mcv * I * Fd)\right)$$

Donde

Mu = momento último (kg-m)
Mcm = momento por carga muerta (kg-m)
Mcv = momento por carga viva (kg-m)
I = fracción de impacto
Fd = factor de distribución

$$\text{Mu} = 1{,}30\left(70\,805 + \frac{5}{3}(29\,109{,}89 * 1{,}29 * 1{,}20)\right)$$

$$\text{Mu} = 189\,681{,}07 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de refuerzo

Para el diseño de las vigas principales se tomará esfuerzo máximo del concreto f´c de 280 kg/cm² (4 000 PSI) y el esfuerzo de fluencia del acero F´y de 2 810 kg/cm² (40 000 PSI).

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0{,}003825 * f´c}}\right] * \frac{0{,}85 * f´c}{F´y}$$

Donde

As = área de acero (cm²)
Mu = momento último (kg-m)
b = base (cm)
d = peralte efectivo (cm)
f´c = resistencia del concreto (kg/cm²)
F´y = fluencia del acero (kg/cm²)

$$d = h – recubrimiento - \varnothing / 2$$

Donde

h = altura de viga (m)
$\varnothing$ = diámetro de varilla 8

$$d = 100 – 5 – 2{,}54 / 2 = 93{,}73 \text{ cm}$$

$$As = \left[(40 * 93{,}73) - \sqrt{(40 * 93{,}73)^2 - \frac{189\,681{,}07 * 40}{0{,}003825 * 280}}\right] * \frac{0{,}85 * 280}{2\,810}$$

As = 93,11 cm²

- Área de acero mínima según ACI 318S-05 sección 10.5.1

$$\text{As min} = \frac{14.1}{F'y} * b * d$$

As min = $\frac{14,1}{2\,810} * 40 * 93,73$

As min = 18,81 cm²

- Área de acero máxima en zona sísmica

$$\text{As máx} = 0,50 * \rho_{bal} * b * d$$

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0,85 * \beta_1 * f'c}{F'y}\right) * \left(\frac{6\,090}{6\,090 + F'y}\right)$$

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0,85 * 0,85 * 280}{2\,810}\right) * \left(\frac{6\,090}{6090 + 2\,810}\right)$$

$$\rho_{bal} = 0,0493$$

As máx = $0,50 * 0,0493 * 40 * 93,73$

As máx = 92,42 cm²

Como el As es mayor al As máx, entonces se usará Asmáx.

- Refuerzo cama superior a compresión

El área de acero corrida en la cama superior es el 33 % del área de acero generada por el momento último.

As = 33 % *Asreq

As = (0,33) * (92,42)

As = 30,49 cm²

Usar 6 varillas 8 corridos = 30,42 cm²

- Refuerzo cama inferior a tensión

El área de acero corrida en la cama inferior es el 50 % del área de acero generada por el momento último.

As = 50 % * Asreq
As = (0,50) * (92,42)
As = 46,21 cm²
Usar 6 varillas 8 + 4 Núm. 7 corridos = 45,95 cm²

- Bastones

$$As_{faltante} = As - As_{corrido}$$

$$As_{faltante} = 92,42 – 45,95 = 46,47 \text{ cm}^2$$

Usar 4 varillas 8 + 6 Núm. 7 como bastones = 43,55 cm²

- Refuerzo adicional

Se recomienda utilizar un refuerzo extra de 0,25 pulgadas cuadradas (plg²) por pie de alto, lo que es igual a 5,29 cm² por metro de alto, va colocado a la mitad de la viga.

$As_{adicional} = 5,29 * 1,00 = 5,29 \text{ cm}^2$
Usar 4 Núm.5

- Cálculo de esfuerzo cortante

- Corte máximo por carga muerta

$$Vcm = \frac{W_{cm} * L}{2} + \frac{P}{2}$$

Donde

Wcm = carga muerta total

L = longitud de la viga

P = carga del diafragma

$$Vcm = \frac{2\,404 * 14}{2} + \frac{1\,555{,}20}{2}$$

$$Vcm = 17\,605{,}60 \text{ kg}$$

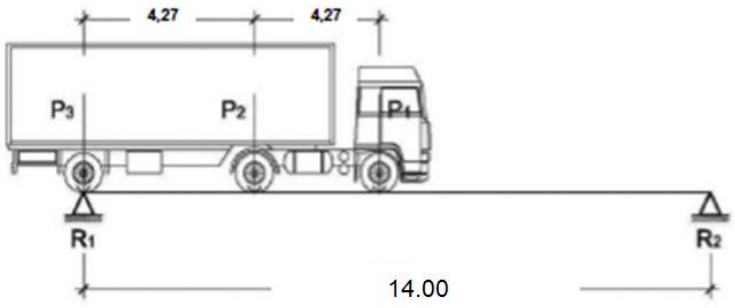
- Impacto

$$I = \left(\frac{15{,}24}{14+38}\right) = 0{,}29$$

Se utilizará I = 1,29

- Corte máximo por carga viva

Figura 9. **Diagrama de cargas para corte máximo**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Para encontrar Vcv se hace la sumatoria de momentos en R2.

$\sum M_{R2} = 0 \; + \longrightarrow$

R1 * 14 – (P3 * 14) – (P2 * 9,73) – (P1 * 5,46) = 0

R1 * 14 – (5 500 * 14) – (5 500 * 9,73) – (1 400 * 5,46) = 0

R1 = Vcv = 9 868 50 kg

- Corte último

$$Vu = 1{,}30\left[Vcm + \frac{5}{3}(Vcv * I)\right]$$

Donde

Vu = corte último (kg)

Vcm = cortante por carga muerta (kg)

Vcv = cortante por carga viva (kg)

I = impacto

$$Vu = 1{,}30\left[17\,605{,}60 + \frac{5}{3}(9\,868{,}50 * 1{,}29)\right]$$

$$Vu = 50\,469{,}74 \text{ kg}$$

- Refuerzo para corte

$$Vr = \phi\, 0{,}53\left(\sqrt{f'c}\right)bd$$

Donde

Vr = corte resistente (kg)

ϕ = 0,75 según ACI 318 S-05 sección 9.3.2.3

b = base (cm)

d = peralte efectivo (cm)

f´c = resistencia del concreto (kg/cm²)

$$Vr = (0{,}75)(0{,}53)\left(\sqrt{280}\right)(40)(93{,}73)$$

$$Vr = 24\ 937{,}61\ kg$$

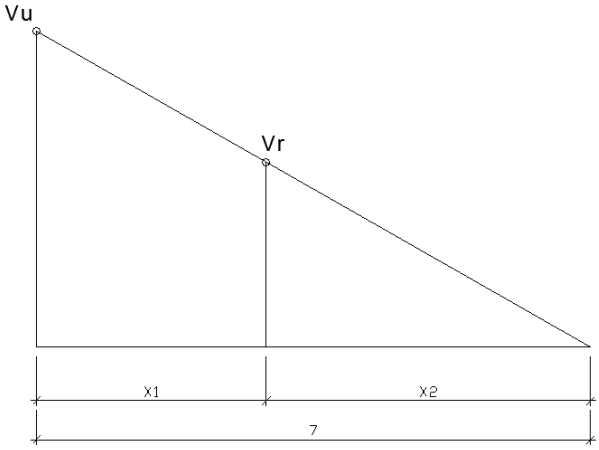
Vr<Vu entonces reforzar a corte.

$$Vs = Vu - Vr$$

$$Vs = 50\ 469{,}74\ kg - 24\ 937{,}61\ kg$$

$$Vs = 25\ 532{,}13\ kg$$

Figura 10. **Triángulo de cargas de corte**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Donde

X1 = distancia a reforzar por corte

X2 = distancia donde colocar refuerzo mínimo

$$\frac{7}{50\ 469{,}74} = \frac{X2}{24\ 937{,}61}$$

X2 = 3,45 m

X1 = 3,55 m zona de confinamiento

- Cálculo del espaciamiento en la zona X = 3,55

$$S = \frac{2 * Av * F´y * d}{Vs}$$

Donde

S = espaciamiento (cm)

Av = área de la varilla (Núm. 4)

F´y = fluencia del acero (kg/cm²)

d = peralte efectivo (cm)

Vs = corte en la zona de análisis

$$S = \frac{2 * 1{,}27 * 2\ 810 * 93{,}73}{25\ 532{,}13}$$

S = 26,20 cm

Según el ACI 318S-05 sección 21.3.4.2 colocar estribos a una distancia máxima de d/4 en la zona confinada.

d/4 = 93,73/4

d/4 = 23,43

Usar Núm.4 @ 20 cm en el área de confinamiento

- Cálculo del espaciamiento máximo

$d/2 \leq 30$ cm

93,73/2 = 46,87.

Usar Núm. 4 @ 30 cm en el resto de la viga

2.2.4.3.3. Diseño de diafragmas

Según AASHTO 8.12.1: expresa que la principal función de las vigas diafragmas, es dar rigidez torsional a la sección transversal del puente, ayuda a distribuir las cargas transversales y mantener la geometría de la sección. Los diafragmas se deben reforzar con el área de acero mínima, ya que no se diseñan para soportar carga proveniente de la losa, se usan al centro y también en los tercios cuando tienen una superestructura mayor de 40 pies (queda a criterio del diseñador), usualmente tienen 30 centímetros de ancho.

Para este diseño se cuenta con tres diafragmas divididos en uno interior ubicado a la mitad de la luz del puente que transmitirán la carga a las vigas, como cargas puntuales en forma proporcional, mientras que se tendrán dos exteriores ubicados en la orilla del puente, que transmiten el peso como carga puntual a los apoyos del puente.

- Diafragma interior

Al dimensionar la altura del diafragma interior se utiliza ¾ de la altura de las vigas principales, además se usarán los 30 centímetros de ancho que es 2/5 de la altura, el refuerzo que se colocará es el acero mínimo, porque no soportarán cargas de la losa en el diseño.

h = (3/4) * 1 = 0,75

b = 0,30 m

- Refuerzo mínimo

As min = $\frac{14,1}{F'y} * b * h$

As min = $\frac{14,1}{2\,810} * 30 * 70$

As min = 10,53 cm²

Usar 2 Núm.7 + 1 Núm. 6 = 10,61 cm² (en ambas camas)

- Refuerzo adicional

$As_{adicional}$ = 5,29 cm²/m * 0,75 = 3,98 cm²

Usar 2 Núm. 5 = 3,96 cm²

- Refuerzo transversal

S = d/2 $\leq$ 30cm

S = 70/2 = 35 cm

Usar estribos Núm. 3 @ 30 cm + eslabón Núm. 3 @ 30 cm

- Diafragma exterior

Dimensionando la altura del diafragma exterior se utiliza ½ de la altura de las vigas principales, además 30 centímetros de ancho y el refuerzo que se colocará es el acero mínimo.

h = (1/2) * 1,00 = 0,50 m

b = 0,30 m

- Refuerzo mínimo

As min = $\frac{14,1}{F'y} * b * h$

As min = $\frac{14,1}{2\,810} * 30 * 45$

As min = 6,77 cm²

Usar 2 Núm. 7 = 7,76 cm² (en ambas camas)

- Refuerzo adicional

$As_{adicional}$ = 5,29 cm²/m * 0,50 = 2,65 cm²

Usar 2 Núm. 5 = 3,96 cm²

- Refuerzo transversal

S = d/2 $\leq$ 30 cm

S = 45/2 = 22,5 cm

Usar estribos Núm. 3 @ 20 cm + eslabón Núm. 3 @ 20 cm

2.2.4.4. Diseño de la subestructura

El diseño se realizó considerando las características que se detallan en los siguientes subtítulos.

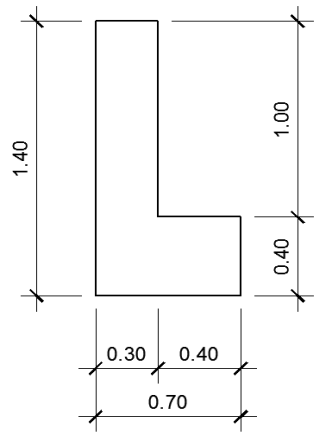
2.2.4.4.1. Diseño de la cortina

Se asume que la cortina esta empotrada sobre la viga de apoyo, entre las fuerzas que intervienen se encuentran: el empuje de tierra (E), fuerza longitudinal (LF) y fuerza de sismo (S).

b = 0,30 m (mínimo)

h = Hviga = 1.00 m

Figura 11. **Dimensiones de cortina con viga de apoyo**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

- Empuje (E)

Según la AASHTO 3.20 se incrementa la altura de relleno en 2 pies (0,61m), la estructura no debe diseñarse para menor de un equivalente líquido igual a 480 kg/m³.

E sob = carga aplicada a h/2 de la cortina

Es = carga aplicada a h/3 de la cortina

Sobrecarga = (480 kg/m³)(0,61) = 292,80 kg/m²

Esob = sobrecarga * h

Esob = (292,80 kg/m²)(1m) = 292,80 kg/m

E suelo = (480 kg/m³ *h)(h/2)

E s = (480 kg/m³ * 1) (1/2) = 240 kg/m

E = Esob + Es

E = 292.80 + 240

E = 532,80 kg/m

- Fuerza de sismo (S)

Se utilizará un coeficiente sísmico del 12 % siguiendo las especificaciones de la AASHTO 3.21, la fuerza se localizará en el centro de la cortina, actuando de forma horizontal.

$$S = 0{,}12W$$

Donde

S = fuerza de sismo

W = peso de la cortina (para 1 metro de ancho)

S = (0,12) (2 400 kg/m³ * 0,30 * 1 * 1)

S = 86,40 kg

Brazo al centro de gravedad

Brazo = h/2 = 1m/2 = 0,50 m

- Fuerza de longitud (FL)

Según la AASHTO 3.9 esta fuerza actúa sobre la capa de rodadura, con un centro de gravedad a 1,83 m (6 pies), debe ser el 5 % de la carga viva.

$$FL = 0{,}05 * \frac{P}{2*h}$$

Donde

P = peso dos lados = HS 15-44 = 11 000 kg

h = altura de cortina = 1 m

$$FL = 0{,}05 * \frac{11\,000}{2 * 1}$$

FL = 275 kg/m

Brazo = 1,83 + h

Brazo = 1,83 + 1 = 2,83 m

- Cálculo de momentos

M_{Esob} = Esob * centroide de la figura

M_{Esob} = 292,80 * 1/2 = 146,40 kg-m

M_{Es} = Es * centroide de la figura

M_{Es} = 240 * 1/3 = 80 kg-m

M_{Sismo} = S * brazo

M_{Sismo} = 86,40 * 0,50 = 43,20 kg-m

M_{FL} = FL * brazo

M_{FL} = 275 * 2,83 = 778,25 kg-m

- Combinación de cargas para momento

Según AASHTO 3.22.1

Grupo III = 1,3 (M_{Esob}+M_{Es}+M_{FL})

Grupo VII = 1,3 (M_{Esob}+M_{Es}+M_{Sismo})

Grupo III = 1,3 (146,40 + 80 + 778,25)

Grupo III = 1 306.04 kg-m

Grupo VII = 1,3 (146,40 + 80 + 43,20)

Grupo VII = 350,48 kg-m

Mu =1 306,04 kg-m

- Refuerzo por flexión

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0{,}003825 * f'c}}\right] * \frac{0{,}85 * f'c}{F'y}$$

Donde

As = área de acero (cm²)

Mu = momento último (kg-m)

b = base (cm)

f´c = resistencia del concreto (kg/cm²)

F´y = fluencia del acero (kg/cm²)

d = peralte (cm)

$$As = \left[(100 * 25) - \sqrt{(100 * 25)^2 - \frac{1306{,}04 * 100}{0{,}003825 * 280}}\right] * \frac{0{,}85 * 280}{2\,810}$$

As = 2,06cm²

As min = $\frac{14{,}1}{F'y} * b * d$

As min = $\frac{14{,}1}{2\,810} * 100 * 25$

As min = 12,54 cm²

Como As < As min, se utilizará As min.

Distribuir 8 Núm.5

- Combinación de cargas para corte

Según AASHTO 3.22.1

Grupo III = 1,3 (E + FL)

Grupo VII = 1,3 (E + S)

Donde

E = empuje

FL = fuerza longitudinal

S = fuerza de sismo

Grupo III = 1,3 (532,80 + 375)

Grupo III = 1 180,14 kg

Grupo VII = 1,3 (532,80 + 86,40)

Grupo VII = 804,96 kg

Vu = 1 180,14 kg

- Refuerzo por flexión

Corte que resiste el concreto:

$$Vr = \phi\ 0{,}53\ \left(\sqrt{f'c}\right)bd$$

Donde

Vr = corte resistente (kg)

ϕ = 0,75 según ACI 318S-05 sección 9.3.2.3

b = base (cm)

d = peralte (cm)

f´c = resistencia del concreto (kg/cm²)

$$Vr = 0{,}75 * 0{,}53 \left(\sqrt{280}\right) 100 * 25$$

Vr = 16 628,62 kg

Vr>Vu, entonces solo necesita refuerzo mínimo.

S = d/2 = 25/2 = 12.5

Usar estribos Núm.4 y eslabones Núm.3 @ 12 cm

2.2.4.4.2. Diseño de la viga de apoyo

Está irá apoyada a todo lo largo del estribo, se colocará acero mínimo.

b min = 2 cm/m * longitud de puente

b min = 2 * 14 = 28 cm

Se propone utilizar 0,40 m

B = 40 + ancho de cortina

B = 40 + 30

B = 70 cm

H min ≥ 0,40 m

Se propone utilizar 0,40 m = H

- Refuerzo mínimo

As min = $\frac{14.1}{F´y} * b * d$

As min = $\frac{1,.1}{2\,810} * 70 * 35$

As min = 12,29 cm²

Usar 8 Núm. 5

Estribos a d/2

S = 35/2 =17,5 cm

Usar estribos Núm. 4 y eslabones Núm. 3 @ 15 cm

2.2.4.4.3. Diseño de estribo de concreto ciclópeo

Los muros de gravedad son elementos de contención, cuyas dimensiones son suficientemente grandes como para equilibrar los empujes, únicamente por el peso, sin que se produzcan tracciones en la fábrica u hormigón o siendo estas despreciables.

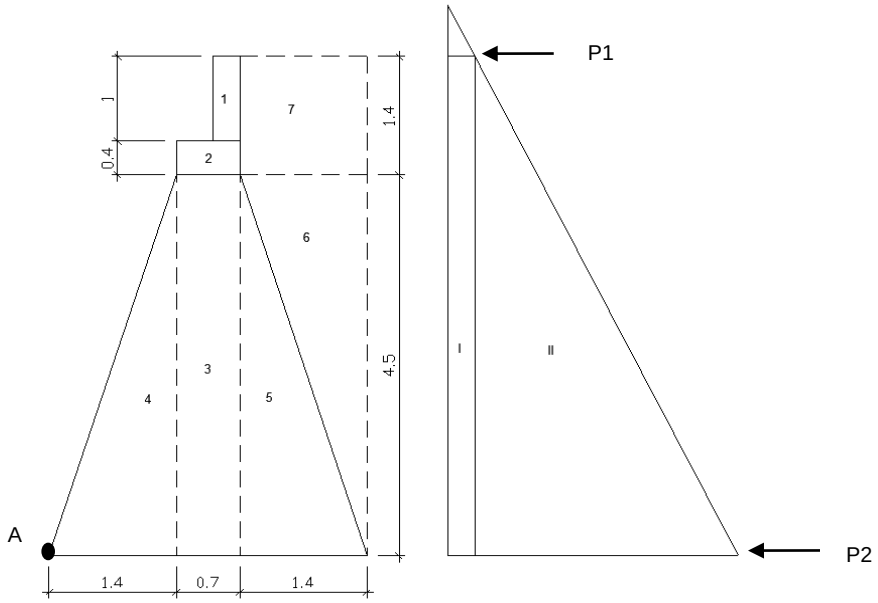
- Predimensionamiento:

H = 4,50 m (considerando la excavación de la muestra de suelo y la altura del puente)

B = 0,75 H = 0,75 * 4,50 = 3,375

B = 3,50

Figura 12. **Geometría de estribo**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Para el análisis de los estribos se debe verificar como mínimo, estas tres condiciones:

- Estabilidad de la estructura al volteo
- Estabilidad de la estructura al deslizamiento
- Esfuerzos menores o iguales que los esfuerzos admisibles del terreno

Estas condiciones se deben chequear para tres tipos de cargas:

- Carga producida solo por el estribo
- Carga producida por el estribo, superestructura y carga viva
- Carga producida por los efectos del sismo

Tabla XVIII. **Bases de diseño estribo**

Peso del concreto ciclópeo (Wciclópeo)	2 700 kg/m³
Peso del concreto armado (Wconcreto)	2 400 kg/m³
Peso específico del suelo	1 140 kg/m³
Capacidad soporte de diseño (valor soporte)	35 550 kg/m²
Base	3,50 m
Altura total	5,90 m
Equivalente líquido	480 kg/m³.
Altura de equivalente líquido	0,61 m

Fuente: elaboración propia.

- Momento de volteo

Son producidas por las fuerzas que tienden a voltear el muro. la presión que se produce a un profundidad de 0,61 m (equivalente líquido).

$$P1 = 480 \text{ kg/m}^3 * 0{,}61 \text{ m} = 292{,}80 \text{ kg/m}^2$$

La presión que se produce a una profundidad de 5,90 m (hasta la base de estribo).

$$P2 = 480 \text{ kg/m}^3 * 5{,}90 \text{ m} = 2\,832 \text{ kg/m}^2$$

- Momento de sección I

Altura = 4,50 m + 1,40 m = 5,90 m

Presión = P1 = 292,80 kg/m²

Empuje = presión * altura

Empuje = (292,80 kg/m²) * (5,90 m) = 1 727,52 kg/m

Brazo = 5.90m*1/2 = 2.95m

- Momento I = empuje * brazo

Momento I = 1 727,52 * 2,95 = 5 096,18 kg-m

- Momento de sección II

Altura = 5,90 m/2 = 2,95 m

Presión = P2 = 2 832 kg/m²

Empuje = presión * altura

Empuje = (2 832 kg/m²) * (2,95 m) = 8 354,40 kg/m

Brazo = 5,90 m*1/3 = 1,97 m

Momento II = empuje * brazo

Momento II = 8 354,40 * 1,97 = 16 458,17 kg-m

Empuje total = 1 727,52 kg/m + 8 354,40 kg/m

E = 10 081,92 kg/m

Momento de volteo = 5 096,18 kg-m + 1 458,17 kg-m

MV = 21 554,35 kg-m

- Momento estabilizante

Tabla XIX. **Momento estabilizante**

Respecto al punto A

Sección	b (m)	h(m)	Área (m^2)	Peso Vol. (kg/m^3)	Peso WE (kg)	Brazo (m)	Momento ME (kg-m)
1	0,30	1,00	0,30	2 400,00	720,.00	1,95	1 404,00
2	0,70	0,40	0,28	2 400,00	672,00	1,75	1 176,00
3	0,70	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	1,75	14 883,75
4	1,40	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	0,93	7 938,00
5	1,40	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	2,57	21 829,50
6	1,40	4,50	3,15	1 140,00	3 591,00	3,03	10 892,70
7	1,40	1,40	1,96	1 140,00	2 234,40	2,80	6 256,32
				$\sum WE_1$ =	32 732,40	$\sum ME_1$ =	64 380,27

Fuente: elaboración propia.

Peso WE = área * peso volumétrico * 1m

Momento ME = WE * brazo

- Análisis por carga producida solo por el estribo
- Volteo

$$\frac{\sum \mathrm{ME}}{\sum \mathrm{MV}} > 1{,}50$$

Donde

ME = momento estabilizante (fuerzas que tienden a resistir el volteo)

MV = momento de volteo (fuerzas que tienden a voltear el muro)

$$V = \frac{64\,380{,}27}{21\,554{,}35} = 2{,}99 > 1{,}50 \quad \text{chequea}$$

- Deslizamiento

$$0{,}50\left(\frac{\sum WE}{\sum E}\right) > 1{,}50$$

Donde

WE = peso de cada sección

E = empuje total (fuerza resistente)

$$D = 0{,}50\left(\frac{32\,732{,}40}{10\,081{,}92}\right) = 1{,}62 > 1{,}50 \quad \text{chequea}$$

- Presiones

$$a = \frac{\sum ME - \sum MV}{\sum WE}$$

Donde

ME = momento estabilizante (fuerzas que tienden a resistir el volteo)

MV = momento de volteo (fuerzas que tienden a voltear el muro)

WE = peso de cada sección

Vs = valor soporte del suelo

e = excentricidad

b = base de estribo

$$a = \frac{64\,380{,}27 - 21\,554{,}35}{32\,732{,}40} = 1{,}31\text{m}$$

3a > base de muro

3 * 1,31 = 3,93 > 3,50 no se tienen presiones negativas

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

$$e = \frac{3,50}{2} - 1,31 = 0,44 \text{ m}$$

$$P = \frac{\sum WE}{b}\left(1 \pm \frac{6e}{b}\right) < Vs$$

$$P_{max} = \frac{32\,732,40}{3,50}\left(1 + \frac{6 * 0,44}{3,50}\right) = 16\,406,28 \text{ kg/m}^2 < 35\,550 \text{ kg/m}^2$$ chequea

$$P_{min} = \frac{32\,732,40}{3,50}\left(1 - \frac{6 * 0,44}{3,50}\right) = 2\,297,95 \text{ kg/m}^2 > 0$$ no hay presión negativa

- Análisis por carga producida por el estribo, superestructura y carga viva

Es la reacción que se produce cuando el eje trasero de la sobrecarga, se encuentra en uno de los apoyos, la carga muerta se convierte en carga viva, distribuida en toda la mitad de la longitud del puente.

Donde

Ancho de puente = 5,00 m
Longitud de puente = 14,00 m
Dimensiones de viga = 0,40 m * 1,00m
Dimensiones de diafragma interno = 0,30 m * 0,75m
Dimensiones de diafragma externo = 0,30 m * 0,50 m
Peralte de losa = 0,20 m

Nota: para este análisis se le quita los 20 cm de la losa a la viga y a diafragmas.

$\text{Peso}_{\text{losa}}$ = (2 400 kg/m³) (5m) (0,20m) (14 m/2) = 16 800,00 kg

$\text{Peso}_{\text{viga}}$ = (2 400 kg/m³) (0,40m) (0,80m) (14m/2) (2) = 10 752,00 kg

$\text{Peso}_{\text{diafint}}$ = (2 400 kg/m³) (0,30 m) (0,55 m) (1,90 m) = 752,40 kg

$\text{Peso}_{\text{diafext}}$ = (2 400 kg/m³) (0,30 m) (0,30m) (1,90 m) = 410,40 kg

$\text{Peso}_{\text{cortina}}$ = (2 400 kg/m³) (1m) (0,30 m) (5 m) = 3 600,00 kg

$\text{Peso}_{\text{vigaapoyo}}$ = (2 400 kg/m³) (0,70 m) (0,40 m) (5 m) = 3 360,00 kg

Peso total = 35 674,80 kg

Wcm distribuida = 35 674,80 kg/5,00 m

Wcm = 7 134,96 kg/m

Wtotal = Wcm + corte máximo por carga viva

Wtotal = 7 134,96 + 9 868,50 kg

Wtotal = 17 003,46 kg

- Momento estabilizante

ME_2 = Wtotal * b/2

ME_2 = 17 003,46 kg * 3,50 m/2

ME_2 = 29 756,05 kg-m

ME total = ME_1 + ME_2

ME total = 64 380,27 kg-m + 29 756,05 kg-m

ME total = 94 136,32 kg-m

WE total = Wtotal + $\sum WE_1$

WE total = 17 003,46kg + 32 732,40 kg

WE total = 49 735,86 kg

- Volteo

$$\frac{\sum MEtotal}{\sum MV} > 1{,}50$$

V = $\frac{94\ 136{,}32}{21\ 554{,}35}$ = 4,36 $> 1{,}50$ Chequea

- Deslizamiento

$$0{,}50\left(\frac{\sum WEtotal}{\sum E}\right) > 1{,}50$$

D = $0{,}50\left(\frac{49\ 735{,}86}{10\ 081{,}92}\right)$ = 2,47 $> 1{,}50$ chequea

- Presiones

$$a = \frac{\sum \text{MEtotal} - \sum \text{MV}}{\sum \text{WEtotal}}$$

$$a = \frac{94\ 136{,}32 - 21\ 554{,}35}{49\ 735{,}86} = 1{,}46\text{m}$$

3a > base de muro

3 * 1,46 = 4,38 > 3,50 no se tienen presiones negativas

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

$$e = \frac{3{,}50}{2} - 1{,}46 = 0{,}29\ \text{m}$$

$$P = \frac{\sum WEtotal}{b}\left(1 \pm \frac{6e}{b}\right) < Vs$$

$P_{max} = \frac{49\,735,86}{3,50}\left(1 + \frac{6 * 0,29}{3,50}\right)$ = 21 274,77 kg/m² < 35 550 kg/m² chequea

$P_{min} = \frac{49\,735,86}{3,50}\left(1 - \frac{6 * 0,29}{3,50}\right)$ = 7 145,72 kg/m² > 0 no hay presión negativa

- Análisis por carga producida por los efectos del sismo

Momento estabilizante

Tabla XX. **Momento estabilizante para efectos del sismo**

Sección	b (m)	h(m)	Área (m²)	Peso Vol. (kg/m³)	Peso WE (kg)	Brazo (m)	Momento ME (kg-m)
1	0,30	1,00	0,30	2 400,00	720,00	5,40	3 888,00
2	0,70	0,40	0,28	2 400,00	672,00	4,70	3 158,40
3	0,70	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	2,25	19 136,25
4	1,40	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	1,50	12 757,50
5	1,40	4,50	3,15	2 700,00	8 505,00	1,50	12 757,50
6	1,40	4,50	3,15	1 140,00	3 591,00	3,00	10 773,00
7	1,40	1,40	1,96	1 140,00	2 234,40	5,20	11 618,88
				∑ WE =	32 732,40	∑ ME_3 =	74 089,53

Fuente: elaboración propia.

MEQ = (0,08) ∑ ME_3

MEQ = (0,08) (74 089,53 kg-m)

MEQ = 5 927,16 kg-m

h´ = H – hcortina = 5,90 m – 1,00 m = 4,90 m

MV_2 = (1,08 * MV) + (0,08 * Wcm * h´) + MEQ

MV_2 = (1,08 * 21,554,35) + (0,08 * 7 134,96 * 4,90) + 5,927,16

MV_2 = 32 002,76 kg-m

W_2 = ∑ WE + Wcm

W_2 = 32 732,40 kg + 7 134,96 kg

W_2 = 39 867,36 kg

$ME_4 = \sum ME_3 + \left(Wcm * \frac{b}{2}\right)$

$ME_4 = 74\,089{,}53 + 7\,134{,}96 * \frac{3{,}50}{2}$

ME_4 = 86 575,71 kg-m

Fuerza horizontal

FH = (1,08 * ∑E) + (0,08 * W_2)

FH = (1,08 * 10 081,92) + (0,08 * 39 867,36)

FH = 13 989,38 kg

- Volteo

$$\frac{ME_4}{MV_2} > 1{,}50$$

V = $\frac{86\,575{,}71}{32\,002{,}76}$ = 2,71 > 1,50 chequea

- Deslizamiento

$$0{,}50\left(\frac{W_2}{FH}\right) > 1{,}50$$

D = $0.50\left(\frac{39\,867,36}{13\,989,38}\right)$ =1,51 $> 1,50$ Chequea

- Presiones

$$a = \frac{ME_4 - MV_2}{W_2}$$

$$a = \frac{86\,575,71 - 32\,002,76}{39\,867,36} = 1,37m$$

3a > base de muro

3 * 1,37 = 4,11 > 3,50 no se tienen presiones negativas

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

$$e = \frac{3,50}{2} - 1,37 = 0,38\ m$$

$$P = \frac{W_2}{b}\left(1 \pm \frac{6e}{b}\right) < Vs$$

$P_{max} = \frac{39\,867,36}{3,50}\left(1 + \frac{6 * 0,38}{3,50}\right)$= 18 810,88 kg/m² < 35 550 kg/m² chequea

$P_{min} = \frac{39\,867,36}{3,50}\left(1 - \frac{6 * 0,38}{3,50}\right)$= 3 970,46 kg/m² > 0 no hay presión negativa

Con los resultados se determina que las dimensiones del estribo, son correctas.

2.2.4.5. Diseño de apoyos elastoméricos

Una de las funciones del apoyo elastomérico (neopreno) es amortiguar o disipar los esfuerzos de impacto, además sirve para que el puente quede apoyado. La propiedad más importante del elastómero es el módulo de cortante, el cual puede definirse como la fuerza por pulgada cuadrada del área de contacto, necesaria para deformar una cantidad igual al espesor.

$$Ap = \frac{2P}{\emptyset f´c}$$

Donde

Ap = área de contacto (cm²)
P = carga (kg) (cortante en vigas)
∅ = 0,70 para compresión
f´c = resistencia del concreto (kg/cm²)

$$Ap = \frac{2 * 50\,469{,}74}{0{,}70 * 280}$$

$$Ap = 515{,}00 \text{ cm}^2$$

$$B = \sqrt{515} = 22{,}69 \text{ cm}$$

Usar un área de contacto de 28 x 28 cm. Se utilizará una dureza *Shore* A 60 (espesor de 1,30 cm).

Según AASHTO en el capítulo 14 se debe realizar los siguientes chequeos:

Donde

a,b = dimensiones del apoyo (cm)

σ_f = esfuerzo admisible del acero (kg/cm²)

t = espesor de lámina (1,3 cm)

T = espesor total del elastómero (3,3 cm)

L = longitud del puente (cm)

- Deformación total por esfuerzo:

$$\Delta et = \frac{\sigma_f}{E} * L$$

$$\Delta et = \frac{1\,700}{2\,x\,10^6} * 1\,400 = 1{,}19 \text{ cm}$$

- Deformación por contracción de fraguado y contracción diferida

$$\Delta c = \ 0{,}000165 * L$$

$$\Delta c = \ 0{,}000165 * 1400 = 0{,}231 \text{ cm}$$

- Deformación por temperatura

$$\Delta t = \ 0{,}00011 * L$$

$$\Delta t = \ 0{,}00011 * 1\,400 = 0{,}154 \text{ cm}$$

- Máximo desplazamiento horizontal por dilatación

$$\Delta L = (\Delta et + \Delta t) - \Delta c$$

$$\Delta L = (1{,}19 + 0{,}154) - 0{,}231 = 1{,}113 \text{ cm}$$

Para obtener el espesor en apoyos móviles y para tramos libremente apoyados, debe cumplirse la relación:

$$\frac{\Delta L}{3{,}30} \leq 0{,}50$$

$$\frac{1{,}113}{3{,}30} \leq 0{,}50$$

$0{,}337 \leq 0{,}50$ Si cumple con el espesor propuesto.

- Esfuerzo máximo actuante

AASHTO recomienda $\sigma r < 100$ kg/cm² para evitar presiones excesivas en el contacto en el concreto.

$$\sigma_r = \frac{V}{a * b}$$

$\sigma_r = \frac{50\,469{,}74}{28 * 28}$ = 64,37 kg/cm² si chequea

- Esfuerzo máximo permisible

$$\sigma_p = \frac{8 * a * b}{t(a + b)}$$

$$\sigma_p = \frac{8 * 28 * 28}{1{,}30\ (28 + 28)} = 86{,}15\ \text{kg/cm}^2$$

Como el permisible es mayor al actuante, entonces chequea

- Fuerza horizontal

$$H = \frac{\Delta L * a * b * G}{T}$$

$$H = \frac{1{,}113 * 28 * 28 * 0{,}01}{3{,}30} = 2{,}64\ \text{kg}$$

$$t_H = \frac{H}{a * b}$$

$$t_H = \frac{2{,}64}{28 * 28} = 0{,}00337\ \text{kg/cm}^2$$

Cumplir con la condición $t_H < 5G$

0,00337 < 0,05

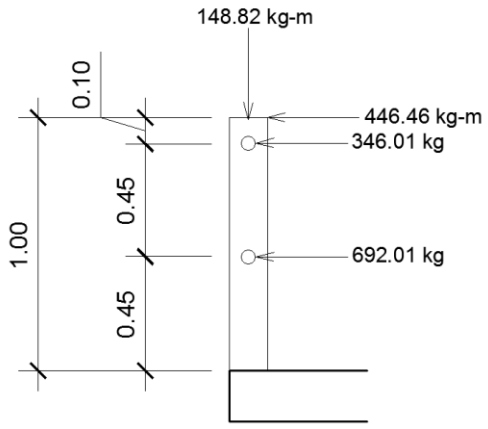
Se usarán dos placas de elastómero dureza *Shore* A 60 con un área de contacto de 11 x 11 plg y espesor de 1/2 plg cada una + dos placas de acero de 2 mm + una placa de acero de 3 mm., el espesor total del apoyo es de 3,30 cm.

2.2.4.6. Diseño de barandal

La Norma AASHTO recomienda aplicar una carga vertical de 100 libras sobre pie y una carga horizontal de 300 libras sobre pie (carga peatonal) para el diseño, la función primordial es la protección de los peatones, los que serán

postes de concreto reforzado, la altura mínima recomendada para los postes de los pasamanos es de 42 pulgadas (1,07 m).

Figura 13. **Esquema de barandal**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCAD.

Carga horizontal = 300 lb/pie = 446,46 kg/m

Carga vertical = 100 lb/pie = 148,82 kg/m

Se calcula el momento debido a las cargas con respecto a la base.

$\sum M = 0$ + ⟵

$\sum M$ = (446,46 * 1) + (346,01 * 0,90) + (692,01 * 0,45) - (148,82 * 0,10)

$\sum M$ = 1 054,39 kg-m

- Refuerzo

$$As = \left[(b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{Mu * b}{0{,}003825 * f'c}}\right] * \frac{0{,}85 * f'c}{F'y}$$

Donde

As = área de acero (cm²)
Mu = momento último (kg-m)
b = base de 15 cm
f´c = resistencia del concreto (kg/cm²)
F´y = fluencia del acero (kg/cm²)
d = peralte de 12,5 cm

$$As = \left[(15 * 12{,}5) - \sqrt{(15 * 12{,}5)^2 - \frac{1054{,}39 * 15}{0{,}003825 * 210}}\right] * \frac{0{,}85 * 210}{2\,810}$$

As = 4,01 cm²

Usar 4 Núm.4 + estribos Núm. 2 @ 15 cm.

2.2.5. Elaboración de planos

Se elaboró un juego de planos constructivos, donde se contemplan planta, secciones, detalles constructivos y las especificaciones correspondientes, en programa AutoCAD y Civil Land, se dibujaron en hojas formato A1 y se redujeron a formatos doble carta para la inclusión en el apéndice del presente trabajo de graduación.

2.2.6. Elaboración de presupuesto

El presupuesto está conformado por el costo unitario de cada renglón, integrado por el costo directo e indirecto, los precios de materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal.

Para los salarios de mano de obra calificada y no calificada, se utilizó los que la Municipalidad tiene para casos similares.

- Costo directo: integrado por los precios de los materiales y de la mano de obra calificada y no calificada.
- Costo indirecto: conformado por un porcentaje del costo directo, que incluye gastos administrativos, dirección técnica, imprevistos y utilidad. El porcentaje que se utilizó para este proyecto es del 35 % del costo directo.

Ver presupuesto detallado en el anexo del presente trabajo de graduación.

Tabla XXI. **Resumen de costos unitarios del puente vehicular**

PROYECTO:	**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR**
LONGITUD:	**14 ML**
ANCHO:	**5 ML**
ÁREA:	**70 M2**
UBICACIÓN:	**LAS LLANURAS**
MUNICIPIO:	**TECPÁN GUATEMALA**
DEPARTAMENTO:	**CHIMALTENANGO**
FECHA:	**SEPTIEMBRE, 2014**

RESUMEN DE COSTOS UNITARIOS

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	SUBTOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	70.00	m²	109.33	Q7,653.15
2	ESTRIBOS (MURO CICLÓPEO)	180.00	m³	1040.91	Q187,363.95
3	VIGA DE APOYO Y CORTINA	10.00	ml	3612.27	Q36,122.72
4	VIGAS PRINCIPALES	28.00	ml	2727.69	Q76,375.35
5	DIAFRAGMA EXTERIOR	5.40	ml	999.31	Q5,396.25
6	DIAFRAGMA INTERIOR	2.70	ml	1127.41	Q3,044.00
7	LOSA + BANQUETA	70.00	m²	1179.65	Q82,575.28
8	BARANDA + PASAMANOS	18.00	unidad	452.18	Q8,139.20
9	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN Y ANCLAJE	1.00	GLOBAL	21811.75	Q21,811.75
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					**Q428,481.64**

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Resumen general del puente vehicular**

RESUMEN GENERAL	
Materiales	Q187,787.33
Mano de obra	Q129,606.48
COSTO DIRECTO	**Q317,393.81**
COSTO INDIRECTO	**Q111,087.83**
COSTO TOTAL DEL PROYECTO	**Q428,481.64**

Fuente: elaboración propia.

2.2.7. Cronograma físico y financiero

El respectivo se detalla en la siguiente tabla.

Tabla XXIII. **Cronograma del puente vehicular**

PROYECTO:
DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR LAS LLANURAS
Kilómetro 86, ruta interamericana Tecpán Guatemala
EPS-Municipalidad de Tecpán Guatemala

CRONOGRAMA FÍSICO Y FINANCIERO

No.	Concepto	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				COSTO DE CADA RENGLÓN
		S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	
1	TRABAJOS PRELIMINARES	Q3,826.58	Q3,826.58																			Q7,653.15
2	ESTRIBOS (MURO CICLÓPEO)			Q37,472.79	Q37,472.79	Q37,472.79	Q37,472.79	Q37,472.79														Q187,363.95
3	VIGA DE APOYO Y CORTINA								Q12,040.91	Q12,040.91	Q12,040.91											Q36,122.72
4	VIGAS PRINCIPALES											Q19,093.84	Q19,093.84	Q19,093.84	Q19,093.84							Q76,375.35
5	DIAFRAGMA EXTERIOR														Q2,698.13	Q2,698.13						Q5,396.25
6	DIAFRAGMA INTERIOR															Q3,044.00						Q3,044.00
7	LOSA + BANQUETA														Q16,515.06	Q16,515.06	Q16,515.06	Q1,6,515.06	Q1,6,515.06			Q82,575.28
8	BARANDA + PASAMANOS																		Q4,069.60	Q4,069.60		Q8,139.20
9	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN Y ANCLAJE																			Q10,905.87	Q10,905.87	Q21,811.75
	INVERSION MENSUAL	Q82,598.73				Q124,459.28				Q62,269.49				Q96,173.09				Q62,981.06				Q428,481.64

Fuente: elaboración propia.

2.2.8. Evaluación de Impacto Ambiental

En los proyectos de infraestructura como el del puente vehicular, se tienen impactos ambientales desfavorables para el área de influencia inmediata, como lo son las áreas adyacentes y próximas al proyecto.

Durante la construcción los posibles impactos podrían ser la liberación de sedimentos contaminados al agua por derrame de líquidos o desechos sólidos y alteraciones de los procesos del medio ambiente, mientras que durante la etapa de operación los potenciales impactos podrían incluir los desechos y vertidos producidos por las actividades de mantenimiento y del tránsito vehicular.

- Descripción del ambiente físico

Estos constituyen los elementos del entorno del medio ambiente, que es todo aquello que rodea al proyecto del puente vehicular, está constituido desde la excavación que afectará el borde del rio, subestructura, superestructura y funcionamiento, todo el entorno del proyecto, el ambiente físico se debe cuidar para mantener limpio el lugar del proyecto.

- Identificación de riesgos

Al identificar las actividades que producirán un cambio ambiental durante la construcción del proyecto, se determinaron las siguientes:

- Trazo
- Limpieza general
- Construcción de bodega
- Excavación de zanjas para la cimentación

- Acarreo de materiales de construcción
- Acarreo de material de desecho
- Construcción de la subestructura
- Construcción de la superestructura
- Acarreo de material de relleno
- Conformación y nivelación de aproches
- Limpieza de material sobrante
- Señalización

- Impactos negativos

En la construcción del proyecto del puente vehicular, solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación el cual a la vez, provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento y la evaporación.

- Vulnerabilidad

En la construcción del puente vehicular depende de las características estructurales, recursos con los que se cuenta para el manejo de los sistemas en caso de desastre, capacitación del personal y métodos operativos, el objeto de tal estimación, a partir de la evaluación de los posibles efectos de la amenaza, es el de contar con la identificación de ciertas medidas de mitigación que puedan adoptarse.

- Medidas de mitigación

Consideradas en forma de planes descriptivos sobre las acciones a tomar, para contrarrestar y mitigar los efectos causados por los impactos negativos, son las siguientes:

- Educar e informar al personal al inicio de la construcción de la obra, sobre las normas elementales para proteger el medio ambiente, para evitar daños al mismo.

- Remover el mínimo de vegetación para la construcción de los estribos del puente, es conveniente darle vegetación a los taludes que presenten signos de erosión dentro del margen del cauce del río.

- Evitar alteraciones significativas a la calidad del agua, independientemente del método constructivo del puente, evitando modificar la dirección normal del flujo de agua, ya que puede provocar socavación por el arrastre de sedimentos.

- Evitar transitar y lavar maquinaria sobre el lecho para verificar que por lo menos, se mantengan las condiciones esenciales para el uso y la vida dentro de esta agua.

- Tomar las medidas de precaución necesarias en el transporte de concreto, desde el sitio de elaboración, hasta la zona de trabajo para evitar vertimientos accidentales sobre el cauce del río, vegetación o sobre el suelo.

- Restaurar el espacio público afectado con especies establecidas de rápido crecimiento en el lugar al finalizar la obra, retirando todos los materiales y residuos de las actividades constructivas.

- Manejo y disposición final de desechos

Durante la etapa de construcción se generarán desechos sólidos originados en las tareas de preparación de concreto y en la limpieza del área. Así como, basura de tipo domiciliar generada por los trabajadores en la preparación de los alimentos. La acumulación descontrolada de esta clase de desecho podrá causar foco de contaminación, trayendo consigo plagas; tales como cucarachas, moscas y roedores, para evitar esto la basura y desechos serán transportados al basurero municipal de la localidad.

CONCLUSIONES

1. En el diseño de sistema de agua potable y puente vehicular, se deben considerar criterios de funcionalidad, seguridad y economía, para garantizar a la población que hará uso de estos beneficios.

2. La construcción del proyecto de agua potable en el sector El Molino, beneficiará a 614 habitantes actuales y aproximadamente a 1 264 habitantes al final del período de diseño, que es de 20 años. Además ayudará a reducir el riesgo de contraer enfermedades por falta de higiene.

3. El cobro de una tarifa mensual de Q 30,00 ayudará a que el proyecto sea autosostenible, sin embargo, hay que hacer evaluación cada año, debido a la inflación para un aumento a la tarifa y así pueda alcanzar el período de diseño.

4. El costo total del proyecto de agua potable es de setecientos cinco mil seiscientos setenta y nueve con treinta y cinco centavos (Q 705 679,35), siendo el costo por metro lineal de doscientos diez con sesenta y dos centavos (Q 210,62).

5. La construcción del puente vehicular en Las Llanuras, contribuirá a mejorar la vía de comunicación entre la cabecera municipal y las aldeas del sureste de Tecpán y por consiguiente al desarrollo económico y social de este municipio.

6. El costo total del proyecto del puente vehicular es de cuatrocientos veintiocho mil cuatrocientos ochenta y uno con sesenta y cuatro centavos (Q 428 481,64), siendo el costo por metro lineal de treinta mil seiscientos cinco con ochenta y tres centavos (Q 30 605,83).

7. La planificación de estos dos proyectos a través del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, cumple con la labor de proyección social, al realizar estos diseños sin ningún costo a las entidades municipales.

RECOMENDACIONES

1. Garantizar la supervisión técnica profesional, cuando se ejecuten los proyectos y así cumplir con las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos o así a la entidad ejecutora del proyecto.

2. Tener un control de calidad de los materiales que serán utilizados para la construcción de los proyectos, para cumplir las especificaciones de diseño.

3. En necesario garantizar la cloración del sistema de agua potable y darle el mantenimiento requerido para evitar mal funcionamiento.

4. Hacer conciencia a la población beneficiada con respecto al uso racional y adecuado del servicio de agua potable, para garantizar la dotación adecuada a todas las conexiones prediales.

5. Realizar aforos cada año para saber si el caudal aumenta o disminuye y con base en eso tomar las medidas precautorias.

6. Supervisar cada seis meses las condiciones de la estructura del puente vehicular y la buena funcionalidad del comité, que estará a cargo del mantenimiento del sistema de agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 67 p.

2. American Association of Highways and Transportation Officials. *Especificaciones estándar AASHTO para el diseño de puentes*. 16a ed. Estados Unidos:AASHTO, 1996. 16 p.

3. American Concrete Institute. *Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-08) y comentario (versión en español y en sistema métrico)*. Estados Unidos: ACI, 2008. 326 p.

4. CHARCHALAC, William Alejandro Elías. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío Xibalbay y puente vehicular para barrio el Carmen, municipio de Sololá, Sololá*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 120 p.

5. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* 4a ed. México: Limusa, 1999. 193 p.

6. DAS, Braja M. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. Alonzo, José de la Cera (traductor). 4a ed. México: International Thomson editores, 2001. ISBN: 970-686-035-5. 334 p.

7. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, Ministerio De Desarrollo Económico. *Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico*. Colombia, 2000. 131 p.

8. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones. *Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y puentes*. Guatemala, 2000. 552 p.

9. ESCOBAR GARCÍA, José Octavio. *Diseño del puente vehicular del caserío las Brisas y diseño del edificio del cuerpo de bomberos voluntario, municipio de Champerico, departamento de Retalhuleu*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2011. 116 p.

10. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997. 21 p.

11. RAMOS GARCÍA, Héctor Kelinton. *Manual práctico para el pre-dimensionamiento de puentes en acero y concreto, para una luz menor a 15 metros.* Trabajo de graduación de Ing. Civil Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2010. 105 p.

APÉNDICES

Diseño hidraulico de la linea de captación de nacimientos

LINEA DE CAPTACIÓN																		
EST	PO	COTAS		HF	C	LONGITUD (m)	Q d max (l/s)	DIAMETRO TEORICO (IN)	DIAMETRO comercial	DIAMETRO interno	HF REAL	PIEZOMETRICA		PRESION DINAMICA	No. TUBOS	Tipo de Tuberia PVC	DESCRIPCION	AFORO (l/s)
		INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL					
E-1.1	E-0.1	108.33	102.5	5.83	150	268.35	0.80	1.39	1 1/2	1.754	1.89	108.33	106.44	3.94	45	160 psi	NACIMIENTO 1 A CAJA	0.667
E-0.3	E-0.1	106.49	102.5	3.99	150	22.88	0.19	0.52	3/4	0.926	0.25	106.49	106.24	3.74	4	250 psi	NACIMIENTO 2 A CAJA	0.157
E-0.2	E-0.1	107.24	102.5	4.74	150	25.21	0.19	0.52	3/4	0.926	0.27	107.24	106.97	4.47	4	250 psi	NACIMIENTO 3 A CAJA	0.157
E-0.1	E-0	102.5	102	0.5	150	21.98	1.18	1.60	2	2.193	0.11	102.5	102.39	0.39	4	160 psi	CAJA A TANQUE	
	Total	322.3															Total	0.98

Distribución de caudales para el diseño hidraulico de la red de distribución

Población actual	Tasa de crecimiento %	Población futura	Viviendas actuales	Viviendas futuras	Qmh (l/s)	Caudal de vivienda (l/s)	Factor k
614	3.50%	1264	125	257	1.90	0.007393	0.15

EST	PO	Tramo	Viviendas actuales	Viviendas futuras	Caudal Requerido (l/s)	Caudal instantáneo (l/s)	Caudal de diseño (l/s)	Longitud de tramo (m)
E-10	E-15	Ramal 1	125	257	1.90	2.4	2.4	360.91
E-15	E-16	Ramal 2	19	39	0.29	0.93	0.93	111.46
E-16	E-20	Ramal 2	14	29	0.21	0.79	0.79	297.57
E-20	E-20.1	Ramal 2	4	8	0.06	0.40	0.40	37.05
E-15	E-25	Ramal 3	106	218	1.61	2.21	2.21	367.45
E-25	E-27	Ramal 3	93	192	1.42	2.07	2.07	244.29
E-27	E-29	Ramal 3	80	165	1.22	1.92	1.92	219.47
E-29	E-31	Ramal 3	70	144	1.07	1.79	1.79	291.63
E-31	E-32	Ramal 3	53	109	0.81	1.56	1.56	202.96
E-32	E-33	Ramal 3	39	80	0.59	1.34	1.34	209.99
E-33	E-35	Ramal 4	10	21	0.15	0.66	0.66	167.65
E-33	E-36	Ramal 5	16	33	0.24	0.85	0.85	154.30
E-36	E-37	Ramal 5	5	10	0.08	0.46	0.46	80.30
E-37	E-37.1	Ramal 5	2	4	0.03	0.26	0.26	35.53
		Chequeos*	125	257	1.90		Total	2780.56

* Los chequeos solo consideran el Ramal 2 (E-15 a E-16) y 3 (E-15 a E-25), porque son los que abastecen a los demas.

Importante:
En el Ramal 1 no habran conexiones prediales debido a las condiciones topográficas del terreno y porque actualmente en este tramo no existe ninguna vivienda fisicamente.

Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para el sector El Molino, Tecpán Guatemala

RED DE DISTRIBUCION

EST	PO	Cota terreno		HF disponible	Longitud (m)	C	Tipo de tuberia PVC	Total Tubos	Caudal de diseño (l/s)	Diámetro teórico (IN)	Diámetro comercial (IN)	Diámetro interno (IN)	HF con caudal de diseño	Velocidad (m/s)	Cota Piezométrica		Presión Dinámica		Presión estática	
		INICIAL	FINAL												INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
RAMAL 1																				
E-10	E-12	121.42	121.05	0.37	144.41	150	160 psi	25	2.40	3.28	3	3.23	0.397	0.45	122.42	122.02	1	0.97	1	1.37
E-12	E-14	121.05	120.67	0.38	147.11	150	160 psi	26	2.40	3.27	3	3.23	0.405	0.45	122.02	121.62	0.97	0.95	1.37	0.38
E-14	E-15	120.67	114.77	5.9	69.39	150	160 psi	12	2.40	1.60	2 1/2	2.655	0.496	0.67	121.62	121.12	0.95	6.35	0.38	5.9
RAMAL 2																				
E-15	E-16	114.77	112.62	2.15	111.46	150	160 psi	20	0.93	1.51	1 1/2	1.754	1.030	0.59	121.12	120.09	6.35	7.47	5.9	2.15
E-16	E-18	112.62	110.77	1.85	134.20	150	160 psi	23	0.79	1.52	1 1/2	1.754	0.927	0.51	120.09	119.17	7.47	8.40	2.15	1.85
E-18	E-19	110.77	105.43	5.34	93.58	150	160 psi	16	0.79	1.14	1 1/4	1.532	1.249	0.67	119.17	117.92	8.40	12.49	1.85	5.34
E-19	E-20	105.43	102.3	3.13	69.79	150	160 psi	12	0.79	1.19	1 1/4	1.532	0.932	0.67	117.92	116.98	12.49	14.68	5.34	3.13
E-20	E-20.1	102.3	102.37	-0.07	37.05	150	160 psi	6	0.40	1.77	1 1/4	1.532	0.142	0.34	116.98	116.84	14.68	14.47	3.13	0.07
RAMAL 3																				
E-15	E-23	114.77	89.01	25.76	185.03	150	160 psi	32	2.21	1.40	1 1/2	1.754	8.553	1.42	121.12	112.57	6.35	23.56	5.9	25.76
E-23	E-25	89.01	75.21	13.8	182.42	150	160 psi	32	2.21	1.59	1 1/2	1.754	8.432	1.42	112.57	104.14	23.56	28.93	25.76	13.8
E-25	E-27	75.21	65.86	9.35	244.29	150	160 psi	43	2.07	1.78	1 1/2	1.754	9.999	1.33	104.14	94.14	28.93	28.28	13.8	9.35
E-27	E-29	65.86	60.00	5.86	219.47	150	160 psi	38	1.92	1.86	1 1/2	1.754	7.809	1.23	94.14	86.33	28.28	26.33	9.35	5.86
E-29	E-31	60.00	50.72	9.28	291.63	150	160 psi	51	1.79	1.75	1 1/2	1.754	9.163	1.15	86.33	77.17	26.33	26.45	5.86	9.28
E-31	E-32	50.72	47.10	3.62	202.96	150	160 psi	36	1.56	1.87	1 1/2	1.754	4.920	1.00	77.17	72.25	26.45	25.15	9.28	3.62
E-32	E-33	47.10	45.13	1.97	209.99	150	160 psi	37	1.34	2.01	1 1/2	1.754	3.821	0.86	72.25	68.43	25.15	23.30	3.62	1.97
RAMAL 4																				
E-33	E-35	45.13	38.25	6.88	167.65	150	160 psi	29	0.66	1.14	1	1.195	5.424	0.92	68.43	63.00	23.30	24.75	1.97	6.88
RAMAL 5																				
E-33	E-36	45.13	43.68	1.45	154.30	150	160 psi	27	0.85	1.69	1 1/4	1.532	2.340	0.71	68.43	66.09	23.30	22.41	1.97	1.45
E-36	E-37	43.68	43.97	-0.29	80.30	150	160 psi	14	0.46	1.63	1 1/4	1.532	0.389	0.38	66.09	65.70	22.41	21.73	1.45	0.29
E-37	E-37.1	43.97	43.23	0.74	35.53	150	160 psi	6	0.26	0.92	1	1.195	0.210	0.37	65.70	65.49	21.73	22.26	0.29	0.74

PROYECTO: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**
LONGITUD: **3.67 km**
UBICACIÓN: **SECTOR EL MOLINO**
MUNICIPIO: **TECPÁN GUATEMALA**
DEPARTAMENTO: **CHIMALTENANGO**
FECHA: **SEPTIEMBRE, 2014**

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS

1 **RENGLON:** CAPTACIÓN Y CAJA UNIFICADORA
3 captaciones y una caja de 1m³

PRESUPUESTO

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
Tubería y accesorios				
Tubo PVC 1 1/2" 160 psi	45.00	Unidad	Q. 91.00	Q. 4,095.00
Tubo PVC 3/4" 250 psi	8.00	Unidad	Q. 31.00	Q. 248.00
Tubo PVC 2" 160 psi	8.00	Unidad	Q. 124.00	Q. 992.00
Tubo HG 3"	1.00	Unidad	Q. 557.00	Q. 557.00
Pichacha con rejilla y copla 2" de bronce	4.00	Unidad	Q. 325.00	Q. 1,300.00
Valvula de compuerta Ø 2" de bronce	5.00	Unidad	Q. 402.10	Q. 2,010.50
Valvula de compuerta Ø 1 1/2" de bronce	1.00	Unidad	Q. 314.00	Q. 314.00
Valvula de compuerta Ø 3/4" de bronce	2.00	Unidad	Q. 99.70	Q. 199.40
Adaptador macho 2"	10.00	Unidad	Q. 8.10	Q. 81.00
Adaptador macho 1 1/2"	2.00	Unidad	Q. 5.60	Q. 11.20
Adaptador macho 3/4"	4.00	Unidad	Q. 2.00	Q. 8.00
Reducidor 2" a 1 1/2"	1.00	Unidad	Q. 8.80	Q. 8.80
Reducidor 2" a 3/4"	2.00	Unidad	Q. 8.80	Q. 17.60
Tee PVC 2"	4.00	Unidad	Q. 15.80	Q. 63.20
Codo PVC 2"	6.00	Unidad	Q. 11.80	Q. 70.80
Codo PVC 1 1/2"	1.00	Unidad	Q. 7.60	Q. 7.60
Codo PVC 3/4"	2.00	Unidad	Q. 2.30	Q. 4.60
Cemento solvente 1/4 galon	1.00	Unidad	Q. 117.50	Q. 117.50
			Sub-total	**Q. 10,106.20**
Materiales de contrucción				
Cemento gris UGC 4000 psi	97	sacos	Q. 71.00	Q. 6,854.17
Arena de Río	5	m³	Q. 150.00	Q. 812.69
Piedrin 1/2"	5	m³	Q. 195.00	Q. 1,056.50
Piedra bola 6", 8" y 10"	13	m³	Q. 130.00	Q. 1,676.56
Grava de 1/2"	7.00	m³	Q. 165.00	Q. 1,155.00
Grava de 3"	7.00	m³	Q. 145.00	Q. 1,015.00
Hierro No.3 legítimo Grado 40	82	varilla	Q. 27.89	Q. 2,282.33
Hierro No.2	10	varilla	Q. 8.16	Q. 81.60
Tablas de 1" x 12" x 12'	240	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 1,080.00
Parales de 2" X 3" X 12'	192	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 864.00
Clavos de 3"	20	lb	Q. 5.00	Q. 100.00
Alambre de amarre	27	lb	Q. 6.00	Q. 159.08
Candado con cadena 60 mm	4	unidad	Q. 130.00	Q. 520.00
			Sub-total	**Q. 17,656.93**
			Total Materiales	**Q. 27,763.13**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Limpieza y chapeo	50.00	m²	Q. 8.00	Q. 400.00
Excavación de 3 captaciones	7.00	m³	Q. 75.00	Q. 525.00
Excavación y relleno para tuberia	322.30	ml	Q. 8.00	Q. 2,578.40
Ayudante	60.00	Jornal	Q. 50.00	Q. 3,000.00
			Total Mano de Obra	**Q. 6,503.40**

MANO DE OBRA CALIFICADA						
Formaleteado y fundición de muro	6.5	m³	Q.	250.00	Q.	1,619.00
Armado de hierro No.3	68	m²	Q.	25.00	Q.	1,700.00
Armado de hierro No.2	50.00	unidad	Q.	2.00	Q.	100.00
Formaleteado y fundición de sello sanit	3.7	m³	Q.	500.00	Q.	1,833.20
Construcción de caja	6.00	unidad	Q.	200.00	Q.	1,200.00
Construcción de tapadera	9.00	unidad	Q.	50.00	Q.	450.00
Instalación de accesorios	1.00	global	Q.	250.00	Q.	250.00
Replanteo y trazo	322.30	ml	Q.	2.50	Q.	805.75
Instalación de tuberia	322.30	ml	Q.	10.00	Q.	3,223.00
			Total Mano de Obra		**Q.**	**11,180.95**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)		**Q.**	**45,447.48**
			COSTO INDIRECTO (35%)		**Q.**	**15,906.62**
COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q.**	**61,354.09**

2	RENGLON: TANQUE DE SUCCIÓN 72 m²	PRESUPUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.				

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
MATERIALES						
Tubería y accesorios						
Tubo PVC 3" 125 psi	5.00	Unidad	Q.	220.00	Q.	1,100.00
Niple HG 3" x 15 cm	2.00	Unidad	Q.	25.00	Q.	50.00
Niple HG 3" x 30 cm	2.00	Unidad	Q.	50.00	Q.	100.00
Codo HG 2"	2.00	Unidad	Q.	75.00	Q.	150.00
Niple HG 3" x 1 metro	2.00	Unidad	Q.	130.00	Q.	260.00
Pichacha con rejilla y copla 3" de bronce	1.00	Unidad	Q.	1,500.00	Q.	1,500.00
Valvula de compuerta Ø 3" de bronce	2.00	Unidad	Q.	1,011.20	Q.	2,022.40
Adaptador macho 3"	4.00	Unidad	Q.	30.30	Q.	121.20
Tee PVC 3"	2.00	Unidad	Q.	67.40	Q.	134.80
Codo PVC 3"	5.00	Unidad	Q.	61.70	Q.	308.50
Codo PVC 2" con rosca	2.00	Unidad	Q.	40.50	Q.	81.00
Codo HG 3"	4.00	Unidad	Q.	105.00	Q.	420.00
Flote	1.00	Unidad	Q.	200.00	Q.	200.00
Abrazadera	4.00	Unidad	Q.	6.00	Q.	24.00
			Sub-total		**Q.**	**6,471.90**
Materiales de contrucción						
Cemento gris UGC 4000 psi	310	sacos	Q.	71.00	Q.	22,031.51
Arena de Río	17	m³	Q.	150.00	Q.	2,612.24
Piedrin 1/2"	17	m³	Q.	195.00	Q.	3,395.92
Piedra bola 6", 8" y 10"	50	m³	Q.	130.00	Q.	6,544.00
Hierro No.4 legítimo Grado 40	69	varilla	Q.	49.49	Q.	3,395.01
Hierro No.3 legítimo Grado 40	6	varilla	Q.	27.89	Q.	169.66
Hierro No.2	27	varilla	Q.	8.16	Q.	217.60
Tablas de 1" x 12" x 10'	650	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	2,925.00
Parales de 2" X 3" X 10'	683	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	3,071.25
Clavos de 3"	65	lb	Q.	5.00	Q.	325.00
Alambre de amarre	45	lb	Q.	6.00	Q.	267.76
Candado con cadena 60 mm	3	unidad	Q.	130.00	Q.	390.00
Cedazo para respiradero	1	Yarda	Q.	20.00	Q.	20.00
			Sub-total		**Q.**	**45,364.96**
			Total Materiales		**Q.**	**51,836.86**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA						
Excavación	115.00	m³	Q.	75.00	Q.	8,625.00
Desencofrado	84.00	m²	Q.	10.00	Q.	840.00
Ayudante	60.00	Jornal	Q.	50.00	Q.	3,000.00
			Total Mano de Obra		**Q.**	**12,465.00**
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Formaleteado y fundición concreto ciclopeo	73.7	m³	Q.	250.00	Q.	18,435.00
Armado de hierro No.4 losa	36.0	m²	Q.	60.00	Q.	2,160.00
Armado de hierro No.4 viga perimetro	26.4	ml	Q.	40.00	Q.	1,056.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera	4	ml	Q.	30.00	Q.	120.00
Armado de estribos No.2	200	unidad	Q.	1.50	Q.	300.00
Formaleteado y fundición de losa	5.4	m³	Q.	500.00	Q.	2,700.00
Encofrado y fundición de viga	1.0	m³	Q.	500.00	Q.	500.00
Construcción de caja	2.00	unidad	Q.	200.00	Q.	400.00
Construcción de tapadera	3.00	unidad	Q.	50.00	Q.	150.00
Instalación de tuberia y accesorios	1.00	global	Q.	500.00	Q.	500.00
Repello + Cernido	120.00	m²	Q.	30.00	Q.	3,600.00
			Total Mano de Obra		**Q.**	**29,921.00**
		COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)			**Q.**	**94,222.86**
		COSTO INDIRECTO (35%)			**Q.**	**32,978.00**
COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q.**	**127,200.85**

3	RENGLON: LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y EQUIPO DE BOMBEO 569.79 ml	PRESUPUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
Tubo PVC 3" 125 psi	99.00	Unidad	Q. 263.00	Q. 26,037.00
Codo 90º PVC 3"	7.00	Unidad	Q. 501.60	Q. 3,511.20
Codo 45º PVC 3"	3.00	Unidad	Q. 404.50	Q. 1,213.50
Bomba eje horizontal 2.5 hp	1.00	Unidad	Q. 4,500.00	Q. 4,500.00
Accesorios de plomería	1.00	Global	Q. 500.00	Q. 500.00
Accesorios eléctricos	1.00	Global	Q. 750.00	Q. 750.00
			Total Materiales	**Q. 36,511.70**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación y relleno para tubería	569.79	ml	Q. 10.00	Q. 5,697.90
Ayudante	45.00	Jornal	Q. 50.00	Q. 2,250.00
			Total Mano de Obra	**Q. 7,947.90**
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Replanteo y trazo	569.79	ml	Q. 2.50	Q. 1,424.48
Instalación de tubería y accesorios	99.00	unidad	Q. 80.00	Q. 7,920.00
Instalación de bomba y conexión	1.0	Global	Q. 1,000.00	Q. 1,000.00
			Total Mano de Obra	**Q. 10,344.48**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)	**Q. 54,804.08**
			COSTO INDIRECTO (35%)	**Q. 19,181.43**
COSTO TOTAL DEL RENGLON				**Q. 73,985.50**

4	RENGLON: CASETA DE BOMBEO	PRESUPUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.				

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
MATERIALES						
Block de .15x.20x.40	264	Unidad	Q.	2.80	Q.	739.20
Cemento gris UGC 4000 psi	29	sacos	Q.	71.00	Q.	2,087.40
Arena de Río	1.7	m³	Q.	150.00	Q.	247.50
Piedrin 1/2"	1.7	m³	Q.	195.00	Q.	321.75
Hierro No.4 legítimo Grado 40	3.0	varilla	Q.	49.49	Q.	148.47
Hierro No.3 legítimo Grado 40	56	varilla	Q.	27.89	Q.	1,561.43
Hierro No.2	27	varilla	Q.	8.16	Q.	217.74
Tablas de 1" x 12" x 10'	160	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	720.00
Parales de 2" X 3" X 10'	184	pie-tabla	Q.	4.50	Q.	828.00
Clavos de 3"	16	lb	Q.	5.00	Q.	80.00
Alambre de amarre	21	lb	Q.	6.00	Q.	124.70
Tubo PVC 3"	2	Unidad	Q.	117.00	Q.	234.00
Puerta metálica con barrotes	1	Unidad	Q.	975.00	Q.	975.00
Alambre calibre 12	20	metro	Q.	7.50	Q.	150.00
Bombilla de 60w	1	Unidad	Q.	7.25	Q.	7.25
Plafonera	1	Unidad	Q.	6.50	Q.	6.50
Caja octogonal	1	Unidad	Q.	5.60	Q.	5.60
Caja rectangular	3	Unidad	Q.	4.70	Q.	14.10
Interruptor rectangular	1	Unidad	Q.	4.50	Q.	4.50
Tomacorriente rectangular	2	Unidad	Q.	5.50	Q.	11.00
Contador	1	Unidad	Q.	450.00	Q.	450.00
Tablero de flipones	1	Unidad	Q.	125.00	Q.	125.00
Niple HG 3/4" x 1 m	1	Unidad	Q.	130.00	Q.	130.00
Codo 90º 3/4" HG	1	Unidad	Q.	19.00	Q.	19.00
Poliducto 3/4"	1	rollo	Q.	70.00	Q.	70.00
			Total Materiales		**Q.**	**9,278.14**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA						
Excavación	1.80	m³	Q.	75.00	Q.	135.00
Desencofrado	15.00	m²	Q.	10.00	Q.	150.00
Ayudante	15.00	Jornal	Q.	50.00	Q.	750.00
			Total Mano de Obra		**Q.**	**1,035.00**
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Levantado de muro	24.0	m²	Q.	40.00	Q.	960.00
Armado de hierro No.3 losa	8.7	m²	Q.	50.00	Q.	435.00
Armado de hierro No.3 cimiento,solera y columna	62.2	ml	Q.	30.00	Q.	1,866.00
Armado de estribos No.2	242	Unidad	Q.	1.50	Q.	363.00
Armado de eslabones No.2	146	Unidad	Q.	1.25	Q.	182.50
Formaleteado y fundición de losa	0.9	m³	Q.	500.00	Q.	435.00
Encofrado y fundición de cimiento,solera y columna	1.6	m³	Q.	500.00	Q.	794.00
Fundición de banqueta y piso interior	0.43	m³	Q.	500.00	Q.	215.00
Instalación eléctrica	1.0	global	Q.	1,500.00	Q.	1,500.00
Alisado	21.4	m²	Q.	15.00	Q.	321.60
			Total Mano de Obra		**Q.**	**7,072.10**
		COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)			**Q.**	**17,385.24**
		COSTO INDIRECTO (35%)			**Q.**	**6,084.84**
COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q.**	**23,470.08**

5	RENGLON: HIPOCLORADOR Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO 50 m³	PRESUPUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
Tubería y accesorios				
Tubo PVC 3" 125 psi	6.00	Unidad	Q. 220.00	Q. 1,320.00
Tubo PVC 2 1/2" 160 psi	1.00	Unidad	Q. 183.00	Q. 183.00
Pichacha con rejilla y copla 2 1/2" de bronce	1.00	Unidad	Q. 1,200.00	Q. 1,200.00
Valvula de compuerta Ø 2 1/2" de bronce	1.00	Unidad	Q. 758.70	Q. 758.70
Valvula de compuerta Ø 3" de bronce	1.00	Unidad	Q. 1,011.20	Q. 1,011.20
Adaptador macho 2 1/2"	2.00	Unidad	Q. 21.20	Q. 42.40
Adaptador macho 3"	2.00	Unidad	Q. 30.30	Q. 60.60
Niple HG 3" x 15 cm	1.00	Unidad	Q. 40.00	Q. 40.00
Niple HG 3" x 30 cm	1.00	Unidad	Q. 75.00	Q. 75.00
Niple HG 3" x 1 metro	2.00	Unidad	Q. 195.00	Q. 390.00
Tee PVC 3"	2.00	Unidad	Q. 67.40	Q. 134.80
Codo PVC 3"	5.00	Unidad	Q. 61.70	Q. 308.50
Codo PVC 3" con rosca	1.00	Unidad	Q. 113.10	Q. 113.10
Codo HG 3"	3.00	Unidad	Q. 105.00	Q. 315.00
Flote	1.00	Unidad	Q. 200.00	Q. 200.00
Abrazadera	2.00	Unidad	Q. 6.00	Q. 12.00
Dosificador automático de cloro	1.00	Unidad	Q. 850.00	Q. 850.00
Cubeta de 40 tabletas tricloro	2.00	Unidad	Q. 450.00	Q. 900.00
			Sub-total	**Q. 7,914.30**
Materiales de contrucción				
Cemento gris UGC 4000 psi	244	sacos	Q. 71.00	Q. 17,288.56
Arena de Río	14	m³	Q. 150.00	Q. 2,045.29
Piedrin 1/2"	14	m³	Q. 195.00	Q. 2,658.87
Piedra bola 6", 8" y 10"	42	m³	Q. 130.00	Q. 5,408.93
Hierro No.3 legítimo Grado 40	76	varilla	Q. 27.89	Q. 2,129.40
Hierro No.2	24	varilla	Q. 8.16	Q. 195.84
Tablas de 1" x 12" x 10'	500	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 2,250.00
Parales de 2" X 3" X 10'	525	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 2,362.50
Clavos de 3"	50	lb	Q. 5.00	Q. 250.00
Alambre de amarre	26	lb	Q. 6.00	Q. 156.46
Candado con cadena 60 mm	4	unidad	Q. 130.00	Q. 520.00
Cedazo para respiradero	1	Yarda	Q. 20.00	Q. 20.00
			Sub-total	**Q. 35,285.86**
			Total Materiales	**Q. 43,200.16**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación	50.41	m³	Q. 75.00	Q. 3,780.75
Desencofrado	65.00	m²	Q. 10.00	Q. 650.00
Ayudante	60.00	Jornal	Q. 50.00	Q. 3,000.00
			Total Mano de Obra	**Q. 7,430.75**

MANO DE OBRA CALIFICADA						
Formaleteado y fundición concreto ciclopeo	59.96	m³	Q.	250.00	Q.	14,990.50
Armado de hierro No.3 losa	25.0	m²	Q.	50.00	Q.	1,250.00
Armado de hierro No.3 viga perimetro	22.4	ml	Q.	30.00	Q.	672.00
Armado de hierro No.3 viga tapadera	4	ml	Q.	30.00	Q.	120.00
Armado de estribos No.2	240	unidad	Q.	1.50	Q.	360.00
Formaleteado y fundición de losa	3.0	m³	Q.	500.00	Q.	1,500.00
Encofrado y fundición de viga	0.7	m³	Q.	500.00	Q.	350.00
Construcción de caja	3.00	unidad	Q.	200.00	Q.	600.00
Construcción de tapadera	4.00	unidad	Q.	50.00	Q.	200.00
Instalación de tuberia y accesorios	1.00	global	Q.	500.00	Q.	500.00
Repello + Cernido	90.00	m²	Q.	30.00	Q.	2,700.00
Instalación de dosificador de cloro	1.00	global	Q.	750.00	Q.	750.00
			Total Mano de Obra		**Q.**	**23,992.50**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)		**Q.**	**74,623.41**
			COSTO INDIRECTO (35%)		**Q.**	**26,118.19**
COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q.**	**100,741.60**

6	**RENGLON:**	**PRESUPUESTO**	**PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN		**UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.**
	2780.56 m		

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO		TOTAL	
MATERIALES						
Tubería y accesorios						
Tubo PVC 3" 160 psi	51.00	Unidad	Q.	272.00	Q.	13,872.00
Tubo PVC 2 1/2" 160 psi	12.00	Unidad	Q.	183.00	Q.	2,196.00
Tubo PVC 1 1/2" 160 psi	312.00	Unidad	Q.	91.00	Q.	28,392.00
Tubo PVC 1 1/4" 160 psi	75.00	Unidad	Q.	61.00	Q.	4,575.00
Tubo PVC 1" 160 psi	35.00	Unidad	Q.	50.00	Q.	1,750.00
Copla PVC 3"	8.00	Unidad	Q.	40.30	Q.	322.40
Copla PVC 2 1/2"	2.00	Unidad	Q.	39.40	Q.	78.80
Copla PVC 1 1/2"	24.00	Unidad	Q.	5.10	Q.	122.40
Copla PVC 1 1/4"	12.00	Unidad	Q.	4.10	Q.	49.20
Copla PVC 1"	5.00	Unidad	Q.	3.00	Q.	15.00
Codo 90º PVC 2 1/2"	2.00	Unidad	Q.	57.10	Q.	114.20
Codo 90º PVC 1 1/2"	4.00	Unidad	Q.	7.60	Q.	30.40
Codo 90º PVC 1 1/4"	2.00	Unidad	Q.	6.90	Q.	13.80
Codo 45º PVC 2 1/2"	3.00	Unidad	Q.	54.70	Q.	164.10
Codo 45º PVC 1 1/2"	7.00	Unidad	Q.	10.80	Q.	75.60
Codo 45º PVC 1 1/4"	4.00	Unidad	Q.	8.50	Q.	34.00
Codo 45º PVC 1"	2.00	Unidad	Q.	6.50	Q.	13.00
Tee PVC 2 1/2"	2.00	Unidad	Q.	53.00	Q.	106.00
Tee PVC 1 1/2"	2.00	Unidad	Q.	14.40	Q.	28.80
Reducidor 3" a 2 1/2"	1.00	Unidad	Q.	40.90	Q.	40.90
Reducidor 2 1/2" a 1 1/2"	2.00	Unidad	Q.	26.00	Q.	52.00
Reducidor 1 1/2" a 1 1/4"	2.00	Unidad	Q.	5.20	Q.	10.40
Reducidor 1 1/2" a 1"	1.00	Unidad	Q.	5.20	Q.	5.20
Reducidor 1 1/4" a 1"	1.00	Unidad	Q.	5.10	Q.	5.10
Tapon hembra PVC 1 1/4"	2.00	Unidad	Q.	4.80	Q.	9.60
Tapon hembra PVC 1"	1.00	Unidad	Q.	3.10	Q.	3.10
Valvula de compuerta Ø 1 1/2" de bronce	3.00	Unidad	Q.	314.00	Q.	942.00
Valvula de compuerta Ø 1 " de bronce	1.00	Unidad	Q.	163.00	Q.	163.00
Valvula de compuerta Ø 1 1/4 " de bronce	1.00	Unidad	Q.	223.70	Q.	223.70
Adaptador macho 1 1/2"	6.00	Unidad	Q.	5.60	Q.	33.60

Adaptador macho 1"	2.00	Unidad	Q.	4.10	Q.	8.20
Adaptador macho 1 1/4"	2.00	Unidad	Q.	4.10	Q.	8.20
Cemento solvente 1 galon	1.00	Unidad	Q.	462.10	Q.	462.10
			Sub-total		**Q.**	**53,919.80**
Materiales de contrucción						
Cemento gris UGC 4000 psi	18	sacos	Q.	71.00	Q.	1,251.33
Arena de Río	1	m^3	Q.	150.00	Q.	148.37
Piedrin 1/2"	1	m^3	Q.	195.00	Q.	192.88
Piedra bola 6", 8" y 10"	2.33	m^3	Q.	130.00	Q.	303.11
Hierro No.3 legítimo Grado 40	20	varilla	Q.	27.89	Q.	550.83
Alambre de amarre	6	lb	Q.	6.00	Q.	36.46
Candado con cadena 60 mm	5	Unidad	Q.	130.00	Q.	650.00
			Sub-total		**Q.**	**3,132.97**
			Total Materiales		**Q.**	**57,052.77**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA						
Excavación y relleno para tubería	2780.56	ml	Q.	10.00	Q.	27,805.60
Ayudante	120.00	Jornal	Q.	50.00	Q.	6,000.00
			Total Mano de Obra		**Q.**	**33,805.60**
MANO DE OBRA CALIFICADA						
Replanteo y trazo	2780.56	ml	Q.	2.50	Q.	6,951.40
Instalación de tubería PVC 3"	51.00	unidad	Q.	70.00	Q.	3,570.00
Instalación de tubería PVC 2 1/2"	12.00	unidad	Q.	60.00	Q.	720.00
Instalación de tubería PVC 1 1/2"	312.00	unidad	Q.	40.00	Q.	12,480.00
Instalación de tubería PVC 1 1/4"	75.00	unidad	Q.	30.00	Q.	2,250.00
Instalación de tubería PVC 1"	35.00	unidad	Q.	25.00	Q.	875.00
Construcción de caja	5.00	unidad	Q.	200.00	Q.	1,000.00
Construcción de tapadera	5.00	unidad	Q.	50.00	Q.	250.00
Instalación de accesorios	1.00	global	Q.	750.00	Q.	750.00
			Total Mano de Obra		**Q.**	**28,846.40**
		COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)			**Q.**	**119,704.77**
		COSTO INDIRECTO (35%)			**Q.**	**41,896.67**
COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q.**	**161,601.44**

7	RENGLON: VÁLVULA DE LIMPIEZA 5 unidades	PRESUPUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.			

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
Tubería y accesorios				
Valvula de compuerta Ø 1 1/2" de bronce	2.00	Unidad	Q. 314.00	Q. 628.00
Valvula de compuerta Ø 1 " de bronce	1.00	Unidad	Q. 163.00	Q. 163.00
Valvula de compuerta Ø 1 1/4 " de bronce	2.00	Unidad	Q. 223.70	Q. 447.40
Tee PVC 1 1/2"	2.00	Unidad	Q. 14.40	Q. 28.80
Tee PVC 1"	1.00	Unidad	Q. 5.10	Q. 5.10
Tee PVC 1 1/4"	2.00	Unidad	Q. 8.20	Q. 16.40
Adaptador macho 1 1/2"	4.00	Unidad	Q. 5.60	Q. 22.40
Adaptador macho 1"	2.00	Unidad	Q. 4.10	Q. 8.20
Adaptador macho 1 1/4"	4.00	Unidad	Q. 4.10	Q. 16.40
Cemento solvente 1/8 galon	1.00	Unidad	Q. 86.00	Q. 86.00
			Sub-total	**Q. 1,421.70**
Materiales de contrucción				
Cemento gris UGC 4000 psi	18	sacos	Q. 71.00	Q. 1,251.33
Arena de Río	1	m^3	Q. 150.00	Q. 148.37
Piedrin 1/2"	1	m^3	Q. 195.00	Q. 192.88
Piedra bola 6", 8" y 10"	2	m^3	Q. 130.00	Q. 303.11
Hierro No.3 legítimo Grado 40	20	varilla	Q. 27.89	Q. 550.83
Alambre de amarre	6	lb	Q. 6.00	Q. 36.46
Candado con cadena 60 mm	5	unidad	Q. 130.00	Q. 650.00
			Sub-total	**Q. 3,132.97**
			Total Materiales	**Q. 4,554.67**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación	7.00	m^3	Q. 75.00	Q. 525.00
Ayudante	15.00	Jornal	Q. 50.00	Q. 750.00
			Total Mano de Obra	**Q. 1,275.00**
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Construcción de caja	5.00	unidad	Q. 200.00	Q. 1,000.00
Construcción de tapadera	5.00	unidad	Q. 50.00	Q. 250.00
Instalación de válvulas y accesorios	5.00	unidad	Q. 100.00	Q. 500.00
			Total Mano de Obra	**Q. 1,750.00**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)	**Q. 7,579.67**
			COSTO INDIRECTO (35%)	**Q. 2,652.88**
COSTO TOTAL DEL RENGLON				**Q. 10,232.55**

8 RENGLON: VÁLVULA DE AIRE 2 unidades	PRESUPUESTO		PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.	
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**TOTAL**
MATERIALES				
Tubería y accesorios				
Válvula de aire italiana 1/2"	2.00	Unidad	Q. 145.00	Q. 290.00
Reducidor 2 1/2" a 1/2"	1.00	Unidad	Q. 26.00	Q. 26.00
Reducidor 1 1/2" a 1/2"	1.00	Unidad	Q. 5.20	Q. 5.20
Tee PVC 2 1/2"	1.00	Unidad	Q. 53.00	Q. 53.00
Tee PVC 1 1/2"	1.00	Unidad	Q. 14.40	Q. 14.40
Cemento solvente 1/16 galon	1.00	Unidad	Q. 60.00	Q. 60.00
			Sub-total	**Q. 448.60**
Materiales de contrucción				
Cemento gris UGC 4000 psi	7	sacos	Q. 71.00	Q. 500.53
Arena de Río	0.50	m³	Q. 150.00	Q. 75.53
Piedrin 1/2"	0.50	m³	Q. 195.00	Q. 98.19
Piedra bola 6", 8" y 10"	1	m³	Q. 130.00	Q. 121.24
Hierro No.3 legítimo Grado 40	8	varilla	Q. 27.89	Q. 220.33
Alambre de amarre	2	lb	Q. 6.00	Q. 14.58
Candado con cadena 60 mm	2	unidad	Q. 130.00	Q. 260.00
			Sub-total	**Q. 1,290.41**
			Total Materiales	**Q. 1,739.01**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación	2.80	m³	Q. 75.00	Q. 210.00
Ayudante	6.00	Jornal	Q. 50.00	Q. 300.00
			Total Mano de Obra	**Q. 510.00**
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Construcción de caja	2.00	unidad	Q. 200.00	Q. 400.00
Construcción de tapadera	2.00	unidad	Q. 50.00	Q. 100.00
Instalación de válvulas y accesorios	2.00	unidad	Q. 100.00	Q. 200.00
			Total Mano de Obra	**Q. 700.00**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)	**Q. 2,949.01**
			COSTO INDIRECTO (35%)	**Q. 1,032.16**
COSTO TOTAL DEL RENGLON				**Q. 3,981.17**

9	RENGLON: CONEXIÓN DOMICILIAR 125 viviendas	PRESUPUESTO	PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE UBICACIÓN: SECTOR EL MOLINO, TECPÁN G.			

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
Tubería y accesorios				
Tee PVC 1 1/2"	85.00	Unidad	Q. 14.40	Q. 1,224.00
Tee PVC 1 1/4"	30.00	Unidad	Q. 8.20	Q. 246.00
Tee PVC 1"	10.00	Unidad	Q. 5.10	Q. 51.00
Reducidor 1 1/2" a 1/2"	85.00	Unidad	Q. 5.20	Q. 442.00
Reducidor 1 1/4" a 1/2"	30.00	Unidad	Q. 5.10	Q. 153.00
Reducidor 1" a 1/2"	10.00	Unidad	Q. 3.10	Q. 31.00
Tubo PVC 1/2" 315 psi	250.00	Unidad	Q. 30.00	Q. 7,500.00
Llave de paso 1/2" bronce	125.00	Unidad	Q. 45.00	Q. 5,625.00
Llave de compuerta 1/2" bronce	125.00	Unidad	Q. 72.50	Q. 9,062.50
Contador domiciliar de 1/2"	125.00	Unidad	Q. 225.00	Q. 28,125.00
Adaptador macho 1/2"	500.00	Unidad	Q. 1.20	Q. 600.00
Adaptador hembra 1/2"	250.00	Unidad	Q. 2.00	Q. 500.00
Codo 90º PVC 1/2" con rosca	125.00	Unidad	Q. 2.30	Q. 287.50
Niple HG 1/2" x 1.50 m	125.00	Unidad	Q. 65.00	Q. 8,125.00
Niple HG 1/2" x 30 cm	125.00	Unidad	Q. 25.00	Q. 3,125.00
Codo 90º HG 1/2"	125.00	Unidad	Q. 11.00	Q. 1,375.00
Llave de chorro 1/2" bronce	125.00	Unidad	Q. 32.20	Q. 4,025.00
Teflon	13	Unidad	Q. 8.00	Q. 100.00
Cemento solvente 1 galon	1.00	Unidad	Q. 462.10	Q. 462.10
Tubo de cemento Ø 6" x 1 m	125.00	Unidad	Q. 45.00	Q. 5,625.00
Caja para contador domiciliar	125.00	Unidad	Q. 90.00	Q. 11,250.00
			Sub-total	**Q. 87,934.10**
Materiales de contrucción				
Cemento gris UGC 4000 psi	21	sacos	Q. 71.00	Q. 1,482.92
Arena de Río	1	m³	Q. 150.00	Q. 175.83
Piedrin 1/2"	1	m³	Q. 195.00	Q. 228.58
			Sub-total	**Q. 1,887.33**
			Total Materiales	**Q. 89,821.43**
MANO DE OBRA NO CALIFICADA				
Excavación y relleno para tuberia	62.50	m³	Q. 75.00	Q. 4,687.50
Ayudante	30.00	Jornal	Q. 50.00	Q. 1,500.00
			Total Mano de Obra	**Q. 6,187.50**
MANO DE OBRA CALIFICADA				
Elaboración de anclajes y tapaderas	125.00	unidad	Q. 20.00	Q. 2,500.00
Instalación de tubería por conexión	125.00	unidad	Q. 30.00	Q. 3,750.00
Colocación caja contador, tubo cemento y accesorios	125.00	unidad	Q. 30.00	Q. 3,750.00
			Total Mano de Obra	**Q. 10,000.00**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)	**Q. 106,008.93**
			COSTO INDIRECTO (35%)	**Q. 37,103.12**
COSTO TOTAL DEL RENGLON				**Q. 143,112.05**

COSTO TOTAL	**Q.**	**705,679.35**

PROYECTO: **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR**
LONGITUD: **14 ML**
ANCHO: **5 ML**
ÁREA: **70 M2**
UBICACIÓN: **LAS LLANURAS**
MUNICIPIO: **TECPÁN GUATEMALA**
DEPARTAMENTO: **CHIMALTENANGO**
FECHA: **SEPTIEMBRE, 2014**

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS

1 RENGLON: TRABAJOS PRELIMINARES, 70 m²

PRESUPUESTO

PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
Cal Hidratada	2.00	sacos	Q. 16.00	Q. 32.00
Parales de 2" X 3" X 12'	36.00	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 162.00
Clavos de 3"	3.00	lb	Q. 5.00	Q. 15.00
			Total materiales	**Q. 209.00**
MANO DE OBRA				
Limpieza y chapeo	70.00	m²	Q. 8.00	Q. 560.00
Trazo y nivelacion	70.00	m²	Q. 20.00	Q. 1,400.00
Replanteo topográfico	1.00	Global	Q. 3,500.00	Q. 3,500.00
			Total Mano de Obra	**Q. 5,460.00**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)	**Q. 5,669.00**
			COSTO INDIRECTO (35%)	**Q. 1,984.15**
COSTO TOTAL DEL RENGLON				**Q. 7,653.15**

2 RENGLON: ESTRIBOS (MURO CICLÓPEO), 180m³

PRESUPUESTO

PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR
UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
Cemento gris UGC 4000 psi	498	sacos	Q. 71.00	Q. 35,337.59
Arena de Río	28	m³	Q. 150.00	Q. 4,177.23
Piedrin 1/2"	42	m³	Q. 195.00	Q. 8,203.37
Piedra bola 6", 8" y 10"	120	m³	Q. 130.00	Q. 15,638.81
Tablas de 1" x 12" x 12'	740	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 3,330.00
Clavos 3"	20.00	lb	Q. 5.00	Q. 100.00
Tubo PVC 4"	12	Unidad	Q. 95.00	Q. 1,108.33
			Total materiales	**Q. 67,895.33**
MANO DE OBRA				
Excavación	194	m³	Q. 90.00	17,498.88
Retiro de material	146	m³	Q. 35.00	5,103.84
Formaleteado y fundición de muro	180	m³	Q. 250.00	44,887.50
Relleno y compactación	49	m³	Q. 70.00	3,402.56
			Total mano de obra	**Q. 70,892.78**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)	**Q. 138,788.11**
			COSTO INDIRECTO (35%)	**Q. 48,575.84**
COSTO TOTAL DEL RENGLON				**Q. 187,363.95**

3 RENGLON: VIGA DE APOYO Y CORTINA 10 ML	PRESUPUESTO	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
Cemento gris UGC 4000 psi	66	sacos	Q. 71.00	Q. 4,653.34
Arena de Río	3	m³	Q. 150.00	Q. 417.60
Piedrin 3/4"	4	m³	Q. 195.00	Q. 723.84
Hierro No.3 legítimo Grado 40	25	varilla	Q. 27.89	Q. 696.49
Hierro No.4 legítimo Grado 40	65	varilla	Q. 49.49	Q. 3,208.74
Hierro No.5 legítimo Grado 40	28	varilla	Q. 77.29	Q. 2,200.43
Alambre de amarre	68	lb	Q. 6.00	Q. 405.05
Parales de 2" X 3" X 10'	188	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 843.75
Tablas de 1" x 12" x 10'	150	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 675.00
Clavos de 3"	15	lb	Q. 5.00	Q. 75.00
Clavos de 4"	15	lb	Q. 5.00	Q. 75.00
Neopreno de 1.30 cm dureza shore real 60	4.00	unidad	Q. 1,800.00	Q. 7,200.00
			Total materiales	**Q. 21,174.24**
MANO DE OBRA				
Encofrado	10.00	ml	Q. 25.00	Q. 250.00
Armado de eslabones No.3	317	unidad	Q. 2.00	Q. 633.33
Armado de estribos No.4	150	unidad	Q. 5.00	Q. 750.00
Armado de acero No.5	10.00	ml	Q. 50.00	Q. 500.00
Preparación y fundición de concreto	6	m³	Q. 500.00	Q. 2,900.00
Desencofrado	10.00	ml	Q. 15.00	Q. 150.00
Instalacion de plancha de Neopreno	4.00	unidad	Q. 100.00	Q. 400.00
			Total Mano de Obra	**Q. 5,583.33**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)	**Q. 26,757.57**
			COSTO INDIRECTO (35%)	**Q. 9,365.15**
COSTO TOTAL DEL RENGLON				**Q. 36,122.72**

4 RENGLON: VIGAS PRINCIPALES 28 ML	PRESUPUESTO		PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.	
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO UNITARIO**	**TOTAL**
MATERIALES				
Cemento gris UGC 4000 psi	127	sacos	Q. 71.00	Q. 8,985.76
Arena de Río	5	m³	Q. 150.00	Q. 806.40
Piedrin 3/4"	7	m³	Q. 195.00	Q. 1,397.76
Hierro No.4 legítimo Grado 40	76	varilla	Q. 49.49	Q. 3,757.10
Hierro No.5 legítimo Grado 40	20	varilla	Q. 77.29	Q. 1,540.30
Hierro No.7 legítimo Grado 40	39	varilla	Q. 151.53	Q. 5,949.37
Hierro No.8 legítimo Grado 40	76	varilla	Q. 197.81	Q. 14,991.92
Alambre de amarre	289	lb	Q. 6.00	Q. 1,736.56
Parales de 2" X 3" X 10'	408	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 1,837.50
Tablas de 1" x 12" x 10'	327	pie-tabla	Q. 4.50	Q. 1,470.00
Clavos de 3"	33	lb	Q. 5.00	Q. 163.33
Clavos de 4"	33	lb	Q. 5.00	Q. 163.33
			Total materiales	**Q. 42,799.33**
MANO DE OBRA				
Encofrado	28.00	ml	Q. 25.00	Q. 700.00
Armado de eslabones No.4	290	unidad	Q. 3.00	Q. 870.00
Armado de estribos No.4	117	unidad	Q. 5.00	Q. 585.00
Armado de acero longitudinal	28.00	ml	Q. 200.00	Q. 5,600.00
Preparación y fundición de concreto	11	m³	Q. 500.00	Q. 5,600.00
Desencofrado	28.00	ml	Q. 15.00	Q. 420.00
			Total Mano de Obra	**Q. 13,775.00**
		COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)		**Q. 56,574.33**
		COSTO INDIRECTO (35%)		**Q. 19,801.02**
COSTO TOTAL DEL RENGLON				**Q. 76,375.35**

5 RENGLON: DIAFRAGMA EXTERIOR 5.40 ML	PRESUPUESTO	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO UNITARIO**		**TOTAL**
MATERIALES					
Cemento gris UGC 4000 psi	10	sacos	Q.	71.00	Q. 695.80
Arena de Río	1	m³	Q.	150.00	Q. 82.50
Piedrin 3/4"	1	m³	Q.	195.00	Q. 107.25
Hierro No.3 legítimo Grado 40	8	varilla	Q.	27.89	Q. 224.67
Hierro No.5 legítimo Grado 40	2	varilla	Q.	77.29	Q. 148.53
Hierro No.7 legítimo Grado 40	4	varilla	Q.	151.53	Q. 603.88
Alambre de amarre	12	lb	Q.	6.00	Q. 71.92
Parales de 2" X 3" X 10'	63	pie-tabla	Q.	4.50	Q. 285.00
Tablas de 1" x 12" x 10'	51	pie-tabla	Q.	4.50	Q. 228.00
Clavos de 3"	5	lb	Q.	5.00	Q. 25.33
Clavos de 4"	5	lb	Q.	5.00	Q. 25.33
			Total materiales		**Q. 2,498.22**
MANO DE OBRA					
Encofrado	5.40	ml	Q.	25.00	Q. 135.00
Armado de eslabones No.3	27	unidad	Q.	2.00	Q. 54.00
Armado de estribos No.3	27	unidad	Q.	3.00	Q. 81.00
Armado de acero longitudinal	5.40	ml	Q.	120.00	Q. 648.00
Preparación y fundición de concreto	1	m³	Q.	500.00	Q. 500.00
Desencofrado	5.40	ml	Q.	15.00	Q. 81.00
			Total Mano de Obra		**Q. 1,499.00**
		COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)			**Q. 3,997.22**
		COSTO INDIRECTO (35%)			**Q. 1,399.03**
COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q. 5,396.25**

6	RENGLON: DIAFRAGMA INTERIOR 2.70 ML	PRESUPUESTO	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
	DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO UNITARIO**		**TOTAL**
	MATERIALES					
	Cemento gris UGC 4000 psi	5	sacos	Q.	71.00	Q. 347.90
	Arena de Río	0.5	m³	Q.	150.00	Q. 75.00
	Piedrin 3/4"	0.5	m³	Q.	195.00	Q. 97.50
	Hierro No.3 legítimo Grado 40	3	varilla	Q.	27.89	Q. 95.47
	Hierro No.5 legítimo Grado 40	1	varilla	Q.	77.29	Q. 74.26
	Hierro No.6 legítimo Grado 40	1	varilla	Q.	111.32	Q. 109.10
	Hierro No.7 legítimo Grado 40	2	varilla	Q.	151.53	Q. 301.94
	Alambre de amarre	7	lb	Q.	6.00	Q. 42.68
	Parales de 2" X 3" X 10'	40	pie-tabla	Q.	4.50	Q. 178.13
	Tablas de 1" x 12" x 10'	32	pie-tabla	Q.	4.50	Q. 142.50
	Clavos de 3"	6	lb	Q.	5.00	Q. 31.67
	Clavos de 4"	6	lb	Q.	5.00	Q. 31.67
				Total materiales		**Q. 1,527.81**
	MANO DE OBRA					
	Encofrado	2.70	ml	Q.	25.00	Q. 67.50
	Armado de eslabones No.3	9	unidad	Q.	2.00	Q. 18.00
	Armado de estribos No.3	9	unidad	Q.	3.00	Q. 27.00
	Armado de acero longitudinal	2.70	ml	Q.	120.00	Q. 324.00
	Preparación y fundición de concreto	0.5	m³	Q.	500.00	Q. 250.00
	Desencofrado	2.70	ml	Q.	15.00	Q. 40.50
				Total Mano de Obra		**Q. 727.00**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)			**Q. 2,254.81**
			COSTO INDIRECTO (35%)			**Q. 789.18**
	COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q. 3,044.00**

7 RENGLON: LOSA + BANQUETA 70m²	PRESUPUESTO	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO UNITARIO**		**TOTAL**
MATERIALES					
Cemento gris UGC 4000 psi	155	sacos	Q.	71.00	Q. 11,007.56
Arena de Río	9.0	m³	Q.	150.00	Q. 1,350.15
Piedrin 1/2"	9.0	m³	Q.	195.00	Q. 1,755.20
Hierro No.4 legítimo Grado 40	240	varilla	Q.	49.49	Q. 11,867.33
Alambre de amarre	137	lb	Q.	6.00	Q. 822.15
Parales de 2" X 3" X 10'	875	pie-tabla	Q.	4.50	Q. 3,937.50
Tablas de 1" x 12" x 10'	700	pie-tabla	Q.	4.50	Q. 3,150.00
Clavos de 3"	70	lb	Q.	5.00	Q. 350.00
Clavos de 4"	70	lb	Q.	5.00	Q. 350.00
Tubo HG de 3". (BAP)	1	unidad	Q.	557.00	Q. 557.00
			Total materiales		**Q. 35,146.87**
MANO DE OBRA					
Entarimado	63.00	m²	Q.	80.00	Q. 5,040.00
Armado de cama inferior	70.00	m²	Q.	75.00	Q. 5,250.00
Armado de cama superior	70.00	m²	Q.	75.00	Q. 5,250.00
Preparación y fundición de concreto	16	m³	Q.	500.00	Q. 7,910.00
Desencofrado	63.00	m²	Q.	40.00	Q. 2,520.00
Instalacion de tubo HG de 3" (BAP)	10.00	unidad	Q.	5.00	Q. 50.00
			Total Mano de Obra		**Q. 26,020.00**
		COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)			**Q. 61,166.87**
		COSTO INDIRECTO (35%)			**Q. 21,408.41**
COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q. 82,575.28**

8 RENGLON: BARANDA + PASAMANOS 18 Unidades	PRESUPUESTO	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO UNITARIO**		**TOTAL**
MATERIALES					
Cemento gris UGC 4000 psi	5	sacos	Q.	71.00	Q. 320.07
Arena de Río	0.5	m³	Q.	150.00	Q. 75.45
Piedrin 1/2"	0.5	m³	Q.	195.00	Q. 98.09
Hierro No.4 legítimo Grado 40	16	varilla	Q.	49.49	Q. 801.43
Hierro No.3 legítimo Grado 40	13	varilla	Q.	27.89	Q. 368.70
Alambre de amarre	13	lb	Q.	6.00	Q. 79.93
Tablas de 1" x 12" x 10'	60	pie-tabla	Q.	4.50	Q. 270.00
Clavos de 3"	6	lb	Q.	5.00	Q. 30.00
Tubo HG de 2"	5	unidad	Q.	339.75	Q. 1,567.38
			Total materiales		**Q. 3,611.04**
MANO DE OBRA					
Encofrado	18.00	ml	Q.	20.00	Q. 360.00
Armado de estribos No.3	144	unidad	Q.	2.00	Q. 288.00
Armado de acero No.4	18.00	ml	Q.	40.00	Q. 720.00
Preparación y fundición de concreto	0.5	m³	Q.	500.00	Q. 230.00
Desencofrado	18.00	ml	Q.	10.00	Q. 180.00
Instalacion de tubo HG 3"	16.00	unidad	Q.	40.00	Q. 640.00
			Total Mano de Obra		**Q. 2,418.00**
		COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)			**Q. 6,029.04**
		COSTO INDIRECTO (35%)			**Q. 2,110.16**
COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q. 8,139.20**

9	RENGLON: JUNTA DE CONSTRUCCIÓN Y ANCLAJE	PRESUPUESTO	PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR UBICACIÓN: LAS LLANURAS, TECPÁN G.			
	DESCRIPCIÓN	**CANTIDAD**	**UNIDAD**	**COSTO UNITARIO**		**TOTAL**
	MATERIALES					
	Platina de 6"x1/2"x1.75m	8	unidad	Q.	886.00	Q. 7,088.00
	Angular de 3"x3"x3/8"x1.75m	4	unidad	Q.	805.00	Q. 3,220.00
	Hierro No.4 legítimo Grado 40	2	varillas	Q.	49.49	Q. 98.98
	Placa angular de 6"x8 1/2"x1/2"x.30m	0.50	unidad	Q.	1,837.00	Q. 918.50
	Perno Ø1" + Roldana + Tuerca	8	Global	Q.	200.00	Q. 1,600.00
				Total materiales		**Q. 12,925.48**
	MANO DE OBRA					
	Instalación junta de construcción	1	Global	Q.	2,601.75	Q. 2,601.75
	Instalación de anclaje	1	Global	Q.	629.63	Q. 629.63
				Total Mano de Obra		**Q. 3,231.37**
			COSTO DIRECTO (Materiales + M.O.)			**Q. 16,156.85**
			COSTO INDIRECTO (35%)			**Q. 5,654.90**
	COSTO TOTAL DEL RENGLON					**Q. 21,811.75**

COSTO TOTAL	**Q.**	**428,481.64**

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 30 150 **INF. No. A – 313 505**

INTERESADO	ESDRAS DAVID COJTI AJTZAC (carné No. 200715009)	PROYECTO:	EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR MOLINO, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO"
MUESTRA RECOLECTADA POR	interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	ESTADIO MUNICIPAL TECPÁN GUATEMALA	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2012-07-18;10 h 30 hrs.
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2012-07-18; 15 h00 min.
MUNICIPIO:	Tecpán	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Chimaltenango		
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	Lig.cantidad
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL	
OLOR:	Inodora		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm^3	+++++	+++++	+++++
01,00 cm^3	++---	++	--
00,10 cm^3	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm^3		50	23

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I, calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

Guatemala, 2012-08-08

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Zenón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

O.T. No. 30 150 **INF. No. 24 923**

INTERESADO:	**ESDRAS DAVID COJTI AJTZAC (Carné No. 200715009)**	PROYECTO:	**EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL SECTOR MOLINO, TECPÁN GUATEMALA, CHIMALTENANGO"**
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	ESTADIO MUNICIPAL, TECPÁN GUATEMALA	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2012-07-18; 10 h 30 min.
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2012-07-18; 15 h 00 min.
MUNICIPIO:	Tecpán	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Chimaltenango		

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	35° C
2. COLOR:	05,00 Unidades	5. SABOR:	-------	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	270,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	02,00 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH) :	07,14 unidades		

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH_3)	00,19	6. CLORUROS (Cl^-)	24,50	11. SOLIDOS TOTALES	175, 00
2. NITRITOS ($NO2^-$)	00,348	7. FLUORUROS (F^-)	00,08	12. SOLIDOS VOLÁTILES	24,00
3. NITRATOS ($NO3^-$)	52,40	8. SULFATOS (SO^{-2}_4)	16,00	13. SOLIDOS FIJOS	151,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	5,00
5. MANGANESO (Mn)	00,040	10. DUREZA TOTAL	140,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	143,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	90,00	90,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con las normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 810 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS). GUATEMALA.

Guatemala, 2012-08-08

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
DIRECCION

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Zeferino Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA"
USAC
GUATEMALA

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

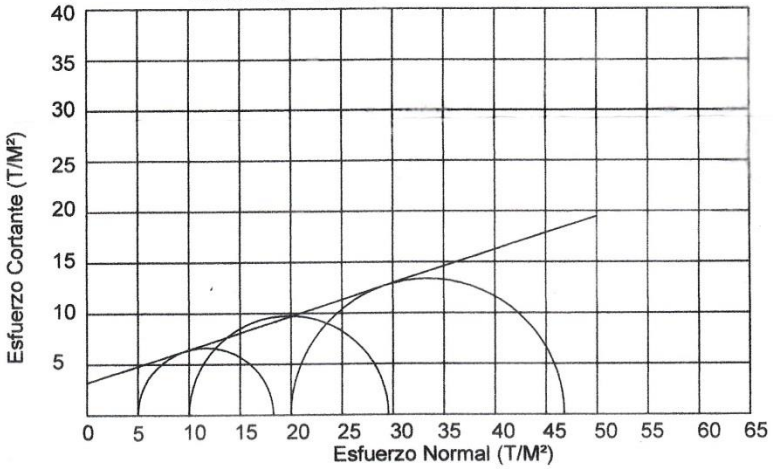
INFORME No.: 0258 S.S. O.T.: 30,151

INTERESADO: Esdras David Cojtí Ajtzac

PROYECTO: EPS-"Diseño de puente vehicular Las Llanuras, Kilómetro 86 ruta Interamericana, Tecpán, Guatemala, Chimaltenango"

Fecha: 02 de agosto de 2012.

pozo: 1 Profundidad: 2.50 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : Ø = 18.06°	COHESIÓN: Cu = 3.19 T/m²

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.

DESCRIPCION DEL SUELO: Arena limo arcillosa color café oscuro.

DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"

OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.

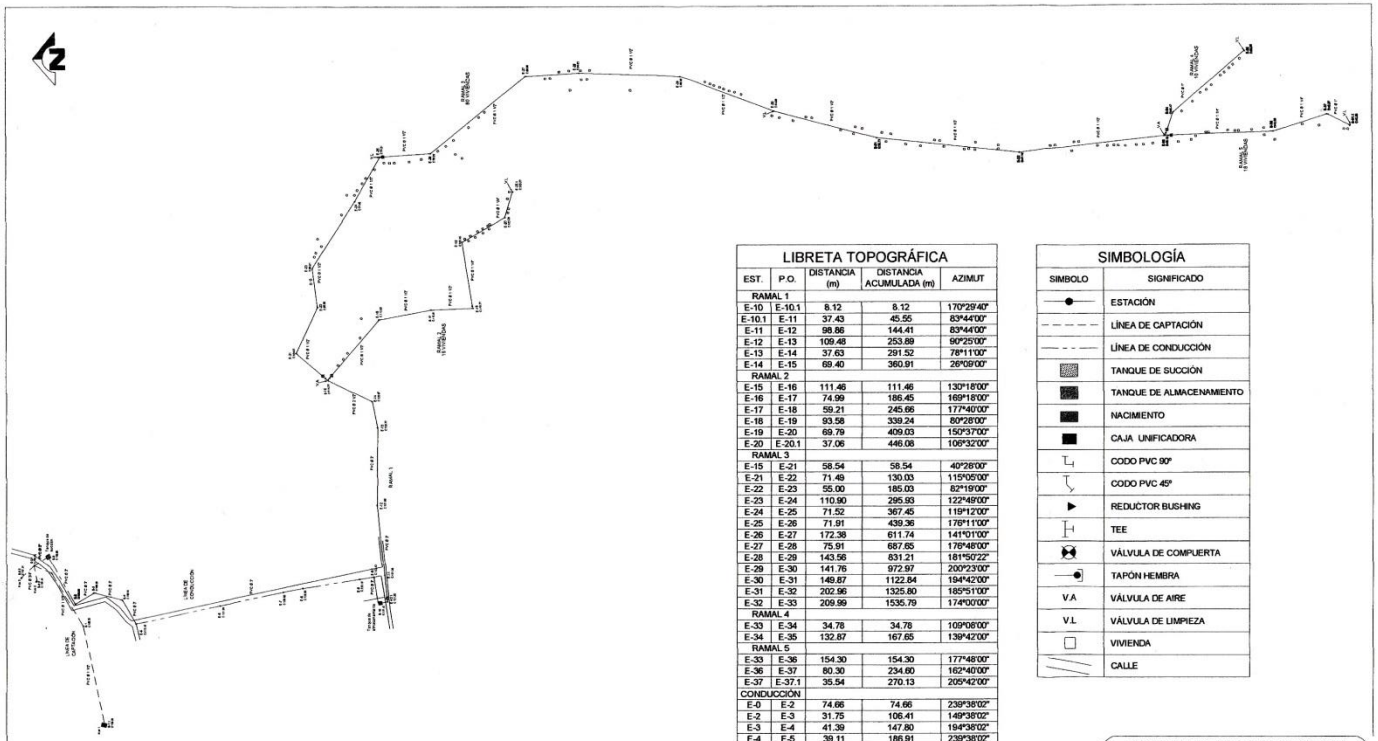
PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m^2)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m^2)	13.28	19.55	26.75
PRESION INTERSTICIAL u(T/m^2)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.5	5.0	7.5
DENSIDAD SECA (T/m^3)	1.14	1.14	1.14
DENSIDAD HUMEDA (T/m^3)	1.52	1.52	1.52
HUMEDAD (%H)	33.9	33.9	33.9

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



LIBRETA TOPOGRÁFICA

EST.	P.O.	DISTANCIA (m)	DISTANCIA ACUMULADA (m)	AZIMUT
RAMAL 1				
E-10	E-10.1	8.12	8.12	170°29'40"
E-10.1	E-11	37.43	45.55	83°44'00"
E-11	E-12	98.86	144.41	83°44'00"
E-12	E-13	109.48	253.89	90°25'00"
E-13	E-14	37.63	291.52	78°11'00"
E-14	E-15	69.40	360.91	26°09'00"
RAMAL 2				
E-15	E-16	111.46	111.46	130°18'00"
E-16	E-17	74.99	186.45	169°18'00"
E-17	E-18	59.21	245.66	177°40'00"
E-18	E-19	93.58	339.24	80°26'00"
E-19	E-20	69.79	409.03	150°37'00"
E-20	E-20.1	37.06	446.08	106°32'00"
RAMAL 3				
E-15	E-21	58.54	58.54	40°26'00"
E-21	E-22	71.49	130.03	115°05'00"
E-22	E-23	55.00	185.03	82°19'00"
E-23	E-24	110.90	295.93	122°49'00"
E-24	E-25	71.52	367.45	119°12'00"
E-25	E-26	71.91	439.36	176°11'00"
E-26	E-27	172.38	611.74	141°07'00"
E-27	E-28	75.91	687.65	176°48'00"
E-28	E-29	143.56	831.21	181°50'22"
E-29	E-30	141.76	972.97	200°23'00"
E-30	E-31	149.87	1122.84	194°42'00"
E-31	E-32	202.96	1325.80	185°51'00"
E-32	E-33	209.99	1535.79	174°00'00"
RAMAL 4				
E-33	E-34	34.78	34.78	109°08'00"
E-34	E-35	132.87	167.65	139°42'00"
RAMAL 5				
E-33	E-36	154.30	154.30	177°48'00"
E-36	E-37	80.30	234.60	162°40'00"
E-37	E-37.1	35.54	270.13	205°42'00"
CONDUCCIÓN				
E-0	E-2	74.66	74.66	239°38'02"
E-2	E-3	31.75	106.41	149°38'02"
E-3	E-4	41.39	147.80	194°38'02"
E-4	E-5	39.11	186.91	239°38'02"
E-5	E-6	123.49	310.40	168°07'00"
E-6	E-7	92.58	402.98	168°11'40"
E-7	E-8	27.97	430.95	169°32'00"
E-8	E-9	80.86	511.81	170°44'21"
E-9	E-9.1	20.26	532.07	170°44'21"
E-9.1	E-10	37.72	569.79	260°29'40"

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	ESTACIÓN
	LÍNEA DE CAPTACIÓN
	LÍNEA DE CONDUCCIÓN
	TANQUE DE SUCCIÓN
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NACIMIENTO
	CAJA UNIFICADORA
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	REDUCTOR BUSHING
	TEE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	TAPÓN HEMBRA
V.A	VÁLVULA DE AIRE
V.L	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VIVIENDA
	CALLE

PLANTA GENERAL

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ESCALA 1:4800

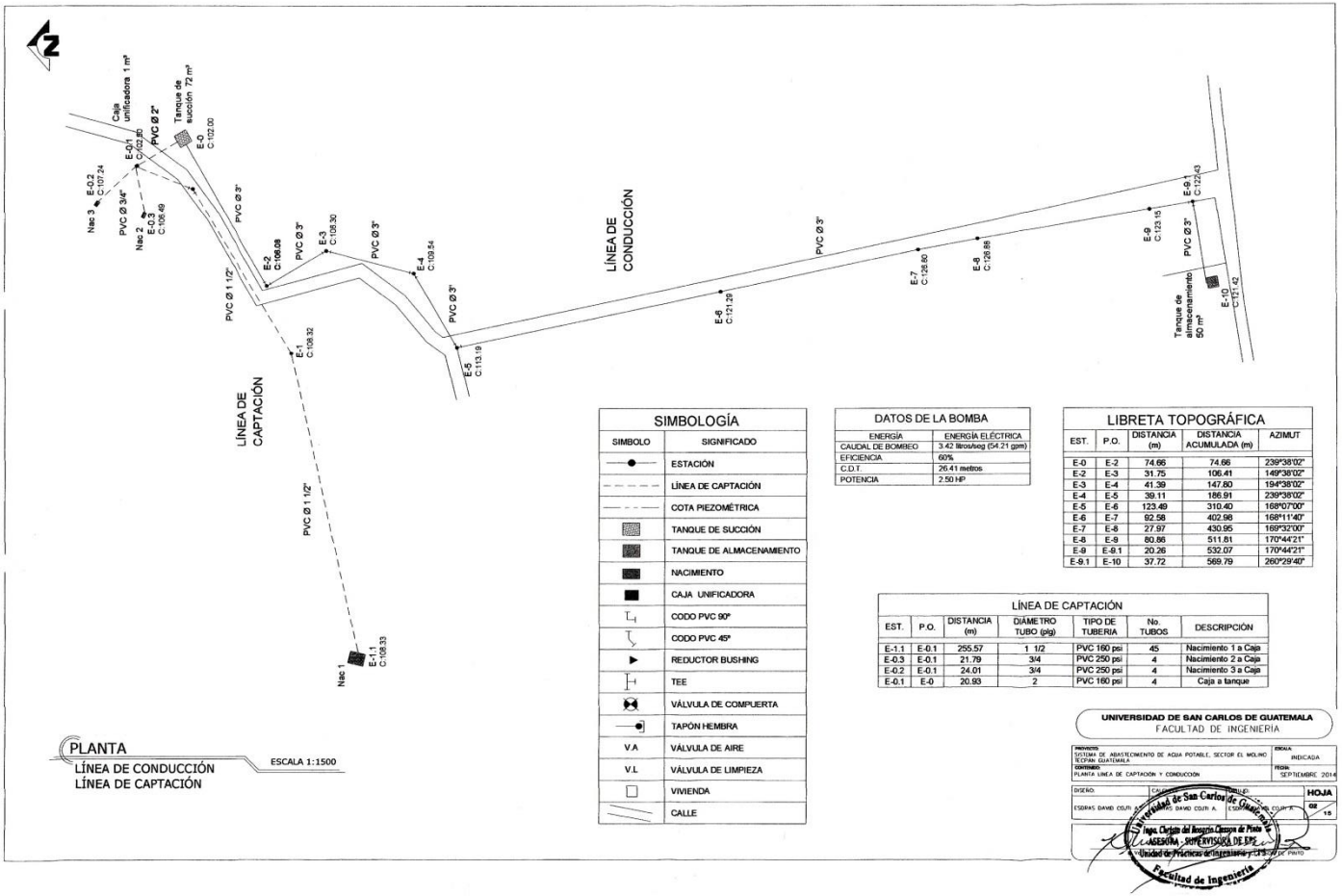
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO TECPAN GUATEMALA	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA GENERAL	FECHA: SEPTIEMBRE 2014
DISEÑO: ESDRAS DAVID COJ	HOJA 01 18

ESDRAS DAVID COJ... ESDRAS DAVID COJ...

Universidad de San Carlos de Guatemala
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

Inga. INGENIERA CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO



PLANTA
LÍNEA DE CONDUCCIÓN
LÍNEA DE CAPTACIÓN
ESCALA 1:1500

SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	ESTACIÓN
	LÍNEA DE CAPTACIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE SUCCIÓN
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NACIMIENTO
	CAJA UNIFICADORA
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	REDUCTOR BUSHING
	TEE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	TAPÓN HEMBRA
V.A	VÁLVULA DE AIRE
V.L	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VIVIENDA
	CALLE

DATOS DE LA BOMBA	
ENERGÍA	ENERGÍA ELÉCTRICA
CAUDAL DE BOMBEO	3.42 litros/seg (54.21 gpm)
EFICIENCIA	60%
C.D.T.	26.41 metros
POTENCIA	2.50 HP

LIBRETA TOPOGRÁFICA

EST.	P.O.	DISTANCIA (m)	DISTANCIA ACUMULADA (m)	AZIMUT
E-0	E-2	74.66	74.66	239°38'02"
E-2	E-3	31.75	106.41	149°38'02"
E-3	E-4	41.39	147.80	194°38'02"
E-4	E-5	39.11	186.91	239°38'02"
E-5	E-6	123.49	310.40	168°07'00"
E-6	E-7	92.58	402.98	168°11'40"
E-7	E-8	27.97	430.95	169°32'00"
E-8	E-9	80.86	511.81	170°44'21"
E-9	E-9.1	20.26	532.07	170°44'21"
E-9.1	E-10	37.72	569.79	260°29'40"

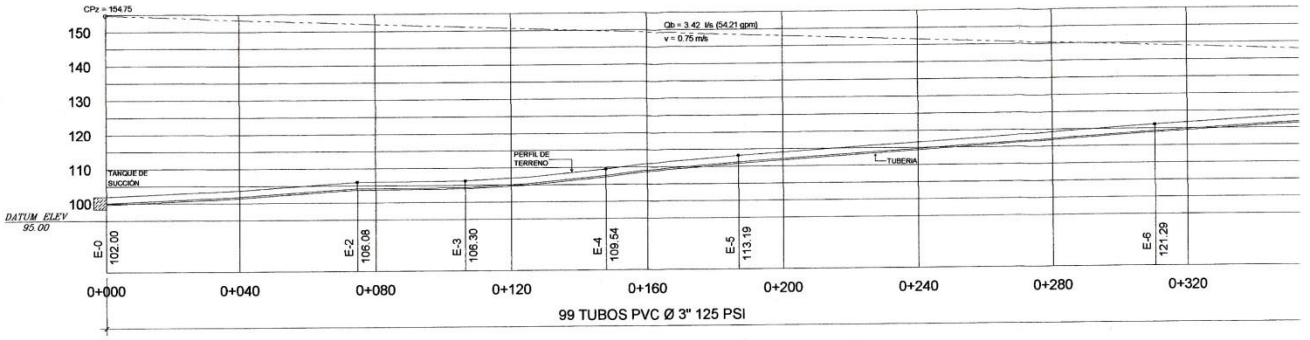
LÍNEA DE CAPTACIÓN

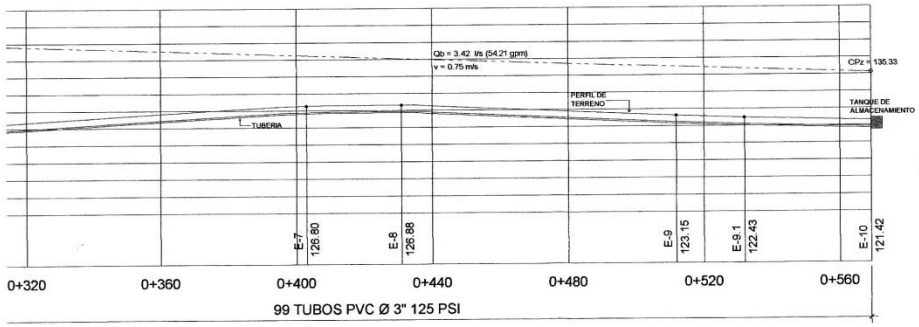
EST.	P.O.	DISTANCIA (m)	DIÁMETRO TUBO (plg)	TIPO DE TUBERÍA	No TUBOS	DESCRIPCIÓN
E-1.1	E-0.1	255.57	1 1/2	PVC 160 psi	45	Nacimiento 1 a Caja
E-0.3	E-0.1	21.79	3/4	PVC 250 psi	4	Nacimiento 2 a Caja
E-0.2	E-0.1	24.01	3/4	PVC 250 psi	4	Nacimiento 3 a Caja
E-0.1	E-0	20.93	2	PVC 160 psi	4	Caja a tanque

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO TECPAN GUATEMALA
ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA LÍNEA DE CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN
FECHA: SEPTIEMBRE 2016
DISEÑO: ESDRAS DAVID COJTI A.
CÁLCULO: ESDRAS DAVID COJTI A.
DIBUJO: ESDRAS DAVID COJTI A.
HOJA 02 / 15

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Carlos Salvador Gordillo García
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería





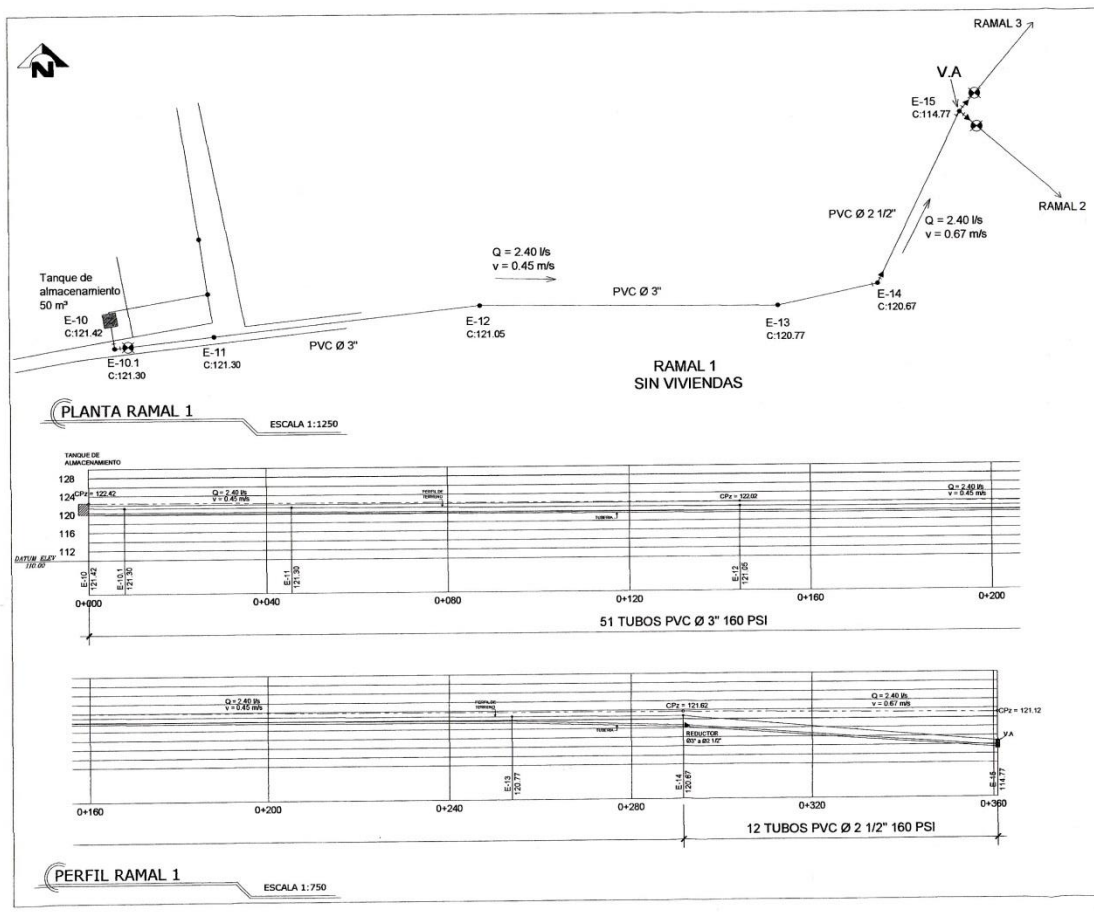
PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

ESCALA 1:1000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO TECPAN GUATEMALA	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN	FECHA: SEPTIEMBRE 2016
DISEÑO: ESDRAS DAVID COJ	CALCULO: ESDRAS DAVID COJ	HOJA 05 / 15

ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



LIBRETA TOPOGRÁFICA

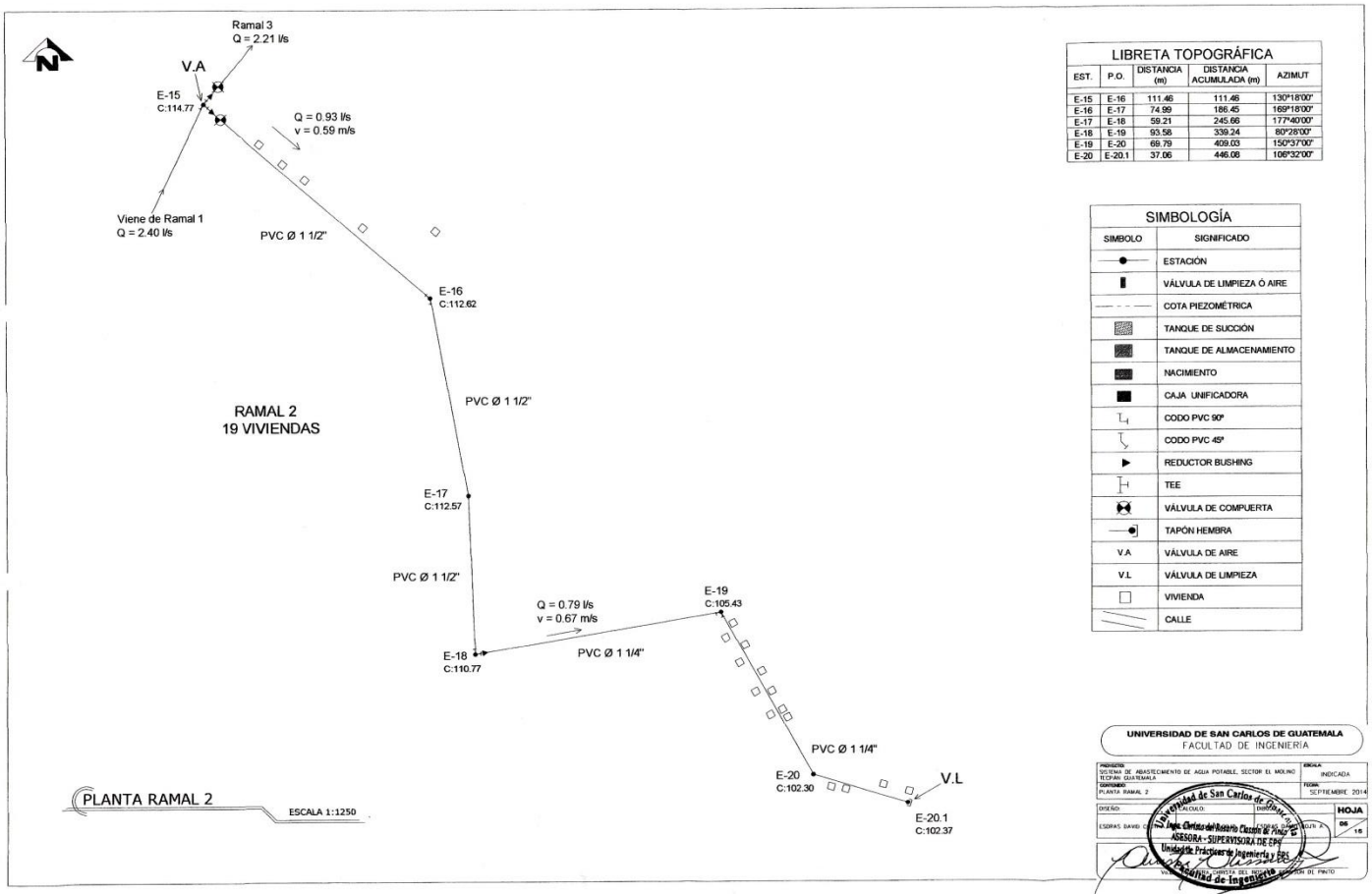
EST.	P.O.	DISTANCIA (m)	DISTANCIA ACUMULADA (m)	AZIMUT
E-10	E-10.1	8.12	8.12	170°29'40"
E-10.1	E-11	37.43	45.55	83°44'00"
E-11	E-12	98.86	144.41	83°44'00"
E-12	E-13	109.48	253.89	90°25'00"
E-13	E-14	37.63	291.52	78°11'00"
E-14	E-15	69.40	360.91	26°09'00"

SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	ESTACIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA Ó AIRE
	COTA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE SUCCIÓN
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NACIMIENTO
	CAJA UNIFICADORA
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	REDUCTOR BUSHING
	TEE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	TAPÓN HEMBRA
V.A	VÁLVULA DE AIRE
V.L	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VIVIENDA
	CALLE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO TECPAN GUATEMALA
ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL
FECHA: SEPTIEMBRE 2014
DISEÑO: ESDRAS DAVID
CALCULO:
DIBUJO:
HOJA
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ingeniería Civil
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



LIBRETA TOPOGRÁFICA

EST.	P.O.	DISTANCIA (m)	DISTANCIA ACUMULADA (m)	AZIMUT
E-15	E-16	111.46	111.46	130°18'00"
E-16	E-17	74.99	186.45	169°18'00"
E-17	E-18	59.21	245.66	177°40'00"
E-18	E-19	93.58	339.24	80°28'00"
E-19	E-20	69.79	409.03	150°37'00"
E-20	E-20.1	37.06	446.08	106°32'00"

SIMBOLOGÍA

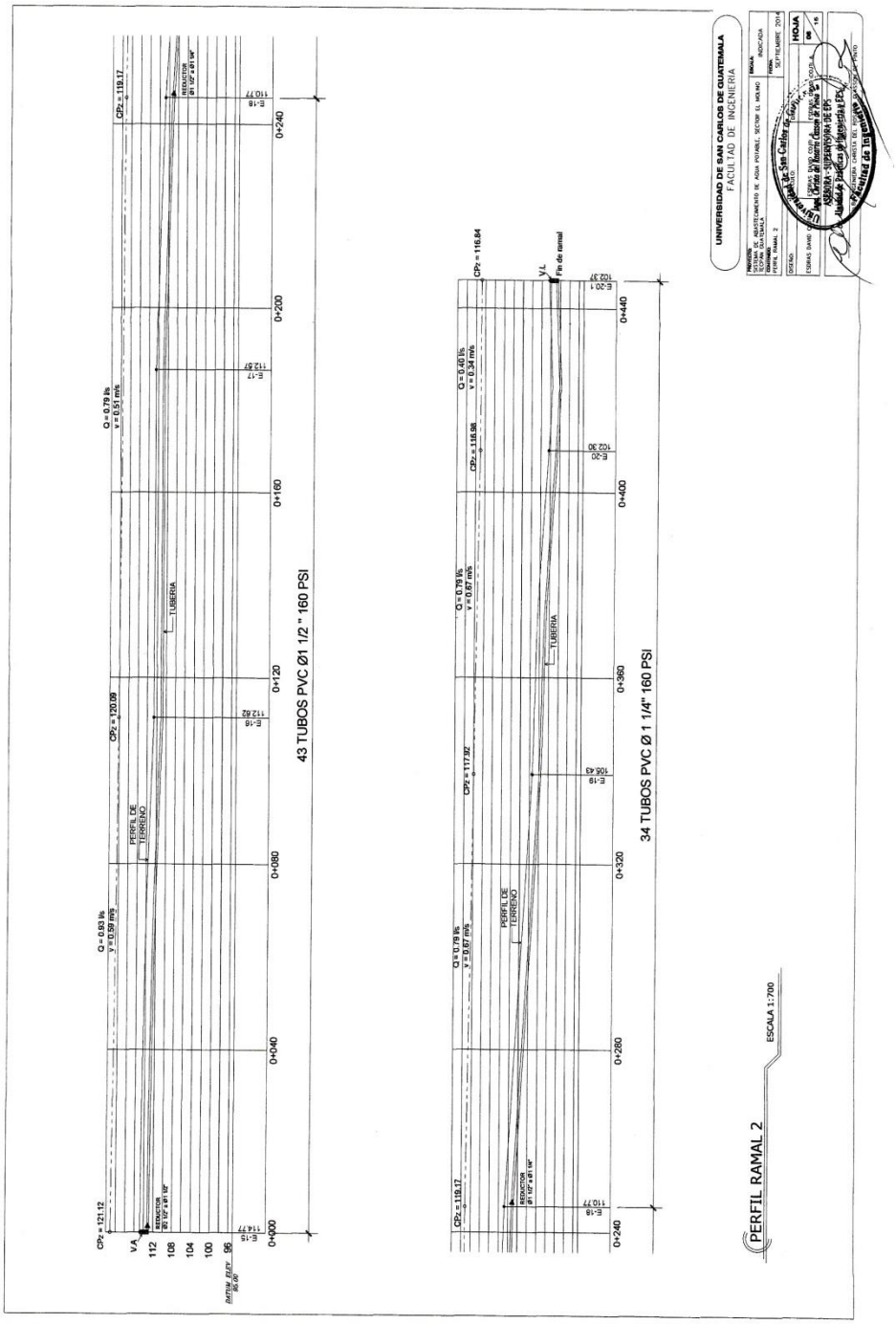
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	ESTACIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA Ó AIRE
	COTA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE SUCCIÓN
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NACIMIENTO
	CAJA UNIFICADORA
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	REDUCTOR BUSHING
	TEE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	TAPÓN HEMBRA
V.A	VÁLVULA DE AIRE
V.L	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VIVIENDA
	CALLE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

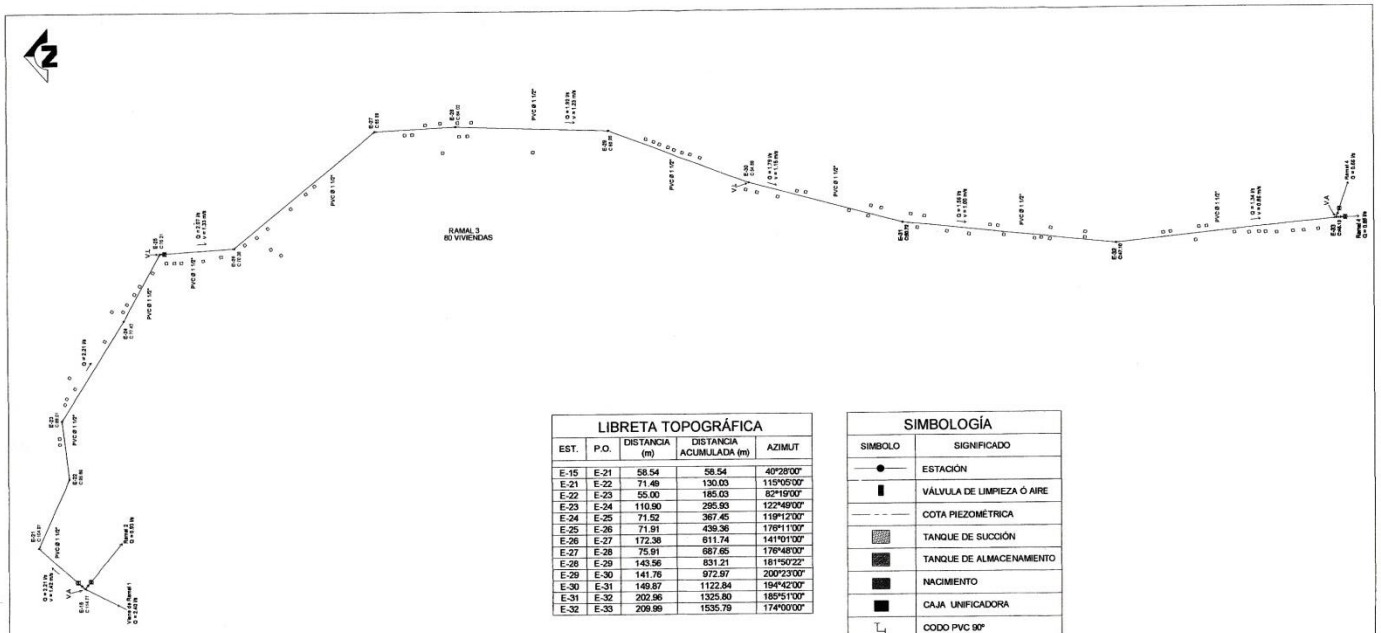
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO TECPAN GUATEMALA
ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA RAMAL 2
FECHA: SEPTIEMBRE 2014
DISEÑO: ESDRAS DAVID C...
CALCULO: ESDRAS DAVID C...
HOJA 06 / 15

Universidad de San Carlos de Guatemala
Inga Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

VICTOR MANUEL CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO



43 TUBOS PVC Ø1 1/2 " 160 PSI
34 TUBOS PVC Ø 1 1/4" 160 PSI
PERFIL DE TERRENO
TUBERIA
PERFIL RAMAL 2
ESCALA 1:700
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA



PLANTA RAMAL 3

ESCALA 1:3200

LIBRETA TOPOGRÁFICA

EST.	P.O.	DISTANCIA (m)	DISTANCIA ACUMULADA (m)	AZIMUT
E-15	E-21	58.54	58.54	40°28'00"
E-21	E-22	71.49	130.03	115°05'00"
E-22	E-23	55.00	185.03	82°19'00"
E-23	E-24	110.90	295.93	122°49'00"
E-24	E-25	71.52	367.45	119°12'00"
E-25	E-26	71.91	439.36	176°11'00"
E-26	E-27	172.38	611.74	141°01'00"
E-27	E-28	75.91	687.65	176°48'00"
E-28	E-29	143.56	831.21	181°50'22"
E-29	E-30	141.76	972.97	200°23'00"
E-30	E-31	149.87	1122.84	194°42'00"
E-31	E-32	202.96	1325.80	185°51'00"
E-32	E-33	209.99	1535.79	174°00'00"

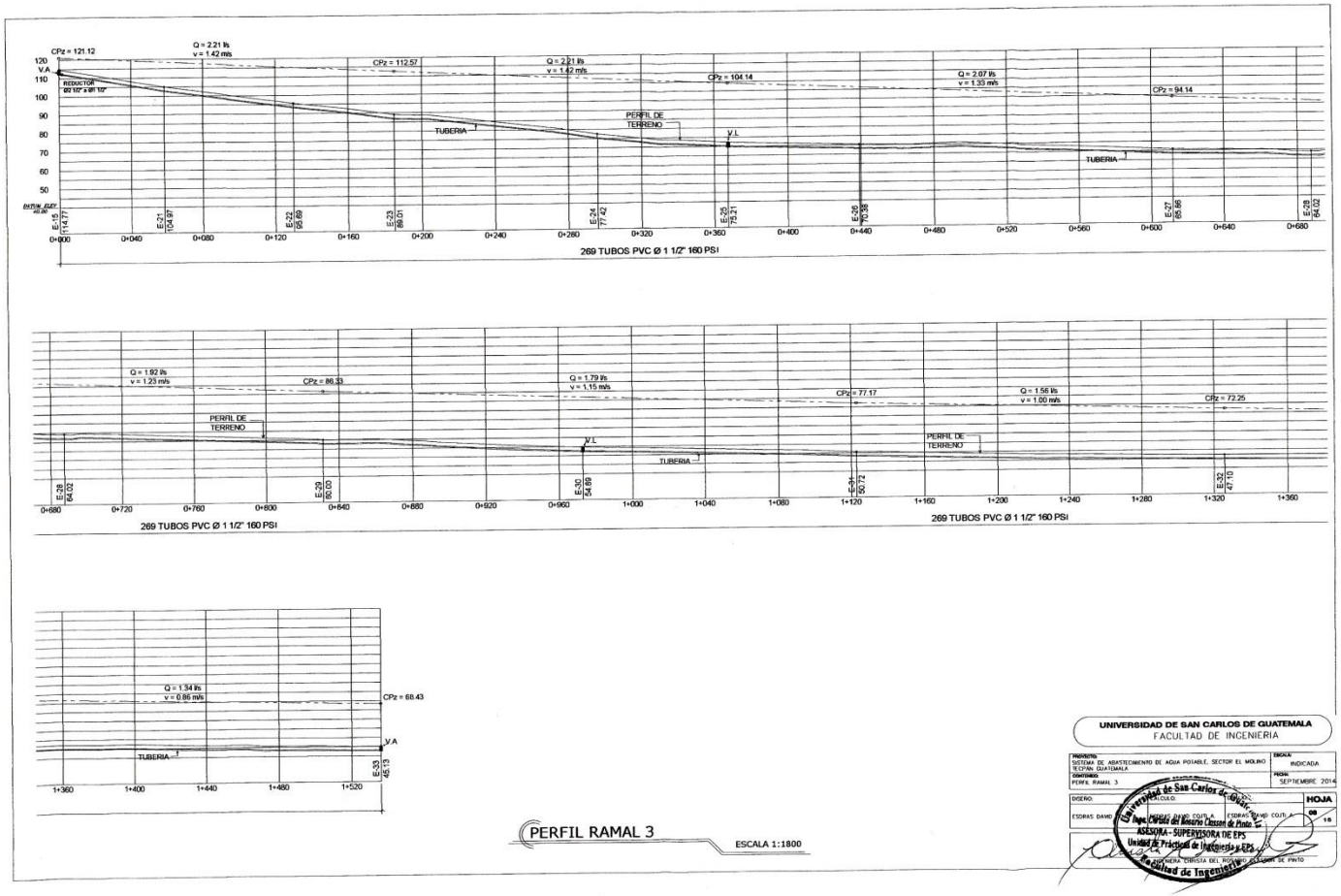
SIMBOLOGÍA

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	ESTACIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA Ó AIRE
	COTA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE SUCCIÓN
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NACIMIENTO
	CAJA UNIFICADORA
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	REDUCTOR BUSHING
	TEE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	TAPÓN HEMBRA
V.A	VÁLVULA DE AIRE
V.L	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VIVIENDA
	CALLE

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO TECPAN GUATEMALA	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA RAMAL 3	FECHA: SEPTIEMBRE 2014
DISEÑO:	DIBUJO:
ESDRAS DAVID COJ	HOJA 07 / 16

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ingr. Christel del Rosario Cassian de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



PERFIL RAMAL 3

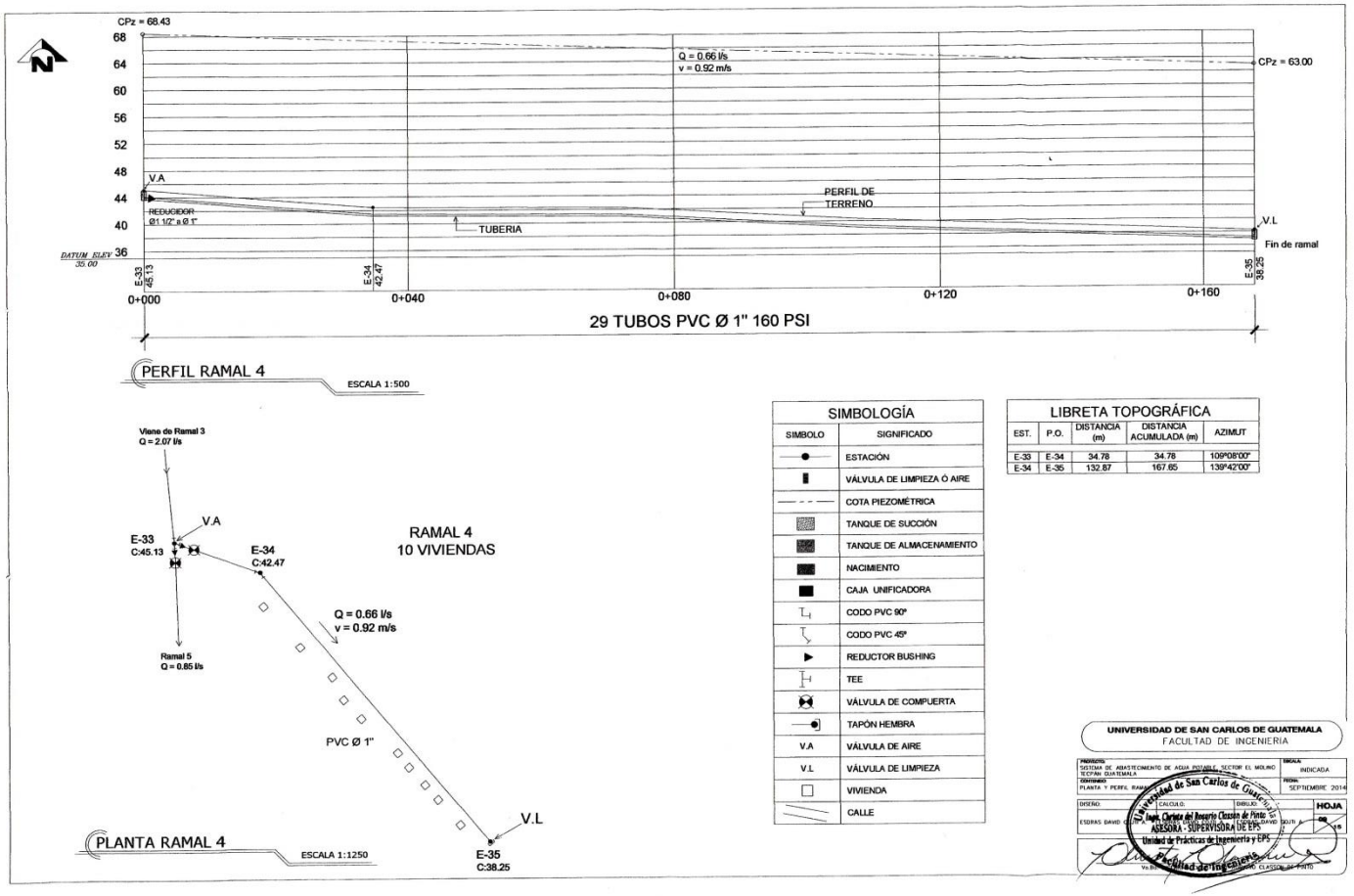
ESCALA 1:1800

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO ZONA 18, GUATEMALA	ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PERFIL RAMAL 3	FECHA: SEPTIEMBRE 2014
DISEÑO:	CALCULO:
ESDRAS DAVID COJTI A.	ESDRAS DAVID COJTI A.

HOJA 09 de 18

ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



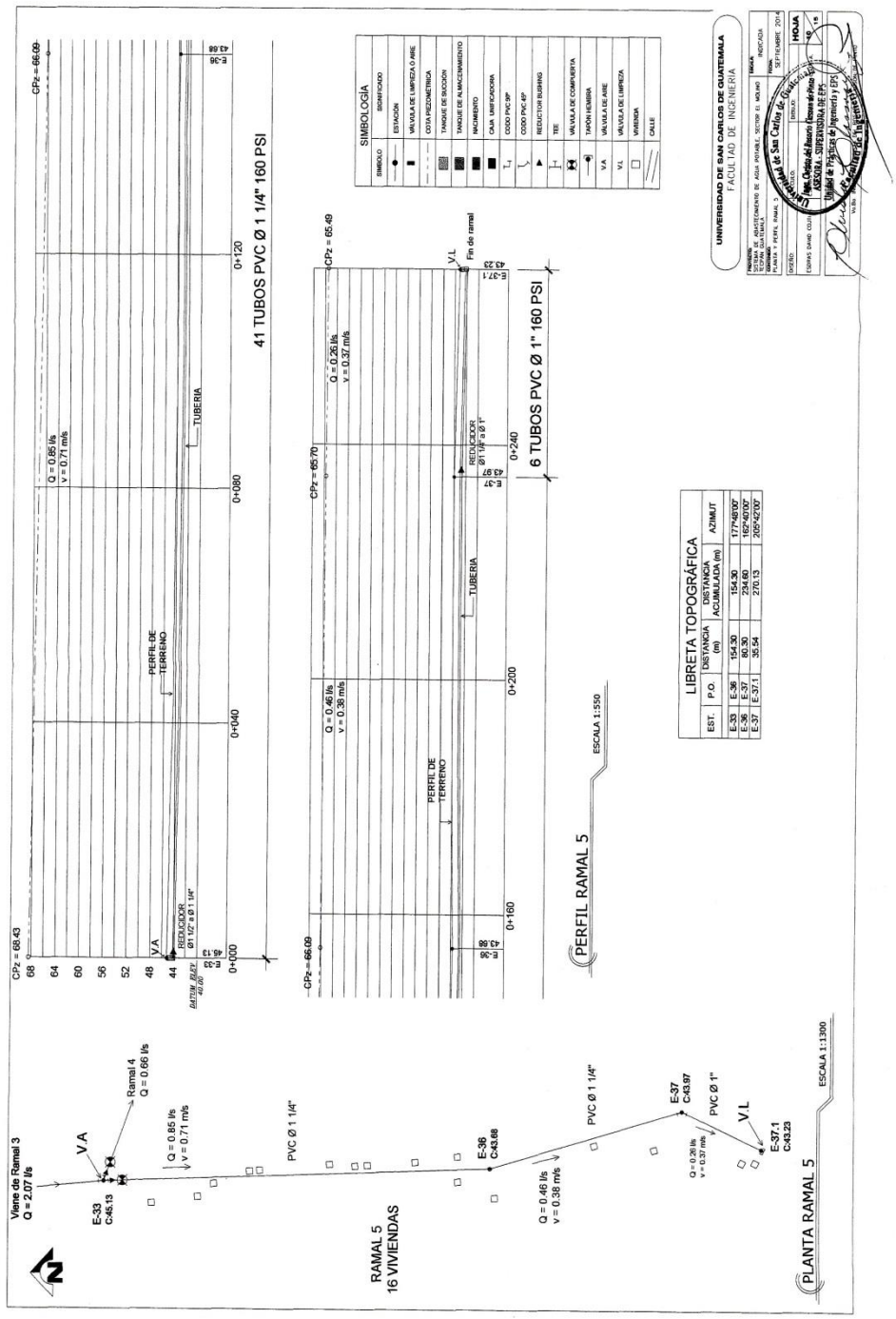
SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	SIGNIFICADO
	ESTACIÓN
	VÁLVULA DE LIMPIEZA Ó AIRE
	COTA PIEZOMÉTRICA
	TANQUE DE SUCCIÓN
	TANQUE DE ALMACENAMIENTO
	NACIMIENTO
	CAJA UNIFICADORA
	CODO PVC 90°
	CODO PVC 45°
	REDUCTOR BUSHING
	TEE
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	TAPÓN HEMBRA
V.A	VÁLVULA DE AIRE
V.L	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VIVIENDA
	CALLE

LIBRETA TOPOGRÁFICA				
EST.	P.O.	DISTANCIA (m)	DISTANCIA ACUMULADA (m)	AZIMUT
E-33	E-34	34.78	34.78	109°08'00"
E-34	E-35	132.87	167.65	139°42'00"

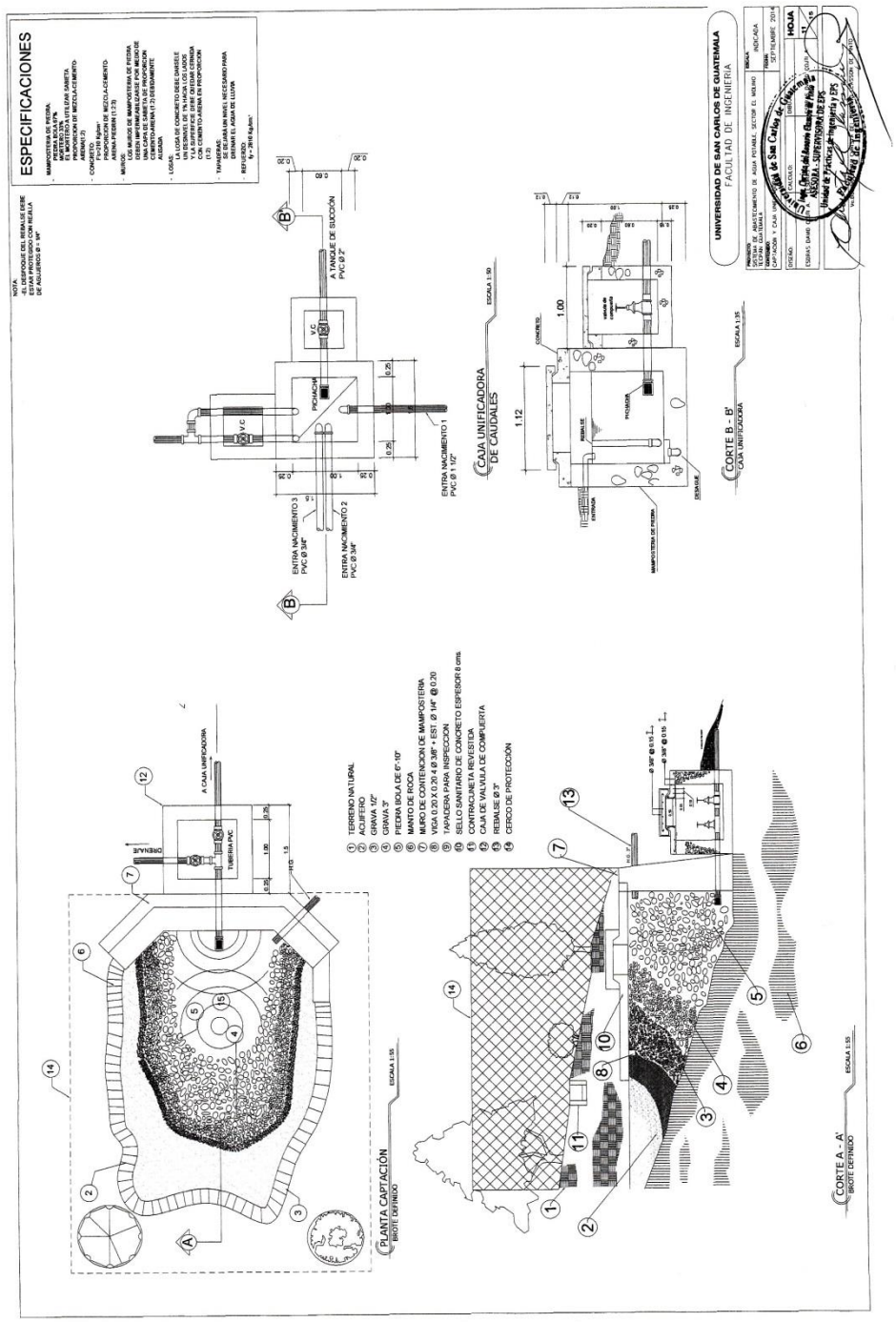
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

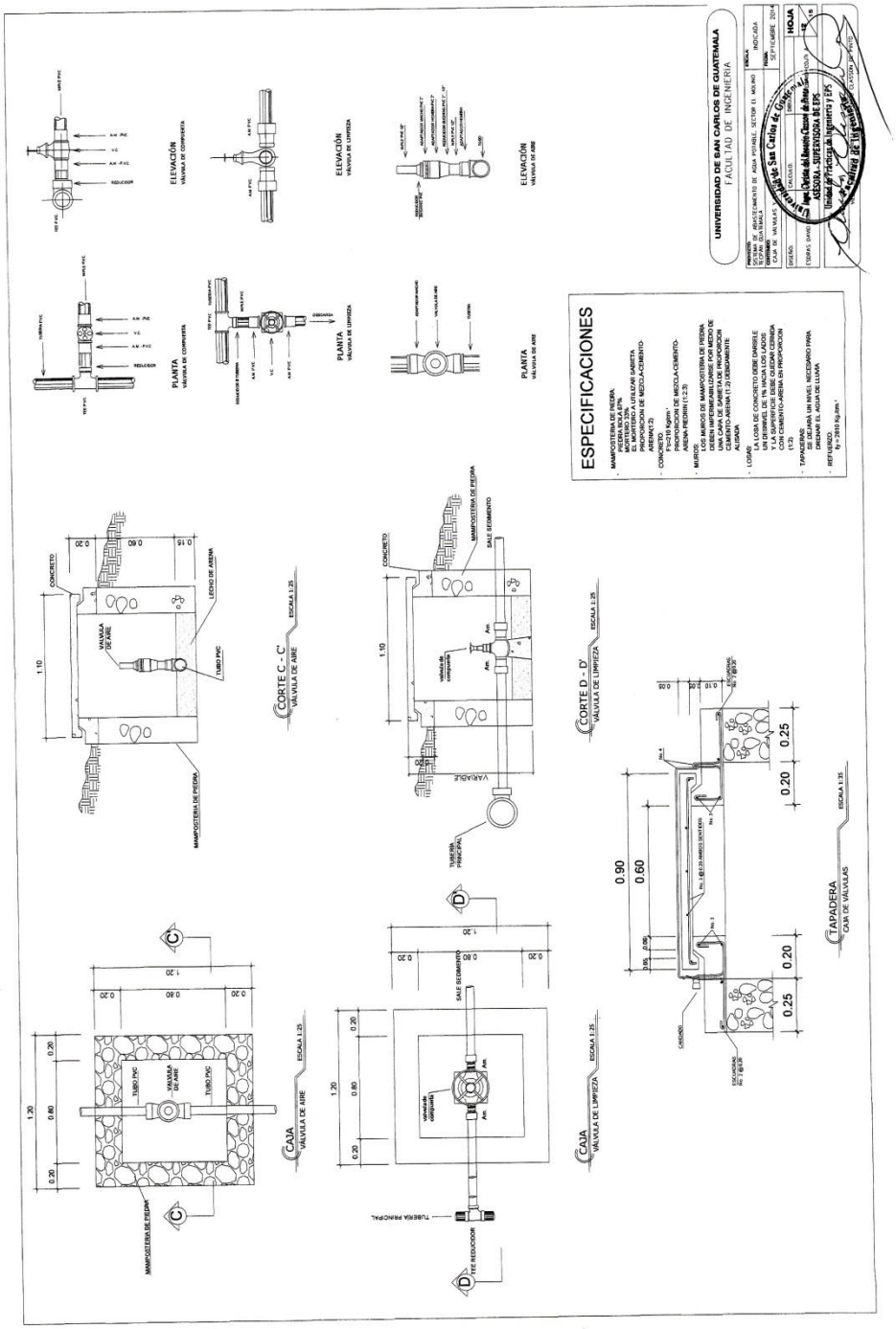
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO TECPAN, GUATEMALA			ESCALA: INDICADA
CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL RAMAL 4			FECHA: SEPTIEMBRE 2014
DISEÑO: ESDRAS DAVID	CALCULO:	DIBUJO:	HOJA: 08 / 15

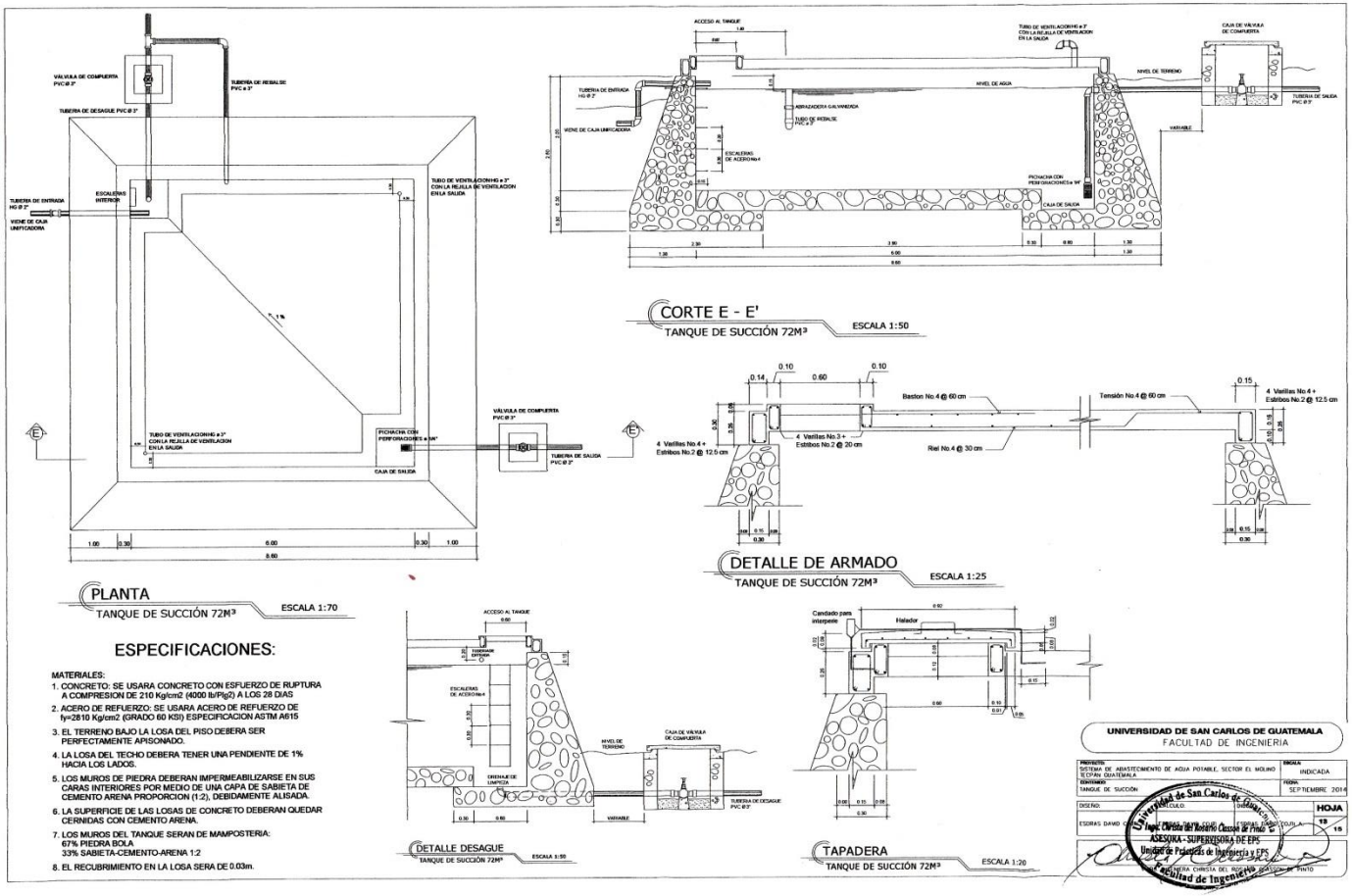
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

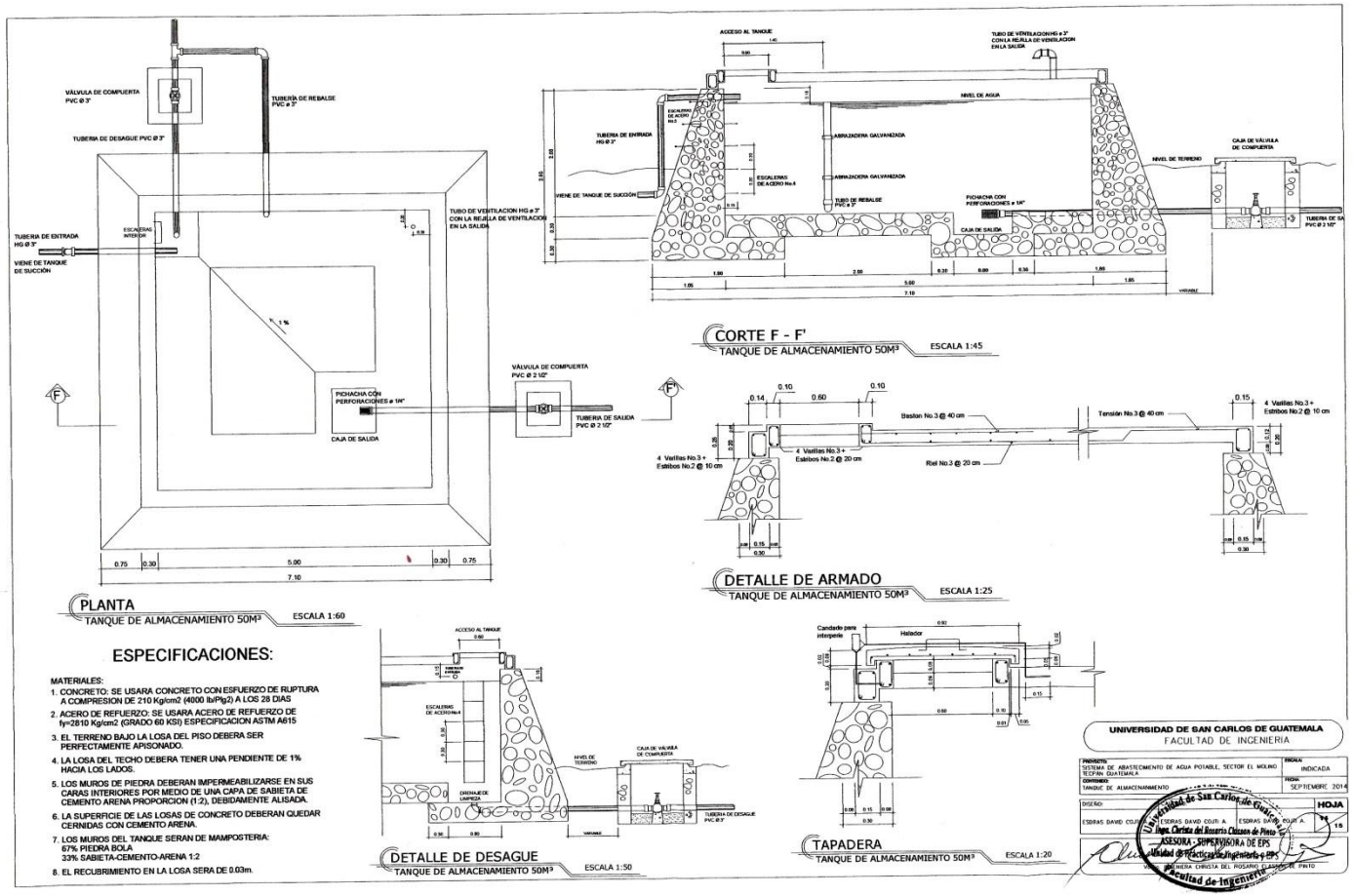


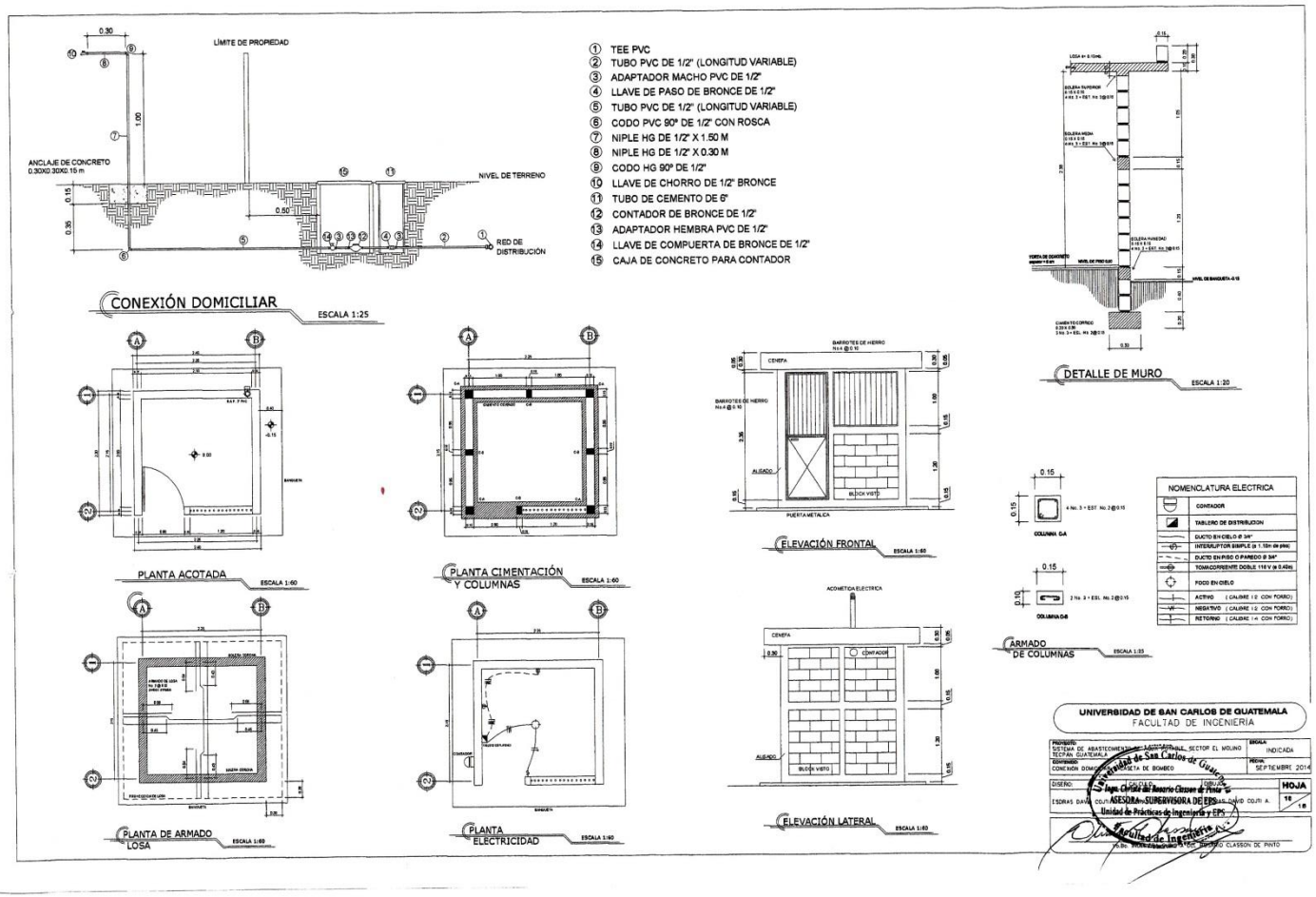
41 TUBOS PVC Ø 1 1/4" 160 PSI
6 TUBOS PVC Ø 1" 160 PSI
PERFIL RAMAL 5
ESCALA 1:550
PLANTA RAMAL 5
ESCALA 1:1300
RAMAL 5
16 VIVIENDAS
Viene de Ramal 3
Q = 2.07 l/s
Ramal 4
Q = 0.66 l/s
Q = 0.85 l/s
v = 0.71 m/s
Q = 0.46 l/s
v = 0.38 m/s
Q = 0.26 l/s
v = 0.37 m/s
PVC Ø 1 1/4"
PVC Ø 1"
E-33
C:45.13
E-36
C:43.88
E-37
C:43.97
E-37.1
C:43.23
V.A
V.L
CPz = 68.43
CPz = 66.09
CPz = 65.70
CPz = 65.49
PERFIL DE TERRENO
TUBERIA
REDUCIDOR
Ø1 1/2" a Ø 1 1/4"
Ø1 1/4" a Ø 1"
Fin de ramal
0+000
0+040
0+080
0+120
0+160
0+200
0+240
SIMBOLOGÍA
SIMBOLO
SIGNIFICADO
ESTACIÓN
VÁLVULA DE LIMPIEZA O AIRE
COTA PIEZOMÉTRICA
TANQUE DE SUCCIÓN
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
NACIMIENTO
CAJA UNIFICADORA
CODO PVC 90°
CODO PVC 45°
REDUCTOR BUSHING
TEE
VÁLVULA DE COMPUERTA
TAPÓN HEMBRA
VÁLVULA DE AIRE
VÁLVULA DE LIMPIEZA
VIVIENDA
CALLE
LIBRETA TOPOGRÁFICA
EST. | P.O. | DISTANCIA (m) | DISTANCIA ACUMULADA (m) | AZIMUT
E-33 | E-36 | 154.30 | 154.30 | 177°48'00"
E-36 | E-37 | 80.30 | 234.60 | 162°40'00"
E-37 | E-37.1 | 35.54 | 270.13 | 205°42'00"
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Cristo del Rosario Ocampo de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

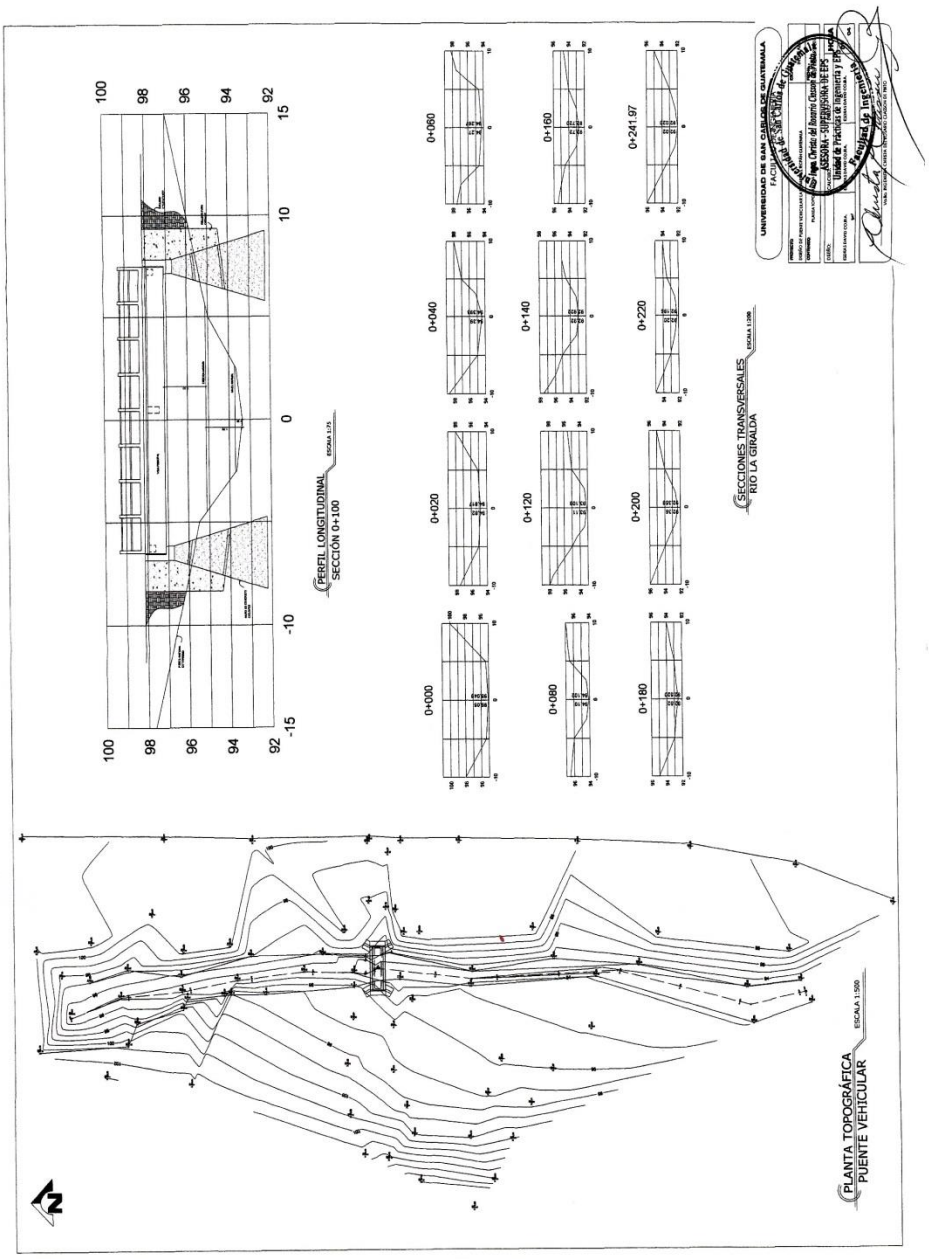

ESPECIFICACIONES
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PLANTA CAPTACIÓN
CORTE A - A'
CORTE B - B'
CAJA UNIFICADORA DE CAUDALES
A TANQUE DE SUCCIÓN PVC Ø 2"
ENTRA NACIMIENTO 1 PVC Ø 1 1/2"
ENTRA NACIMIENTO 2 PVC Ø 3/4"
ENTRA NACIMIENTO 3 PVC Ø 3/4"
A CAJA UNIFICADORA
TUBERIA PVC
ORENAJE
1 TERRENO NATURAL
2 ACUIFERO
3 GRAVA 1/2"
4 GRAVA 3"
5 PIEDRA BOLA DE 6"-10"
6 MANTO DE ROCA
7 MURO DE CONTENCION DE MAMPOSTERIA
8 VIGA 0.20 X 0.20 4 Ø 3/8" + EST. Ø 1/4" @ 0.20
9 TAPADERA PARA INSPECCION
10 SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cms.
11 CONTRACUNETA REVESTIDA
12 CAJA DE VALVULA DE COMPUERTA
13 REBALSE Ø 3"
14 CERCO DE PROTECCIÓN
ESCALA 1:55
ESCALA 1:50
ESCALA 1:35
ESCALA 1:55
HOJA
INDICADA
SEPTIEMBRE 2014

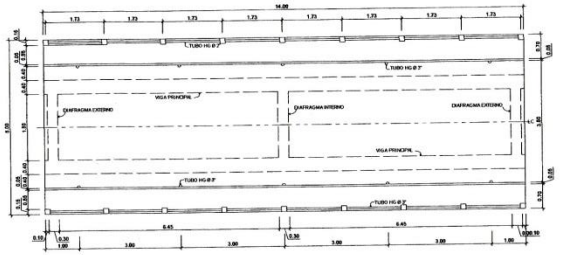

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESPECIFICACIONES
CORTE C - C'
VÁLVULA DE AIRE
CORTE D - D'
VÁLVULA DE LIMPIEZA
CAJA
VÁLVULA DE AIRE
CAJA
VÁLVULA DE LIMPIEZA
TAPADERA
CAJA DE VÁLVULAS
ELEVACIÓN
PLANTA
HOJA


PLANTA
TANQUE DE SUCCIÓN 72M³
ESCALA 1:70
CORTE E - E'
TANQUE DE SUCCIÓN 72M³
ESCALA 1:50
DETALLE DE ARMADO
TANQUE DE SUCCIÓN 72M³
ESCALA 1:25
DETALLE DESAGUE
TANQUE DE SUCCIÓN 72M³
ESCALA 1:50
TAPADERA
TANQUE DE SUCCIÓN 72M³
ESCALA 1:20
ESPECIFICACIONES:
MATERIALES:
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm2 (4000 lb/Plg2) A LOS 28 DIAS
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy=2810 Kg/cm2 (GRADO 60 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
3. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
4. LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
5. LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
6. LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
7. LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA:
67% PIEDRA BOLA
33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
8. EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO TECPAN GUATEMALA
INDICADA
TANQUE DE SUCCIÓN
SEPTIEMBRE 2014
HOJA
13
15
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

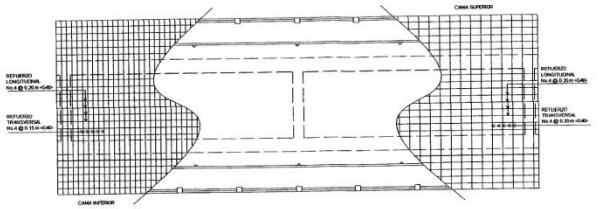

VÁLVULA DE COMPUERTA PVC Ø 3"
TUBERIA DE REBALSE PVC Ø 3"
TUBERIA DE DESAGUE PVC Ø 3"
TUBERIA DE ENTRADA HG Ø 3"
VIENE DE TANQUE DE SUCCIÓN
ESCALERAS INTERIOR
TUBO DE VENTILACION HG Ø 3" CON LA REJILLA DE VENTILACION EN LA SALIDA
PICHACHA CON PERFORACIONES Ø 1/4"
CAJA DE SALIDA
VÁLVULA DE COMPUERTA PVC Ø 2 1/2"
TUBERIA DE SALIDA PVC Ø 2 1/2"
0.75
0.30
5.00
7.10
PLANTA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 50M³
ESCALA 1:60
ACCESO AL TANQUE
NIVEL DE AGUA
ABRAZADERA GALVANIZADA
NIVEL DE TERRENO
CAJA DE VÁLVULA DE COMPUERTA
CORTE F - F'
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 50M³
ESCALA 1:45
4 Varillas No.3 + Estribos No.2 @ 10 cm
Baston No.3 @ 40 cm
Tensión No.3 @ 40 cm
4 Varillas No.3 + Estribos No.2 @ 20 cm
Rel No.3 @ 20 cm
DETALLE DE ARMADO
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 50M³
ESCALA 1:25
ESPECIFICACIONES:
MATERIALES:
1. CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm2 (4000 lb/Plg2) A LOS 28 DIAS
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy=2810 Kg/cm2 (GRADO 60 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
3. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
4. LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
5. LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
6. LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
7. LOS MUROS DEL TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA:
67% PIEDRA BOLA
33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
8. EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.
ESCALERAS DE ACERO No.4
DRENAJE DE LIMPIEZA
NIVEL DE TERRENO
CAJA DE VÁLVULA DE COMPUERTA
TUBERIA DE DESAGUE PVC Ø 3"
DETALLE DE DESAGUE
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 50M³
ESCALA 1:50
Candado para intemperie
Helader
TAPADERA
TANQUE DE ALMACENAMIENTO 50M³
ESCALA 1:20
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, SECTOR EL MOLINO CERCAN GUATEMALA
CONTIENE: TANQUE DE ALMACENAMIENTO
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2014
DISEÑO: ESDRAS DAVID COJTI A.
HOJA
ESDRAS DAVID COJTI A.
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería
INGRA CHRISTA DEL ROSARIO CLASSON DE PINTO


LÍMITE DE PROPIEDAD
ANCLAJE DE CONCRETO 0.30X0.30X0.15 m
NIVEL DE TERRENO
RED DE DISTRIBUCIÓN
1 TEE PVC
2 TUBO PVC DE 1/2" (LONGITUD VARIABLE)
3 ADAPTADOR MACHO PVC DE 1/2"
4 LLAVE DE PASO DE BRONCE DE 1/2"
5 TUBO PVC DE 1/2" (LONGITUD VARIABLE)
6 CODO PVC 90° DE 1/2" CON ROSCA
7 NIPLE HG DE 1/2" X 1.50 M
8 NIPLE HG DE 1/2" X 0.30 M
9 CODO HG 90° DE 1/2"
10 LLAVE DE CHORRO DE 1/2" BRONCE
11 TUBO DE CEMENTO DE 6"
12 CONTADOR DE BRONCE DE 1/2"
13 ADAPTADOR HEMBRA PVC DE 1/2"
14 LLAVE DE COMPUERTA DE BRONCE DE 1/2"
15 CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
CONEXIÓN DOMICILIAR ESCALA 1:25
DETALLE DE MURO ESCALA 1:20
PLANTA ACOTADA ESCALA 1:60
PLANTA CIMENTACIÓN Y COLUMNAS ESCALA 1:60
ELEVACIÓN FRONTAL ESCALA 1:60
ARMADO DE COLUMNAS ESCALA 1:25
NOMENCLATURA ELECTRICA
CONTADOR
TABLERO DE DISTRIBUCION
DUCTO EN CIELO Ø 3/4"
INTERRUPTOR SIMPLE @ 1.10m de piso
DUCTO EN PISO O PAREDO Ø 3/4"
TOMACORRIENTE DOBLE 110 V @ 0.40m
FOCO EN CIELO
ACTIVO (CALIBRE 12 CON FORRO)
NEGATIVO (CALIBRE 12 CON FORRO)
RETORNO (CALIBRE 14 CON FORRO)
PLANTA DE ARMADO LOSA ESCALA 1:60
PLANTA ELECTRICIDAD ESCALA 1:60
ELEVACIÓN LATERAL ESCALA 1:60
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCALA INDICADA
FECHA SEPTIEMBRE 2014
HOJA 15 de 18
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

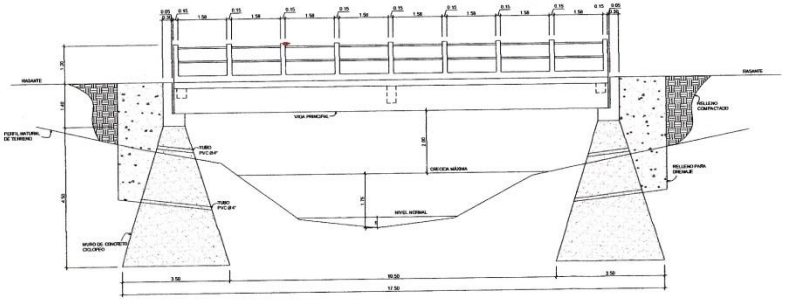

PERFIL LONGITUDINAL
SECCIÓN 0+100
SECCIONES TRANSVERSALES
RÍO LA GIRALDA
PLANTA TOPOGRÁFICA
PUENTE VEHICULAR
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



PLANTA ACOTADA ESCALA 1:45



PLANTA DE ARMADO DE LOSA ESCALA 1:45



ELEVACIÓN DE PUENTE ESCALA 1:50

ESPECIFICACIONES

AASHTO "ESTANDARD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES" AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. SEXTA EDICIÓN 1996.

ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS Y PUENTES, DIRECCIÓN GENERAL DE CAMINOS. REPÚBLICA DE GUATEMALA 2001

REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL ACI 318S-08

CARGA VIVA HS 15-44

MATERIALES:

CONCRETO CLASE 3K
PARA VIGAS, DIAFRAGMAS, CORTINA Y VIGA DE APOYO SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION PARA VIGAS, DIAFRAGMAS, CORTINA Y VIGA DE APOYO SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 280 kg/cm² (4000 lb/in²) A LOS 28 DIAS, CON PROPORCION DE 1:1.5:2. EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO A USAR SERA DE 1". EL CEMENTO DEBE ESTAR NORMALIZADO POR AASHTO T106, ASTM C 150 Y COGUANOR NG 41003/41

CONCRETO CLASE 2K
PARA EL RESTO DE LA ESTRUCTURA SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE TUPTURA A COMPRESION DE 210kg/cm² (3000 lb/in²) A LOS 28 DIAS, CON PROPORCION 1:2:2. EL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO A USAR SERA DE 1". EL CEMENTO DEBE ESTAR NORMALIZADO POR AASHTO T106, ASTM C 150 Y COGUANOR NG 41003/41

CONCRETO CICLÓPEO
SE UTILIZARA CONCRETO CLASE 17.5 (250) PROPORCION DEL 67% DE PIEDRA Y 33% DE MORTERO DE CONCRETO CON PIEDRA NO MAYOR A 36"ZA.

ACERO DE REFUERZO
SECCION 502.03, ESP.D.G.C. SE USARA ACERO DE REFUERZO GRADO ESTRUCTURAL 40 (fy =280 kg/cm²) EN FORMA DE BARRAS CORRUGADAS. EXCEPTO EL HIERRO No. 2 QUE ES LISO, DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES M31 DE LA AASTHO, ASTM A 615 Y COGUANOR NG 36037.

REQUISITOS:

RECUBRIMIENTO
ASSTHO 5.12.3 PARA SITUACIONES EXTERIORES SE MILIMETROS SE TOMARA PARA LOSAS ARRIBA, VIGAS PRINCIPALES, DIAFRAGMAS, VIGAS DE APOYO Y CORTINA, MIENTRAS PARA FONDO DE LOSA, BANQUETA Y POSTES DE BARANDA SERA DE 25 MILIMETROS, TODO MEDIDO DEL RASTRO DE LA BARRA A SUPERFICIE DEL CONCRETO

LONGITUD DE DESARROLLO
ASSTHO 5.11.1.2.1 LA ARMADURA SE DEBERA PROLONGAR MAS ALLA DEL PUNTO EN EL CUAL YA NO SE LA REQUIERE PARA RESISTIR FLEXION EN UNA DISTANCIA NO MENOR QUE LA PROFUNDIDAD EFECTIVA DEL ELEMENTO, 15 VECES EL DIAMETRO NOMINAL DE LA BARRA O 1/20 DE LA LUZ LIBRE DEL TRAMO

EMPALMES
ASSTHO 5.11.5.2.1 LOS EMPALMES DE LAS BARRAS INDIVIDUALES DENTRO DE UN PAQUETE NO DEBEN SOBREPONERSE, NO SE DEBERAN EMPALMAR PAQUETES ENTEROS MEDIANTE EMPALMES SOLAPADOS EN LOS ELEMENTOS SOLICITADOS A FLEXION. LAS BARRAS EMPALMADAS MEDIANTE SOLAPADOS SIN CONTACTO NO DEBERAN ESTAR SEPARADAS TRANSVERSALMENTE MAS DE UN CUARTO DE LA LONGITUD DE EMPALME REQUERIDA O 150 MILIMETROS. ASSTHO 5.11.5.2.1 LA RESISTENCIA DE UNA CONEXIÓN TOTALMENTE MECANICA NO DEBERA SER MENOR QUE 125 POR CIENTO DE LA RESISTENCIA A LA FLUENCIA ESPECIFICA DE LA BARRA EN TRACCION O COMPRESION, SEGUN CORRESPONDA.

GANCHOS
ASSTHO 5.11.2.4.1 EN COMENTARIOS LAS BARRAS TERMINADAS EN GANCHO PARA EL DESARROLLO DE GANCHOS NORMALES (ACI 318S) INDICA 12db EN GANCHOS A 90 GRADOS Y 8db EN GANCHOS A 180 GRADOS, DONDE db ES EL DIAMETRO DE LA BARRA DOBLADA.

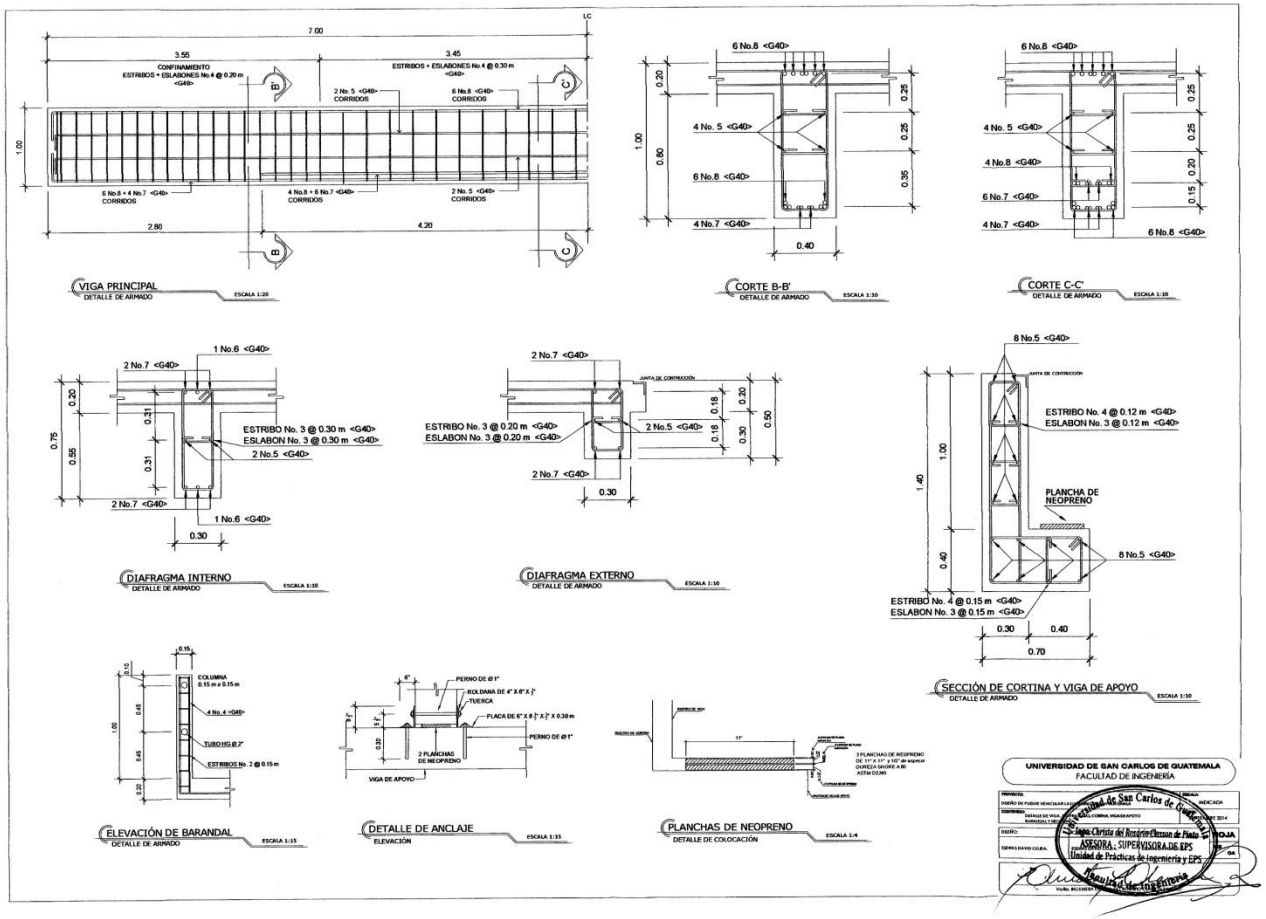
PAQUETES DE BARRAS
ASSTHO 5.10.3.1.5 LOS PAQUETES DE BARRAS DEBERAN SER SOLDADOS, ATADOS CON ALAMBRES O SUJETADOS DE ALGUNA OTRA MANERA PARA GARANTIZAR QUE LAS BARRAS PERMANEZCAN EN SUS UBICACIONES RELATIVAS INDEPENDIENTEMENTE DE SU INCLINACIÓN. CADA UNA DE LAS BARRAS INDIVIDUALES DE UN PAQUETE QUE SE INTERRUMPE DENTRO DE UN TRAMO DEBERA TERMINAR EN SECCIONES DIFERENTES SEPARADAS COMO MINIMO 40 DIAMETROS DE BARRA

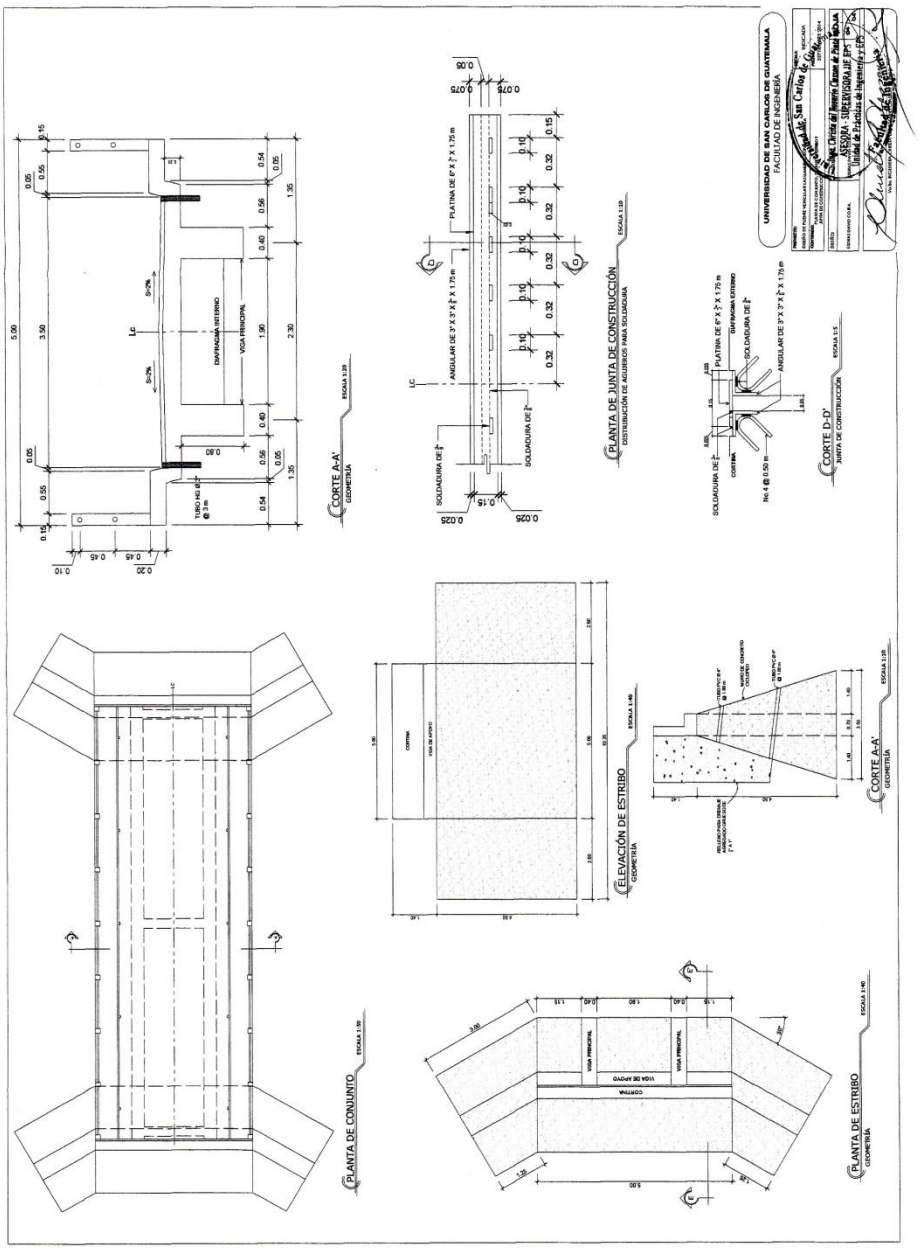
VARIOS
LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS. LA ACERA Y EL BARANDAL SE DEBEN CONSTRUIR POSTERIORMENTE A QUE LAS VIGAS SE HAYAN DEFLECTADO LIBREMENTE. TODOS LOS ELEMENTOS DE ACERO ESTRUCTURAL NO EMBEBIDOS EN EL CONCRETO DEL PUENTE, DEBERAN COLOCARSE CON DOS CAPAS DE PINTURA ANTICORROSIVO EXCEPTUANDO COLOR.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO: DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR EN [illegible]		ESCALA: INDICADA	
CONTIENE: PLANTA ACOTADA, ARMADO Y ELEVACIÓN		FECHA: SEPTIEMBRE 2014	
DISEÑO: EDGAR DAVID COJOL	CACHO: [illegible]	DIBUJO: [illegible]	HOJA: 04 DE 04

Universidad de San Carlos de Guatemala
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería


VIGA PRINCIPAL
DETALLE DE ARMADO
ESCALA 1:20
CORTE B-B'
DETALLE DE ARMADO
ESCALA 1:10
CORTE C-C'
DETALLE DE ARMADO
ESCALA 1:10
DIAFRAGMA INTERNO
DETALLE DE ARMADO
ESCALA 1:10
DIAFRAGMA EXTERNO
DETALLE DE ARMADO
ESCALA 1:10
SECCIÓN DE CORTINA Y VIGA DE APOYO
DETALLE DE ARMADO
ESCALA 1:10
ELEVACIÓN DE BARANDAL
DETALLE DE ARMADO
ESCALA 1:15
DETALLE DE ANCLAJE
ELEVACIÓN
ESCALA 1:15
PLANCHAS DE NEOPRENO
DETALLE DE COLOCACIÓN
ESCALA 1:4
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
ASESORA - SUPERVISORA DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CORTE A-A'
GEOMETRÍA
PLANTA DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN
DISTRIBUCIÓN DE AGUJEROS PARA SOLDADURA
CORTE D-D'
JUNTA DE CONSTRUCCIÓN
ELEVACIÓN DE ESTRIBO
GEOMETRÍA
PLANTA DE CONJUNTO
PLANTA DE ESTRIBO
GEOMETRÍA
DIAFRAGMA INTERNO
VIGA PRINCIPAL
VIGA DE APOYO
CORTINA