



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN,  
TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN  
PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN  
ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

**Luis Fernando Bolaños Estrada**

Asesorado por el Ing. Óscar Argueta Hernández

Guatemala, octubre de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN,  
TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN  
PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN  
ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA**  
ASESORADO POR EL ING. ÓSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Óscar Argueta Hernández
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 AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha septiembre de 2009.

  
**Luis Fernando Bolaños Estrada**



Guatemala, 15 de mayo de 2012  
Ref.EPS.DOC.718.05.12

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

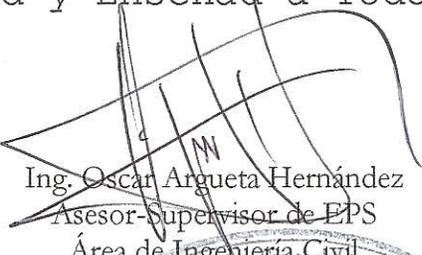
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Luis Fernando Bolaños Estrada** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200022372**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIAN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO"**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Oscar Arqueta Hernández  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
OAH/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
13 de julio de 2012

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

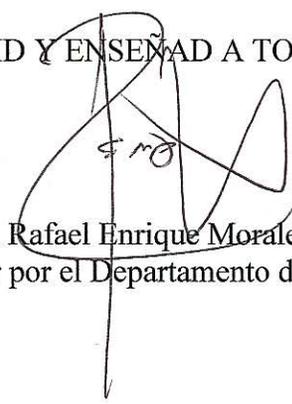
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTIN ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Fernando Bolaños Estrada, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,  
24 de agosto de 2012

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 AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Luis Fernando Bolaños Estrada, quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 11 de septiembre de 2012

Ref.EPS.D.1229.09.12

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 AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIAN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Luis Fernando Bolaños Estrada**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De León  
Directora Unidad de EPS's



SACdL/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Sigrid Alitza Calderón de León De de León, al trabajo de graduación del estudiante Luis Fernando Bolaños Estrada, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2012

/bbdeb.



DTG. 534.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN, DE LA CABECERA MUNICIPAL Y DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO,** presentado por el estudiante universitario Luis Fernando Bolaños Estrada, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 29 de octubre de 2012

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Padre, Hijo y Espíritu Santo.
<b>Mis padres</b>	Luis Fernando Bolaños Sánchez y Angélica Judith Estrada Terraza de Bolaños.
<b>Mi esposa</b>	Dhina Lucrecia Poggio Lemus de Bolaños.
<b>Mis hijos</b>	Madisson Argentina y Luis Fernando.
<b>Mi familia en general</b>	Con mucho afecto.
<b>Mis amigos</b>	Por su sincera amistad y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Nuestro creador, porque para Él no hay nada imposible, gracias por todas sus bendiciones.
<b>Mi familia</b>	Por sus sabios consejos y por impulsarme siempre a ser mejor persona cada día.
<b>El Ing. Óscar Argueta Hernández</b>	Mi eterna gratitud por sus consejos, apoyo y por estar siempre dispuesto a guiarme en la elaboración del presente trabajo de graduación. Gracias porque aprendí mucho de usted.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por mi formación profesional.
<b>Mis amigos</b>	Por exhortarme siempre a salir adelante en mi carrera profesional y en especial a Juan Pablo García Alfaro. Gracias por todo.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN .....	XV
OBJETIVOS .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ASPECTOS GENERALES .....	1
1.1. Aspectos monográficos del municipio de San Agustín Acasaguastlán .....	1
1.1.1. Ubicación y localización .....	2
1.1.2. Límites y colindancias .....	2
1.1.3. Extensión .....	3
1.1.4. Clima .....	3
1.1.5. Población e idioma .....	3
1.1.6. Suelo .....	4
1.1.7. Topografía .....	4
1.1.8. Vías de acceso .....	4
1.1.9. Servicios públicos .....	5
1.1.10. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura del lugar .....	6
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1. Diseño del sistema de agua potable .....	9
2.1.1. Descripción del proyecto .....	9

2.1.2.	Caudal de aforo .....	10
2.1.3.	Calidad del agua.....	11
2.1.3.1.	Análisis bacteriológico .....	11
2.1.3.2.	Análisis físico químico.....	12
2.1.4.	Levantamiento topográfico .....	12
2.1.4.1.	Altimetría .....	13
2.1.4.2.	Planimetría .....	13
2.1.5.	Período de diseño .....	13
2.1.6.	Población .....	13
2.1.6.1.	Población actual .....	14
2.1.6.2.	Población futura.....	14
2.1.7.	Dotación .....	15
2.1.8.	Determinación de caudales .....	15
2.1.8.1.	Caudal medio diario.....	15
2.1.8.2.	Caudal máximo diario .....	16
2.1.8.3.	Caudal máximo horario.....	16
2.1.8.4.	Caudal instantáneo.....	17
2.1.9.	Captación .....	17
2.1.9.1.	Manantiales .....	18
2.1.10.	Especificaciones de diseño .....	18
2.1.11.	Diseño de la línea de conducción .....	19
2.1.12.	Determinación del volumen del tanque de distribución .....	23
2.1.13.	Diseño del tanque de distribución.....	24
2.1.13.1.	Diseño estructural de la cubierta.....	24
2.1.13.2.	Diseño estructural del tanque .....	36
2.1.14.	Diseño de pasos aéreos de 15 metros .....	40
2.1.15.	Método de desinfección.....	52
2.1.16.	Obras de arte .....	53

	2.1.16.1.	Válvulas de compuerta .....	53
	2.1.16.2.	Válvulas de aire.....	54
	2.1.16.3.	Válvulas de limpieza.....	54
	2.1.16.4.	Cajas rompe presión .....	54
	2.1.16.5.	Conexiones domiciliarias .....	55
	2.1.17.	Especificaciones técnicas .....	55
	2.1.18.	Programa de operación y mantenimiento.....	61
	2.1.19.	Costo de inversión (presupuesto) .....	64
	2.1.20.	Cronograma de ejecución .....	65
	2.1.21.	Evaluación socioeconómica .....	66
	2.1.21.1.	Valor Presente Neto (VPN) .....	66
	2.1.21.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	68
	2.1.22.	Evaluación ambiental inicial .....	69
2.2.		Diseño de un puente peatonal colgante para la aldea Tulumaje, municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso .....	72
	2.2.1.	Descripción del proyecto .....	72
	2.2.2.	Levantamiento topográfico .....	72
	2.2.2.1.	Altimetría .....	72
	2.2.2.1.	Planimetría .....	73
	2.2.3.	Estudio hidrológico.....	74
	2.2.3.1.	Método racional.....	74
	2.2.3.2.	Método sección pendiente.....	76
	2.2.4.	Estudio de mecánica de suelos.....	78
	2.2.4.1.	Límites de Atterberg .....	78
	2.2.5.	Específicas para el diseño .....	82
	2.2.6.	Diseño del caminamiento .....	83
	2.2.7.	Integración de cargas.....	83
	2.2.7.1.	Carga viva .....	83

2.2.7.2.	Carga muerta.....	84
2.2.7.3.	Carga última .....	85
2.2.8.	Análisis y diseño del sistema de piso.....	85
2.2.9.	Análisis y diseño del cable principal .....	89
2.2.10.	Análisis y diseño de anclaje.....	91
2.2.11.	Análisis y diseño de torres.....	98
2.2.12.	Análisis y diseño de barandales para el caminamiento.....	108
2.2.13.	Especificaciones técnicas.....	109
2.2.14.	Costo de inversión (presupuesto).....	114
2.2.15.	Cronograma de ejecución.....	116
2.2.16.	Evaluación socioeconómica .....	117
2.2.16.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	117
2.2.16.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	119
2.2.17	Evaluación ambiental inicial.....	120
CONCLUSIONES .....		123
RECOMENDACIONES .....		125
BIBLIOGRAFÍA.....		127
APÉNDICE.....		129
ANEXOS .....		143

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Ubicación del municipio .....	1
2.	Dimensiones de losas .....	26
3.	Gráfica de momentos en losas .....	28
4.	Armado de losa .....	30
5.	Áreas tributarias para vigas .....	30
6.	Armado de vigas principales .....	34
7.	Armado de viga perimetral .....	35
8.	Diagrama de fuerzas sobre pared del tanque .....	36
9.	Anclaje .....	50
10.	Esquema de ingresos y egresos del sistema de agua potable .....	67
11.	Gráfica de Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	68
12.	Área de sección del río .....	76
13.	Distribución propuesta de cables en caminamiento .....	86
14.	Distribución de cables principales en caminamiento .....	90
15.	Anclaje de cables en torre A .....	91
16.	Anclaje de cables en torre B .....	95
17.	Armado de acero en viga conectora .....	100
18.	Armado de acero en columnas .....	101
19.	Longitud de desarrollo .....	102
20.	Planta y perfil de zapatas propuestas .....	103
21.	Perfil de zapatas donde actúa el corte simple .....	105
22.	Planta de zapata donde actúa el corte por punzonamiento .....	106
23.	Refuerzo en cama de zapata .....	108

24.	Esquema de ingresos y egresos del sistema de agua potable.....	118
25.	Gráfica de Tasa Interna de Retorno (TIR).....	119

## TABLAS

I.	Límites geográficos.....	2
II.	Establecimientos comerciales de la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán .....	5
III.	Datos de caudal de aforo.....	10
IV.	Determinación de momento estabilizante en paredes.....	38
V.	Cálculo de la flecha. ....	42
VI.	Resumen de presupuesto.....	64
VII.	Cronograma de ejecución.....	65
VIII.	Tabla de impactos ambientales. ....	70
IX.	Curvas de intensidad de lluvia $T_r = 100$ años .....	75
X.	Valores de $N_q$ , $N_r$ y $N_c$ .....	80
XI.	Resumen de presupuesto.....	115
XII.	Cronograma de ejecución.....	116
XIII.	Tabla de impactos ambientales .....	121

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	Altura de un elemento
<b>Ø</b>	Ángulo de fricción interno del suelo
<b>As</b>	Área de acero
<b>Asmín</b>	Área de acero mínimo
<b>Asmax</b>	Área de acero máximo
<b>@</b>	A cada
<b>b</b>	Base
<b>W</b>	Carga
<b>Wu</b>	Carga última
<b>Pu</b>	Carga última
<b>Q</b>	Caudal
<b>Qmd</b>	Caudal máximo diario
<b>Qhd</b>	Caudal máximo horario
<b>Qí</b>	Caudal instantáneo
<b>cm</b>	Centímetros
<b>C</b>	Coefficiente de fricción
<b>Vcm</b>	Corte por carga muerta
<b>Vcv</b>	Corte por carga viva
<b>Vu</b>	Corte último
<b>D</b>	Deslizamiento
<b>T</b>	Espesor de losa
<b>τ</b>	Esfuerzo
<b>Nc*,Nq*</b>	Factores de capacidad de carga

<b>F</b>	Fuerza
<b>I</b>	Impacto
<b>kg</b>	Kilogramos
<b>kg/m</b>	Kilogramos por metro
<b>kg/m<sup>2</sup></b>	Kilogramos por metro cuadrado
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramos por centímetro cuadrado
<b>lb</b>	Libra
<b>psi</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metro cúbico por segundo
<b>m</b>	Metro lineal
<b>Mcm</b>	Momento por carga muerta
<b>Mcv</b>	Momento por carga viva
<b>Mu</b>	Momento último
<b>õ</b>	Peso del suelo
<b>d</b>	Peralte efectivo de un elemento de concreto
<b>γw</b>	Peso específico del agua
<b>PU</b>	Precio unitario
<b>plg</b>	Pulgadas
<b>fy</b>	Resistencia nominal del acero
<b>fc</b>	Resistencia nominal del concreto
<b>ton</b>	Toneladas
<b>Hg</b>	Tubería de hierro galvanizado
<b>Vs</b>	Valor soporte del suelo

## GLOSARIO

<b>Agua potable</b>	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
<b>Aglomerante</b>	Tiene la propiedad de adherirse a otros materiales constructivos con el fin de formar morteros sólidos.
<b>Anclaje</b>	Conjunto de elementos destinados a mantener fijos cualquier elemento del suelo.
<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.
<b>Cable</b>	Elemento estructural de escasa sección transversal y flexible; de acero formado por alambres retorcidos en espiral para darle mayor resistencia a tensión.
<b>Cajas de registro</b>	Cajas estructurales hechas de concreto, mampostería que dan acceso a los drenajes, con el fin de permitir su inspección.
<b>Carga muerta</b>	Peso propio de una estructura y de todas las cargas inmóviles constantes en magnitud y asignadas, permanentemente a la misma.
<b>Carga viva</b>	Cargas no permanentes y que varían durante el emplazamiento de la estructura.

<b>Caudal</b>	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circula un líquido.
<b>Concreto</b>	Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas de cemento, arena, pedrín y agua.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Material de construcción obtenido de una mezcla proporcionada de cemento, arena, piedra y agua; a diferencia del concreto reforzado, los agregados son de mayor tamaño de graduación.
<b>Concreto reforzado</b>	Material de construcción obtenido de una mezcla cuidadosa proporcionada de cemento, arena, agua; todo esto combinado con el acero, que es un elemento homogéneo, usualmente reticular, cuyas características atómicas los hacen extremadamente resistente a los esfuerzos de tensión.
<b>Consumo</b>	Cantidad de agua, que realmente es usada por una persona.
<b>Contrafuerte</b>	Macizo de piedra o concreto armado adosado a la parte exterior de un muro para soportar presión lateral de suelos o empujes.
<b>Cimiento</b>	Transmite a la superficie terrestre las cargas estructurales.

<b>Crecida máxima</b>	Estado que tiene una corriente de agua en el momento en que su caudal, que ha estado aumentando, pasa a ser mayor que cierto valor específico.
<b>Deflexión</b>	Desplazamiento vertical del eje axial de la viga.
<b>Desinfección</b>	Proceso físico o químico que mata o inactiva agentes patógenos que existen en el agua.
<b>Demanda</b>	Cantidad de agua deseada por el usuario.
<b>Dotación</b>	Asignación de la cantidad de agua promedio que consume cada habitante por día.
<b>Encofrado</b>	Molde formado con tableros en el que se vacía el hormigón hasta que fragua y que se desmonta después.
<b>Esfuerzo de fluencia</b>	Esfuerzo a que son sometidos los aceros a la tracción.
<b>Eslabón</b>	Pieza con forma de aro o anillo, enlazada con otras semejantes, que forman una cadena.
<b>Flexión</b>	Tipo de deformación que presentan los elementos estructurales perpendicularmente a su eje longitudinal.

<b>Fraguado</b>	Proceso de endurecimiento del mortero producido por la relación del cemento con el agua.
<b>Hormigón</b>	Mezcla de aglomerante arena y grava, cascote o canto rodado amasado con agua.
<b>Losa</b>	Estructura de concreto reforzada, que tiene el fin de cubrir una edificación, o bien, como entrepiso.
<b>Mampostería</b>	Elemento constructivo y/o decorativo simplemente acomodados con mortero.
<b>Piezométrica</b>	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.
<b>PVC</b>	Productos fabricados con cloruro de polivinilo, en lo especial para la fabricación de tuberías y sus accesorios.
<b>Retracción</b>	Medida de reducción de volumen de un mortero al secar y fraguar.
<b>Tensor</b>	Elemento que actúa con una fuerza contraria a la inercia del objeto a que se aplica.
<b>Valor soporte</b>	Capacidad de carga del suelo. En unidades de fuerza por unidad de área.

<b>Viga</b>	Elemento estructural horizontal que trabaja a flexión que distribuye los esfuerzos hacia los apoyos.
<b>Zapata</b>	Elemento estructural que distribuye las cargas verticales de una estructura al suelo.



## **RESUMEN**

Este trabajo de investigación corresponde al informe del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), realizado en el municipio de San Agustín Acasaguastlán, del departamento de El Progreso, cuyo propósito es mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

Para la elaboración del mismo se hizo un estudio donde se reflejaron las principales necesidades de la población, estableciendo dos de ellas como las más apremiantes, entre una serie de carencias del municipio: agua potable para los barrios Aguahiel, Guaytán, Tamarindo y San Sebastián y el puente peatonal entre dos caseríos de la aldea Tulumaje.

Para dar solución a la escasez de agua en los barrios mencionados, se estableció una fuente para incrementar el caudal ya existente en la red de distribución, proponiendo la construcción de un tanque de captación; además, una línea de conducción con longitud de once mil ciento sesenta metros y un tanque de distribución con capacidad de ciento cincuenta metros cúbicos de agua, suficientes para prever a la población en estudio.

Para resolver el problema de acceso a dos caseríos de la aldea Tulumaje, separados geográficamente por un río, se diseñó la construcción de un puente peatonal colgante tipo hamaca, con una longitud de sesenta metros y un ancho de dos metros; con el fin de que haya un acceso seguro tanto para sus habitantes, como para animales de carga.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Incrementar el caudal existente de la red de distribución de agua potable; para los barrios Aguahiel, Guaytán, Tamarindo y San Sebastián, a través de la construcción de un tanque de captación y diseñar un puente peatonal colgante, que mejore la vía de acceso entre las comunidades de la aldea Tulumaje, municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso.

### **Específicos**

1. Identificar las necesidades de proyectos de infraestructura en las diversas comunidades del municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso.
2. Proponer la construcción de un tanque de captación y la utilización de una fuente que incremente el caudal de agua potable ya existente, para los barrios Aguahiel, Guaytán, Tamarindo y San Sebastián del municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso.
3. Diseñar un puente peatonal colgante para mejorar la comunicación entre las comunidades de la aldea Tulumaje.
4. Elaborar los planos y presupuesto para los proyectos de construcción de un tanque de captación de agua y el puente peatonal colgante.



## INTRODUCCIÓN

La Universidad de San Carlos de Guatemala y la Facultad de Ingeniería, a través del EPS, tratan de mejorar las condiciones de vida de las comunidades, y permiten que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos en las soluciones de problemas reales en beneficio de las comunidades, con la aplicación del método científico, y la actualización de la aplicación de técnicas modernas para su implementación.

San Agustín Acasaguastlán, municipio del departamento de El Progreso, presenta la problemática propia de un país del tercer mundo, y que ha repercutido en el pobre desarrollo local y evidencia la carencia de servicios de primera necesidad tales como: agua potable y vías de comunicación, que genera deterioro de salud y riesgos de accidentes por falta de vías de comunicación seguras.

Para la elaboración de los proyectos, se tomaron en cuenta aspectos monográficos de la población como lo son: ubicación, colindancias, extensión, población, etc. Para el diseño de ambos proyectos fue necesario la utilización de equipo topográfico para determinar la ubicación exacta de cada componente de los proyectos.

El primer proyecto se trata de la construcción de una línea de conducción de agua potable, que inicia desde una fuente ubicada en la aldea El Nanzal, a más de once kilómetros de distancia, y concluye en un tanque de distribución con capacidad de ciento cincuenta metros cúbicos con su respectivo equipo de clorinización

El segundo proyecto, es un puente peatonal de tipo colgante, con una longitud aproximada de sesenta metros, conformado con dos torres en los extremos donde van ubicadas 2 rampas de acceso, y sus respectivas barandas laterales en toda su longitud para evitar caídas al río.



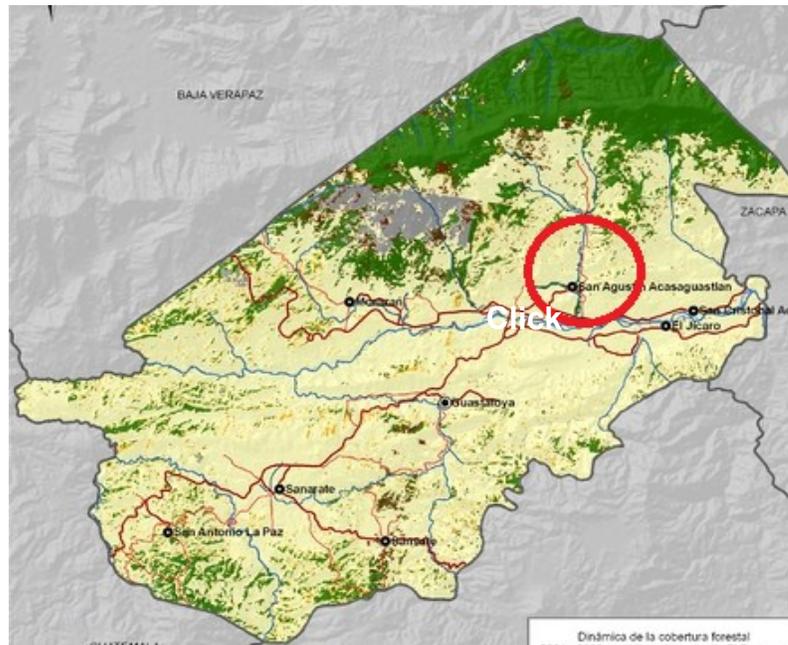


# 1. ASPECTOS GENERALES

## 1.1. Aspectos monográficos del municipio de San Agustín Acasaguastlán

Se determinará sobre el municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso, conceptos específicos tales como; ubicación, colindancias, extensión territorial, clima, población e idioma, entre otros.

Figura 1. Ubicación del municipio



Fuente: Municipalidad de San Agustín Acasaguastlán.

### 1.1.1. Ubicación y localización

San Agustín Acasaguastlán, municipio del departamento de El Progreso, se encuentra ubicado a 89 kilómetros de la ciudad capital, por medio de la carretera interoceánica CA-9 sur.

Cuenta con una cabecera municipal localizada a una altitud de doscientos noventa metros sobre el nivel del mar, una latitud norte de 14° 58' 50" , y longitud oeste de 80° 57' 0". Posee además 18 aldeas y 65 caseríos, entre las aldeas se encuentra Tulumaje, situada a orillas del río del mismo nombre con desembocadura en el río Motagua o también conocido como río Grande.

### 1.1.2. Límites y colindancias

El municipio de San Agustín Acasaguastlán, por su ubicación se encuentra limitado por la Sierra de las Minas hacia el norte con Baja Verapaz, hacia el sur con la cabecera departamental, y en el resto de la siguiente forma:

Tabla I. **Límites geográficos**

Límite	Municipio	Departamento
Norte	San Jerónimo y Salamá	Baja Verapaz
Sur	Guastatoya	El Progreso
Este	San Cristóbal Acasaguastlán, y El Júcaro	El Progreso
Oeste	Morazán	El Progreso

Fuente: informe catastral Municipalidad de San Agustín Acasaguastlán.

### **1.1.3. Extensión**

San Agustín Acasaguastlán, es uno de los ocho municipios del departamento de El Progreso con mayor extensión territorial, posee 358 kilómetros cuadrados, otros municipios de gran extensión son: Sanarate, Guastatoya y Morazán.

### **1.1.4. Clima**

Para conocer el clima del municipio, se tomo como base la estación meteorológica de Morazán, brindando los siguientes parámetros:

- Temperatura media promedio anual 28,6 °C
- Temperatura máxima promedio anual 35,5 °C
- Temperatura promedio mínima anual 21,0 °C

El clima general del municipio es cálido, especialmente en las partes bajas; en áreas cercanas al río Motagua.

### **1.1.5. Población e idioma**

El municipio cuenta con una población absoluta de 38 744 habitantes aproximadamente, de los cuales están distribuidos en 19 445 hombres que presenta el 50,19 por ciento y 19 329 mujeres que presenta el 49,80 por ciento, para una población relativa de 108 habitantes por kilómetro cuadrado.

En la cabecera municipal, se cuenta con una población absoluta de 6 814 habitantes aproximadamente, de los cuales están distribuidos en 3 263 hombres que representa el 47,89 por ciento y 3 551 mujeres que representa el 51,11 por ciento.

Por su parte, la aldea Tulumaje cuenta con una población de 1 336 habitantes. En el municipio de San Agustín Acasaguastlán casi en su totalidad se habla el idioma español.

#### **1.1.6. Suelo**

El municipio posee básicamente tres tipos de suelos desarrollados sobre los siguientes tipos de materiales:

- Materiales volcánicos: la roca más común, es el granito y el gneis.
- Materiales sedimentarios o metamórficos: éste tipo es encontrado en su mayoría en pendientes inclinadas no cultivables, pero aún así son productivos útiles para pastos, bosques o café.
- Suelos misceláneos: entre estos se puede encontrar los suelos aluviales, que son suelos sobre los cuales los ríos han depositado materiales recientemente, estos suelos son limpios para el pastoreo.

#### **1.1.7. Topografía**

El municipio posee condiciones topográficas muy particulares ya que se encuentra limitado por dos grandes áreas, una de ellas la Sierra de las Minas, y la rivera del río Motagua.

#### **1.1.8. Vías de acceso**

Como acceso principal, cuenta con una carretera de cemento asfáltica de dos carriles conocida como CA 09 NORTE, la cual conecta al municipio con la república, por el kilometro 88 de la ruta al Atlántico, y de la cabecera municipal

hacia la cabecera departamental, es de 22 kilómetros, ambas por la ruta al Atlántico CA 09.

Para comunicar a la cabecera municipal con las demás comunidades, se tienen ocho accesos principales, la que en su mayoría son de terracería, y difíciles de transitar en época de invierno, y en época de verano lo recomendable es usar vehículos de doble tracción.

### 1.1.9. Servicios públicos

La cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán, cuenta con los siguientes servicios: agua potable, drenajes, energía eléctrica, municipalidad, distrito de salud, Coordinación Técnica Administrativa de Educación, Centro de Atención Integral, Policía Nacional Civil, Juzgado de Paz, Biblioteca Municipal, banda de música civil, Defensores de la Naturaleza, cementerio municipal, entre otros. Además posee varios tipos de comercios que se muestran a continuación.

Tabla II. **Establecimientos comerciales de la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán**

COMERCIO	CANTIDAD	COMERCIO	CANTIDAD	COMERCIO	CANTIDAD
BANCOS	1	PUESTOS DE SALUD	1	MECANOGRAFÍA	2
COOPERATIVAS	1	PIZZERÍAS	1	FUNERARIAS	2
DESPENSAS	1	CASETAS	2	ELECTRODOMÉSTICOS	2
TIENDAS	50	EXPENDIOS DE GAS	3	TURICENTRO	2
COMEDORES	6	CLINICA DENTAL	3	BARES	5
LIBRERIAS	6	PINCHAZOS	1	GASOLINERAS	1
TORTILLERIAS	12	TALLER MECÁNICO	2	FARMACIAS	6

Fuente: informe catastral. Municipalidad de San Agustín Acasaguastlán.

### **1.1.10. Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura del lugar**

La calidad de agua de consumo humano o potable, tiene una fuerte incidencia en la salud de las personas, como consecuencia de: si su calidad no reúne las condiciones necesarias de calidad, puede actuar como vehículo de muchos microorganismos de origen gastrointestinal. Entre los agentes patógenos de mayor representatividad que pueden estar presentes en el agua, se tienen bacterias y virus. Estos microorganismos difieren ampliamente en tamaño, estructura, adaptación y desarrollo, etc., lo que explica que su supervivencia en el medio ambiente, así como su resistencia a los procesos de tratamiento, difieren significativamente.

Para mejorar las condiciones de vida de todos los habitantes, en una comunidad, se deben facilitar las labores cotidianas y específicamente las familiares. Es indispensable que las poblaciones en la actualidad cuenten con cuatro servicios fundamentales:

- Agua potable
- Drenajes y alcantarillados sanitarios
- Electricidad y alumbrado público
- Manejo de desechos sólidos

El agua es un recurso que a nivel mundial y en todo el planeta es primordial para que la vida y todos los seres vivos tanto humanos como los de otras especies se desarrollen y sobrevivan.

En este sentido, es importante que la cantidad del agua disponible en una comunidad o población llene ciertos parámetros de calidad sanitarios.

Es importante ejecutar proyectos de abastecimiento de agua potable, pensando en una buena cantidad para llenar los requerimientos de la demanda actual y futura dentro de una población, y aún más importante garantizar que el servicio de agua, esté libre de microorganismos o agentes patógenos para el control en la reducción de índices de morbilidad y mortalidad, específicamente en la población infantil.

Tomando en cuenta las necesidades de escasez de agua potable en barrios de la cabecera municipal, se llevará a cabo la captación en una fuente, conduciéndola y posteriormente colocando un tanque de distribución en la cabecera municipal, ayudando al existente a proporcionar la demanda de la comunidad.

Otro proyecto de infraestructura a planificar, será un puente peatonal ubicado en la aldea Tulumaje.



## **2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

A continuación se aplicarán una serie de análisis y métodos para el diseño de un sistema de agua potable, como también lo será el diseño de un puente peatonal colgante.

### **2.1. Diseño del sistema de agua potable**

Atendiendo las necesidades del municipio, se procede al diseño del sistema de conducción de agua potable que cumpla con normas y especificaciones adecuadas para este tipo de proyecto.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

Éste consistirá en la etapa de estudio, diseño y topografía, para el diseño del sistema de agua potable para los barrios; Aguahiel, Guaytán, Tamarindo y San Sebastián, de la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán, el cual se compone de lo siguiente:

- Construcción de tanque de captación de agua
- Construcción de la línea de conducción de agua
- Construcción de pasos aéreos
- Construcción de tanques de distribución

### 2.1.2. Caudal de aforo

La fuente de agua, donde se captará el recurso, es denominada El Mangal, ubicada en un terreno privado del señor Mario Augusto Castro Téllez, la cual fue cedida a las juntas directivas de los Consejos Comunitarios de Desarrollo, de los barrios que serán beneficiados en el proyecto. Dicha fuente se encuentra ubicada en la aldea Puerta de Golpe, hacia el lado norte a 13 kilómetros de distancia de la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

El aforo de la fuente se realizó en época de verano, tiempo propicio para medir el rendimiento mínimo de la capacidad de producción de cualquier yacimiento de agua. Se utilizó el método volumétrico, que consistió en llenar una cubeta plástica con capacidad de 5 galones, realizando 6 ensayos, en las que se determinó el siguiente rendimiento:

Tabla III. Datos de caudal de aforo

No. AFORO	TIEMPO DE LLENADO	VOLUMEN
1	1,91 segundos	5 galones
2	1,72 segundos	5 galones
3	1,92 segundos	5 galones
4	1,91 segundos	5 galones
5	2,00 segundos	5 galones
6	1,95 segundos	5 galones

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el caudal de aforo, se tomará como base el promedio de los tiempos de llenado, para este caso es de 1 9017 segundos, en un recipiente de 18 925 litros, utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{caudal}} = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}}$$
$$Q_{\text{caudal}} = \frac{18,925}{1,9017} = 9,95 \text{ l/s}$$

### **2.1.3. Calidad del agua**

La fuente de agua, es de tipo nacimiento, por lo cual no hay riesgo de contaminación bajo su libre conducción, sin embargo la calidad del agua puede variar según el uso del suelo cercano al lugar, y las estaciones del año. Como el uso del agua será para consumo humano deberá ser sanitariamente segura, careciendo de olor, sabor y color, desagradables.

Esta agua deberá cumplir con los análisis; tanto fisicoquímico como bacteriológico, bajo las Normas COGUANOR NGO 29 001, y en la toma de muestras bajo COGUANOR NGO 29 002 h18 y COGUANOR NGO 29 002 h19, dichas normativas son exigidas por el Código de Salud en el artículo 88.

#### **2.1.3.1. Análisis bacteriológico**

El objetivo de este análisis, es verificar si existe contaminación de tipo bacteriano, causada por presencia de materia fecal, por lo cual se busca la presencia de la bacteria *Escherichia Coli* y el *Aerobacter Aerógenes*.

Según los resultados de la muestra tomada en la fuente, se hace la siguiente observación: bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación 1. Calidad bacteriológica que no existe más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para fuentes de agua.

### **2.1.3.2. Análisis físico químico**

Tendrá por objeto establecer las características físicas apreciables a los sentidos humanos; como color, olor, turbiedad, sabor y su potencial de hidrógeno, el cual indicará su acidez, y tendrá que estar en un rango establecido por la norma.

En tanto a lo que se refiere a los parámetros químicos aceptables en su composición, se analizará su dureza, la cantidad de sólidos totales disueltos, a si como la presencia de nitritos o nitratos que determinaran la presencia de materia orgánica en descomposición.

Según los resultados de la muestra tomada en la fuente, se hace la siguiente observación: desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud (OMS), para fuentes de agua.

### **2.1.4. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico fue realizado en la línea de conducción, en las áreas donde serán ubicados los tanques de captación y distribución, para este proyecto se utilizaron los métodos topográficos de planimetría y altimetría. Siendo estos levantamientos de segundo orden, los datos obtenidos en el levantamiento, indicaran las condiciones del diseño.

Para el levantamiento topográfico, se utilizó una estación total NIKON DTM420, dos prismas, cinta métrica, trompos de madera.

#### **2.1.4.1. Altimetría**

Con este método se pretende establecer la diferencia de niveles, tanto entre el lugar de captación como en la ubicación del tanque de distribución, así como de la línea de distribución. Conociendo la diferencia de niveles, servirá como parámetros de diseño para determinar el tipo de tubería a utilizar, y la ubicación de las obras de arte a utilizar.

#### **2.1.4.2. Planimetría**

Con este método se pretende establecer la ubicación y localización de la línea de conducción en planta del proyecto, utilizando para ello una poligonal abierta.

#### **2.1.5. Período de diseño**

Se entenderá como período de diseño, el número de años durante el cual, el sistema a diseñar a de prestar con eficiencia el servicio para el cual fue diseñado. El sistema a diseñar será por gravedad, con lo cual se contempla para un período de 20 años, más 1 año de ejecución, siendo el período de diseño de 21 años.

#### **2.1.6. Población**

Sera la cantidad de personas beneficiadas por el proyecto, se tomará en cuenta tanto la población actual, como la población futura en función al período de diseño de 21 años

### **2.1.6.1. Población actual**

Para determinar la cantidad de personas a beneficiar con el proyecto, se tomo en cuenta los datos tomados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), el cual indica un total de 1 950 habitantes, con un total de 525 viviendas ubicadas en dichos barrios.

### **2.1.6.2. Población futura**

Para el efecto, se utilizará una tasa de crecimiento poblacional promedio anual del 2,7 por ciento según (INE), se utilizará el método de crecimiento geométrico con un período de diseño de 21 años. Para ello se utiliza la siguiente fórmula.

$$Pf = Po (1+R)^n$$

Donde:

Pf = Población futura  
Po = Población actual  
n = período de diseño  
R = tasa de crecimiento

$$Pf = 1\ 950 (1+0,027)^{21} = 3\ 412 \text{ habitantes}$$

### **2.1.7. Dotación**

Es el volumen de agua utilizado por una persona en un día y se expresa por lo general en litros por habitante y por día (l/hab/día). Los factores incidentes en el consumo de una población serán: temperatura, calidad del agua, características socioeconómicas, servicio de alcantarillado, presión de la red de distribución de agua, administración, medición y tarifas, tomando en cuenta todos estos factores se determina una dotación de 110 (l/hab/día.)

### **2.1.8. Determinación de caudales**

Es necesario conocer la cantidad de agua en un tiempo determinado que circulará por el sistema, se calculará en función de la cantidad de beneficiarios.

#### **2.1.8.1. Caudal medio diario**

Es la cantidad de agua promedio que consume la población en un día, obtenido de un año de registros. Cuando no se cuenta con estos registros, se calcula en función de la dotación y de la población futura. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{\text{Dotación (l/hab/día)} * P_f \text{ (hab)}}{86400 \text{ (s)}}$$

Donde:

Q<sub>m</sub> = Caudal medio diario (l/s)

P<sub>f</sub> = Población futura (habitantes)

$$Q_m = \frac{110 \text{ l/hab/día} * 3412 \text{ hab}}{86400 \text{ l/s}} = 4,34 \text{ l/s}$$

### 2.1.8.2. Caudal máximo diario

Es la demanda máxima de agua que se presenta en un día del año, donde la mayor parte de la población consume en ese día. Cuando no se tiene el registro de este consumo, se procede a calcularlo de forma porcentual, por medio del Factor día máximo (Fdm). En áreas rurales este factor estará comprendido en 1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes y de 1,2 a 1,5 para poblaciones futuras menores a 1 000 habitantes. Tomando en cuenta dichos parámetros, se ópta por utilizar un factor día máximo de 1,2 para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{md} = Q_m \text{ (l/s)} * F_{dm}$$

$$Q_{md} = 4,34 \text{ (l/s)} * 1,2 = 5,21 \text{ l/s}$$

### 2.1.8.3. Caudal máximo horario

Es la demanda máxima que ocurre en una hora durante un año completo, este caudal es conocido como caudal de distribución, cuando no se tiene registro de este caudal, se utiliza un factor de hora máxima (Fhm), para calcularlo en forma porcentual.

Los parámetros a utilizar para los valores de (Fhm), es de 2, en poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, y de 2 a 3 para poblaciones menores a 1 000 habitantes.

Tomando en cuenta las condiciones socio económicas, clima y cantidad de habitantes; se ópta por un factor de 2.

$$Q_{mh} = Q_m \text{ (l/s)} * F_{dm}$$

$$Q_{mh} = 4,34 \text{ (l/s)} * 2 = 8,68 \text{ l/s}$$

#### **2.1.8.4. Caudal instantáneo**

Es el caudal del que se hace uso en forma simultánea por los usuarios en determinado momento. Para determinarlo, se toman en cuenta los siguientes parámetros:

$$K = 0,15 < 55 \text{ viviendas}$$

$$K = 0,20 > 55 \text{ viviendas}$$

Donde:

n = Cantidad de viviendas

Qi = Caudal instantáneo

$$Q_i = k * (n-1)^{1/2}$$

$$Q_i = 0,20 * (525-1)^{1/2}$$

$$Q_i = 4,58 \text{ l/s}$$

#### **2.1.9. Captación**

Es el tipo de estructura utilizada para la captación del agua que dependerá en primer lugar, del tipo de fuente de abastecimiento utilizado. Para los casos de captación de agua superficial, se llaman bocatomas, mientras que en la captación de aguas subterráneas, se hace por medio de pozos. Es importante

mantener las condiciones naturales de la fuente, en el caso de este proyecto la fuente es de tipo manantial

#### **2.1.9.1. Manantiales**

Es un afloramiento superficial de agua subterránea, el cual puede ser por gravedad, pasando a través de una capa superficial permeable, o bien puede ser un manantial artesano, si el estrato permeable se halla confinado entre dos estratos impermeables y se encuentra a presión debido a la cota piezométrica del depósito de agua.

Los manantiales artesanos, son por lo general perennes y no dependen de la época del año, mientras los manantiales por gravedad suelen ser periódicos y relacionados con las estaciones climáticas.

Los manantiales están sujetos a la contaminación superficial del agua, por lo que se les debe dar una protección adecuada. Es importante no instalar pozos sépticos o letrinas en cercanías del afloramiento.

#### **2.1.10. Especificaciones de diseño**

Para desarrollar el siguiente proyecto, se describen a continuación distintos valores con unidades de medida definidos, que serán utilizados en cada uno de los cálculos.

Población actual	1 950 habitantes
Población futura	3 412 habitantes
Dotación	110 ( l /hab /día)
Caudal medio diario	4,34 l/s

Caudal máximo diario	5,21 l/s
Caudal máximo horario	8,68 l/s
Esfuerzo máximo del concreto	210 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia del acero	2 810 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del concreto	2 400 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del concreto ciclópeo	2 500 kg/cm <sup>2</sup>

### **2.1.11. Diseño de la línea de conducción**

Para la línea de conducción, será utilizada tubería pvc o Hg. Esta línea de conducción, esta comprendida desde la salida de la caja reunidora de caudales, hacia el tanque de distribución. En ella se consideran las siguientes obras:

- Válvulas de limpieza
- Válvulas de purga
- Pasos de zanjón
- Pasos aéreos con tubería Hg
- Anclajes para tubería

Se tratará de utilizar tubería de PVC en la mayoría de la longitud de la línea, siempre y cuando las presiones no sobrepasen los límites establecidos por especificaciones del material, en lugares donde no es posible utilizar PVC, se utilizara tubería de Hg; como pasos aéreos.

La línea de conducción aprovechará al máximo la energía disponible, gracias a la diferencia de niveles existentes entre la caja reunidora de caudales y el tanque de distribución, funcionando por gravedad, haciendo de esta manera un proyecto funcionalmente económico.

Para los diseños de líneas de conducción, se toman en cuenta factores importantes como:

- Carga disponible.
- Capacidad para transportar caudal máximo diario.
- Clase de tubería capaz de soportar las presiones del diseño.
- Considerar obras de arte necesarias en el trayecto de la línea de conducción.
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.

Para determinar los diámetros que maximicen el funcionamiento y economía de la línea de conducción, se utilizarán las siguientes fórmulas de Hazen-Williams:

$$H_f = \frac{1743,8111141 * L * Q_{md}^{1,85}}{D_i^{4,87} * C^{1,85}}$$

$$V = \frac{1,973525241 * Q_c}{D_i^2 * C}$$

Donde:

H<sub>f</sub> = Pérdida de carga (m)

V = Velocidad del fluido en la tubería (m/s)

L = Longitud de la tubería + 5% por topografía del terreno

Q<sub>md</sub> = Caudal máximo diario

D<sub>i</sub> = Diámetro interno de la tubería (plg)

C = Coeficiente de rugosidad de la tubería

Determinando los diámetros de tuberías de estacionamientos E-00 a E-08.

Datos

$$H_f = 500 - 482,61 = 17,39 \text{ m}$$

$$L = 410 * 1,05 = 430,50 \text{ m}$$

$$Q_{md} = 5,21 \text{ l/s}$$

$$C = 100$$

$$D = \left( \frac{1,743,811141 * L * Q_c^{1,85}}{H_f * C^{1,85}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = \left( \frac{1,743,811141 * 430,50 * 5,21^{1,85}}{17,39 * 100^{1,85}} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$D = 2,49 \text{ plg}$$

Este valor se aproxima a diámetros comerciales, como lo son de 2,50 y 3,00 pulgadas respectivamente. Con estos valores se procederá a calcular la pérdida por fricción en cada una de las tuberías, tomando en cuenta sus diámetros internos; los cuales son 2,537 pulgadas y 3,063 pulgadas respectivamente, de esta manera poder determinar el diámetro que menor pérdida demuestre.

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

Determinando pérdida de carga para diámetro de 2,50 pulgadas.

$$H_f = \frac{1,743,811 \gamma (5,21)^{1,85} * 430,50}{(150)^{1,85} \gamma (2,537)^{4,87}}$$

$$H_f = 16,09 \text{ m}$$

p

Determinando pérdida de carga para diámetro de 2,50 pulgadas.

$$H_f = \frac{1,743,811 \gamma (5,21)^{1,85} * 430,50}{(150)^{1,85} \gamma (3,063)^{4,87}}$$

$$H_f = 6,43 \text{ m}$$

En este caso se inicia la conducción con tubería PVC de 3 pulgadas de diámetro, la cual tiene una pérdida mucho menor que la de 2,50 pulgadas.

Determinando velocidad del fluido en la tubería.

$$V = \frac{1,973525241 \gamma (5,21)}{(3,063)^2}$$

$$V = 1,09 \text{ m/s}$$

En este caso, la velocidad cumple con los parámetros de diseño con un valor de 1,09 metros por segundo, siendo mayor a 0,4 metros por segundo y menor a 2 metros por segundo.

Nota: El diámetro a utilizar en toda la línea de conducción, será de 4 pulgadas, debido a que las pérdidas de presión son grandes, los cálculos de toda la red de distribución se realizaron por medio de una hoja electrónica,

tomando en cuenta diámetros comerciales. Los resultados están en la tabla de anexos.

### 2.1.12. Determinación del volumen del tanque de distribución

El tanque de almacenamiento o de distribución, tendrá como fin cubrir variaciones en consumo durante el tiempo, almacenando agua en horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos en el día. El Instituto de Fomento Municipal (INFOM), recomienda utilizar sistemas por gravedad del 25 a 40 por ciento del consumo medio diario estimado.

Como el tanque se encuentra en una región calurosa se optará por el 40 por ciento de almacenamiento.

Para determinar el volumen de almacenamiento, se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Vol} = \frac{40\% * Q_{md} * (86\ 400\ \text{s})}{1\ 000}$$

Donde:

$Q_{md}$  = Caudal medio diario

$$\text{Vol} = \frac{40\% * (4,34) * (86\ 400\ \text{s})}{1\ 000} = 149,99\ \text{m}^3$$

El volumen del tanque será diseñado con una capacidad de 150 metros cúbicos.

### 2.1.13. Diseño del tanque de distribución

El tanque de distribución será construido con muros de concreto ciclópeo, con un porcentaje del 33 por ciento de piedra bola y el 67 por ciento restante de concreto con una proporción 1:2:3.

#### 2.1.13.1. Diseño estructural de la cubierta

La cubierta del tanque de distribución, será construida con losa tradicional, por las dimensiones del tanque, es necesario colocar dos vigas principales, quedando tres losas simétricas con una dimensión 5,30 metros por lado.

Para determinar el sentido en que trabajaran los esfuerzos en la losa, mediante la relación entre el lado menor y el lado mayor.

$$M = \frac{a}{b} \geq 0,5 \text{ Trabaja en dos sentidos}$$

$$M = \frac{5,30}{5,30} = 1$$

Para este caso, la losa trabajará y se diseñará en dos sentidos, lo que significa que el refuerzo será en ambos sentidos.

Para determinar el espesor de la losa se utilizará la siguiente fórmula:

$$T_{\text{espesor}} = \frac{\text{perímetro}}{180}$$
$$T_{\text{espesor}} = \frac{(5,30 * 4)}{180} = 0,11 \text{ m}$$

El espesor a utilizar será de 12 centímetros, con un armado tipo tradicional debido a su espesor.

Una vez determinado el espesor de la losa, se procederá a determinar el tipo de cargas a que estará siendo sometida la estructura.

Carga muerta (Cm): es el tipo de carga propio de la estructura que se determina de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} W_{\text{propio de losa}} &= 2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,12 \text{ m} = 288 \text{ kg/m}^2 \\ \text{Sobre cargas} &= \underline{90 \text{ kg/m}^2} \\ \text{Total de carga muerta} &= 378 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

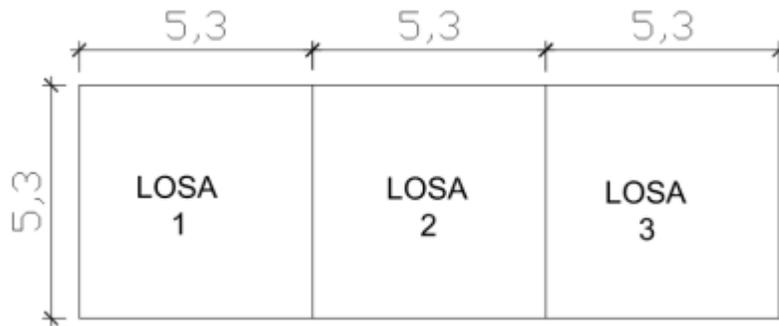
Carga viva (Cv): es el tipo de carga impropia de la estructura, provocada ocasionalmente, se asumirá de 100 kilogramos por metro cuadrado por ser solo cubierta.

Carga última (Cu): es el resultado de la suma de la carga muerta afectado por un factor de seguridad del 40 por ciento, más la carga viva por un 70 por ciento. Para determinarla se utilizará la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} Cu &= 1,40 * Cm + 1,7 * Cv \\ Cu &= 1,40 * \left( 378 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) + 1,70 * \left( 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right) \\ Cu &= 699,20 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

Determinando momentos actuantes en la losa.

Figura 2. Dimensiones de losas



Fuente: elaboración propia.

Para calcular los momentos actuantes negativos y positivos, se utilizará el método 3 del ACI.

Caso No 7 en losa 1.



$$Ma(-) = a^2 (C_{a_{neg}} * C_u)$$

$$Ma(-) = (5,30)^2 (0 * 699,20) = 0$$

$$Ma(+) = C_{a(+)} * C_{vu} * a^2 + C_{a(+)} * C_{mu} * a^2$$

$$Ma(+) = 0,032 * 170 * 5,30^2 + 0,027 * 529,20 * 5,30^2 = 554,17 \text{ kg-m}$$

$$M_b(-) = \frac{1}{3} * M_{\text{a}(+)}$$

$$M_b(-) = \frac{1}{3} * 554,17 = 184,72 \text{ kg-m}$$

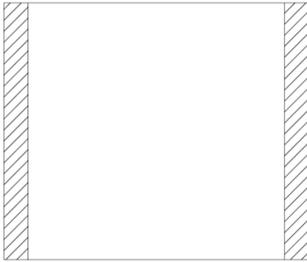
$$M_b(+) = C_b(+)*C_{vu}*b^2+C_b(+)*C_{mu}*b^2$$

$$M_a(+) = 0,035 * 170 * 5,30^2 + 0,033 * 529,20 * 5,30^2 = 657,69 \text{ kg-m}$$

$$M_b(-) = C_b(-)*C_{ut}*b^2$$

$$M_b(-) = 0,071 * 699,20 * 5,30^2 = 1\ 394,48 \text{ kg-m}$$

Caso No 3 en losa 2.



$$M_a(-) = a^2 (C_{a_{\text{neg}}} * C_u)$$

$$M_a(-) = (5,30)^2 (0 * 699,20) = 0$$

$$M_a(+) = C_a(+)*C_{vu}*a^2+C_a(+)*C_{mu}*a^2$$

$$M_a(+) = 0,027 * 170 * 5,30^2 + 0,0018 * 529,20 * 5,30^2 = 396,50 \text{ kg-m}$$

$$M_a(-) = \frac{1}{3} * M_{\text{a}(+)}$$

$$M_a(-) = \frac{1}{3} * 396,50 = 132,16 \text{ kg-m}$$

$$M_b(+) = C_b(+)*C_{vu}*b^2+C_b(+)*C_{mu}*b^2$$

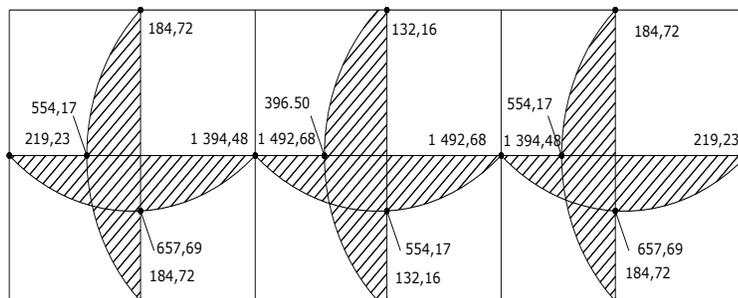
$$Ma(+) = 0,032 * 170 * 5,30^2 + 0,027 * 529,20 * 5,30^2 = 554,17 \text{ kg-m}$$

$$Mb(-) = Cb(-) * Cut * b^2$$

$$Mb(-) = 0,076 * 699,20 * 5,30^2 = 1\,492,60 \text{ kg-m}$$

Para el caso de la losa 3, se repiten los mismos valores obtenidos para la losa 1, por poseer las mismas características.

Figura 3. **Gráfica de momentos en losas**



Valores de los momentos dados en kg-m

Fuente: elaboración propia.

Como los valores de los momentos uno y dos son de distintos valores, se procederá a balanceralos, con el fin de encontrar un el valor optimo que garantice el calculo que satisfaga nuestro diseño. .

$$M1 < 0,80 M2$$

$$1\ 394,48 < 0,80 * 1\ 492,60$$

$$1\ 394,48 < 1\ 194,05$$

$$M_b = \frac{M1 + M2}{2}$$

$$M_b = \frac{1\ 394,48 + 1\ 492,60}{2} = 1\ 443,54 \text{ kg-m}$$

Determinando áreas de acero en losas, mediante la siguiente fórmula:

$$A_S = b * d \sqrt{(b * d)^2 \frac{M_u * b}{0,003825 * f'_c} * \frac{0,85 * f'_c}{f_y}}$$

Momento en "a" = 1 443,54 kg-m

Momento en "b" = 657,69 kg-m

Área de acero para momento "a" = 6,34 cm<sup>2</sup>

Área de acero para momento "b" = 2,80 cm<sup>2</sup>

As<sub>min</sub> = 0,40ρ<sub>mín</sub> \* b \* d

$$\rho_{mín} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{2\ 810} = 0,005017$$

As<sub>min</sub> = 0,40 \* 0,005017 \* 100 \* 9,5 = 1,90 cm<sup>2</sup>

Determinando espaciamiento de refuerzo en la losa.

6,34 cm<sup>2</sup>.....100 cm

0,71 cm<sup>2</sup>.....S      S; 11,20 cm

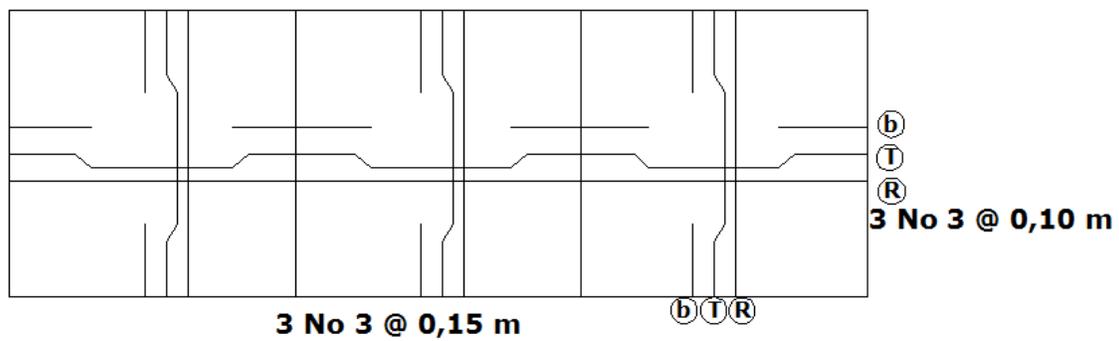
Para momento "a" se usará un espaciamiento de 10 cm

2,80 cm<sup>2</sup>.....100 cm

0,71 cm<sup>2</sup>.....S      S; 25,35 cm

Para momento "b" se usará un espaciamiento de 15 cm

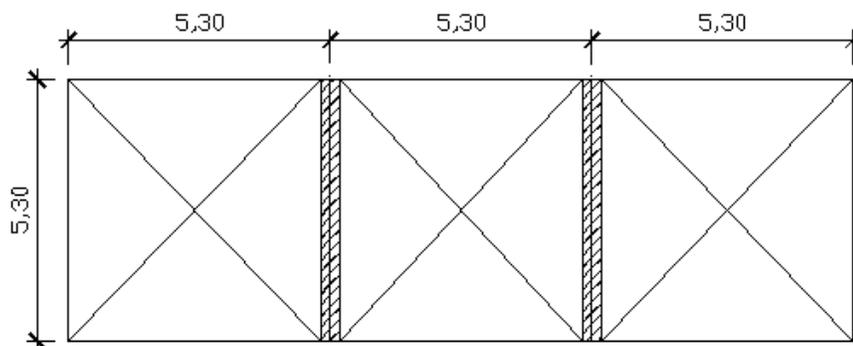
Figura 4.      **Armado de losa**



Fuente: elaboración propia.

Diseño de vigas principales a flexión.

Figura 5.      **Áreas tributarias para vigas**



Fuente: elaboración propia.

$$\begin{aligned}
 f'c &= 210 \text{ kg/cm}^2 \\
 fy &= 2810 \text{ kg/cm}^2 \\
 t &= 12 \text{ cm} \\
 Yc &= 2400 \text{ kg/m}^3. \\
 h_{\text{mín}} &= (l/16) * 0,80 \\
 H &= 40 \text{ cm} \\
 b_{\text{mín}} &= 6 \text{ plg} \\
 b &= 20 \text{ cm} \\
 \text{Recubrimiento} &= 2,5 \text{ cm} \\
 D &= 37,50 \text{ cm} \\
 Cv &= 100 \text{ kg/m}^2 \\
 Sc &= 90 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

Área tributaria total en cada viga = 14,05 m<sup>2</sup>

Integración de cargas.

$$Cm_{\text{losa}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * t + Sc$$

$$Cm_{\text{losa}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,2 + 90 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} = 378 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{\text{cm}} = \frac{378 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 14,05 \text{m}^2}{5,60 \text{m}} + (2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,40 \text{m} * 0,20 \text{m}) = 1140,38 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{CV}} = \frac{100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 14,05 \text{m}^2}{5,60 \text{m}} = 250,90 \text{ kg/m}$$

$$W_{cu} = 1,7 \left( 250,90 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) + 1,4 \left( 1140,38 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) = 2023 \text{ kg/m}$$

Determinando momento último en vigas.

$$M_U = \frac{\left( 2023 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) (5,60)^2}{8} = 7930,16 \text{ kg-m}$$

Determinando área de acero en vigas.

$$A_S = b * d \sqrt{(b * d)^2 \frac{M_u * b}{0,003825 * f'c} * \frac{0,85 * f'c}{f_y}}$$

Área de acero para la viga = 8,56 cm<sup>2</sup>

$$E_S = 2,03 * 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$B_1 = 0,85$$

$$\rho_b = 0,85 * B_1 \frac{f'c}{f_y} * \frac{E_S * 0,003}{f_y + E_S * 0,03}$$

$$\rho_b = 0,036$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 * \rho_b \quad \text{Para zona sísmica}$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,01842$$

$$A_{S_{\text{máx}}} = \rho_{\text{máx}} * b * d$$

$$A_{S_{\text{máx}}} = 0,01842 * 20,00 * 37,50 = 13,86 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{2810} = 0,005017$$

$$A_{S_{\text{mín}}} = 0,005017 * 20,00 * 37,50 = 3,76 \text{ cm}^2$$

Área de acero en cama superior.

- $A_{s_{mín}} = 3,76 \text{ cm}^2$
- 2 varillas No 5, equivalente a  $3,96 \text{ cm}^2$
- 33 % ( área de acero necesario ), equivalente a  $2,85 \text{ cm}^2$

Se tomará como refuerzo en cama superior; 2 varillas No 5, que hacen el área de acero mayor.

Área de acero en cama inferior.

- $A_{s_{min}} = 3,76 \text{ cm}^2$
- 2 varillas No 5, equivalente a  $3,96 \text{ cm}^2$
- 50 % ( área de acero necesario ), equivalente a  $4,28 \text{ cm}^2$
- $A_{s_{tensión}} = 8,56 \text{ cm}^2 - 3,96 \text{ cm}^2 = 4,60 \text{ cm}^2$

Se tomará como refuerzo a tensión en cama inferior; 1 varilla No 1, cubriendo un área de  $5,07 \text{ cm}^2$ .

Determinando espaciamiento de estribos en vigas.

$$\text{Corte actuante} = \frac{W_u * l}{2} = \frac{2 \cdot 023 * 5,60}{2} = 5 \, 664,40 \text{ kg}$$

$$\text{Corte resistente} = 0,85 * 0,53 * f'c^{0,5} * b * d$$

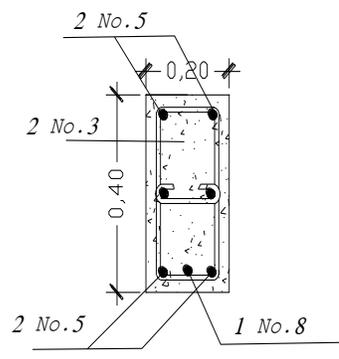
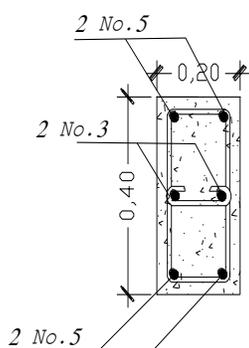
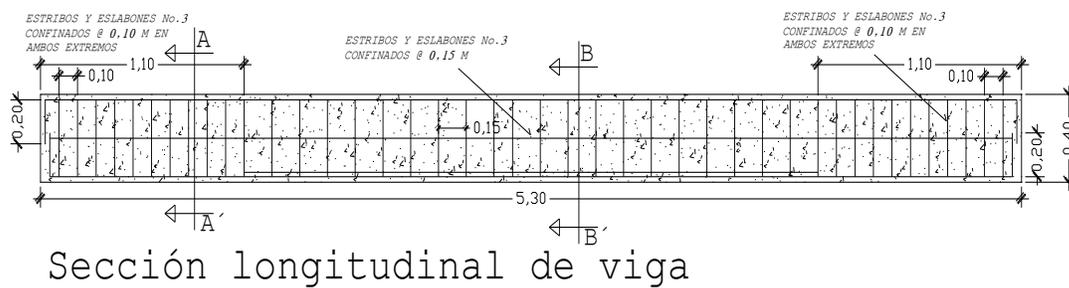
$$\text{Corte resistente} = 0,85 * 0,53 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 20\text{cm} * 37,50\text{cm} = 4 \, 896,27 \text{ kg}$$

## Espaciamiento

$$\frac{S}{2} = \frac{37,5\text{cm}}{2} = 18,75 \text{ cm}$$

Entonces el espaciamiento de los estribos será a cada 15 centímetros, en toda la viga, y como el valor del corte actuante es mayor que el resistente en extremos de la viga, se ubicarán a cada 10 centímetros.

Figura 6. Armado de vigas principales



Fuente: elaboración propia.

Diseñando vigas perimetrales.

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} = \frac{14,1}{2810} = 0,005017$$

$$A_{s\text{mín}} = 0,005017 * 15,00 * 22,50 = 1,66 \text{ cm}^2$$

$$E_S = 2,03 * 10^6 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^3}$$

$$B_1 = 0,85$$

$$\rho_b = 0,85 * B_1 \frac{f'_c}{f_y} * \frac{E_S * 0,003}{f_y + E_S * 0,03}$$

$$\rho_b = 0,036$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 * \rho_b \quad \text{Para zona sísmica}$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,01842$$

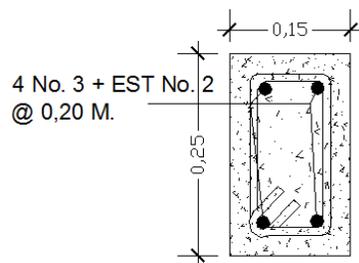
$$A_{s\text{máx}} = \rho_{\text{máx}} * b * d$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,01847 * 15,00 * 22,00 = 5,94 \text{ cm}^2$$

Armado de viga perimetral.

Se utilizarán 4 varillas No 3 corridas y estribos No 2 @ 0,20 m.

Figura 7. **Armado de viga perimetral**

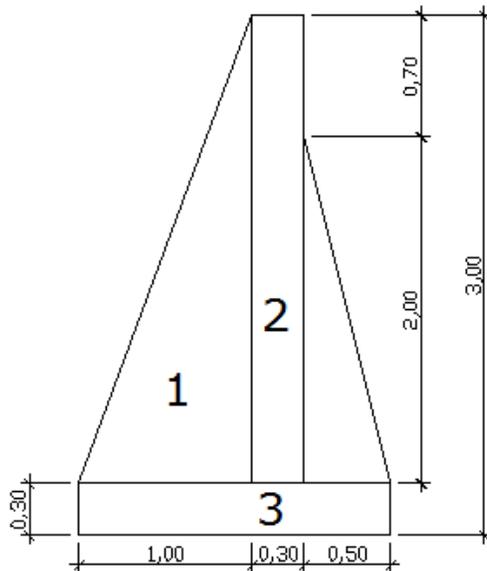


Fuente: elaboración propia.

### 2.1.13.2. Diseño estructural del tanque

La estructura que servirá para contener el agua almacenada, será construida con muros de concreto ciclópeo que cumplen con la resistencia requerida, así como el bajo en la construcción.

Figura 8. Diagrama de fuerzas sobre pared del tanque



Fuente: elaboración propia.

Datos:

Peso específico del concreto	$\gamma_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$ .
Peso específico del concreto ciclópeo	$\gamma_{cc} = 2\,500 \text{ kg/m}^3$
Peso específico mínimo de piedra bola	$\gamma_{pb} = 1\,390 \text{ kg/m}^3$ .
Peso específico del suelo.	$\gamma_s = 1\,574,44 \text{ kg/m}^3$ .
Capacidad soporte del suelo.	$V_s = 28,31 \text{ ton/m}^2$ .

Carga uniforme distribuida sobre el muro ( $W_u$ )

$W_u = W_{\text{losa}} + W_{\text{viga principal}} + W_{\text{viga perimetral}}$

$$W_u = 1,4 \left( 500,85 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) + 1,7 \left( 132,64 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) + 1,4 \left( 128 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) + 1,4 \left( 90 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) = 1\,232 \text{ kg/m}$$

En este caso, se considera ( $W_u$ ) como una carga puntual sobre las paredes del tanque.

$$P_c = 1\,232 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1,00 \text{ m} = 1\,232 \text{ kg/m}$$

Momento que ejerce la carga puntual en las paredes con respecto de "o".

$$M_c = 1\,232 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \left( 1,00 \text{ m} + \frac{0,30 \text{ m}}{2} \right) = 1\,416,80 \text{ kg-m}$$

La fuerza activa del agua sobre los muros, se determinará utilizando la siguiente fórmula:

$$F_a = \gamma_{\text{agua}} \left( \frac{H^2}{2} \right) \Rightarrow 1\,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \left( \frac{1,94^2}{2} \right) = 1\,881,80 \text{ kg/m}$$

Para determinar el momento de volteo sobre el muro con respecto de "o", se utilizará la siguiente fórmula:

$$M_{\text{act}} = F_a \left( \frac{H}{3} \right) \Rightarrow 1\,881,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \left( \frac{1,94 \text{ m}}{3} + 0,30 \text{ m} \right) = 1\,781,84 \text{ kg-m}$$

Tabla IV. **Determinación de momento estabilizante en paredes**

Sección	$\gamma_{cc} \cdot A = W_R(\text{kg/m})$	Brazo (m)	$M_R$ (kg-m)
1	$2\,500 \cdot (1,325) = 3\,312,50$	$2/3 (1,00) = 0,67$	2 219,37
2	$2\,500 \cdot (0,795) = 1\,987,50$	$(1,00+0,15) = 1,15$	2 285,62
3	$2\,500 \cdot (0,54) = 1\,350,00$	$(1,80/2) = 0,90$	1 215,00

$$\Sigma W_R = 6\,650,00 \text{ kg/m}$$

$$\Sigma M_R = 5\,720,00 \text{ kg-m}$$

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Carga total (WT)} = W_u + W_R \Rightarrow 1\,232 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + (6\,650,00 \text{ kg m}) = 7\,882,00 \text{ kg/m}$$

Verificando la estabilidad del muro contra las fuerzas que provoquen volteo y para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$F_s = \frac{M_R + M_C}{M_{ACT}} > 1,5$$

$$F_s = \frac{5\,720 \text{ kg-m} + 1\,416,80 \text{ kg-m}}{1\,781,44 \text{ kg-m}} = 4,00 > 1,5$$

El muro es estable, pero es necesario verificar la estabilidad del muro contra el deslizamiento con el suelo, mediante la siguiente fórmula:

$$F_d = W_t \cdot \text{coef} \cdot \varphi_{\text{fricción}} \Rightarrow 7\,882,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 0,90 \cdot \tan(22,95^\circ) = 3\,003,84 \text{ kg/m}$$

$$F_{sd} = \frac{F_d}{F_a} > 1,5$$

$$F_{sd} = \frac{3\,003,84 \frac{\text{kg}}{\text{m}}}{1\,881,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}}} = 1,59 > 1,50$$

El muro es estable contra deslizamiento.

Determinando presión bajo base del muro:

Es importante verificar la presión bajo la base del muro, provocada por la excentricidad de la base de la estructura sobre el suelo. Y para ello se considera el siguiente criterio.

$$P_{\text{máx}} < V_s$$

$$\text{Excentricidad (ex)} = (\text{base}/2) - a$$

Donde:

$$a = \frac{M_R + M_C}{W_T} \Rightarrow \frac{5\,720,00 + 1\,416,80}{7\,882,00} = 0,68 \text{ m}$$

$$e_X = \frac{1,80 \text{ m}}{2} - 0,68 = 0,22 \text{ m}$$

Módulo de sección (Sx)

$$S_X = \frac{1}{6} * \text{base}^2 * \text{longitud} \Rightarrow \frac{1}{6} (1,80)^2 * 1,00 = 0,54 \text{ m}^3$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{W_T}{A} + \frac{W_T * e_X}{S_X} < V_S$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{7\,882,00}{(1,80 * 1,00)} + \frac{7\,882,00 * 0,22}{0,54} = 7,59 \text{ ton/m}^2 < 28,31 \text{ ton/m}^2$$

Para este caso, si cumple la estabilidad del muro en función a su excentricidad.

#### **2.1.14. Diseño de pasos aéreos de 15 metros**

Sera necesario la construcción de pasos aéreos de 15 metros para salvar la tubería de accidentes geográficos durante su conducción, utilizando para ello tubería de Hg, y para ello se utilizarán los siguientes datos:

Datos:

Diámetro de la tubería = 4 plg

Longitud de la estructura = 15 m  $\approx$  49,20 pie

Cargas verticales (Cm') = peso de la tubería + peso del agua

Wtubería = 9,54 lb/pie + accesorios = 12,31 lb/pie

Peso del agua:

$$\text{Vol} = \pi (2 \text{ plg})^2 \times 12 \text{ plg} = 150,79 \text{ plg}^3.$$

$$\text{Wagua} = 5,42 \text{ lb/pie}$$

$$\text{Cm}' = 12,31 \text{ lb/pie} + 5,42 = 17,73 \text{ lb/pie}$$

Carga viva (Cv)

Se tomará en cuenta que en una ocasión, una persona podría utilizar este paso aéreo para trasladarse de un extremo hacia el otro, por ello se distribuirá el peso promedio de una persona a lo largo de la tubería. Como no es ésta la finalidad, se recubrirá el paso con alambre espigado.

$$\text{Cv} = 150 \text{ lb}/15 \text{ pie} = 10 \text{ lb/pie}$$

En este caso, la carga horizontal crítica; que es provocada por el viento, se asumirá un viento crítico de 70 kilómetros por hora , lo cual ejerce una presión sobre la estructura de 20 libras por pie cuadrado.

$W_{\text{viento}} = \varnothing(\text{tubería}) * \text{presión del viento}$

$$W_{\text{viento}} = 4 \text{ plg} * \frac{1 \text{ pie}}{12 \text{ plg}} * \frac{20 \text{ lb}}{1 \text{ pie}^2} = 6,66 \text{ lb/pie}$$

Integración de cargas

Se tomará en cuenta el reglamento ACI 318-83, donde indica que cuando hay existencia de cargas de viento, la carga última está dada por:

$$U' = 0,75 (1,4 C_m' + 1,7 C_v + 1,7 W_{\text{viento}})$$

$$U' = 0,75 (1,4 * 17,43 + 1,7 * 10,00 + 1,7 * 6,66) = 39,54 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

La  $U'$  no debe ser menor a  $U'' = 1,4 C_m' + 1,7 C_v$

$$U'' = 1,4 (17,43) + 1,7 (10,00) = 41,40 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Para este caso, no cumple con el requerimiento, entonces se utilizará una carga de 41,40 libras sobre pie.

Tensión del cable

Es importante calcular el esfuerzo a tensión que se generará en la estructura para poder establecer el cable que se utilizará, y para ello se tomará como base el *Wire Rope Hand Book* 1963, sección 3.

$$TH = \frac{(U' \cdot L^2)}{8d} = \text{Tensión horizontal}$$

$$T = TH \sqrt{1 + \frac{16d^2}{L^2}} = \text{Tensión máxima}$$

$$TV = \sqrt{T^2 - TH^2} = \text{Tensión vertical}$$

Donde:

U' = Carga última

L = Luz

D = Flecha

Para el cálculo de las flechas en pasos elevados, según el Dr Steinman; recomienda una relación entre la flecha y la luz, de L/19 a L/12; sin embargo, en pasos aéreos, regularmente da como resultado columnas muy esbeltas, por lo que se determina la flecha cumpliendo con las condiciones de esbeltez  $2Lu/r < 22$ , según lo establece el ACI 318-83.

Entonces  $d = L/12 = 15/12 = 1,25$  m

Tabla V. **Cálculo de la flecha**

U(lb/pie)	L(pie)	D(m)	D(pie)	TH(lb)	TL(lb)	TV(lb)
41,40	49,20	1,25	4,10	3 055,32	3 220,59	1 018,43
41,40	49,20	1,36	4,46	2 808,70	2 987,64	1 018,42
41,40	49,20	1,50	4,92	2 546,10	2 742,23	1 018,43
41,40	49,20	1,67	5,43	2 294,28	2 510,16	1 018,42

Fuente: elaboración propia.

El cable a utilizar es de ½ pulgada, con una resistencia de 17 171 libras de tensión, cuyo peso es de 0,43 libras por pie.

Integrando el peso a la carga muerta

$$C_m = 17,73 + 0,43 = 18,16 \text{ lb/pie}$$

Carga última

$$U = 1,4(18,16) + 1,7(10,00) = 42,42 \text{ lb/pie}$$

Tensión horizontal

$$T_H = \frac{(42,42)(49,20^2)}{8 \cdot 4,10} = 3\,130,60 \text{ lb}$$

Tensión máxima

$$T = 3\,130,60 \sqrt{1 + \frac{(4,10)^2}{(49,20)^2}} = 3\,299,94 \text{ lb}$$

Tensión vertical

$$T_V = \sqrt{(3\,299,94)^2 - (3\,130,60)^2} = 1\,043,52 \text{ lb}$$

Calculando péndolas

Se denomina la carga de tensión (Q), soportada por cada péndola a lo largo del paso.

$$Q = U \cdot S$$

Donde:

U = Carga última

S = Separación de péndolas

$$Q = 42,42 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} (4,90 \text{ pies}) = 207,85 \text{ lb}$$

Entonces se utilizará cable de ¼ pulgada, ahora es necesario calcular la longitud de las péndolas basado en *Wire Rope Hand Book*, sección 3, mediante la siguiente fórmula:

$$Y = \frac{UX(L - X)}{2TH}$$

Donde:

U = Carga última

X = Separación de péndolas, respecto de la torre de soporte

L = Luz de paso aéreo

TH = Tensión horizontal

$$U = 42,42 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \left( \frac{1 \text{ kg}}{2,2 \text{ lb}} \right) \left( \frac{1 \text{ pie}}{0,3048 \text{ m}} \right) = 63,26 \text{ kg/m}$$

$$TH = 3 \cdot 130,60 \text{ lb} \left( \frac{1 \text{ kg}}{2,2 \text{ lb}} \right) = 1 \cdot 423,00 \text{ kg}$$

$$Y = \frac{(63,26)(1,50)(15,00 - 1,50)}{2 \cdot 1 \cdot 423,00} = 0,45 \text{ m}$$

Longitud de la péndola = 1,50 – 0,45 = 1,05 m \* 1,15 (para sujetar) = 1,20 metros.

Torres de soporte

Dimensiones de columnas propuestas:

$$B = 0,40 \text{ m}$$

$$H = 0,60 \text{ m}$$

Momento de inercia

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{(0,40)(0,60)^3}{12} = 0,0072 \text{ m}^4$$

Radio de giro

$$R = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0,0072}{(0,40)(0,60)}} = 0,1732 \text{ m}$$

Lu = longitud libre de la columna = 1,75 m

Longitud total de la columna = 1,75+1,00 = 2,75 m

Esbeltez de columnas

$$\frac{2Lu}{r} \leq 22$$

$$\frac{2(1,75)}{0,1732} \leq 22 \Rightarrow 20,21 \leq 22$$

Para este caso trabaja como columna corta.

Carga crítica

$$P_{cr} = \frac{\Pi^2 EI}{(2Lu)^2}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{(0,40) \cdot 0,60^3}{12} = 0,0072 \text{ m}^4$$

$$E = 15,00 \sqrt{f'c}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 (15000) \sqrt{210} \left( \frac{40860^3}{12} \right)}{(2 \cdot 175)^2} = 12\,693\,539,76 \text{ kg} \Rightarrow \frac{1 \text{ ton}}{1000 \text{ kg}}$$

$$P_{cr} = 12\,693,54 \text{ ton}$$

Refuerzo de columna

La columna trabaja con una carga axial pequeña (TV=1 043,52 libras = 0,52 toneladas), se usará el criterio de la sección 18,8,4 del ACI 318-83, que indica que cuando el elemento sujeto a compresión, tiene una sección transversal mayor que la requerida para las condiciones de carga, se empleará de tal forma que el refuerzo mínimo de acero en el área efectiva reducida; área gruesa de columna no menor que 50 por ciento del área total de la columna.

$$A_{s_{\min}} = 0,01 \frac{A_g}{2} \Rightarrow 0,01 \frac{4(60)}{2} = 12 \text{ cm}^2$$

Entonces se utilizarán 4 varillas No 6 = 7,64 cm<sup>2</sup> > 6,00 cm<sup>2</sup>

$$P_u = \phi (f'c)(A_g - A_s) + A_s (f_y)$$

$$P_u = 0,85(210)((40)(60) - 7,64) + 7,64(2810) = 450,30 \text{ Ton}$$

$$P_{cr} \geq P_u \quad \uparrow 12\,693,54 > 450,30 \text{ Ton}$$

Para el refuerzo transversal se utilizarán varillas No 3 a cada 0,15 metros.

## Zapata

Como ya se explico anteriormente, esta columna no sufre demasiadas fuerzas axiales que resistir y por ello se asumirá el peralte mínimo que permite el ACI 318-83.

Peralte mínimo encima del refuerzo interior = 7,50 cm

Recubrimiento mínimo del refuerzo = 7,50 cm

$T = 15 + 7,50 = 22,5$  cm, para este caso se tomarán 23 cm

Datos:

Peso específico del concreto	$\gamma_c = 2\,400 \text{ kg/m}^3$ .
Peso específico del concreto ciclópeo	$\gamma_{cc} = 2\,500 \text{ kg/m}^3$
Peso específico mínimo de piedra bola	$\gamma_{pb} = 1\,390 \text{ kg/m}^3$ .
Peso específico del suelo.	$\gamma_s = 1\,574,44 \text{ kg/m}^3$ .
Capacidad soporte del suelo.	$V_s = 28,31 \text{ ton/m}^2$ .

$$F_{cu} = \frac{U}{C_m + C_v} \Rightarrow \frac{42,42}{18,16 + 10,00} = 1,50$$

Integración de cargas que soporta la zapata:

Tensión vertical = 0,52 Ton

Peso de la columna =  $2,40(2,75)(0,40)(0,60) = 1,58$  Ton

Peso del suelo =  $1,50(1,00)(1,00)(1,00) - (0,4)(0,6) = 1,14$  Ton

Peso del concreto ciclópeo =  $2,5((1,00)(1,00)(0,20)) = 0,50$  Ton

Peso propio de la zapata  $2,4((1,00)(1,00)(0,23)) = 0,55$  Ton

Peso total = 4,29 Ton

$$\frac{Pz}{Az} \leq Vs \Rightarrow \frac{4,29}{1,00} \leq 15 \Rightarrow \frac{4,29 \text{ ton}}{\text{m}^2} \leq \frac{28,31 \text{ ton}}{\text{m}^2} \text{ OK}$$

Carga última que soporta la zapata

$$Wuz = Fcu (Pz) = 1,50(4,29) = 6,43 \text{ Ton}$$

Corte simple

$$D = t - \text{Rec} - \frac{\emptyset}{2}$$

$$D = 0,23 - 0,075 - \frac{0,0127}{2} = 0,149 \text{ m}$$

$$Va < Vr$$

Donde:

$$Va = \text{Corte actuante}$$

$$Vr = \text{Corte resistente}$$

$$Va = \left[ \frac{1}{2} - \left( \frac{0,6}{2} + 0,149 \right) \right] (1,00)(6,43) = 0,33 \text{ Ton}$$

$$Vr = \frac{0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} (100)(14,90)}{1 \cdot 000} = 9,73 \text{ Ton} \Rightarrow 0,33 \text{ Ton} < 9,73 \text{ Ton}$$

Verificación por punzonante

$$Va = Wuz (Az - Ap) = 6,43 (1,00^2 - (0,60 + 0,149)^2) = 2,82 \text{ Ton}$$

$$Vr = \frac{0,85 (1,06) \sqrt{210} (4 \cdot 60 + 14,90)(14,90)}{1 \cdot 000} = 58,29 \text{ Ton} \Rightarrow 2,82 \text{ Ton} < 58,29 \text{ Ton}$$

Verificación por flexión

$$M_u = \frac{W_{uz} * L^2}{2} = \frac{6,43 \frac{1}{2} \frac{0,60^2}{2}}{2} \Rightarrow 0,13 \text{ Ton - m} \Rightarrow 130,00 \text{ kg - m}$$

Área de acero necesaria = 0,4 cm<sup>2</sup>

$$P_c = A_s/bd = 0,40((100)(16,80)) = 0,00027$$

$$p_{\text{mín}} = 0,40 \frac{14,1}{f_y} bd = 0,40 \frac{14,1}{2 \cdot 810} (100)(14,90) = 3,00 \text{ cm}^2$$

$P_c < P_{\text{mín}}$

0,00027 < 3 se utiliza entonces  $A_{s_{\text{mín}}}$

$$A_{s_{\text{mín}}} = 0,002(b)(d) = 0,002(100)(14,90) = 2,98 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán varillas No 4 @ 0,20 en ambos sentidos.

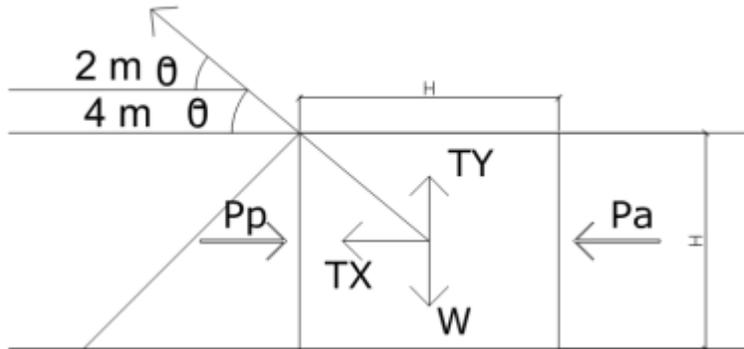
Anclaje de concreto ciclópeo

Este elemento se encargará de mantener las torres sin movimientos por las cargas que podrá generar el paso aéreo, sobre este actuarán tres tipos de cargas; la tensión del cable, el empuje de suelo y su propio peso.

Para verificar este elemento contra volteo se tomarán en cuenta los siguientes criterios.

- El anclaje tiene forma de cubo, con una longitud de h metro
- El factor de seguridad debe ser mayor que 1,5, se asumirá 1,6
- Se aplicará la ecuación  $\Sigma MR = 1,6 \Sigma MA$  para hallar h.

Figura 9. Anclaje



Fuente: elaboración propia.

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{2}{4}\right) = 26,57^\circ$$

$$T = 3\,299,94 \text{ lb} = 1\,499,97 \text{ kg} = 1,50 \text{ Ton}$$

$$T_x = 1,50 \cos(26,57^\circ) = 1,34 \text{ Ton}$$

$$T_y = 1,50 \sin(26,57^\circ) = 0,67 \text{ Ton}$$

$$K_p = 2,77, \quad K_a = 0,361$$

$$Y_{cpec} = 2,25 \text{ Ton/m}^3$$

$$Y_s = 1,5 \text{ Ton/m}^3$$

$$P_p = k_a * Y_s * \frac{h^3}{2} = \frac{2,77(1,5)h^3}{2} = 2,08 h^3$$

$$P_a = k_a * Y_s * \frac{h^3}{2} = \frac{0,36(1,5)h^3}{2} = 0,27 h^3$$

$$W = h^3 Y_{cpec} = 2.25 h^3$$

$$M_p = P_p \frac{h}{3} = \frac{(2,08h^3)h}{3} = 0,69 h^4$$

$$M_{act} = P_a \frac{h}{3} = \frac{(0,27h^3)h}{3} = 0,09 h^4$$

Verificando contra volteo

$\Sigma$ Momentos resistentes  $> 1,8\Sigma$ Momentos actuantes.

$$M_{p+W} \left( \frac{h}{2} \right) = 1,8 \left[ \frac{T_y h}{2} + \frac{T_x h}{2} + M_{act} \right]$$

$$0,69h^4 + 2,25h^3 \left( \frac{h}{2} \right) = 1,8 \left[ \left( \frac{1,02h}{2} \right) + \frac{2,08h}{2} + 0,09h^4 \right]$$

$$0,69h^4 + 1,125h^4 = 1,8 \left[ 0,51h + 1,025h + 0,09h^4 \right]$$

$$h = 0,92 \text{ m}$$

Verificando contra deslizamiento

$$\frac{\Sigma F_{HR}}{\Sigma F_{Hact}} > 1,5 \Rightarrow \frac{Cfs (W - Ty) + Pp}{Tx + Pa} > 1,5$$

Con 1,07

$$Cfs = 0,9 \tan \emptyset = 0,9 \tan 28^\circ = 0,479$$

$$W = h^3 \gamma_{pec} = 2,25 h^3 = 2,25 (0,92)^3 = 1,75 \text{ Ton}$$

$$Pp = 2,08h^3 = 2,08 (0,92)^3 = 1,62 \text{ Ton}$$

$$Pa = 0,27h^3 = 0,27 (0,92)^3 = 0,21 \text{ Ton}$$

$$\frac{0,479 (1,75 - 0,53) + 1,62}{1,19 + 0,21} > 1,5 \Rightarrow 1,57 \text{ Ok.}$$

Se utilizará un anclaje con dimensiones de 1,00 metro por lado, la ubicación está indicada en planos.

### **2.1.15. Método de desinfección**

Se propone la utilización de tabletas de hipoclorito de calcio  $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$  a una cantidad no menor al 65 por ciento de ingredientes activos. El diámetro de cada tableta es de 3 1/8 pulgadas y su altura de 1 ¼ pulgadas, con un peso de 300 gramos.

Este método resulta económico, ya que para su funcionamiento no requiere de energía eléctrica, teniendo como objetivo la disolución del componente en un flujo constante de agua no menor de 5 ni mayor a 20 galones por minuto, para formar la solución

Siendo las dimensiones aproximadas 0,30 centímetros de diámetro, y una altura de 0,90 centímetros, debiendo instalar una caja a la entrada del tanque de distribución, pudiendo graduar el flujo del caudal para que permita que la cantidad de cloro residual en el punto más alejado de la red de distribución, contenga entre 0,7 y 1,5 partes por millón.

Este proceso se regirá bajo la Norma COGUANOR 29 001, relacionada al tratamiento preventivo de bacterias y virus, normando una cantidad mínima de cloro en el caudal de 2 partes por millón es decir 2 gramos por cada metro cúbico de agua.

Calculando flujo de cloro (FC)

Para calcular el flujo de cloro en gramos/ hora se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{FC} = \text{Q} * \text{DC} * 0,061)$$

Donde:

Q = Caudal de agua conducida = 260,40 l/mín

Dc = Demanda de cloro = 0,2 mg/l

Sustituyendo en la fórmula obtenemos:

$$FC = 260,40 \frac{l}{min} * 2ppm * 0,061 = 31,24 \text{ gr/h}$$

Ahora se estimará la cantidad de tabletas a consumir en un mes.

$$\frac{31,25}{hr} \text{ gr} * 24 \frac{hr}{día} * 30 \frac{día}{mes} = 22 \text{ 500,00} \frac{gr}{mes} * \frac{1 \text{ tableta}}{300gr} = 75 \text{ tabletas}$$

### **2.1.16. Obras de arte**

Son componentes fundamentales del sistema de conducción, que dependen de aspectos como: desniveles existentes del sistema, distancia entre captación y tanque de distribución. A continuación se detalla cada uno de los componentes.

#### **2.1.16.1. Válvulas de compuerta**

Es requerida en lugares como: salida del tanque de distribución y cajas rompe presión. Siendo el objetivo de esta, mantener circulación ininterrumpida y poca caída de presión. Es importante mencionar que el uso de esta válvula se limita para control de caudal por estrangulación, ya que la compuerta y el sello tienden a sufrir erosión rápida, produciendo turbulencia con la compuerta parcialmente abierta. Se utilizarán en este proyecto por su bajo costo y amplia disponibilidad en el mercado.

### **2.1.16.2. Válvulas de aire**

Son válvulas con un dispositivo hidromecánico de accionamiento automático de triple efecto, los cuales son:

- Purga de aire durante llenado de tuberías
- Admisión de aire, que evita presiones negativas en caso de rupturas
- Desgasificación permanente de pequeños volúmenes de aire en tuberías presurizadas

En este proyecto se utilizará este tipo de válvulas por los cambios en pendientes en el sistema, ocasionando acumulación de aire en puntos altos del sistema.

### **2.1.16.3. Válvulas de limpieza**

Son utilizadas en los puntos bajos del sistema, debido a la acumulación de sedimentos, su uso es indispensable en este proyecto, por el tipo de pendientes del sistema, logrando de esta forma evacuar los sedimentos en forma periódica del sistema.

:

### **2.1.16.4. Cajas rompe presión**

Es un elemento estructural ubicado en las partes bajas del sistema, utilizado para eliminar altas presiones circulando en el sistema, en este proyecto no se utilizarán debido a que el terreno es irregular en cuanto a la dirección de sus pendientes.

#### **2.1.16.5. Conexiones domiciliarias**

Es el conjunto de tuberías y accesorios utilizados para entregar el servicio del la red principal hacia el interior de la vivienda. En este caso la red de distribución ya es existente.

#### **2.1.17. Especificaciones técnicas**

Son especificaciones generales y técnicas para la construcción de obras, con el propósito de establecer lineamientos; a los cuales se deberá sujetar la ejecución de cada obra incluida en el proyecto.

- Replanteo topográfico

Tendrá como función principal establecer con exactitud la ubicación de cada uno de los componentes del sistema de conducción; como lo son los depósitos, alturas de tuberías y otras de arte.

- Excavación

Es el conjunto de operaciones necesarias para extraer tierra en partes del terreno según diseño, en este caso para la instalación de tubería, es de tomar en consideración una profundidad no menor a 0,80 metros sobre el nivel de terreno natural. Se podrá ejecutar a mano o con maquinaria, en caso se encuentre roca, se removerá la que quede inestable; retirando el material sobrante y depositándolo donde corresponda.

- Relleno de zanjas

Es necesario para cubrir la tubería instalada, que se podrá realizar con el material proveniente de la excavación o de bancos de préstamo con el grado de compactación necesario. Estas deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto se haya aprobado y aceptado su colocación, el relleno se hará de la siguiente manera: abajo y a los lados de la tubería, se deberá rellenar en capas de 7 centímetros. Perfectamente compactados hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 0,30 metros sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 0,15 metros, y culminará con capas no mayores de 0,30 metros hasta el nivel de terreno natural.

- Tuberías

La tubería a utilizar será tipo pvc SDR 26, con una presión de trabajo de 160 libras de presión por pulgada cuadrada. Los accesorios deben ser compatibles con el tipo y clase de tubería pvc y cumplir con lo indicado en Norma ASTM D 2 466 (SCH40), ASTM 2 467 (SCH 80) según la presión requerida.

Los solventes a utilizar, deberán satisfacer la Norma ASTM D 2 564.

- Instalación de tuberías

Antes de la colocación de la tubería, el fondo de la zanja deberá emparejarse cuidadosamente, para que el tubo quede firmemente apoyado en toda su longitud, evitándose que quede desigualmente soportado y en contacto con piedras, terrones, ripio. En el caso que el fondo de la zanja no fuera

blando, deberá colocarse una capa de arena y otro material suave compactado, cuyo espesor mínimo deberá ser de 0,10 metros.

Para la ejecución de las juntas e instalación de los accesorios, deberá dejarse un espacio libre no menor de 0,05 metros entre la tubería y el fondo de la excavación.

Para uniones con solvente, se tomará en cuenta que los cortes se harán a 90°, respecto al eje longitudinal de la tubería. El tipo de ensamble es el conocido como campana y espiga. Una vez cortados los tubos se procederá a biselar en el extremo cortado el cual puede hacerse con una lima, con un ángulo aproximado de 15 grados con respecto al eje longitudinal del tubo.

Se deberá limpiar la superficie interna de la campana y la externa de la espiga con un paño limpio y seco. Es recomendable usar un limpiador solvente como la acetona.

Para la aplicación del pegamento, se utilizará una brocha de cerdas naturales, principiando en los interiores de la campana, de adentro hacia afuera y en sentido longitudinal. Luego hacer lo mismo sobre la espiga a la que se le han limado los cantos, presionando sobre la superficie la brocha suficientemente cargada de pegamento. No permitir que el cemento solvente corra dentro de la tubería.

- Concreto ciclópeo

Es la combinación de concreto hidráulico ( $f'c = 175$  kilogramos por centímetro cuadrado) y piedra de gran tamaño entre límites de 0,10 y 0,30 metros. Para su preparación y colocación se deberán seguir los siguientes

procedimientos: las piedras deberán lavarse para eliminar la tierra, arcilla o cualquier otro material extraño, humedeciéndolas de tal forma que garantice el proceso de fraguado normal, para evitar pérdida de agua en el concreto por absorción del material pétreo.

La distribución de la piedra en el seno del concreto, deberá quedar en contacto una con otra, debiendo mantener un espesor mínimo de 0,05 metros, de concreto entre una y otra, así como mantener un revestimiento de 0,10 metros, con las formaletas de los paramentos y 0,20 metros, en los coronamientos y fondos de los elementos.

- Concreto

Para estructuras será utilizada una resistencia a compresión no menor a 210 kilogramos por centímetro cuadrado a los veintiocho días, con especial cuidado en su proceso de fraguados, manteniendo un espejo de agua de por lo menos veintiún días después de su fundición.

- Cemento

Deberá cumplir con las especificaciones para cemento Portland tipo I (PM) de Norma COGUANOR NGO 41 001 ó ASTM 595, de marca y calidad reconocida.

- Agregado fino

Estará formado por arena de río, o por arena de trituración, que sea consistente, libre de partículas dañinas de arcilla, sieno; desechos orgánicos y sales minerales que afecten la calidad del concreto, debiendo cumplir con las

especificaciones de agregados para concreto COGUANOR NGO 41 007 ó ASTM C 33.

- Agregado grueso

Este material está formado por grava o piedrín y deberá ser libre de cantidades dañinas de materiales suaves o desmenuzables, terrones de arcilla, polvo y otras materias nocivas. Deberá cumplir con las especificaciones de agregados para concreto COGUANOR NGO 41 007 ó ASTM C 33.

- Agua

El agua empleada en el mezclado del concreto, deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero de refuerzo.

Se podrá utilizar agua no potable sólo en caso de los cilindros de mortero para pruebas y que deberán tener resistencias a los 7 y 28 días de por lo menos el 90 por ciento de la resistencia de muestras similares hechas con agua potable y cumplir con la resistencia mínima especificada para el proyecto.

La comparación de la prueba de resistencia deben hacerse en morteros idénticos; es decir con la misma proporción de agregados establecidos en tablas para alcanzar resistencias específicas, excepto por el agua de mezcla, preparados y probados de acuerdo a la Norma ASTM C 109.

- Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe ser corrugado, excepto las barras No. 2 utilizadas en eslabones, estribos, y zunchos. Las varillas de refuerzo, serán de grado 40 ( $f_y = 40\,000$  libras por pulgada cuadrada) a menos que se indique lo contrario en los planos.

- Formaleta

El fin de esta será, dar como resultado una estructura que cumpla con la forma, los lineamientos y dimensiones de los elementos, según lo requerido en los planos de diseño y las especificaciones.

El diseño de la formaleta debe considerar la velocidad y método de colocación del concreto y cargas de construcción, tanto verticales, horizontales y de impacto, siendo sustancial y suficientemente impermeable para impedir la fuga de concreto, debe estar adecuadamente apuntalada, unida y rigidizada de tal manera que conserve su forma y posición durante la fundición y fraguado.

El desencofrado y retiro de puntales, deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y durabilidad de la estructura. El tiempo mínimo para removerla será de catorce días para vigas, columnas y zapatas. Y ocho días para estructuras de mampostería.

- Limpieza final

Al término de cada renglón de trabajo se deberán realizar los trabajos de limpieza y acarreo necesarios, retirando de la obra y sus alrededores, sean públicos o privados, los materiales sobrantes, estructuras provisionales, equipo, y otros.

Restaurará la propiedad pública o privada dañada durante la construcción y mantendrá la obra limpia en perfectas condiciones, hasta su recepción final.

### **2.1.18. Programa de operación y mantenimiento**

- **Mantenimiento preventivo**

Son acciones que se realizarán con el fin de evitar daños futuros en el sistema, una vez detectados a base de chequeos constantes, para asegurar la continuidad del servicio del agua.

- **Mantenimiento correctivo**

Son acciones que se realizarán en el momento de detectarse algún desperfecto en el sistema que lo este afectando, debido a accidentes naturales, deterioro de tubería o daño a componentes del sistema.

- **Mantenimiento de válvulas**

Comprenderá la revisión en forma periódica que no sobrepasen los tres meses, y se verificará lo siguiente:

- Revisión de fugas en todo el sistema.
- Inventario de componentes del sistema.
- Verificar el funcionamiento, abriendo y cerrando lentamente cada una de ellas para verificar fugas.

- **Caja de válvulas**

Revisar cada tres meses:

- Paredes de la caja, tapaderas, aldabones para candados y candados.
  - Si hubiese agua reposada reparar la fuga.
  - Lubricar los candados.
  - Limpiar el piso y cerrar la caja.
- Tanque de distribución

Comprenderá la revisión en forma periódica que no sobrepasen los tres meses, y se verificará lo siguiente:

- Revisión general de la estructura.
  - Lavar el interior del tanque periódicamente de la siguiente manera:
    - Cerrar la válvula del hipoclorador
    - Abrir la válvula de desagüe
    - Lavar el piso y la pared con agua y cepillo
    - Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar cepillo
    - Cerrar la válvula de desagüe
    - Abrir válvula de hipoclorador
    - Abrir válvula de salida
- Mantenimiento del hipoclorador

Comprenderá la revisión semanal, y se verificará lo siguiente:

- Revisión de dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.
- Verificar ausencias de fugas.

- Verificar el nivel de la solución en el depósito.

Revisión cada tres semanas, y se verificará lo siguiente:

- Preparación de la dosificación según indicaciones.
- Limpiar residuos existentes en el fondo del hipoclorador.
- Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0,3 miligramos por litro en la parte más alejada de la distribución.

Revisión mensual, y se verificará lo siguiente:

- Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación.
  - Calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que tenga la concentración indicada anteriormente.
- Mantenimiento de la línea de conducción

Comprenderá la revisión mensual, y se verificará lo siguiente

- Revisión de todo el sistema de conducción para identificar fugas.
- Verificar el estado de la tubería.
- Proceder a reparar fugas en la tubería.

Si por algún caso se llegará a presentar alguna fuga, el procedimiento a seguir para su reparación es el siguiente:

- Descubrir el tubo uno o dos metros en la ubicación de la fuga.

- Cortar el injerto de tubo con una longitud no menor a 0,30 metros.
- Biselar los extremos de tuberías en áreas de corte.
- Aplicar solvente en los extremos y campana de la tubería.
- Mantener la presión por cinco minutos y dejar secar.

### 2.1.19. Costo de inversión (presupuesto)

Una vez diseñado cada uno de los componentes del sistema de agua potable, es importante conocer el costo que tendrá su ejecución para la municipalidad, en la tabla VI se muestran estos costos.

Tabla VI. **Resumen de presupuesto**

Diseño del sistema de agua potable para los barrios Aguahiel, Guaytán, Tamarindo y San Sebastián de la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán del departamento de El Progreso.				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLON	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES</b>				
<b>PRELIMINARES</b>				
BODEGA	M2	200	Q146,17	Q29 233,28
SERVICIOS TOPOGRÁFICOS	DIA	90	Q788,86	Q70 997,00
<b>CAPTACIÓN</b>				
TANQUE DE CAPTACIÓN	UNIDAD	1	Q14 501,10	Q14 501,10
<b>CONDUCCIÓN</b>				
LINEA DE CONDUCCIÓN	METROS	11 170	Q181,32	Q2 025 318,10
<b>PASOS AEREOS</b>				
PASOS AERESOS 15.00 METROS	UNIDAD	12	Q15 532,53	Q186 390,40
<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>				
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	1	Q138 419,24	Q138 419,24
<b>CAJA PARA VALVULAS</b>				
CAJA	UNIDAD	8	Q964,83	Q7 718,64
<b>SISTEMA DE CLORACIÓN</b>				
HIPOCLORADOR	UNIDAD	1	Q7 276,48	Q7 276,48
			<b>TOTAL</b>	<b>Q2 479 854,24</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo del proyecto: diseño del sistema de agua potable para los barrios: Aguahiel, Guaytán, Tamarindo y San Sebastián de la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán del departamento de El Progreso, es de dos millones cuatrocientos setenta y nueve mil, ochocientos cincuenta y cuatro quetzales con 24/100, equivalentes a trescientos nueve y un mil novecientos ochenta y un dólares con 78/100 (\$ 309 981,78) con una tasa de cambio de 1 \$ = Q 8,00

### 2.1.20. Cronograma de ejecución

Este programa ayudará a establecer los tiempos en que se deberá construir cada uno de los componentes del sistema de agua potable; así como su costo desglosado por cada componente.

Tabla VII. Cronograma de ejecución

Diseño del sistema de agua potable para los barrios: Aguahiel, Guaytán, Tamarindo y San Sebastián de la cabecera municipal de San Agustín Acasaguastlán del departamento de El Progreso.																											
REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				
			S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	
<b>TRABAJO</b>																											
Bodega	m2	200																									
			Q29 233,28																								
Servicios	día	90																									
			Q70 997,00																								
<b>CAPTACIÓN</b>																											
Tanque de Captación	unidad	1																									
			Q14 501,10																								
<b>CONDUCCIÓN</b>																											
Línea de conducción	m	11 170																									
			Q2 025 318,10																								
<b>PASOS AEREOS</b>																											
Pasos aereos	unidad	12																									
			Q186																								
<b>TANQUE DE</b>																											
Tanque de	unidad	1																									
			Q138 419,24																								
<b>CAJA PARA</b>																											
Cajas	unidad	8																									
			Q7 718,64																								
<b>SISTEMA DE</b>																											
Hipoclorador	unidad	1																									
			Q7 276,48																								
<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>																											
			<b>Q2 479 854,24</b>																								

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.21. Evaluación socioeconómica

Los dos tipos de análisis que se desarrollarán, servirán para determinar si el proyecto propuesto es rentable a largo plazo y para predecir la tasa de rentabilidad o rechazo del proyecto a una inversión.

#### 2.1.21.1. Valor Presente Neto (VPN)

Este método es utilizado a la hora de evaluar los proyectos de inversión a largo plazo. El VPN permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, que consiste en maximizar la inversión. Además determina si dicha inversión puede incrementar o reducir su inversión, analizando el resultado, puede obtenerse:

- $VPN < 0$  Indicará que el proyecto no es rentable, habrá pérdida de la inversión.
- $VPN = 0$  Indicará que el proyecto no genera utilidades, pero tampoco pérdidas.
- $VPN > 1$  Indicará que el proyecto es rentable y genera utilidades.

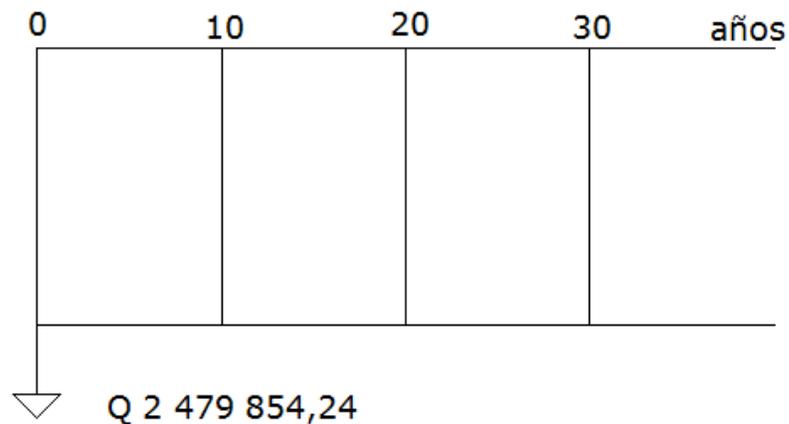
Para conocer estos valores se utilizará la siguiente fórmula:

$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} - 1 \right]$$
$$P = A \left[ \frac{(1+I)^n - 1}{(1+i)^n} \right]$$

Donde:

- P = Valor de pago único en el valor inicial de la operación
- F = Valor de pago único al final del periodo de operación
- A = Valor de pago uniforme por un periodo determinado
- i = Interés de cobro por la operación o tasa de utilidad
- n = Periodo de tiempo que pretende la duración de la operación

Figura 10. **Esquema de ingresos y egresos del sistema de agua potable**



Fuente: elaboración propia.

Entonces:

$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

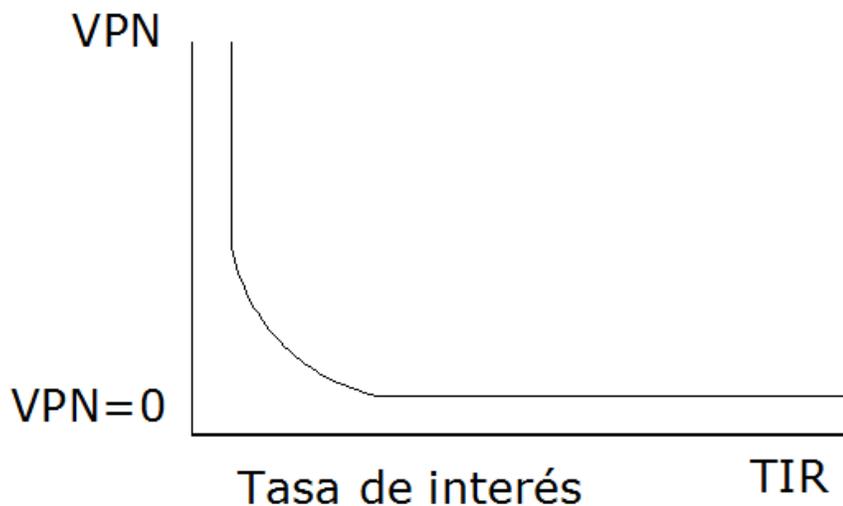
$$\text{VPN} = \text{Q } 0 - \text{Q } 2\,479\,854,24$$

Analizando el resultado, indica que este proyecto genera pérdidas, es decir no es rentable, pero por ser un proyecto de carácter social, no se estiman ingresos.

### 2.1.21.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es llamada también tasa interna de rentabilidad de una inversión, definida como la tasa de interés, con el cual el Valor Actual Neto o Valor Presente Neto (VAN o VPN) es igual a cero. Se utiliza para predecir la aceptabilidad o rechazo del proyecto de inversión, comparando la TIR con una tasa mínima. Si la tasa de rendimiento del proyecto – expresada por la TIR- supera la tasa mínima, es aceptable el proyecto; en caso contrario, no es aceptable.

Figura 11. Gráfica de tasa interna de retorno (TIR)



Fuente: elaboración propia.

Para establecer lo anterior se utilizarán las siguientes fórmulas:

- $$I = (P - L) * \frac{R}{P}, i\%, n + L * i + D$$

Donde:

- P = Inversión inicial
- L = Valor de rescate
- D = Serie uniforme de todos los costos

I = Ingresos anuales

- Valor presente neto de costos = Valor presente de ingresos
- Costo anual = Ingreso anual

Estas tres fórmulas están diseñadas para satisfacerse de un valor de ingreso, y como es el caso de este proyecto de carácter social no se prevé este tipo de ingreso, por lo cual el cálculo de la TIR no aplica. Se toma el criterio de asignar un valor de la TIR igual a 4,5 por ciento, que representa el costo que el estado de Guatemala desembolsa para la ejecución del proyecto.

Para establecer este valor, se tomó en cuenta la tasa libre de riesgo que el estado asigna a la inversión en títulos públicos, que en la actualidad se paga; que es lo que cuesta al estado captar estos fondos para la inversión de obra pública.

#### **2.1.22. Evaluación ambiental inicial**

Para determinar una evaluación ambiental inicial, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Integrar todos los aspectos con repercusión en el medio ambiente con la gestión del proyecto.
- Permitir llevar a cabo políticas de medio ambiente que reduzcan los impactos.

- Garantizar el compromiso y la responsabilidad en la protección al medio ambiente.
- Establecer una sistemática de trabajo dirigida a la mejora continua de los procesos.
- Facilitar el cumplimiento legal ambiental.

Tabla VIII. **Tabla de impactos ambientales**

No.	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental indicar que medidas tomarán para reducir el impacto sobre el ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, etc.)	Levantamiento de pequeñas partículas de polvo por excavaciones y/o cemento portland por la construcción de elementos de diseño.	En las zonas donde se desarrollara el proyecto.	Humedecer las áreas durante y después de las excavaciones, manejo adecuado del cemento.
		Olores	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto, porque es un proyecto de infraestructura.
		Vibraciones	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto, porque es un proyecto nuevo.
		Ruido	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto, porque es un proyecto nuevo, donde no se realizarán procesos constructivos con maquinaria.

Continuación de la tabla VIII.

2	Agua	Abastecimiento de agua.	Cantidad: no aplica.	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por actividades domésticas)	Cantidad: no aplica.	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Aguas residuales especiales ( aguas residuales generadas por servicios públicos , municipales, actividades de servicios industriales, agrícolas, pecuarias , hospitalarias)	Cantidad: no aplica	Descarga : no aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Mezcla de las aguas residuales anteriores.	Cantidad: no aplica	Descarga : no aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Agua de lluvia	Captación: No aplica	Descarga : No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
3	Suelo	Desechos sólidos ( Basura común)	Cantidad: los producidos por los materiales de construcción.	En todas las zonas de construcción del proyecto.	Recolectar en su totalidad los desechos sólidos producidos y depositarlos en el lugar establecido por la comunidad.
		Desechos peligrosos ( con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos , inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: no aplica.	Disposición : no aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Descarga de aguas residuales ( si van directo al suelo)	No aplica	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
4	Biodiversidad	Flora (reino vegetal)	No aplica	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Fauna (reino animal)	No aplica	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Diseño de un puente peatonal colgante para la aldea Tulumaje, municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso**

Para el diseño del proyecto, se efectuarán varios cálculos como son: levantamientos topográficos, análisis hidrológico y estudio de suelos, indispensables para realizar el proyecto.

### **2.2.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de un puente peatonal colgante de aproximadamente 60 metros de longitud total y 2 metros de ancho, con el que se puedan beneficiar los pobladores de la aldea.

### **2.2.2. Levantamiento topográfico**

Se ha realizado un levantamiento topográfico en la sección transversal del río, en donde se localizará el puente. El levantamiento topográfico constará de dos métodos como lo son: la altimetría y la planimetría.

Los resultados obtenidos en campo del levantamiento topográfico son indicados en la libreta. Para el levantamiento se necesitó de un teodolito, un trípode, un estadal, cinta métrica, plomadas y estacas.

#### **2.2.2.1. Altimetría**

Pretende identificar los niveles del terreno donde se ubicará el puente, para determinar las diferencias de niveles existentes, así de esta manera poder

determinar la altura del mismo. Para determinar las diferencias existentes se utilizará la siguiente fórmula:

$$\cot = 2 * \left[ \frac{1}{2} * Dh \right] * (\cos \beta) ] + Hi - Hm$$

Donde:

Hi = Altura de instrumento

Hm = Hilo medio (m)

Dh = Distancia horizontal (m)

$\beta$  = Ángulo vertical (grados)

#### **2.2.2.2. Planimetría**

Pretende identificar los niveles del terreno donde se ubicará el puente, para determinar las diferencias de niveles existentes, así de esta manera poder determinar la altura del mismo. Para determinar las diferencias existentes utilizará la siguiente fórmula:

$$Dh = \Delta H * 2h * \operatorname{sen}(\beta)$$

Donde:

$\Delta H$  = Diferencia de hilos (superior-inferior)

2h = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato

$\beta$  = Ángulo vertical (grados)

### 2.2.3. Estudio hidrológico

El puente peatonal a diseñar, estará expuesto a factores climáticos, como lo son las lluvias, y en época de invierno es cuando los ríos transportan mayor cantidad de agua en su cauce, poniendo en riesgo componentes del puente, para ello es necesario estimar las condiciones máximas de riesgo al que supuestamente estará sujeta la estructura.

#### 2.2.3.1. Método racional

Es un método desarrollado empíricamente que se basa en relaciones precipitación y escorrentía, utilizado para determinar crecidas, analizando datos de frecuencia de las lluvias intensas. En este método el caudal máximo se estima con la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

Donde:

- Q = Caudal tipo de escorrentía (m<sup>3</sup>/s)
- A = Área de la cuenca (ha)
- I = Intensidad de lluvia (mm/h)
- C = Coeficiente de escorrentía

Datos:

A = 4 027 ha

C = como se trata de un área rural cultivable con pendiente del 6 por ciento y con una capacidad de infiltración del suelo alta, se opta por un coeficiente de escorrentía igual a 0,30.

Determinando el tiempo de concentración (Tc)

$$T_c = \frac{3 \cdot L^{1,5}}{154 \cdot H^{0,39}}$$

$$T_c = \frac{3 \cdot (13\ 400)^{1,5}}{154 \cdot (720)^{0,39}} = 89,2 \text{ minutos}$$

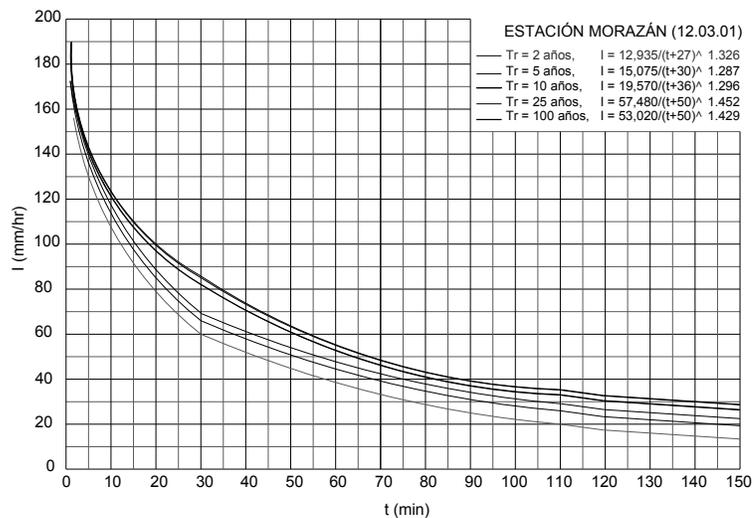
Determinando la intensidad de lluvia (I)

Para Tr = 100 años

$$i_{25} = \frac{53\ 020}{(T_c + 50)^{1,429}}$$

$$i_{25} = \frac{53\ 020}{(89,122 + 50)^{1,429}} = 45,87 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Tabla IX. **Curvas de intensidad de lluvia Tr = 100 años**



Fuente: curvas de intensidad (INSIVUMEH).

Determinando el caudal de crecida máximo

Calculando el caudal máximo (Q)

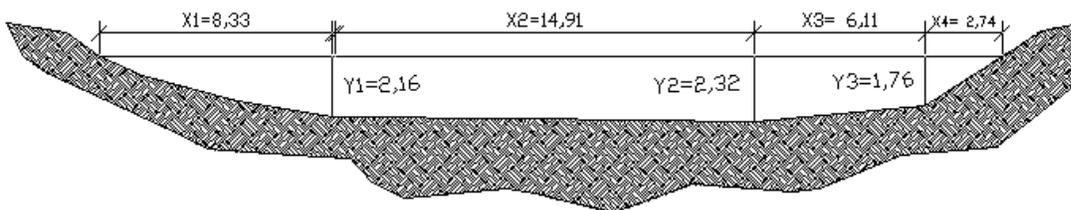
$$Q = \frac{0,30 * 45,87 \frac{\text{mm}}{\text{h}} (4\ 027) \text{ha}}{360} = 153,93 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### 2.2.3.2. Método de sección pendiente

Es un método utilizado en lugares donde no es posible recabar la información suficiente para un cálculo que brinde confianza al diseñador.

Para obtener la crecida máxima, se procede a consultar a los habitantes del lugar y a buscar señales que han dejado las crecidas anteriores. Al definir una altura de crecida, se obtiene el valor del área de la sección, para ello se calcula el área de influencia de cada sección parcial.

Figura 12. Área de sección del río



Fuente: elaboración propia.

Determinando el área de sección del río.

$$A1 = X1/2 * Y1$$

$$A1 = 8,33/2 * 2,16 = 8,99 \text{ m}^2$$

$$A2 = (Y1 + Y2)/2 * X2$$

$$A2 = (2,16 + 2,32)/2 * 14,91 = 33,39 \text{ m}^2$$

$$A3 = (Y2 + Y3)/2 * X3$$

$$A3 = (2,32 + 1,76)/2 * 6,11 = 12,46 \text{ m}^2$$

$$A4 = X4/2 * Y3$$

$$A4 = 2,74/2 * 1,76 = 2,41 \text{ m}^2$$

$$A \text{ total} = A1 + A2 + A3 + A4$$

$$A \text{ total} = 8,99 + 33,39 + 12,46 + 2,41 = 57,25 \text{ m}^2$$

Determinando la velocidad promedio (*formula de Manning*)

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

Donde:

V = Velocidad (m/s)

R = Radio hidráulico

S = Pendiente

N = Coeficiente de rugosidad

Para el cálculo de la pendiente se recurrió a los datos obtenidos en su ocasión del levantamiento topográfico.

Datos:

Área: 57,25 m<sup>2</sup>.

Pendiente: 0,6 %

Coefficiente de rugosidad = 0,04

Perímetro mojado: 25,08 m

$$R = \frac{A}{P_m} = \frac{57,25\text{m}^2}{25,08\text{m}} = 2,28 \text{ m}$$

$$V = \frac{1}{0,04} \left( 2,28 \right)^{2/3} \left( 0,006 \right)^{1/2} = 3,35 \text{ m/s}$$

$$Q = V * A$$

$$Q = ( 3,35 * 57,25 ) = 191,78 \text{ m}^3/\text{s}$$

El caudal obtenido servirá para determinar la altura mínima del puente sobre la crecida máxima.

#### **2.2.4. Estudio de mecánica de suelos**

Como toda estructura apoyada sobre el suelo, necesita que este sea sustentable para soportar el peso de la misma. Por ello es necesario establecer si el suelo aporta las características mecánicas que sirva de apoyo a la estructura, sin que está este en riesgo y para ello se harán los análisis correspondientes.

##### **2.2.4.1. Límites de Atterberg**

Son utilizados para conocer la plasticidad de los suelos, siendo la plasticidad, la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse hasta

cierto límite sin romperse. Siendo estos límites: límite líquido (L.L), límite plástico (L.P) y límite de contracción (L.C), y mediante ellos se puede dar una idea del tipo de suelo en estudio.

Datos obtenidos en laboratorio:

Descripción del suelo: limo arenoso, color café

Límite líquido: 28,6 %

Índice plástico: 3,8 %

Ángulo de fricción interna: 22,95°

Cohesión: 4,80 Ton/m<sup>2</sup>

Determinando el peso específico

Para determinar el peso específico del suelo se utilizará la siguiente fórmula:

$$\gamma = (94 + 0,15 \gamma (L.L)) * 16,0184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma = (94 + 0,15 \gamma (28,6)) * 16,0184 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 1574,44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Determinando el valor soporte del suelo

Para determinar el valor soporte del suelo se utilizará la siguiente fórmula:

$$q_u \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} = C * N_c \left( 1 + 0,3 \frac{B}{L} \right) + \gamma * D * N_q + 0,4 \gamma * B * N_r$$

Donde:

C = Cohesión (Ton/m<sup>3</sup>)

$\gamma$  = Peso específico (Ton/m<sup>3</sup>)

$\phi$  = Ángulo de fricción interno (°)

D = Profundidad de desplante (m)

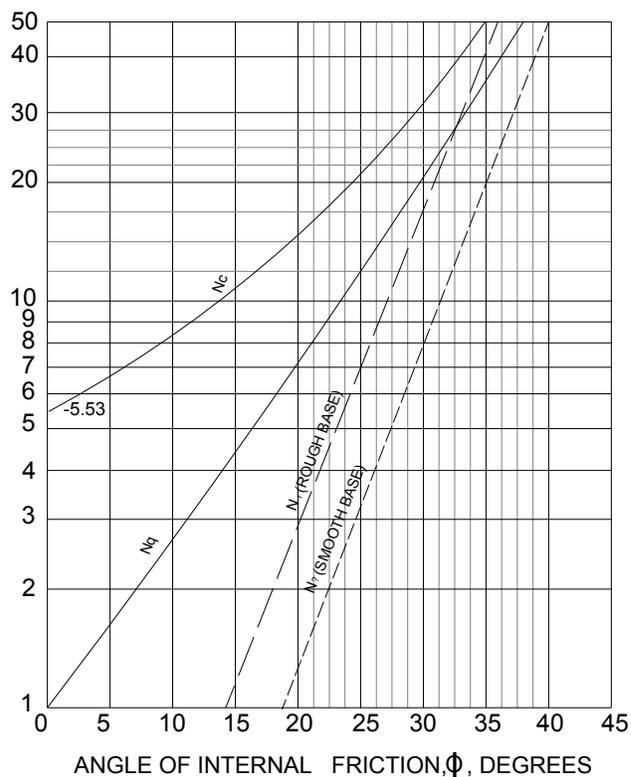
B = Base de zapata (m)

N<sub>q</sub> = Parámetros para cálculo obtenidos en tabla No. X

N<sub>r</sub> = Parámetros para cálculo obtenidos en tabla No. X

N<sub>c</sub> = Parámetros para calculo obtenidos en tabla No. X

Tabla X. Valores de N<sub>q</sub>, N<sub>r</sub> y N<sub>c</sub>



Fuente: VILLALAZ CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. P.132

Datos:

$$C = 4,80 \text{ (Ton/m}^3 \text{)}$$

$$\gamma = 1,57 \text{ (Ton/m}^3 \text{)}$$

$$\emptyset = 23^\circ$$

$$D = 2,50$$

$$B = 1,00$$

$$Nq = 8,40$$

$$Nr = 4,50$$

$$Nc = 17,00$$

$$Fs = 3$$

$$qu \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} = 4,8 * 17,00 \left( 1 + 0,3 \frac{1}{1} \right) + 1,57 * 2,50 * 8,40 + 0,4 * 1,57 * 1,00 * 4,50 = 141,90 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Valor soporte} = \frac{141,90}{3} = 47,29 \text{ Ton/m}^2$$

Nota:

El valor soporte del suelo calculado, es alto en comparación al valor teórico que corresponde a la descripción del suelo obtenido del laboratorio; como limo arenoso, color café. Teniendo un valor de 32 toneladas por metro cuadrado. Esto se debe a que la muestra no pudo ser tallada, al momento de realizarse el ensayo de compresión triaxial, lo que obligo a remodelarse perdiendo así sus propiedades físicas y mecánicas.

Para ello se sugiere aplicar un factor de seguridad al ángulo de fricción interno, obtenido en el laboratorio para compensar la pérdida de sus propiedades, obteniendo así un valor de soporte del suelo semejante al teórico.

$$\varphi = \frac{22,95^\circ}{1,5} = 15,3^\circ$$

De la tabla X, se obtienen los valores

$$Nq = 3,95$$

$$Nr = 1,30$$

$$Nc = 11,00$$

$$qu \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} = 4,8 * 11,00 \left( 1 + 0,3 \frac{1}{1} \right) + 1,57 * 2,50 * 3,95 + 0,4 * 1,57 * 1,00 * 1,30 = 84,95 \text{ Ton/m}^2$$

$$\text{Valor soporte} = \frac{84,95}{3} = 28,31 \text{ Ton/m}^2$$

### 2.2.5. Especificaciones para el diseño

Para desarrollar el siguiente proyecto, se describen a continuación distintos valores con unidades de medida definidos, que serán utilizados en cada uno de los cálculos.

Esfuerzo máximo a compresión del concreto	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de fluencia del acero	$f'c = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$
Peso específico del concreto	$\gamma_c = 2\ 400 \text{ kg/m}^3$
Peso específico del concreto ciclópeo	$\gamma_{cc} = 2\ 500 \text{ kg/m}^3$
Peso específico mínimo de piedra bola	$\gamma_{pb} = 1\ 390 \text{ kg/m}^3$
Peso específico del suelo	$\gamma_s = 1\ 574,44 \text{ kg/m}^3$
Capacidad soporte del suelo	$V_s = 28,31 \text{ Ton/m}^2$
Esfuerzo a tensión de cable	$\sigma_t = 115\ 125 \text{ psi}$

### **2.2.6. Diseño del caminamiento**

Estará diseñado por medio de tres cables, siendo el central el que resistirá el esfuerzo a tensión, con características físicas y mecánicas que cumplen con la Norma ASTM A-603 con un esfuerzo a tensión de 115 125 libras de presión sobre pulgada cuadrada. Los dos cables secundarios servirán para fijar las barandas, el sistema de piso estará conformado por tablones de madera.

### **2.2.7. Integración de cargas**

Como todo puente, se consideran dos tipos de cargas verticales. La carga muerta (Cm); que está compuesta por la estructura del mismo. El otro tipo de carga a considerar, es la que se encontrará en movimiento en determinado momento en el puente, como podrán ser personas, animales de carga como (mulas, caballos, bestias y burros), más el peso de su carga.

La integración de cargas en el puente, se hará de la siguiente forma:

#### **2.2.7.1. Carga viva**

Este tipo de carga es impropia a la estructura; éstas son aplicadas al momento que una persona, objeto ó animal se transporte por el puente al tratar de cruzarlo y para calcularla se toma en consideración las siguientes cargas típicas:

Peso de la mula	319 kg
Peso de la carga de la mula	228 kg
Peso promedio del hombre	91 kg

Peso de la carga del hombre     68 kg  
706 kg

Se asume que el área a distribuir, de dicha carga, será en su ancho y se tomará en consideración el espaciamiento permisible para un peatón y un animal de carga.

Área de distribución:  $2,00 * 2,00 = 4,00 \text{ m}^2$

$C_v = 706 \text{ kg}/4,00 \text{ m}^2 = 176,50 \text{ kg/m}$

El valor de la carga viva por cada metro de longitud en el puente será de 176,50 kilogramos.

### **2.2.7.1. Carga muerta**

Como se dijo anteriormente, este tipo de cargas esta compuesto por elementos de la estructura en sí; que estarán actuando permanentemente en el puente, y para calcular esta carga, se considera lo siguiente para un metro lineal del puente.

3 metros de cable Ø 1 plg	= 3 * 8,24 lb	= 25,24 lb
4 metros de cable Ø ½ plg	= 4 * 4,50 lb	= 18,00 lb
3,28 piezas de tablón	= 3,28 * 65,81 lb/tabla	= 215,85 lb
2 metros de malla galvanizada	= 2 * 7 lb	= 14,00 lb
3 metros de varilla de acero Ø 3/8 plg		= 2,46 lb
Sobre carga		= <u>35,00 lb</u>
		310,55 lb

Área de distribución:  $2,00 * 1,00 = 2,00 \text{ m}^2$

$C_m = 141,16 \text{ kg}/2,00 \text{ m}^2 = 70,58 \text{ kg/m}$

El valor de la carga muerta por cada metro de longitud en el puente será de 70,58 kilogramos.

### **2.2.7.3. Carga última**

El valor de la carga última, no es más que la suma de las cargas muerta y viva, multiplicadas por un factor de seguridad diferente para cada una de ellas, lo que hará que la estructura se diseñe más robusta, asegurando que la estructura soporte sobre cargas en algún momento.

Determinando valor de carga última.

$C_u = 1,4 (C_m) + 1,7 (C_v)$

$C_u = 1,4 (70,58 \text{ kg/m}^2) + 1,7 (176,50 \text{ kg/m}^2) = 398,87 \text{ kg/m}^2$

Para obtener la carga distribuida del ancho del puente, para un metro, se utilizará la siguiente fórmula:

$W = 398,87 \text{ kg/m}^2 * 2 \text{ m} = 797,74 \text{ kg/m}$

### **2.2.8. Análisis y diseño del sistema de piso**

Se utilizará madera de pino tratado por medio del método de impregnación a célula llena con solución (CCA), compuesta por cobre, cromo y arsénico; que actúan como fungicidas y bactericidas, protegiéndola de la pudrición y de los insectos, garantizando así la durabilidad del puente.

## Propiedades mecánicas del pino

Compresión paralela a la fibra	1 100 lb/plg <sup>2</sup>
Compresión perpendicular a la fibra	325 lb/plg <sup>2</sup>
Peso seco aparente	59,50 lb/pié <sup>3</sup>
Elasticidad	1,6 E+6 lb/pié <sup>2</sup>
Esfuerzo al corte	100 – 120 lb/pié <sup>2</sup>
Esfuerzo a la flexión	1 000 – 1 200 lb/plg <sup>2</sup>

El tablón a utilizar poseerá dimensiones de 2 pulgadas de grosor, 12 pulgadas de ancho y 8 pies de longitud; colocadas en forma transversal a la dirección de los cables.

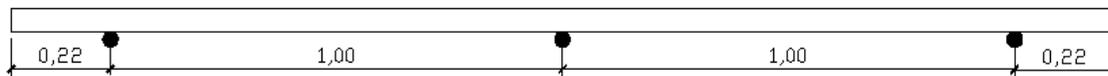
### Carga muerta

Peso propio de la madera = 49,50 lb/pié<sup>3</sup>

Peso propio de la madera por metro lineal

$$W = \frac{2 \text{ plg} \cdot 12 \text{ plg}}{144 \text{ plg}} * 49,50 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3} = 8,33 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 12,42 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Figura 13. **Distribución propuesta de cables en caminamiento**



Fuente: elaboración propia.

Determinando el momento actuante sobre el caminamiento provocado por el peso propio de la madera.

Para tramos continuos

$$M_1 = \frac{W \cdot l^2}{10}$$

$$M_1 = \frac{12,42 \frac{\text{kg}}{\text{m}} (1,00)^2}{10} = 1,242 \text{ kg-m}$$

Determinando la carga distribuida provocada por carga última (integración de cargas).

$$W_2 = \frac{W_{cv}}{\text{número de piezas}} = \frac{797,74 \text{ kg/m}}{3} = 265,91 \text{ kg/m}$$

Determinando el momento actuante sobre el caminamiento provocado por la carga última (integración de cargas).

Para tramos continuos

$$M_2 = \frac{W_2 \cdot l^2}{10}$$

$$M_2 = \frac{265,91 \text{ kg/m} (1,00 \text{ m})^2}{10} = 26,59 \text{ kg-m}$$

Momento total

$$MT = M_1 + M_2$$

$$MT = 1,242 + 26,59 = 27,83 \text{ kg-m}$$

Verificando que la sección de los tablonés, cumplan con las dimensiones requeridas por el momento actuante.

$$V = W_{cm} * \frac{1}{2} + W_{cv} * \frac{1}{2}$$

$$V = 12,42 * \frac{1}{2} + 265,91 * \frac{1}{2} = 139,17 \text{ kg}$$

calculando de sección por corte

$$V_c = \frac{1,5 * V}{A} = \frac{1,5 * 139,17}{(0,0508 * 0,3048)} = 13\ 482,12 \text{ kg/m}^2$$

$V_c < \delta$  de corte de madera

$$13\ 482,12 \text{ kg/m}^2 < 84\ 502,34 \text{ kg/m}^2$$

Verificación de sección por flexión

$$F = \frac{MT * t/2}{I}$$

$$F = \frac{(27,83 \text{ kg-m} * (\frac{0,0254}{2}))}{\frac{1}{2} * (0,3048) * (0,0508)} = 106\ 143,17 \text{ kg/m}^2$$

$F < \delta$  de flexión

$$106\ 143,17 \text{ kg/m}^2 < 845\ 023,41 \text{ kg/m}^2$$

Los esfuerzos de trabajo son mucho menores que los límites establecidos, por lo que la sección determinada es la que se utilizará.

## 2.2.9. Análisis y diseño del cable principal

Para establecer la cantidad de cables necesarios en el puente, se tomará en cuenta los valores de carga anteriormente establecidos, se utilizará cable estructural regido por la Norma ASTM A-603 con esfuerzo a tensión de 115 125 libras por pulgada cuadrada.

Para determinar la tensión a la que serán sometidos los cables principales en el puente, se utilizará la siguiente fórmula:

$$T = \frac{w * l}{2} * \sqrt{1 + \frac{l^2}{16 * f^2}}$$

Donde:

L = longitud (m)

W = 797,74 kg/m

Calculando la flecha

$$f' = 0,025 * 43,00 = 1,08$$

$$f = 0,50 + f'$$

$$f = 0,50 + 1,13 = 1,58 \text{ m}$$

$$T = \frac{(797,74 * 43,00)}{2} * \sqrt{1 + \frac{(43,00)^2}{16 * 1,58^2}}$$

$$T = 17 151,41 * 6,8769 = 117 948,53 \text{ kg}$$

Se utilizará un factor de seguridad del 30 por ciento.

$$T_{\text{fac}} = T * f.s = 117\,948,53 * 1,3 = 153\,333,09 \text{ kg}$$

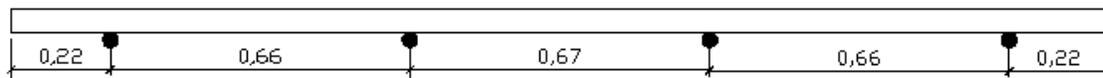
Los cables a utilizar serán los comerciales en Guatemala, con alma de acero (BOA), conformados con 6 cordones de 19 hilos. Con un diámetro de 1 pulgada, tiene un esfuerzo a tensión de 115 125 libras por pulgada cuadrada, equivalente a 8 106,94 kilogramos por centímetro cuadrado.

Determinando área de acero necesaria.

$$\sigma = \frac{T_{\text{fac}}}{A} \Rightarrow A = \frac{T_{\text{fac}}}{\sigma} \Rightarrow A = \frac{153\,333,09 \text{ kg}}{9\,106,94 \text{ kg/cm}^2} = 18,91 \text{ cm}^2$$

Se utilizarán 4 cables de 1 pulgada de diámetro, con un área de 5,067 centímetros cuadrados, lo que hace un área total de 20,26 centímetros cuadrados, lo que es mayor a 18,91 centímetros cuadrados, que cumple con lo requerido.

Figura 14. **Distribución de cables principales en caminamiento**



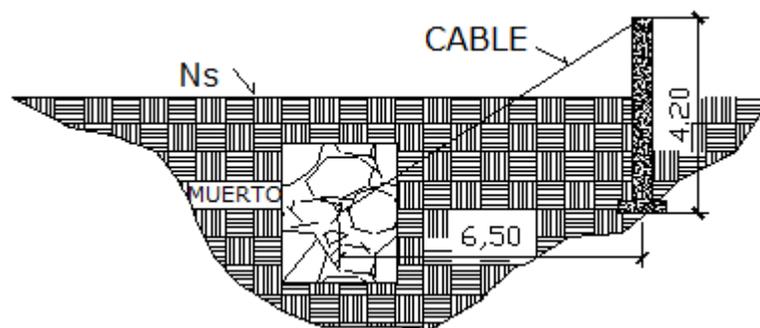
Fuente: elaboración propia.

### 2.2.10. Análisis y diseño de anclaje

Se asuman dimensiones del muerto de (3,00 \* 6,00 \* 2,50) metros tratando de mantener las dimensiones  $B = 2H$ , por el valor de la tensión del cable, la cual actúa directamente sobre el anclaje, y así de esta manera optimizar las dimensiones.

Calculando anclaje ubicado a 6,50 metros de la base del puente.

Figura 15. Anclaje de cables en torre A



Fuente: elaboración propia.

Anclaje de torre A

Datos:

$$\gamma_s = 1\,574,44 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{cc} = 2\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$FS = 1,5 \text{ (factor seguridad)}$$

$$\theta = 15,3^\circ$$

$$K_p = 1,72$$

$$K_p = \frac{(1 + \sin(15,3^\circ))}{(1 - \sin(15,3^\circ))} = 1,72$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{4,20}{6,50} \right) = 32^\circ 52' 07''$$

$$T_{ax} = T * \cos \alpha$$

$$T_{ax} = 117\,948,53 \text{ kg} * \cos(32^\circ 52' 07'') = 99\,067,01 \text{ kg}$$

$$T_y = T * \sin \alpha$$

$$T_{ay} = 117\,948,53 \text{ Kg} * \sin(32^\circ 52' 07'') = 64\,012,37 \text{ kg}$$

Determinando el empuje con las dimensiones asumidas  $b = 6$  metros,  $h = 3,25$  metros y  $a = 3$  metros, y para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$E = \frac{1}{2} * \gamma_s * H^2 * K_p * b \text{ (Teoría de Rankine)}$$

Donde:

- E = Empuje
- $\gamma_s$  = Peso específico del suelo
- H = Altura del anclaje
- B = Largo del anclaje

$$E = \frac{1}{2} * \left( 1\,574,44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * (3,25 \text{ m})^2 * (1,72) * (6,00 \text{ m}) = 85\,810,92 \text{ kg}$$

Calculando peso del anclaje de concreto ciclópeo

$$W_c = (a * b * c) * \gamma_{cc} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_C = (3,00 \text{ m} * 6,00 \text{ m} * 3,25 \text{ m}) * 2 * 500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 146\ 250,00 \text{ kg}$$

Calculando peso del suelo por encima del anclaje (Ws)

$$W_S = (a * b * \text{desplante}) * \gamma_s \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_S = (3,00 \text{ m} * 6,00 \text{ m} * 2,00 \text{ m}) * 1\ 574,44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 56\ 679,84 \text{ kg}$$

Sumatoria de pesos (Wt)

$$W_t = 146\ 250,00 \text{ kg} + 56\ 679,84 \text{ kg} = 202\ 929,84 \text{ kg}$$

Calculando fricción generada

$$F = U * (W_t - T_{ay})$$

Donde:

$$U = 0,5 \text{ (asumido)}$$

$$W_t = \text{Sumatoria de pesos}$$

$$T_{ay} = \text{Tensión del cable}$$

$$F = 0,5 * (202\ 929,84 \text{ kg} - 64\ 012,37 \text{ kg}) = 69\ 458,74 \text{ kg}$$

Chequeo por deslizamiento

$$\frac{(E + F)}{T_{ax}} \geq 1,5$$

Donde:

E = Valor del empuje

F = Valor de la fricción

Tax = Tensión del cable en torre A

$$\frac{(85\,810,92 \text{ kg} + 69\,458,74 \text{ kg})}{99\,067,01 \text{ kg}} = 1,56 > 1,5$$

Para este caso el valor obtenido es mayor que el requerido, entonces el anclaje si chequea.

Chequeo por hundimiento

Presión ejercida por el anclaje (p)

Valor soporte del suelo (Vs) = 28,31 Ton/m<sup>2</sup>

P= Volumen de anclaje \*  $\gamma_{cc}$  (concreto ciclópeo)

P= (3,00 m \* 1,00 m \* 1,00 m) \* (2 500 kg/m<sup>3</sup>) = 7 500 kg

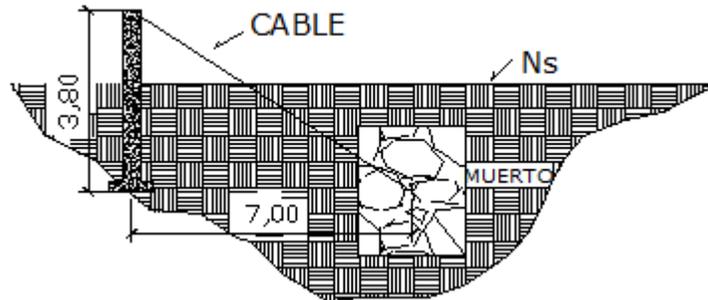
P= 7,50 Ton/m<sup>2</sup>

P < Vs

7,50 Ton/m<sup>2</sup> < 28,31 Ton/m<sup>2</sup>

Para este caso el valor obtenido del anclaje es menor al valor del soporte del suelo; entonces si chequea.

Figura 16. Anclaje de cables en torre B



Fuente: elaboración propia.

#### Anclaje de torre A

Datos:

$$\gamma_s = 1\,574,44 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_{cc} = 2\,500 \text{ kg/m}^3$$

$$FS = 1,5 \text{ (factor seguridad)}$$

$$\theta = 15,3^\circ$$

$$K_p = 1,72$$

$$K_p = \frac{(1 + \operatorname{sen}(\theta 15,3^\circ))}{(1 - \operatorname{sen}(\theta 15,3^\circ))} = 1,72$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{3,80}{7,00} \right) = 34^\circ 26' 20''$$

$$T_{bx} = T \cdot \cos \alpha$$

$$T_{bx} = 117\,948,53 \text{ kg} \cdot \cos(34^\circ 26' 20'') = 97\,275,67 \text{ kg}$$

$$T_{by} = T \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

$$T_{by} = 117\,948,53 \text{ Kg} \cdot \operatorname{sen}(34^\circ 26' 20'') = 66\,703,06 \text{ kg}$$

Determinando el empuje con las dimensiones asumidas  $b = 6$  metros,  $h = 3,25$  metros y  $a = 3$  metros, y para ello se utilizará la siguiente fórmula:

$$E = \frac{1}{2} * \gamma_s * H^2 * K_p * b \text{ (Teoría de Rankine)}$$

Donde:

- E = Empuje
- $\gamma_s$  = Peso específico del suelo
- H = Altura del anclaje
- B = Largo del anclaje

$$E = \frac{1}{2} * (1\,574,44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}) * (3,25 \text{ m})^2 * (1,72) * (6,00 \text{ m}) = 85\,810,92 \text{ kg}$$

Calculando peso del anclaje de concreto ciclópeo

$$W_C = (a * b * c) * \gamma_{cc} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_C = (3,00 \text{ m} * 6,00 \text{ m} * 3,25 \text{ m}) * 2\,500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 146\,250,00 \text{ kg}$$

Calculando peso del suelo por encima del anclaje ( $W_s$ )

$$W_S = (a * b * \text{desplante}) * \gamma_s \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$W_S = (3,00 \text{ m} * 6,00 \text{ m} * 2,00 \text{ m}) * 1\,574,44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 56\,679,84 \text{ kg}$$

Sumatoria de pesos (Wt)

$$Wt = 146\,250,00 \text{ kg} + 56\,679,84 \text{ kg} = 202\,929,84 \text{ kg}$$

Calculando fricción generada

$$F = U * (Wt - T_{ay})$$

Donde:

$$U = 0,5 \text{ (asumido)}$$

$$Wt = \text{Sumatoria de pesos}$$

$$T_{ay} = \text{Tensión del cable}$$

$$F = 0,5 * (202\,929,84 \text{ kg} - 66\,703,06 \text{ kg}) = 136\,226,78 \text{ kg}$$

Chequeo por deslizamiento

$$\frac{(E + F)}{T_{ax}} \geq 1,5$$

Donde:

$$E = \text{Valor del empuje}$$

$$F = \text{Valor de la fricción}$$

$$T_{ax} = \text{Tensión del cable en torre A}$$

$$\frac{(85\,810,92 \text{ kg} + 136\,228,78 \text{ kg})}{97\,275,67 \text{ kg}} = 2,28 > 1,5$$

Para este caso, el valor obtenido es mayor que el requerido, entonces el anclaje si chequea.

Chequeo por hundimiento

Presión ejercida por el anclaje (p)

Valor soporte del suelo ( $V_s$ ) = 28,31 Ton/m<sup>2</sup>

$P = \text{Volumen de anclaje} * \gamma_{cc}$  (concreto ciclópeo)

$P = (3,00 \text{ m} * 1,00 \text{ m} * 1,00 \text{ m}) * (2\,500 \text{ kg/m}^3) = 7\,500 \text{ kg}$

$P = 7,50 \text{ Ton/m}^2$

$P < V_s$

$7,50 \text{ Ton/m}^2 < 28,31 \text{ Ton/m}^2$

Para este caso el valor obtenido del anclaje es menor al valor del soporte del suelo; entonces si chequea.

### **2.2.11. Análisis y diseño de torres**

Las torres mencionadas como “a” y “b” de izquierda a derecha, poseen entre sí una distancia de 43 metros, ubicadas cerca de las estaciones (E-13) y (E-5) respectivamente. Encontrándose ambas con diferencia de niveles de 0,90 metros y 1,77 metros respectivamente.

Se modificará la altura en las torres quedando a un mismo nivel, se calculará con la siguiente fórmula:

$$H = \Delta h + f + h_{\text{columna}}$$

Donde:

$\Delta H$  = Diferencia de alturas

$f$  = Flecha

$h_{columna}$  = Altura de columna

Altura para la torre A

$$H = 1,77 + 1,58 + 1,50 = 4,85 \text{ m}$$

Altura para la torre B

$$H = 0,90 + 1,58 + 1,50 = 3,98 \text{ m}$$

Cada torre tendrá 2 columnas de sección transversal 0,50 metros x 0,50 metros, con una viga conectora perpendicular a ellas de la misma sección transversal, siendo la altura de la viga en la torre "a" 2,85 metros y 1,98 metros en la torre "b" con respecto del nivel de suelo.

El área de acero requerida por las vigas y las columnas será el mínimo, porque ellas no tendrán que resistir otros tipos de cargas.

Para determinar el área de acero mínima en la viga conectora, se utilizará las siguientes fórmulas:

$$A_s = \rho_{\text{mín}} \times b \times d$$

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{200}{f_y}$$

Donde:

$B$  = 50 centímetros

$$D = 45 \text{ centímetros}$$

$$\text{Sección de viga} = 0,50 \text{ metros} * 0,50 \text{ metros}$$

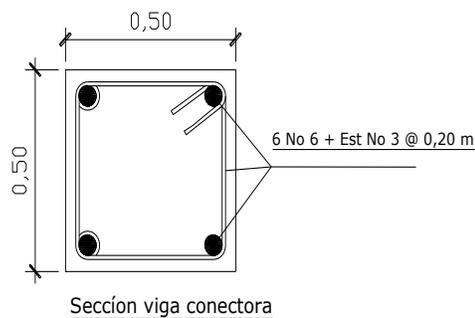
$$\rho_{\text{mín}} = \frac{14,1}{2 \cdot 810} = 0,005$$

$$A_s = 0,005 \times (50 \times 45)$$

$$A_s = 11,25 \text{ cm}^2$$

Al colocar 4 barras (3/4 pulgadas) completa un área de 11,4 centímetros cuadrados > 11,25 centímetros cuadrados, en este caso ya se cumplió con el área mínima de acero, los estribos serán de barra No 3 @ d/2 = 0,20 metros en toda la viga.

Figura 17. **Armado de acero en viga conectora**



Fuente: elaboración propia.

El área de acero en las columnas será el mínimo, ya que estas no soportarán mayores cargas a compresión.

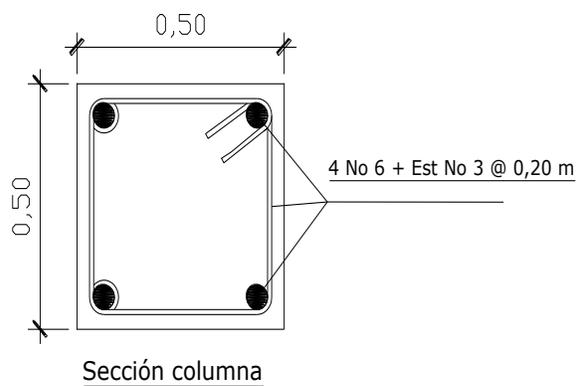
$$A_s \text{ mín} \geq 0,01 A_g$$

$$A_g = 50 \times 50 = 2 \, 500 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ mín} = 0,01 * 2 \, 00 \text{ cm}^2 = 25 \text{ cm}^2$$

Al colocar 4 barras (3/8 pulgada), completa un área de 25,8 centímetros cuadrados > 25 centímetros cuadrados, en este caso ya se cumplió con el área mínima de acero, los estribos a utilizar serán de barra No 3 @ 0,20 metros en toda la columna.

Figura 18. **Armado de acero en columnas**



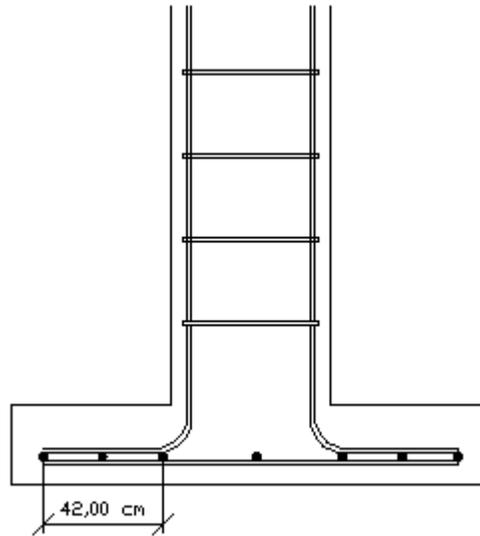
Fuente: elaboración propia.

Determinando la longitud de desarrollo para las columnas.

$$L_{db} = \frac{0,02 * db * f_y}{f'_c} = \frac{0,02 * 1,128 \text{ plg} * (4 000)}{3 000} = 16,47 \text{ pulg} = 41,84 \text{ cm} \approx 42 \text{ cm}$$

La longitud de desarrollo para el refuerzo longitudinal de las columnas será de 42 centímetros.

Figura 19. Longitud de desarrollo



Fuente: elaboración propia.

### Diseño del cimiento corrido

#### Datos:

Sección de columna = 0,50 m \* 0,50 m

$P_u = 4,23 \text{ Ton}$

$V_s = 28,31 \text{ Ton/m}^2$

$\gamma_s = 1,5744 \text{ Ton/m}^3$

$f_{cu} = 1,49$

$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$

$W_c = 2,4 \text{ Ton/m}^3$

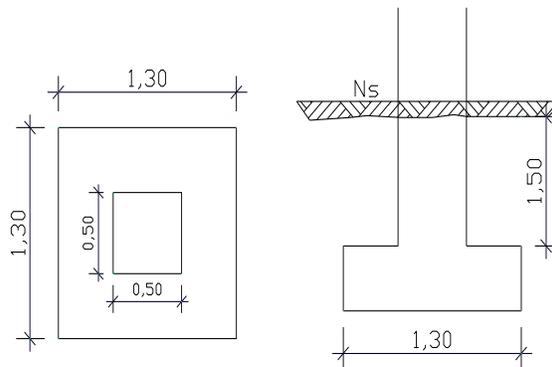
Calculando área de zapatas

$$A_Z = \frac{1,5 * P_u}{V_S}$$

$$A_Z = \frac{1,5 * 4,23}{28,31} = 0,22 \text{ m}^2$$

El área necesaria de la zapata será de 0,22 metros cuadrados, ese valor es demasiado pequeño y se tendría que diseñar una zapata de 47 centímetros por lado, haciéndola no funcional, razón por la cual se propone una zapata de 1,30 metros por lado.

Figura 20. **Planta y perfil de zapatas propuestas**



Fuente: elaboración propia.

Peso de la zapata (Pz)

$$P_Z = (1,30 * 1,30 * 0,40) * 2,40 = 1,62 \text{ Ton}$$

Peso del suelo (Ps)

$$P_Z = 1,44 * 1,5744 = 2,27 \text{ Ton}$$

Presión de la zapata sobre el suelo

$$q = \frac{P}{A}$$

$$P = P_u + P_z + P_s$$

$$P = 4,23 + 1,62 + 2,27 = 8,12 \text{ Ton}$$

$$q = \frac{8,2 \text{ Ton}}{(1,30 * 1,30)} = 4,80 \text{ Ton/m}^2$$

$$q < V_s$$

$$4,80 \text{ Ton/m}^2 < 28,31 \text{ Ton/m}^2$$

Para este caso el valor soporte del suelo es mayor que el valor de la presión sobre el suelo.

Chequeo por corte simple

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

$$d = 40 - 7,50 - \frac{1,91}{2} = 31,55 \text{ cm}$$

Calculando corte simple actuante

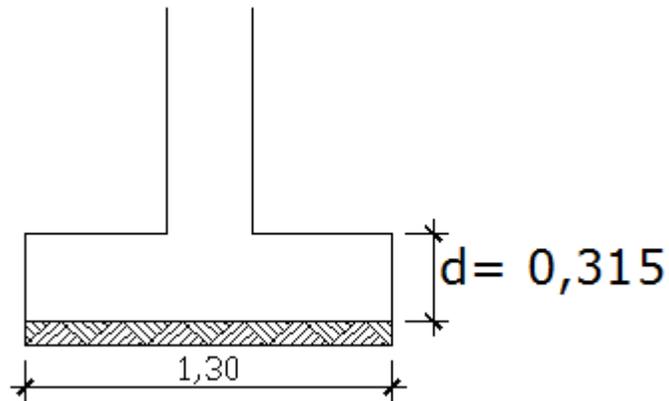
$$V_{\text{act}} = \text{Area ashurada} * q_u$$

$$q_u = q * f_{CU}$$

$$q_u = 4,80 * 1,49 = 7,15 \text{ Ton/m}^2$$

$$V_{\text{act}} = (0,345 * 1,30) * 7,15 = 1,25 \text{ Ton}$$

Figura 21. Perfil de zapatas donde actúa el corte simple



Fuente: elaboración propia.

Calculando el corte simple resistente ( $V_R$ )

$$V_R = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'c} * b * \frac{d}{1\ 000}$$

$$V_R = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 130 * \frac{31,5}{1\ 000} = 26,73 \text{ Ton}$$

$$V_R > V_{ac}$$

$$26,73 \text{ Ton} > 1,25 \text{ Ton}$$

$$0,5 + d = 0,5 + 0,315 = 0,815$$

Chequeo a corte por punzonamiento

Calculando corte actuante

$$V_{act} = (1,30 * 1,30) * (0,185 * 0,815) * 7,15 = 7,33 \text{ Ton}$$

Calculando corte resistente

$$V_R = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'_c} * b_o * \frac{d}{1\ 000}$$

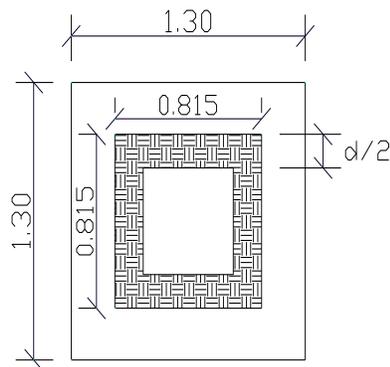
$$b_o = 4(50 + 31,5) = 326 \text{ cm}$$

$$V_R = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 326 * \frac{31,5}{1\ 000} = 134 \text{ Ton}$$

$$V_R > V_{AC}$$

$$134 \text{ Ton} > 7,33 \text{ Ton}$$

Figura 22. **Planta de zapata donde actúa el corte por puzonamiento**



Fuente: elaboración propia.

Determinando longitud de desarrollo para las columnas.

$$M_u = 572 \text{ kg} - \text{m}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 31,55 \text{ cm}$$

$$f_y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_u = \frac{q_u \cdot l^2}{2}$$

$$M_u = \frac{7,15 \cdot (0,40)^2}{2} = 0,572 \text{ Ton-m}$$

Calculando área de acero para cimiento

$$A_s = b \cdot d \cdot \sqrt{(b \cdot d)^2 \frac{M_u \cdot b}{0,003825 \cdot f'c} \cdot \frac{0,85 \cdot f'c}{f_y}}$$

$$A_s = 100 \cdot 31,55 \cdot \sqrt{(100 \cdot 31,55)^2 \frac{572 \cdot 100}{0,003825 \cdot 210} \cdot \frac{0,85 \cdot 210}{2 \cdot 810}}$$

$$A_s = 0,72 \text{ cm}^2$$

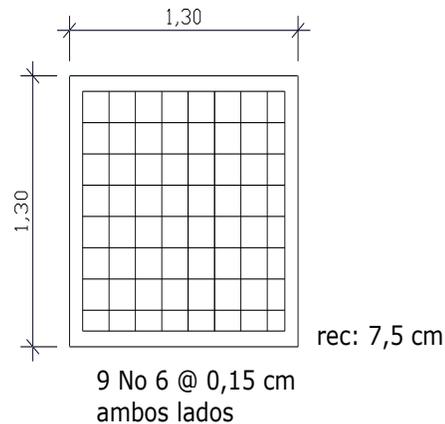
$$A_{s\text{mín}} = 0,005 \cdot b \cdot d$$

$$A_{s\text{mín}} = 0,005 \cdot 100 \cdot 31,55 = 15,77 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{temperatura}} = 0,002 \cdot b \cdot t \Rightarrow 0,002 \cdot 100 \cdot 31,50 = 6,30 \text{ cm}$$

Para el refuerzo que se utilizará en las zapatas de torres que soportarán el peso de la estructura, más la tensión de los cables, utilizarán 9 barras de acero corrugado con una resistencia de 2 810 kilogramos por centímetro cuadrado de diámetro de ¾ pulgadas, con un espaciamiento de 15 centímetros en ambos sentidos.

Figura 23. **Refuerzo en cama de zapata**



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.12. Análisis y diseño de barandales para el caminamiento**

Por motivos estrictamente de seguridad, tomando en cuenta que en el puente circularán personas y especialmente niños, el puente contará con un sistema de barandales de la siguiente forma:

- Dos cables principales de acero de  $\frac{1}{2}$  pulgada de diámetro en sentido longitudinal del puente, a una distancia de 0,65 metros del piso y el segundo a 1,30 metros del piso.
- Barandas de hierro de acero de  $\frac{3}{8}$  pulgada de diámetro a cada 1,25 metros en ambos lados del puente.
- Se colocará malla galvanizada en ambos lados del puente desde las rampas de acceso a modo de proteger al peatón a lo largo de toda la estructura, evitando su caída por todos los lados del puente.

### **2.2.13. Especificaciones técnicas**

Son especificaciones generales y técnicas para la construcción de obras, con el propósito de establecer lineamientos a los cuales se deberá sujetar la ejecución de cada obra incluida en el proyecto.

- Replanteo topográfico

Tendrá como función principal, establecer con exactitud la ubicación de cada uno de los componentes del puente según planificación, así como indicar con exactitud las alturas de las torres establecidas según análisis hidrológicos sobre crecidas máximas.

- Excavación

Es el conjunto de operaciones necesarias para extraer tierra en partes del terreno según diseño, en este caso para la construcción de muertos, anclajes y zapatas para la cimentación de las torres. Se podrá ejecutar a mano o con maquinaria, en caso se encuentre roca, se removerá la que quede inestable; retirando el material sobrante y depositándolo donde corresponda.

- Zapatas de concreto

Se deberán construir en base a las especificaciones y dimensiones mostradas en los planos.

Fundición

Una vez ubicados y excavados los elementos como (zapatas de torres y anclajes principales de cables) se procederá la fundición, debiendo contar con

mano de obra calificada y no calificada, no descuidando la supervisión. Se tomará mayor cuidado en las instalaciones de los cables principales en ambos extremos del puente.

- Levantamiento y fundición de torres

Una vez fundidas las zapatas se procederá a fundir las columnas de las torres, ubicando cada uno de los elementos de ellas según diseño en planos, se tomará en cuenta la ubicación de los cables secundarios del barandal.

- Montaje y colocación de cables principales

Para la colocación de los cables principales, será necesario trabajar con plataformas de trabajo, una vez calculadas las longitudes de cada uno de ellos, serán colocados en extremos de cada torre.

Tomar en cuenta el espacio entre cada cable principal para colocarse en cada extremo de la torre, con sus respectivas conexiones fijas sobre ellos y las conexiones fijas en columnas de los cables utilizados para barandales.

Una vez colocados los cables principales sobre las torres, se procederá a sujetar los extremos por medio de abrazaderas firmemente, con el fin de evitar deslizamientos previos a la colocación de los tensores.

Para el proceso de tensado, se realizará con tensores de doble gancho acerado, colocándose de una vez a cada cable, este proceso será supervisado para evitar desperfectos en las conexiones, poniendo especial cuidado en la instalación de abrazaderas.

- Colocación de conexiones, cables y anclajes

Una vez establecida la flecha de diseño, se procederá a tensar los cables principales horizontalmente a su anclaje. En el caso de los cables utilizados para barandales, se procederá de la misma manera que los principales, tomando en cuenta que se utilizará la misma flecha para que estos mantengan la simetría del puente.

- Colocación del sistema de piso

Para la instalación del sistema de piso, deberán estar colocados y tensados los cables principales sobre las torres, se utilizará madera de pino tratada con alguna sustancia orgánica, mineral o química, con el objeto de protegerla contra los agentes del intemperismo y contra formas parasitarias, para aumentar su durabilidad. Sus dimensiones serán respetadas según especificaciones de diseño vistos en planos.

- Colocación de malla metálica

Luego de haberse instalado el sistema de piso, se procederá a colocar la malla metálica, utilizando los cables de barandales como base para su fijación; además deberá ser recubierta con dos manos de pintura anticorrosiva para evitar que se deteriore con el pasar del tiempo.

- Estructura de concreto ciclópeo

Es la combinación de concreto hidráulico, que para este caso tendrá una resistencia a la compresión de 175 kilogramos sobre centímetro cuadrado y

pedra grande entre los límites de 0,10 y 0,30 metros. Para su preparación y colocación se deberán seguir los siguientes procedimientos:

- Las piedras deberán lavarse para eliminar la tierra, arcilla o cualquier otro material extraño, humedeciéndolas de tal forma que garantice el proceso de fraguado normal, para evitar pérdida de agua en el concreto por absorción del material pétreo.
  - La distribución de la piedra en el seno del concreto, deberá quedar en contacto una con otra, debiendo mantener un espesor mínimo de 0,05 metros de concreto entre una y otra.
  - Mantener un revestimiento de 0,10 metros, con las formaletas de los parámetros y 0,20 metros entre los coronamientos y fondos de los elementos.
- Concreto

Para estructuras será utilizada una resistencia a compresión no menor a 210 kilogramos por centímetros cuadrados, a los 28 días, con especial cuidado en su proceso de fraguado, manteniendo un espejo de agua de por lo menos 21 días después de su fundición.

- Cemento

Deberá cumplir con las especificaciones para cemento Portland tipo I (PM) de Norma COGUANOR NGO 41 001, de marca y calidad reconocida. Es importante revisar la fecha de fabricación del cemento, de tal manera que el cemento a utilizar no exceda más de los 30 días de su fabricación.

- Agregado fino

Estará formado por arena de río, o por arena de trituración, que sea consistente, libre de cantidades dañinas de arcilla, cieno, desechos orgánicos y sales minerales que afecten la calidad del concreto, debiendo cumplir con las especificaciones de agregados para concreto COGUANOR NGO 41 007 ó ASTM C 33.

- Agregado grueso

Este material está formado por grava o pedrín y deberá ser libre de cantidades dañinas de materiales suaves o desmenuzables, terrones de arcilla, polvo y otras materias nocivas. Deberá cumplir con las especificaciones de agregados para concreto COGUANOR NGO 41 007 ó ASTM C 33.

El tamaño nominal máximo del agregado no será superior a:  $1/5$  de la separación entre los lados de la formaleta, ni  $1/3$  partes del espaciamiento mínimo libre entre varillas o alambres individuales de refuerzo, paquetes de varillas, cables o ductos de pre esfuerzo, varillas o paquetes de varillas y formaleta.

- Agua

El agua empleada en el mezclado del concreto deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materia orgánica u otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero de refuerzo.

- Acero de refuerzo

El acero de refuerzo debe ser corrugado, excepto las barras No. 2 utilizadas en eslabones, estribos, etc. Las varillas de refuerzo serán de grado 40, lo que exige un límite de fluencia de 40 000 libras de presión sobre pulgada cuadrada, a menos que se indique lo contrario en los planos.

- Formaleta

El fin de esta, será dar como resultado una estructura que cumpla con la forma, los lineamientos y dimensiones de los elementos, según lo requerido en los planos de diseño y las especificaciones.

El diseño de la formaleta debe considerar la velocidad y método de colocación del concreto y cargas de construcción tanto verticales, horizontales y de impacto, siendo sustancial y suficientemente impermeable para impedir la fuga de concreto, debe estar adecuadamente apuntalada, unida y rigidizada de tal manera que conserve su forma y posición durante la fundición y fraguado.

El desencofrado y retiro de puntales deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y durabilidad de las estructura. El tiempo mínimo para removerla será de 14 para vigas, columnas y zapatas. Y 8 días para estructuras de mampostería

#### **2.2.14. Costo de inversión (presupuesto)**

Una vez diseñado cada uno de los componentes del puente peatonal colgante, es importante conocer el costo que tendrá su ejecución para la municipalidad, en la tabla XI, se muestran estos costos.

Tabla XI. Resumen de presupuesto

Diseño de un puente peatonal para la aldea Tulumaje, municipio de San Agustín Acasaguastlán, departamento de El Progreso.				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLÓN	U. MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL</b>				
<b>PRELIMINARES</b>				
BODEGA	M2	72	Q 170,14	Q 12 249,84
SERVICIOS TOPOGRÁFICOS	DIA	20	Q 809,55	Q 16 191,00
<b>CONTRA PESOS</b>				
CONTRA PESOS PEQUEÑOS	UNIDAD	2	Q 1 426,83	Q 2 853,65
CONTRA PESOS GRANDES	UNIDAD	2	Q 26 538,03	Q 53 076,06
<b>ZAPATAS</b>				
ZAPATAS	UNIDAD	4	Q 2 827,30	Q 11 309,21
<b>COLUMNAS</b>				
COLUMNAS TIPO A	UNIDAD	2	Q 3 587,75	Q 7 175,50
COLUMNAS TIPO B	UNIDAD	2	Q 3 826,43	Q 7 652,86
<b>VIGAS CONECTORAS</b>				
VIGAS CONECTORAS	UNIDAD	2	Q 2 691,34	Q 5 382,68
<b>CAMINAMIENTO</b>				
CAMINAMIENTO	METROS	44	Q 983,35	Q 43 611,71
<b>RAMPAS DE ACCESO</b>				
RAMPA DE ACCESO 1	UNIDAD	1	Q 7 780,46	Q 7 780,46
RAMPA DE ACCESO 2	UNIDAD	1	Q 7 347,28	Q 7 347,28
<b>ANCLAJES</b>				
ANCLAJES	UNIDAD	4	Q 859,55	Q 3 438,21
<b>BANRANDA</b>				
BARANDA	ML	84	Q 156,91	Q 13 196,38
<b>TENSORES Y CABLES</b>				
TENSORES Y CABLES	UNIDAD	VARIOS		Q 54,561,38
<b>TOTAL</b>				<b>Q 245 826,22</b>

Fuente: elaboración propia.

El costo del proyecto: diseño de un puente peatonal para la aldea Tulumaje, municipio de San Agustín Acasaguastlán del departamento de El Progreso, es de 245 826,22 quetzales, equivalentes a 37 720,22 dólares, con una tasa de cambio de 1 \$ = Q 8,00



## 2.2.16. Evaluación socioeconómica

Los dos tipos de análisis que se desarrollarán, servirán para determinar si el proyecto propuesto es rentable a largo plazo y para predecir la tasa de rentabilidad o rechazo del proyecto a una inversión.

### 2.2.16.1. Valor Presente Neto (VPN)

Este método es utilizado para evaluar los proyectos de inversión a largo plazo. El VPN permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero, que consiste en maximizar la inversión. Además determina si dicha inversión puede incrementar o reducir su inversión, analizando el resultado, puede obtenerse:

- $VPN < 0$  Indicará que el proyecto no es rentable, habrá pérdida de la inversión.
- $VPN = 0$  Indicará que el proyecto no genera utilidades, pero tampoco pérdidas.
- $VPN > 1$  Indicará que el proyecto es rentable y genera utilidades.

Para conocer estos valores se utilizará la siguiente fórmula:

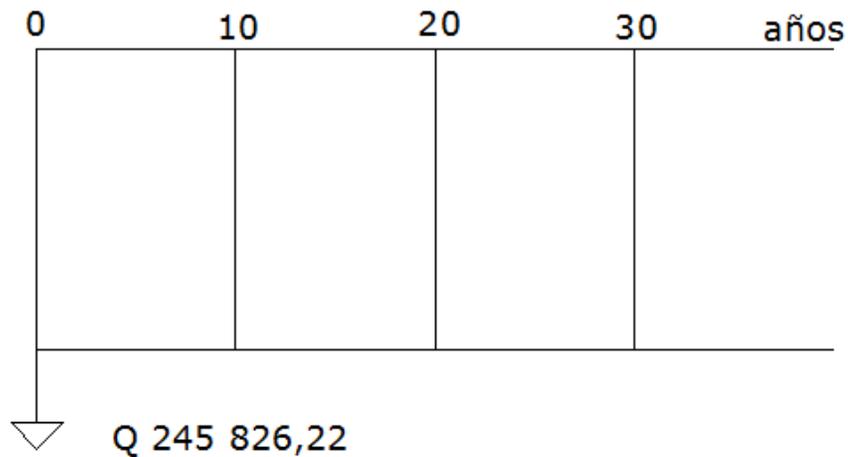
$$P = F \left[ \frac{1}{(1+i)^n} - 1 \right]$$

$$P = A \left[ \frac{(1+I)^n - 1}{(i + 1+i)^n} \right]$$

Donde:

- P = Valor de pago único en el valor inicial de la operación
- F = Valor de pago único al final del periodo de operación
- A = Valor de pago uniforme por un periodo determinado
- i = Interés de cobro por la operación o tasa de utilidad
- n = Periodo de tiempo que pretende la duración de la operación

Figura 24. **Esquema de ingresos y egresos del sistema de agua potable**



Fuente: elaboración propia.

Entonces:

$$\text{VPN} = \text{Ingresos} - \text{Egresos}$$

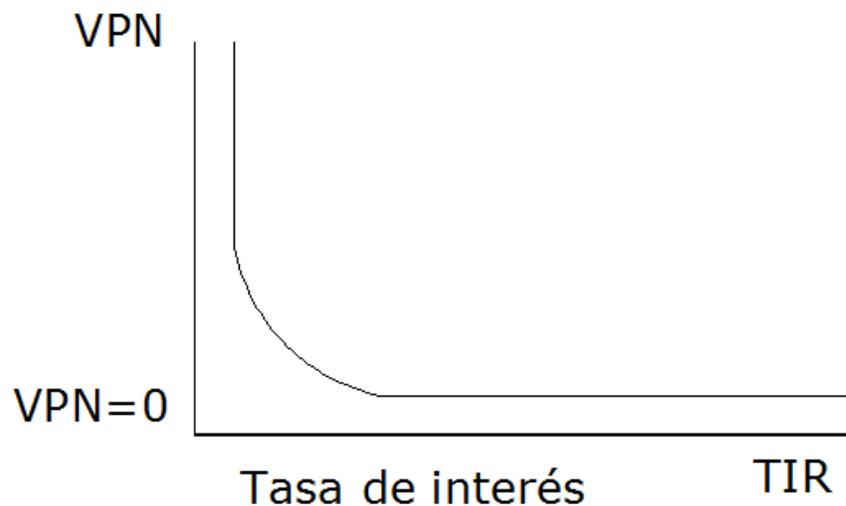
$$\text{VPN} = \text{Q } 0 - \text{Q } 245\,826,22$$

Analizando el resultado, indica que este proyecto genera pérdidas, es decir no es rentable, pero por ser un proyecto de carácter social, no se estiman ingresos económicos.

### 2.2.16.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es llamada también tasa interna de rentabilidad de una inversión, definida como la tasa de interés, con el cual el Valor Actual Neto o Valor Presente Neto (VAN o VPN), es igual a cero. Se utiliza para predecir la aceptabilidad o rechazo del proyecto de inversión, comparando la TIR con una tasa mínima. Si la tasa de rendimiento del proyecto – expresada por la TIR- supera la tasa mínima, es aceptable el proyecto; en caso contrario, no es aceptable.

Figura 25. Gráfica de tasa interna de retorno (TIR)



Fuente: elaboración propia.

Para establecer lo anterior, se utilizarán las siguientes fórmulas:

- $$I = (P - L) * \frac{R}{P, i\%, n} + L * i + D$$

Donde:

- P = Inversión inicial
- L = Valor de rescate
- D = Serie uniforme de todos los costos

I = Ingresos anuales

- Valor presente neto de costos = Valor presente de ingresos
- Costo anual = Ingreso anual

Estas 3 fórmulas están diseñadas para satisfacerse de un valor de ingreso, y como es el caso de este proyecto de carácter social no se prevee este tipo de ingreso, por lo cual el cálculo de la TIR no aplica. Se toma el criterio de asignar un valor de la TIR igual a 4,5 por ciento, que representa el costo que el estado de Guatemala desembolsa para la ejecución del proyecto.

Para establecer este valor, se tomó en cuenta la tasa libre de riesgo que el estado asigna a la inversión en títulos públicos, que en la actualidad se paga; que es lo que cuesta al estado captar estos fondos para la inversión de obra pública.

### **2.2.17. Evaluación ambiental inicial**

Para determinar una evaluación ambiental inicial, se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- Integrar todos los aspectos con repercusión en el medio ambiente con la gestión del proyecto.
- Permitir llevar a cabo políticas de medio ambiente que reduzcan los impactos.

- Garantizar el compromiso y la responsabilidad en la protección al medio ambiente.
- Establecer una sistemática de trabajo dirigida a la mejora continua de los procesos.
- Facilitar el cumplimiento legal ambiental.

Tabla XIII. **Tabla de impactos ambientales**

No.	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental indicar que medidas tomarán para reducir el impacto sobre el ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, etc.)	Levantamiento de pequeñas partículas de polvo por excavaciones y/o cemento portland por la construcción de elementos de diseño.	En las zonas donde se desarrollara el proyecto.	Humedecer las áreas durante y después de las excavaciones, manejo adecuado del cemento.
		Olores	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto, porque es un proyecto de infraestructura.
		Vibraciones	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto, porque es un proyecto nuevo.
		Ruido	No aplica	No aplica	No aplica para este proyecto, porque es un proyecto nuevo, donde no se realizarán procesos constructivos con maquinaria.

Continuación de la tabla XIII.

2	Agua	Abastecimiento de agua.	Cantidad: no aplica.	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Aguas residuales ordinarias (aguas residuales generadas por actividades domesticas)	Cantidad: no aplica.	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Aguas residuales especiales ( aguas residuales generadas por servicios públicos , municipales, actividades de servicios industriales, agrícolas, pecuarias , hospitalarias)	Cantidad: no aplica	Descarga : no aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Mezcla de las aguas residuales anteriores.	Cantidad: no aplica	Descarga : no aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Agua de lluvia	Captación: No aplica	Descarga : No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
3	Suelo	Desechos sólidos ( Basura común)	Cantidad: los producidos por los materiales de construcción.	En todas las zonas de construcción del proyecto.	Recolectar en su totalidad los desechos sólidos producidos y depositarlos en el lugar establecido por la comunidad.
		Desechos peligrosos ( con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos , inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: no aplica.	Disposición : no aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Descarga de aguas residuales ( si van directo al suelo)	No aplica	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Modificación del relieve o topografía del área	No aplica	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
4	Biodiversidad	Flora (reino vegetal)	No aplica	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.
		Fauna (reino animal)	No aplica	No aplica	No aplica para este tipo de construcción.

Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES

1. El presente proyecto de agua potable para los barrios: Aguahiel, Guaytán, Tamarindo y San Sebastián, será de gran utilidad en aspectos de salud; fue diseñado para que funcione por el sistema de gravedad, lo que significa una tarifa baja para los pobladores, pues el mismo no utilizará combustible para su funcionamiento, y su costo de mantenimiento será más bajo.
2. Una vez realizado el proyecto, los pobladores tendrán más caudal en sus conexiones domiciliarias, aumentando su dotación para realizar todas sus actividades.
3. El proyecto del puente peatonal colgante para la Aldea Tulumaje, salvará el paso sobre el río en forma segura para la comunidad, independientemente del nivel del río.
4. El costo total del sistema de agua potable es de Q 2 479 854,24 consistente en 11 kilómetros, 170 metros. Además la construcción de un tanque de distribución de 150 metros cúbicos de capacidad.
5. El costo total para la construcción del puente peatonal colgante es de Q 245 826,22 con una longitud de más de 60 metros.



## RECOMENDACIONES

1. Garantizar que la supervisión técnica durante la ejecución de los proyectos sea desarrollada por un profesional de ingeniería civil, para asegurar que estos proyectos sean construidos de acuerdo con las especificaciones contenidas en los planos.
2. Proporcionar el mantenimiento a las estructuras, periódicamente, a través del personal calificado.
3. Capacitar a la comunidad sobre el uso adecuado y el mantenimiento correcto de los proyectos, para extender su durabilidad y funcionamiento.
4. Atender cualquier reporte sobre daños a la estructura del puente o al sistema de agua potable, para impedir su deterioro y asegurar el servicio a la comunidad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. *Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentario: ACI 318-2002*. Estados Unidos: ACI, 2002. 1200 p.
2. GIRON CHEW, Amilcar. *Diseño de un puente peatonal colgante en la Comunidad lo de Dios, diagnóstico y propuesta para la reparación de la escuela tipo federación No1 del municipio de Palencia, ciudad de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 77 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala. INFOM. 1997. 66 p.
4. LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. *Diseño de acueductos y alcantarillados*. 2a ed. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999. 185 p.
5. ORELLANA URRUTIA, Carlos. *Diseño del sistema de agua potable para la aldea Miramundo y diseño de puente peatonal colgante para el caserío El Sitio, departamento de Jalapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 99 p.



## **APÉNDICES**



Apéndice 1. Cálculo hidráulico de la línea de conducción

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN													
DEL PROYECTO DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUA Y TAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN, DE													
LA CABECERA MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO.													
CAMINAMIENTO		COTA DE TERRENO		LONGITUD	CAUDAL	PÉRDIDA	Ø COMERCIAL	VELOCIDAD	COTA PIEZOMÉTRICA		PRESIÓN	PRESIÓN	TIPO TUBERÍA
C.Incial.	C.Final	C.Incial.	C.Final	(m * 1,05)	(Lts / seg)	(m)	(Pulg)	(m/s)	Cp.Incial.	Cp.Final	(m.c.a.)	PSI	ESPECIFICACIÓN
0	430	500	480	452	5	2	4	1	500	498	18	26	SDR 41 (100 PSI)
430	700	480	455	284	5	1	4	1	488	497	41	59	SDR 41 (100 PSI)
700	1 080	455	433	399	5	2	4	1	497	495	62	88	SDR 41 (100 PSI)
1 080	1 200	433	446	126	5	1	4	1	495	494	48	68	SDR 41 (100 PSI)
1 200	1 800	446	416	630	5	2	4	1	494	493	77	110	SDR 32.5 (125 PSI)
1 800	2 400	416	494	630	5	2	4	1	483	491	2	3	SDR 32.5 (125 PSI)
2 400	2 650	494	395	263	5	1	4	1	492	490	95	135	SDR 26 (160 PSI)
2 650	3 250	395	371	630	5	3	4	1	490	487	117	166	SDR 17 (250 PSI)
3 250	3 460	371	348	221	5	96	4	1	487	486	138	196	SDR 17 (250 PSI)
3 460	3 700	348	401	252	5	1	4	1	486	485	84	120	SDR 26 (160 PSI)
3 700	4 270	401	381	599	5	3	4	1	485	483	101	144	SDR 26 (160 PSI)
4 270	4 340	381	398	74	5	0	4	1	483	482	84	120	SDR 26 (160 PSI)
4 340	4 540	398	337	210	5	1	4	1	482	481	145	206	SDR 17 (250 PSI)
4 540	4 790	337	383	242	5	1	4	1	481	480	98	139	SDR 26 (160 PSI)
4 790	5 180	383	372	410	5	2	4	1	480	479	107	152	SDR 26 (160 PSI)
5 180	5 420	372	407	252	5	1	4	1	479	478	70	100	SDR 32.5 (125 PSI)
5 420	5 920	407	412	525	5	2	4	1	478	475	63	90	SDR 32.5 (125 PSI)
5 920	6 230	412	340	326	5	1	4	1	475	474	134	191	SDR 17 (250 PSI)
6 230	6 450	340	415	231	5	1	4	1	474	473	58	83	SDR 32.5 (125 PSI)
6 450	6 570	415	447	126	5	1	4	1	473	472	25	36	SDR 41 (100 PSI)
6 570	7 080	447	437	536	5	2	4	1	472	470	33	47	SDR 41 (100 PSI)
7 080	7 290	437	335	221	5	1	4	1	470	469	134	191	SDR 17 (250 PSI)
7 290	7 700	335	452	431	5	2	4	1	469	467	15	21	SDR 41 (100 PSI)
7 700	7 840	452	458	147	5	1	4	1	467	466	8	12	SDR 41 (100 PSI)
7 840	8 100	458	448	273	5	1	4	1	466	465	17	25	SDR 41 (100 PSI)
8 100	8 470	448	397	389	5	2	4	1	465	464	66	94	SDR 32.5 (125 PSI)
8 470	8 740	397	335	284	5	1	4	1	464	462	127	180	SDR 17 (250 PSI)
8 740	8 940	335	320	210	5	1	4	1	462	461	141	200	SDR 17 (250 PSI)
8 940	9 340	320	313	420	5	2	4	1	461	460	147	208	SDR 17 (250 PSI)
9 340	9 700	313	280	378	5	2	4	1	460	458	178	253	SDR 13.5 (315 PSI)
9 700	10 100	280	292	420	5	2	4	1	458	456	164	233	SDR 17 (250 PSI)
10 100	10 320	292	290	231	5	1	4	1	456	455	165	235	SDR 17 (250 PSI)
10 320	10 520	290	302	210	5	1	4	1	455	454	152	216	SDR 17 (250 PSI)
10 520	10 670	302	336	158	5	1	4	1	454	453	118	167	SDR 17 (250 PSI)
10 670	10 930	336	347	273	5	1	4	1	453	452	105	149	SDR 26 (160 PSI)
10 930	11 170	347	432	252	5	1	4	1	452	452	20	28	SDR 41 (100 PSI)

Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Libreta topográfica digital

		AZIMUT			DE E 0 + 000 A E 1 + 080			COORDENADAS			
EST	P.O.	G	M	S	H.I(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL (Y)	TOTAL (X)	COTA (Z)
0	0.01	208	27	15	1.485	1.5	17.052	-0.984	85.0079066	91.875479	499.001
0	0.02	163	25	50	1.485	1.5	14.66	4.116	85.9487595	104.180699	504.101
0	0.03	210	13	45	1.485	1.5	7.168	-0.903	93.8067145	96.3911998	499.082
0	0.04	158	20	45	1.485	1.5	3.98	-0.351	96.3008764	101.468633	499.634
0	0.05	112	34	10	1.485	1.5	9.948	4.474	96.1819285	109.186133	504.459
0	0.06	308	39	15	1.485	1.5	11.276	-0.0733	107.043194	91.1942298	499.252
0	0.07	352	32	25	1.485	1.5	9.888	0.182	109.804312	98.7162489	500.167
0	0.08	52	25	30	1.485	1.5	7.307	1.536	104.455804	105.791205	501.521
0	0.09	193	4	55	1.485	1.5	5.952	-0.509	94.2024702	98.6652798	499.476
0	0.1	226	45	45	1.485	1.5	5.691	-0.926	96.1011528	95.8539902	499.059
0	0.11	263	52	0	1.485	1.5	3.704	-0.0719	99.6044255	96.3172019	499.266
0	0.12	234	30	45	1.485	1.5	5.041	-0.691	97.0735718	95.8954051	499.294
0	0.13	253	34	10	1.485	1.5	4.154	-0.801	98.8250286	96.0156336	499.184
0	0.14	217	39	15	1.485	1.5	3.92	-0.615	96.8790695	97.5918562	499.37
0	0.15	236	4	10	1.485	1.5	2.566	-0.0764	98.5676904	97.870952	499.221
0	0.16	232	15	30	1.485	1.5	3.549	-0.766	97.827649	97.1935267	499.219
0	0.17	238	33	15	1.485	1.5	29.031	-2.581	84.8547521	75.2326742	497.404
0	1	188	25	0	1.485	1.5	48.911	-0.934	51.6157814	92.8408583	499.051
1	1.01	316	21	40	1.48	1.5	29.09	-4.482	72.6683198	72.765532	494.549
1	1.02	300	25	35	1.48	1.5	25.175	-5.57	64.3651808	71.1329464	493.461
1	1.03	274	38	45	1.48	1.5	28.38	-4.772	53.9144554	64.5541035	494.259
1	1.04	256	42	10	1.48	1.5	49.415	-3.755	40.2502051	44.7506732	495.276
1	2	248	18	25	1.48	1.5	72.033	-3.23	24.9899253	25.9094241	495.801
2	2.01	180	10	55	1.415	1.5	8.697	-2.383	16.2929692	25.8818066	493.333
2	2.02	306	9	30	1.415	1.5	11.97	-8.65	32.0524489	16.2449706	493.851
2	2.03	319	27	55	1.415	1.5	29.037	-5.35	47.058401	7.03802381	490.366
2	3	276	22	5	1.415	1.5	79.15	-10.811	33.768836	-52.752213	484.905
3	3.01	43	12	10	1.45	1.5	9.77	0.088	40.8905353	-46.063843	485.735
3	3.02	285	29	45	1.45	1.5	12.69	1.671	37.1592017	-64.98093	486.526
3	3.03	261	38	0	1.45	1.5	29.247	-0.739	29.5131791	-81.687942	484.116
3	3.04	244	0	15	1.45	1.5	44.595	-1.205	14.2225896	-92.835356	483.65
3	4	239	32	20	1.45	1.5	52.24	-1.533	7.28558912	-97.781706	483.322
4	4.01	206	8	50	1.45	1.5	18.727	-1.603	-9.5249774	-106.03431	482.669
4	5	203	50	5	1.45	1.5	51.202	-1.716	-9.6760329	-85.671644	481.556
5	6	164	46	40	1.43	1.5	9.22	-0.459	-18.572547	-83.250809	481.027
6	6.01	213	4	35	1.41	1.5	26.84	-0.581	-41.062955	-97.898918	480.356
6	7	214	1	15	1.41	1.5	62.434	-0.587	-70.31998	-118.18228	480.35
7	7.01	223	16	30	1.5	1.5	6.58	1.142	-75.110694	-122.69287	481.492
7	8	242	11	0	1.5	1.5	14.405	1.715	-77.041986	-130.92271	482.065
8	9	255	40	5	1.48	1.5	18.113	0.799	-81.525665	-148.472	482.844
9	9.01	227	41	40	1.45	1.5	5.82	-2.034	-85.443015	-152.77627	480.76
9	9.02	217	13	40	1.45	1.5	28.105	-4.127	-103.9039	-165.4751	478.667
9	9.03	216	39	0	1.45	1.5	64.12	-6.661	-132.96894	-186.7484	476.133
9	10	216	22	0	1.45	1.5	73.195	-7.931	-140.46513	-191.87301	474.663
10	10.01	226	33	25	1.47	1.5	2.871	-1.355	-147.25275	-199.03993	473.478
10	11	223	11	25	1.47	1.5	25.485	-3.247	-159.0485	-209.31554	471.586
11	11.01	218	38	15	1.43	1.5	9.597	-1.771	-166.5418	-215.30782	469.745
11	12	218	34	30	1.43	1.5	21.291	-4.108	-175.691	-222.5913	467.408
12	12.01	239	22	55	1.46	1.5	7.66	-0.379	-179.59233	-229.18335	466.989
12	12.02	239	26	55	1.46	1.5	32.864	-3.348	-192.39613	-250.89291	464.02
12	13	239	10	20	1.46	1.5	40.871	-3.815	-196.63572	-257.6877	463.553
13	14	239	55	40	1.475	1.5	34.16	-1.157	-213.753	-287.24957	462.371
14	14.01	200	58	20	1.49	1.5	9.417	0.331	-222.54616	-290.62006	462.692
14	14.02	201	28	15	1.49	1.5	24.4	0.73	-236.45973	-296.18064	463.091
14	15	202	28	15	1.49	1.5	27.36	0.556	-239.3567	-297.70692	462.17
15	16	205	32	35	1.35	1.5	24.013	-3.811	-260.70167	-308.06107	458.956
16	16.01	232	12	30	1.46	1.5	17.03	-1.742	-271.13752	-321.51893	457.174
16	16.2	231	57	20	1.46	1.5	28.048	-2.532	-277.98689	-330.14979	456.384
16	17	201	18	50	1.46	1.5	91.49	-8.192	-345.93404	-341.31559	450.724
17	17.01	16	25	50	1.495	1.5	40.306	3.317	-307.27401	-329.91491	454.036
17	17.02	16	48	30	1.495	1.5	37.57	2.27	-309.96913	-330.45143	452.989
17	17.03	17	54	30	1.495	1.5	27.09	2.011	-320.15656	-332.98555	452.76
17	17.04	15	29	5	1.495	1.6	14.418	0.32	-332.03939	-337.46625	450.939
17	17.05	196	4	40	1.495	1.5	15.401	-1.927	-360.73266	-345.58077	448.792
17	18	191	41	40	1.495	1.5	42.967	-0.835	-388.00916	-350.02467	449.884
18	18.01	230	14	30	1.4	1.6	16.267	-0.179	-398.41273	-362.52991	448.894
18	19	230	44	15	1.4	1.5	40.048	-1.365	-413.3545	-381.03202	448.3419
19	20	247	16	10	1.465	1.5	30.472	-0.432	-425.12882	-409.13732	447.952
20	20.01	234	51	45	1.47	3.6	15.628	-1.842	-434.12337	-421.91748	443.96
20	20.02	231	49	50	1.47	2.5	72.54	-6.68	-469.95776	-466.1673	440.242
20	21	231	10	55	1.47	1.5	108.164	-7.513	-492.93136	-493.41227	440.409
21	21.01	220	50	5	1.44	1.5	23.8	-1.622	-510.93841	-508.9746	438.727
21	22	221	13	20	1.44	1.5	45.47	-2.808	-527.13205	-523.37615	437.541
22	23	219	27	30	1.44	1.5	26.536	-1.905	-547.622014	-540.24022	435.576
23	24	218	44	0	1.43	1.5	41.837	-3.04	-580.25579	-566.41749	432.466
24	24.01	45	28	45	1.51	1.5	8.454	-0.21	-574.32811	-560.38983	432.266

Continuación de apéndice 2.

EST	P.O.	AZIMUT			DE E 1 + 080 A E 2 + 400				COORDENADAS		
		G	M	S	H.I.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL ( Y)	TOTAL (X)	COTA (Z)
24	24.02	245	15	5	1.51	1.5	47.13	0.564	-599.98618	-609.21876	433.04
24	25	242	29	35	1.51	1.5	57.8	3.636	-506.95107	-617.68348	436.112
25	26	264	4	25	1.51	1.5	31.89	9.553	-610.24373	-649.40304	445.675
26	27	276	6	5	1.38	1.5	18.64	1.151	-608.26252	-667.93745	446.706
27	27.01	267	35	50	1.53	1.5	18.64	-4.768	609.04399	-686.56107	441.968
27	28	267	35	50	1.53	1.5	34.53	-3.395	-609.71016	-702.4371	443.341
28	29	275	13	20	1.49	1.5	32.465	-10.074	-606.75524	-734.76734	433.257
29	29.01	99	47	15	1.5	1.5	9.1	0.28	-608.30219	-725.79979	433.537
296	30	284	25	5	1.5	1.5	27.928	-10.544	-599.8013	-761.81574	422.713
30	31	259	22	15	1.44	1.5	36.09	-3.335	-606.45816	-797.28649	419.318
31	31.01	210	10	15	1.49	1.5	28.349	-1.499	-630.96674	-811.53413	417.809
31	32	208	14	0	1.49	1.5	45.96	-0.186	-646.95023	-819.02849	419.122
32	33	189	53	53	1.39	1.5	22.372	8.541	-668.98956	-822.87221	427.553
33	34	202	18	15	1.48	1.5	35.09	-1.462	-701.4542	-836.18969	426.071
34	34.01	239	20	10	1.42	1.5	27.79	-4.084	-715.62712	-860.09392	421.907
34	35	241	4	20	1.42	1.5	59.3	-7.373	-730.13801	-888.09084	418.618
36	35.01	241	0	15	1.5	1.5	6.857	0.081	-733.46191	-894.08835	418.699
36	35.02	237	2	30	1.5	1.5	12.121	-0.138	-736.73219	-898.26116	418.48
35	36	239	49	20	1.5	1.5	41.93	-0.985	-751.21558	-924.33806	417.633
36	36.01	230	12	30	1.52	1.5	29.701	-3.077	-770.22416	-947.15961	414.576
36	37	230	18	30	1.52	1.5	69.537	-7.781	-795.71912	-977.76866	409.872
37	38	220	52	45	1.48	1.5	24.22	1.873	-814.03165	-993.61983	411.725
38	38.01	214	30	45	1.43	1.5	12.282	0.701	-824.15205	-1000.5786	412.356
38	38.02	216	53	30	1.43	1.5	47.3	-0.796	-851.86087	-1022.0142	410.859
38	39	216	34	5	1.43	1.5	59.03	0.759	-861.44158	-1028.7886	412.414
39	39.01	198	22	45	1.49	1.5	9.553	1.783	-870.50729	-1031.8007	414.187
39	40	198	18	35	1.49	1.5	34.288	2.234	-893.99366	-1039.5603	414.638
40	41	187	15	20	1.5	1.5	34.605	1.067	-928.32157	-1043.9307	415.705
41	41.01	155	9	40	1.5	1.5	17.207	-1.376	-943.93679	-1036.7026	414.329
41	41.025	155	9	40	1.5	1.5	28.63	0.517	-954.30308	-1031.9041	416.222
41	42	154	46	35	1.5	1.5	74.94	-1.58	-996.11615	-1011.9949	414.125
42	43	150	0	20	1.46	1.5	127.4	-4.743	-1106.454	-948.30555	409.342
43	43.01	229	59	0	1.52	1.5	37.273	-2.396	-1130.4209	-976.85136	406.966
43	44	228	15	20	1.52	1.5	89.707	1.923	-1166.1817	-1015.2379	411.285
44	44.01	65	15	40	1.49	1.5	25.423	-2.258	-1155.5426	-992.14813	409.017
44	44.02	265	23	10	1.49	1.5	6.898	-0.296	-1166.7366	-1022.1136	410.98
44	44.03	78	36	55	1.49	1.5	12.56	-0.03	-1163.7024	-1002.925	411.245
44	44.04	240	46	25	1.49	1.5	22.58	-1.606	-1177.2067	-1034.9434	409.669
44	45	229	20	35	1.49	1.5	26.24	-2.6	-1183.2778	-1035.1442	408.675
45	45.01	226	39	20	1.56	1.6	7.93	-0.92	-1188.7208	-1040.9112	407.715
45	45.02	191	22	50	1.56	1.6	14.326	-2.187	-1197.322	-1037.9711	406.448
45	45.03	162	12	10	1.56	1.6	27.53	-4.054	-1209.4904	-1026.7297	404.581
45	45.04	160	55	30	1.56	1.6	43.92	-5.997	-1224.7863	-1020.7909	402.638
45	45.05	164	45	40	1.56	1.6	48.974	-5.584	-1230.5298	-1022.2717	403.051
45	45.06	162	16	20	1.56	1.6	64.745	-4.791	-1244.9483	-1015.4297	403.844
45	46	164	59	10	1.56	1.5	114.49	-3.55	-1293.8595	-1005.4852	405.185
46	46.01	327	38	20	1.49	1.5	13.41	0.038	-1282.5322	-1012.663	405.213
46	46.02	130	23	20	1.49	1.5	8.85	-0.3	-1299.594	-998.7449	404.875
46	46.03	121	50	10	1.49	1.5	32.58	-2.27	-1311.0452	-977.80653	402.905
46	47	123	30	5	1.49	1.5	52.895	-3.282	-1323.0553	-961.37753	401.893
47	47.01	238	15	30	1.485	1.5	5.18	0.04	-1325.7804	-965.78275	401.918
47	47.02	143	16	10	1.485	1.6	25.87	-1.56	-1343.789	-945.90591	400.218
47	47.03	138	6	40	1.485	1.5	35.96	-2.11	-1349.8254	-937.36746	399.768
47	48	144	31	20	1.485	1.5	42.861	-2.74	-1357.9587	-936.50155	399.138
48	48.01	179	50	50	1.53	1.6	16.68	-1.86	-1374.6387	-936.45627	397.208
48	48.02	169	14	55	1.53	1.5	35.38	-4.02	-1392.7177	-929.90149	395.148
48	49	161	15	30	1.53	1.5	48.08	-4.96	-1403.4894	-921.05337	394.208
49	49.01	130	1	15	1.53	1.5	20.65	-0.7	-1416.7687	-905.23938	393.538

Continuación de apéndice 2.

EST	P.O.	AZIMUT			DE E 2 + 400 A E 3 + 300				COORDENADAS		
		G	M	S	H.I.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL ( Y)	TOTAL (X)	COTA (Z)
49	50	119	0	20	1.53	1.5	70.3	-0.73	-1437.5774	-859.57091	393.508
50	50.01	96	43	20	1.5	1.6	7.47	-0.04	-1438.4519	-852.15226	393.368
50	50.02	88	33	30	1.5	1.5	23.26	-0.88	-1436.9855	-836.31844	392.628
50	51	85	7	30	1.5	1.5	31.35	-0.29	-1434.9133	-828.33432	393.218
51	51.01	163	57	25	1.5	1.6	10.59	-0.08	-1445.0908	-825.40767	393.038
51	51.02	161	0	55	1.5	1.6	47.76	1.52	-1480.0754	-812.79722	394.638
51	51.03	158	19	45	1.5	1.5	85.68	2.11	-1514.5375	-796.69494	395.328
51	52	155	48	35	1.5	1.5	107.61	-2.16	-1533.074	-784.23915	391.058
52	52.01	142	20	25	1.49	1.5	31.36	0.33	-1557.9002	-765.07911	391.378
52	53	139	41	15	1.49	1.5	94.64	10.75	-1605.2396	-723.01122	401.798
53	53.01	296	53	50	1.5	1.6	43.11	-8.46	-1585.737	-761.45756	393.238
53	53.02	2.4	40	40	1.5	1.9	28.53	-4.83	-1619.2113	-747.88594	396.568
53	53.03	227	29	0	1.5	3.6	24.27	-3.62	-1621.6413	-740.90018	396.078
53	53.04	155	36	5	1.5	1.5	24.19	-9.42	-1627.2692	-713.01876	392.378
53	53.05	140	32	50	1.5	1.6	37.53	-10.8	-1634.2183	-699.1608	390.898
53	53.06	140	3	20	1.5	1.5	48.77	-12.26	-1642.6299	-691.69871	389.538
53	53.07	144	16	40	1.5	1.6	57.09	-12.97	-1651.5885	-689.67888	388.728
53	53.08	159	49	40	1.5	1.5	67.44	-12.78	-1668.5428	-699.755	389.018
53	53.09	164	12	10	1.5	1.6	76.35	-12.43	-1678.7059	-702.22619	389.268
53	53.1	162	28	30	1.5	1.5	87.28	-12.93	-1688.4685	-696.7293	388.868
53	53.11	160	40	55	1.5	1.6	99.93	-14.07	-1699.5432	-689.9532	387.628
53	53.12	161	57	15	1.5	1.5	111.43	-14.48	-1711.1882	-688.4927	387.318
53	54	165	26	15	1.5	1.5	183.5	-16.73	-1782.8444	-676.87273	385.068
54	54.01	347	7	20	1.45	1.5	59.12	2.24	-1725.2114	-690.04892	387.258
54	54.02	343	18	25	1.45	1.5	35.13	2.02	-1749.1949	-686.96363	387.038
54	54.03	176	19	40	1.45	1.5	7.18	-0.15	-1790.0097	-676.4186	384.868
54	54.04	189	54	55	1.45	1.5	32.91	-0.29	-1815.2629	-682.53956	384.728
54	55	176	57	30	1.45	1.5	62.62	-0.39	-1845.3762	-673.54998	384.628
55	55.01	155	57	15	1.44	1.6	32.66	-2.73	-1875.202	-660.24209	381.738
55	56	159	20	40	1.44	1.5	41.67	-3.22	-1884.3676	-658.85092	381.348
56	56.01	174	35	15	1.51	1.5	30.61	-3.14	-1914.8411	-655.96362	378.218
56	57	167	47	0	1.51	1.5	60.307	-7.05	-1943.3089	-646.08941	374.308
57	57.01	9	53	55	1.5	1.5	14.67	0.766	-1928.8573	-643.56756	375.074
57	57.02	23	39	15	1.5	1.5	10.55	-0.09	-1933.6453	-641.85659	374.218
57	57.03	40	39	0	1.5	1.5	3.36	0.08	-1940.7596	-643.90058	374.3888
57	57.04	26	33	40	1.5	1.5	7.17	-3.63	-1936.8956	-642.88333	370.678
57	57.05	256	50	35	1.5	1.5	29.68	-0.27	-1950.0646	-674.99032	374.038
57	58	249	14	25	1.5	1.5	103.78	-3.805	-1980.0937	-743.1315	370.503
58	58.01	48	58	10	1.53	1.5	6.67	0.254	-1975.7151	-738.09992	370.787
58	58.02	202	42	5	1.53	1.5	13.76	-0.12	-1992.7877	-748.44188	370.413
58	58.03	179	35	10	1.53	1.5	40.6	1.04	-2020.6926	-742.83822	371.573
58	59	174	24	45	1.53	1.5	48.14	1.04	-2028.0049	-738.44431	371.573
59	59.01	133	37	55	1.46	1.5	19.12	-0.197	-2041.1982	-724.6055	370.563
59	60	142	56	45	1.46	1.5	30.2	-0.61	-2052.1065	-720.24671	370.923
60	60.01	337	9	0	1.44	1.5	3.2	-0.744	-2049.1577	-721.48933	370.119
60	60.02	186	0	58	1.44	1.5	22.6	1.715	-2074.5821	-722.61537	372.578
60	60.03	209	27	25	1.44	1.5	33.47	-4.605	-2081.2497	-736.70623	366.258

Continuación de apéndice 2.

EST	P.O.	AZIMUT			DE E 3 + 300 A E 4 + 340				COORDENADAS		
		G	M	S	H.I.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL ( Y)	TOTAL (X)	COTA (Z)
60	61	208	17	30	1.44	1.5	89.187	-12.058	-2130.6398	-762.51779	358.805
61	52	185	5	45	1.52	1.5	30.613	-3.91	-2161.1318	-765.23689	354.915
62	62.01	212	38	20	1.505	1.6	31.81	-2.68	2187.9186	-782.39336	352.14
62	63	213	6	5	1.505	1.5	66.79	-3.78	-2217.0822	-801.7124	351.14
63	63.01	227	27	45	1.47	1.6	5.19	-2.44	-2220.591	-805.53657	348.57
63	63.02	237	55	10	1.47	1.5	26.12	-2.72	-2230.9548	-823.84393	348.39
63	64	237	42	0	1.47	1.5	51.3	-2.225	-2244.4945	-845.07433	348.885
64	64.01	59	47	45	1.45	1.6	17.58	0.874	-2235.6503	-829.88102	349.609
64	64.02	64	45	50	1.45	1.6	3.93	-0.72	-2242.8189	-841.51942	348.015
64	64.03	174	55	55	1.45	1.5	16.58	1.58	-2261.0096	-843.60967	350.415
64	64.04	128	34	40	1.45	1.5	9.34	-0.613	-2250.3187	-837.77267	348.222
64	65	175	3	15	1.45	1.5	24.73	6.02	-2269.1324	-842.94226	354.855
65	65.01	192	0	55	1.485	1.5	19.44	4.47	-2288.1465	-846.98914	359.31
65	65.02	193	18	5	1.485	1.5	44.92	8.84	-2312.8473	-853.27716	363.38
65	65.03	193	11	45	1.485	1.5	47.02	10.45	-2314.9108	-853.67599	365.29
65	66	193	6	35	1.485	1.5	53.87	12.35	-2321.5984	-855.16087	367.19
66	66.01	177	17	5	1.39	1.5	27.63	1.68	-2349.1974	-853.85196	368.76
66	66.02	178	2	45	1.39	1.5	40.82	4.61	-2362.3947	-853.76891	371.69
66	67	178	42	15	1.39	1.5	56.65	6.707	-2378.2339	-853.87975	373.787
67	68	191	21	10	1.53	1.5	28.82	7.08	-2406.49	-859.55295	380.897
68	69	199	30	5	1.485	1.5	29.4	8.61	-2434.2034	-869.36754	389.492
69	70	185	5	40	1.55	1.5	24.36	7.361	-2458.4672	-871.53066	396.903
70	71	195	8	35	1.6	1.5	17.66	4.37	-2475.514	-876.14398	401.373
71	72	208	7	10	1.5	1.5	139.04	2.174	-2598.1427	-941.67509	403.547
72	72.01	198	2	20	1.48	3.6	53.11	-7.93	-2648.6421	-958.12126	393.497
72	72.02	197	51	15	1.48	1.5	27.71	-3.05	-2624.5182	-950.17085	400.477
72	73	191	13	0	1.48	1.5	143.81	-6.323	-2739.2057	-969.64897	397.204
73	73.01	198	53	50	1.485	1.5	11.49	1.874	-2750.0764	-973.37025	399.063
73	74	201	4	25	1.485	1.5	27.07	1.81	-2764.4652	-979.38245	398.999
74	74.01	216	25	50	1.515	1.5	8.13	-0.45	-2771.0064	-984.21043	398.564
74	74.02	216	54	0	1.515	1.5	35.85	-6.84	-2793.1339	-1000.9075	392.374
74	75	216	57	5	1.515	1.5	46.73	-6.78	-2801.8093	-1007.4736	392.234
75	76	227	15	0	1.51	1.5	32.99	-2.82	-2824.203	-1031.6989	389.424
76	76.01	246	36	35	1.52	1.5	13.87	-0.651	-2807.3156	-1020.2038	391.603
76	77	235	41	10	1.52	1.5	42.46	4.884	-2848.1388	-1066.7692	394.328
77	77.01	205	59	15	1.53	1.5	23.78	-2.95	-2869.5144	-1077.189	391.308
77	78	204	29	15	1.53	2.2	192.417	3.737	-3023.2482	-1146.525	397.395
77	79	204	29	15	1.5	1.5	209.061	4.146	-3038.3951	-1153.4239	398.474
78	78.01	22	44	10	1.5	1.6	56.98	-15.867	-2970.6858	-1124.503	381.428

Continuación de apéndice 2.

		AZIMUT			DE E 4 + 340 A E 5 + 420				COORDENADAS		
EST	P.O.	G	M	S	H.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL (Y)	TOTAL (X)	COTA (Z)
79	80	229	33	15	1.52	1.5	23.56	-2.86	-3053.6792	-1171.3535	395.634
80	80.01	219	46	30	1.56	1.5	28.208	-14.53	-3075.3588	-1189.4003	381.164
80	81	212	24	10	1.56	1.5	228.024	-46.221	-3246.2003	-1293.5442	349.473
80	80.02	208	18	55	1.56	1.5	247.97	-44.79	-3271.9798	-1288.9714	350.904
80	80.03	201	47	45	1.56	1.5	343.51	-23.36	-3372.6326	-1298.38989	372.334
80	80.04	201	25	55	1.56	1.5	364.09	-19.58	-3392.5931	-1304.3905	376.114
80	80.05	199	11	40	1.56	1.5	385.15	-16.66	-3417.418	-1297.9812	379.034
80	80.06	197	22	45	1.56	1.5	401.08	-13.023	-3436.4494	-1291.1536	382.671
80	80.07	192	33	45	1.56	1.5	458.56	-14.64	-3501.2609	-1271.0924	381.054
80	82	187	55	5	1.56	1.5	678.12	-14.86	-3725.334	-1264.7691	380.834
80	83	185	59	10	1.56	1.5	706.29	-8.63	-3756.1179	-1245.0107	387.064
80	80.08	179	24	0	1.56	1.5	757.95	-15.84	-3811.5876	-1163.4164	379.854
80	80.09	177	30	5	1.56	1.5	775.218	-6.84	-3828.1601	-1137.5578	388.854
80	80.01	176	23	45	1.56	1.5	805.79	-4.94	-3857.8754	-1120.6991	390.754
80	80.11	176	17	0	1.56	1.5	810.06	-2.47	-3862.0354	-1118.8433	393.224
80	84	174	59	15	1.56	1.5	886.18	7.2	-3936.4701	-1093.9252	402.892
80	85	174	12	50	1.56	1.5	912.29	10.7	-3961.3212	-1079.3809	406.394
81	81.01	30	3	50	1.5	1.5	55.9	-13.073	-3197.8206	-1265.5403	336.4
81	81.02	29	40	50	1.5	1.5	39.703	-10.227	-3211.7063	-1273.8847	339.246
82	82.01	346	52	40	1.48	1.5	32.27	-10.36	-3693.9067	-1272.0953	370.454
82	52.02	345	52	25	1.48	5.6	43	-15.04	-3683.6344	-1275.2637	361.674
83	83.01	128	42	10	1.465	1.6	57.836	-13.158	-3792.2816	-1199.8754	373.771
83	83.02	128	57	15	1.465	2.6	66.453	-15.61	-3797.8968	-1193.3335	370.319
84	84.01	164	53	35	1.45	1.5	10.45	-1.55	-3946.559	-1091.2018	401.294
84	84.02	325	28	15	1.45	4.77	25.56	-10.24	-3915.4128	-1108.4133	389.334
84	85	149	31	15	1.45	1.5	24.84	3.693	-3957.8775	-1081.3258	406.537
85	86	155	43	35	1.39	1.5	16.66	1.706	-3976.5083	-1072.5321	407.99

Continuación de apéndice 2.

EST	P.O.	AZIMUT			DE E 5 + 420 A 6 + 600				COORDENADAS		
		G	M	S	H.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL ( Y )	TOTAL ( X )	COTA ( Z )
86	87	163	47	25	1.43	1.5	24.157	-2.765	-3999.705	-1065.7885	405.155
87	87.01	179	22	15	1.36	1.6	9.644	-2.266	-4009.3484	-1065.6826	402.649
87	87.02	173	58	0	1.36	3.06	55.925	-14.404	-4055.3202	-1059.9104	388.511
87	88	136	23	50	1.36	1.5	636.312	-70.624	-4460.483	-626.953	334.391
87	89	161	51	40	1.36	1.5	959.615	-60.864	-4911.6316	-767.03974	344.151
87	87.03	173	2	20	1.36	1.5	81.336	-2.806	-4080.4414	-1055.931	402.209
87	87.04	173	56	30	1.36	1.5	98.867	-2.836	-4098.0198	-1055.354	402.179
88	88.01	309	10	50	1.36	1.6	552.37	66.84	-4111.5142	-1055.1275	400.991
88	88.02	306	28	15	1.36	3.6	531.54	69.38	-4144.5284	-1054.396	401.531
88	88.03	301	37	0	1.36	2.6	504.69	74.85	-4195.9075	-1056.7341	408.001
88	88.04	300	0	20	1.36	1.6	500.34	74.75	-4210.271	-1060.2359	408.901
88	88.05	296	18	55	1.36	1.6	496.017	71.27	-4240.5936	-1071.5669	405.421
88	88.06	291	11	30	1.36	1.6	490.03	68.4	-4283.3425	-1083.8454	402.551
88	88.07	289	7	40	1.36	1.6	484.56	66.99	-4301.7043	-1084.7605	401.141
88	88.08	286	59	20	1.36	1.6	479.27	70.2	-4320.4469	-1085.3083	404.351
88	88.09	283	31	20	1.36	1.6	477.19	70.2	-4348.9052	-1090.915	404.351
88	88.1	279	39	20	1.36	1.6	483.53	66.56	-4379.383	-1103.6332	400.711
88	88.11	275	8	3.5	1.36	1.6	492.98	71.38	-4416.2909	-1117.9483	405.531
88	88.12	274	26	20	1.36	1.6	494.02	76.12	-4422.2479	-1119.4912	410.271
88	88.13	269	17	40	1.36	1.6	500.04	78.63	-4466.6404	-1126.9551	412.781
89	89.01	319	54	30	1.52	1.6	561.24	64.551	-4482.2745	-1128.4852	408.622
89	89.02	312	49	45	1.52	1.6	537.225	41.99	-4546.4181	-1161.0319	386.061
89	89.03	307	59	0	1.52	1.6	537.39	20.2	-4580.9045	-1190.6051	364.271
89	89.04	302	45	50	1.52	1.6	538.34	3.211	-4620.2936	-1219.7341	347.282
89	89.05	298	43	50	1.52	1.6	541.22	-1.18	-4651.4719	-1241.6301	342.891
89	89.06	288	35	35	1.52	1.6	534.88	-4.5	-4741.0881	-1274.0028	339.571
89	89.07	276	46	0	1.52	1.6	522.58	33.33	-4850.0579	-1285.9796	377.401
89	89.08	268	59	35	1.52	1.6	595.91	70.72	-4922.1039	-1362.8577	414.791
89	89.09	265	18	35	1.52	1.6	614.94	65.75	-4961.9149	-1379.9205	409.821
89	89.1	261	34	40	1.52	1.6	676.166	103.3	-5010.6674	-1435.9137	447.371
89	90	217	8	35	1.52	1.6	614.11	43.62	-5401.1574	-1137.8438	387.691
89	91	220	9	5	1.52	1.5	1290.24	123.006	-5897.818	-1598.9987	467.177

Continuación de apéndice 2.

EST	P.O.	AZIMUT			DE 6 + 600 A E 7 + 700				COORDENADAS		
		G	M	S	H.I.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL (Y)	TOTAL (X)	COTA (Z)
91	91.01	8	57	45	1.485	1.6	878.246	-20.335	-5030.2949	-1462.1785	446.727
91	91.02	6	44	30	1.485	1.6	840.447	-53.94	-5063.1822	-1500.3361	413.122
91	91.03	5	17	30	1.485	3.6	774.65	-39.66	-5153.3544	-1530.0461	425.402
91	91.04	4	26	50	1.485	2.6	733.92	-38.41	-5166.1077	-1542.0899	427.652
91	91.05	1	59	5	1.485	1.6	707.97	-36.88	-5190.2727	-1574.4795	430.182
91	91.06	358	53	30	1.485	1.6	690.53	-36.19	-5207.4172	-1612.3555	430.872
91	91.07	356	23	55	1.485	1.6	671.74	-33.85	-5227.4045	-1641.1938	433.212
91	91.08	353	12	40	1.485	3.6	637.09	-31.327	-5265.195	-1674.31	433.735
91	91.09	350	59	25	1.485	1.6	587.26	-28.54	-5317.8037	-1690.9648	438.522
91	91.1	348	42	20	1.485	1.6	571.16	-27.28	-5337.7193	-1710.861	439.782
91	91.11	346	16	20	1.485	1.6	574.62	-26.97	-5339.6125	-1735.3612	440.092
91	91.12	341	14	10	1.485	1.6	607.42	-30.48	-5322.681	-1794.3868	436.082
91	91.13	337	56	30	1.485	1.6	596.06	-50.01	-5345.3884	-1822.8492	417.052
91	91.14	329	56	30	1.485	1.6	575.6	-94.443	-5399.627	-1887.306	372.619
91	91.15	325	46	20	1.485	2.6	559.36	-117.071	-5435.3347	-1913.6299	348.991
91	92	140	57	30	1.485	1.5	60.47	6.354	-5944.7843	-1560.9095	473.516
91	91.16	139	36	0	1.485	1.5	44.03	4.93	-5931.3485	-1570.4619	472.092
91	91.17	193	14	10	1.485	1.5	9.93	2.04	-5907.4842	-1601.2723	469.202
91	91.18	224	57	15	1.485	2.2	31.92	3.03	-5920.4069	-1621.5514	469.492
91	91.19	256	56	5	1.485	2.2	60.11	-8.22	-5911.4065	-1657.5526	458.242
91	91.2	294	25	25	1.485	1.5	125.757	-17.202	-5845.82	-1713.5021	449.96
91	91.21	303	49	0	1.485	1.5	171.154	-14.695	-5802.5644	-1741.1973	452.467
91	93	314	3	30	1.485	1.5	178.165	-24.259	-5773.9238	-1727.0338	442.903
91	91.22	271	24	20	1.485	2.2	39.11	-12.85	-5896.8587	-1638.0969	453.612
91	91.23	325	54	20	1.485	1.5	19.2	-15.07	-5881.9182	-1609.7614	452.092
91	91.24	61	34	50	1.485	1.5	50.381	-19.41	-5873.8405	-1554.6892	447.752
91	94	99	45	15	1.485	1.5	187.327	-19.391	-5929.5551	-1414.3797	447.771
93	93.1	327	31	25	1.5	1.6	381.84	-108.83	-5451.7987	-1932.0635	333.973
93	93.2	321	22	55	1.5	1.6	278.66	-80.573	-5556.2001	-1900.9527	362.23
96	93.3	320	174	10	1.5	1.6	202.63	-62.08	-5618.0517	-1856.5051	380.723
93	93.4	310	53	55	1.5	1.6	156.26	-37.93	-5671.6168	-1845.1459	404.873
93	93.5	297	17	0	1.5	1.6	121.36	-21.69	-5718.2934	-1834.8925	421.113
93	93.6	275	18	50	1.5	3.6	53.06	-2.04	-5769.0098	-1779.8657	438.763
93	93.7	254	7	45	1.5	1.6	33.44	3.55	-5783.0686	-1759.1991	446.353

Continuación de apéndice 2.

EST	P.O.	AZIMUT			DE E 7 + 700 + E 8 + 800				COORDENADAS		COTA (Z)
		G	M	S	H.I.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL ( Y)	TOTAL (X)	
92	92.01	333	44	40	1.525	1.6	8.79	-0.4	-593690.12	-1564.798	473.041
92	92.02	358	39	45	1.525	1.6	6.49	-0.81	-5938.2961	-1561.061	472.631
92	92.03	90	43	45	1.525	1.6	5.94	-1.32	-5944.8599	-1554.97	472.121
92	92.04	158	38	15	1.525	1.6	17.14	-2.12	-5960.7467	-1554.6659	471.321
92	92.05	166	59	40	1.525	2.6	31.31	-2.44	-5975.2912	-1553.8633	470.001
92	92.06	191	53	45	1.525	1.5	26.82	-1.33	-5971.0283	-1566.438	472.211
92	92.07	201	14	20	1.525	3.6	36.94	0.99	-5979.2153	-1574.2913	472.431
92	92.08	192	56	35	1.525	1.5	19.65	-1.13	-5963.9351	-1565.3107	472.411
92	92.09	217	3	45	1.525	1.5	24.6	0.2	-5964.4146	-1575.7356	473.741
92	92.1	240	6	5	1.525	1.6	27.71	2.82	-5958.5968	-1584.9315	476.261
92	92.11	215	30	20	1.525	1.5	19.87	1.14	-5960.9597	-1572.4496	474.681
92	92.12	254	48	20	1.525	3.6	27.22	3.51	-5951.9186	-1587.1779	474.951
92	92.13	237	35	45	1.525	1.5	12.37	1.39	-5951.4133	-1571.3533	474.931
92	92.14	268	25	20	1.525	1.6	21.29	1.81	-5945.3705	-1582.1914	475.251
92	92.15	270	37	50	1.525	1.5	10.49	1.47	-5944.6689	-1571.3989	475.011
92	92.16	281	40	15	1.525	1.6	22.8	1.2	-5940.1721	-1583.2381	474.641
92	92.17	288	44	0	1.525	1.5	15.01	1.05	-5939.954	-1575.1527	474.591
94	94.01	285	59	5	1.5	1.5	80.84	-4.66	-5907.2933	-1492.094	443.111
94	94.02	229	12	50	1.5	1.5	10.51	0.51	-5936.4207	-1422.3374	448.281
94	94.03	94	55	10	1.5	1.5	50.43	-8.88	-5933.8798	-1364.1355	438.891
94	94.04	94	57	50	1.5	1.5	93.32	-13.43	-5937.6299	-1321.4097	434.341
94	95	94	19	35	1.5	1.5	103.26	-14.31	-5937.3449	-1311.4139	433.461
95	95.01	192	44	40	1.48	1.5	9.4	-0.96	-5946.5133	-1313.4876	432.481
95	95.02	167	3	0	1.48	1.5	38.4	-5.69	-5974.7682	-1302.8085	427.751
95	96	170	56	55	1.48	1.5	66.55	-9.63	-6003.0662	-1300.9443	423.811
96	96.01	348	39	0	1.5	1.6	13.04	1.413	-5990.2812	-1303.5106	425.124
96	96.02	253	30	30	1.5	1.6	8.4	-0.55	-6005.4507	-1308.9987	423.161
96	96.03	241	35	45	1.5	1.6	41.74	-4.19	-6022.9214	-1337.6594	419.521
96	97	236	59	40	1.5	1.5	88.174	-10	-6051.0963	-1374.8886	413.811
97	97.01	34	9	15	1.495	1.6	10.2	1.25	-6042.6555	-1369.1621	414.956
97	97.02	214	44	55	1.495	1.6	16.77	-2.29	-6064.8756	-1384.4471	411.416
97	97.03	202	3	45	1.495	1.6	75.13	-12.5	-6120.7249	-1403.1087	401.206
97	97.04	198	12	30	1.495	1.6	102.28	-15.41	-6148.2548	-1406.8483	398.296
97	98	198	21	45	1.495	1.5	127.036	-17.76	-6171.664	-1414.9085	396.046
98	98.01	141	58	20	1.505	1.6	7.75	-1.68	-6177.7687	-1410.1341	394.271
98	98.02	133	24	0	1.505	1.6	54.32	-10	-6208.9866	-1375.4409	385.951
98	99	126	46	35	1.505	1.5	38.7	-12.72	-6194.8334	-1383.9106	383.331
99	99.01	76	57	35	1.51	1.6	27.6	-5.73	-6188.6059	-1357.0224	377.511
99	100	81	38	35	1.51	1.5	38.395	-8.04	-6189.2531	-1345.9233	375.301
100	100.01	140	56	20	1.52	1.6	27.51	-4.42	-6210.6139	-1328.5879	370.801
100	101	141	38	5	1.52	1.5	51.428	-9.87	-6229.5762	-1314.0033	365.451
101	102	155	37	30	1.5	1.5	24.52	-5.96	-6251.9106	-1303.8838	359.491
102	102.01	201	7	15	1.47	1.6	27.64	-8.59	-6277.6938	-1313.8434	350.771
102	103	195	50	15	1.47	1.5	55.75	-17.87	-6305.5443	-1319.0985	341.591
103	103.01	18	19	20	1.58	1.6	3.19	-0.28	-6302.516	-1318.0957	341.291
103	103.02	247	26	40	1.58	1.6	32.32	-6.55	-6317.9416	-1348.9463	335.021
103	104	250	14	50	1.58	1.5	41.09	-5.89	-6319.4312	-1357.7707	335.781
104	104.01	96	39	25	1.535	1.6	9.4	-0.98	-6320.5209	-1348.4341	334.736
104	104.02	144	44	40	1.535	1.6	8.19	-1.5	-6322.8593	-1350.3327	334.216
104	104.03	55	44	55	1.535	1.6	4.07	-0.4	-6317.1405	-1354.4066	335.316
104	104.04	287	45	0	1.535	1.6	10.81	1.11	-6316.1356	-1368.0661	336.826
104	104.05	292	14	30	1.535	1.6	15.29	1.44	-6313.6437	-1371.9231	337.156

Continuación de apéndice 2.

EST	P.O.	AZIMUT			DE E 8 + 800 A E 9 + 700			COORDENADAS			
		G	M	S	H.I.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST. V.(M)	TOTAL (Y)	TOTAL (X)	COTA (Z)
104	105	290	57	45	1.535	1.35	49.14	3.42	-6301.871	-1403.6584	339.386
105	105.01	63	27	25	1.51	1.6	15.53	-1.61	-6294.911	-1389.7653	337.686
105	105.02	260	50	5	1.51	1.6	12.3	0.98	-6303.8102	-1415.8014	340.276
105	105.03	261	1	20	1.51	1.6	27.77	0.13	-6306.1846	-1431.0882	339.426
105	106	255	16	20	1.51	1.5	41.95	1.48	-6312.5158	-1444.2301	344.876
106	106.01	41	38	45	1.525	1.6	5.25	-0.96	-6308.5927	-1440.7414	339.841
106	106.02	114	55	50	1.525	1.6	3.49	-0.77	-6313.9869	-1441.0653	340.031
106	106.03	144	59	30	1.525	1.6	14.44	-3.66	-6324.3432	-1435.9459	337.141
106	106.04	143	40	20	1.525	2.6	41.261	-12.526	-6345.7574	-1419.7869	327.275
106	107	143	43	35	1.525	1.5	68.26	-19.535	-6367.5471	-1403.8446	321.366
107	107.01	252	12	50	1.52	1.6	5.67	-0.79	-6369.2791	-1409.2436	320.496
107	107.02	213	15	0	1.52	1.6	20.32	-0.91	-6384.5405	-1414.9859	320.376
107	108	213	39	25	1.52	1.5	24.842	-1.622	-6388.2249	-1417.6125	319.764
108	108.01	259	15	10	1.51	1.6	16.15	0.79	-6391.2365	-1433.4793	320.464
108	108.02	262	54	40	1.51	1.6	31.29	2.47	-6392.0863	-1448.6634	322.144
108	108.03	262	0	10	1.51	1.5	45.24	2.78	-6394.5189	-1462.4126	322.554
108	109	263	8	45	1.51	1.5	65.095	7.87	-6395.9935	-1482.2423	327.644
109	109.01	45	9	30	1.54	1.5	4.55	0.04	-6392.7851	-1479.0161	327.724
109	110	198	36	45	1.54	1.5	35.21	1.34	-6429.362	-1493.4801	329.024
110	110.01	34	10	30	1.48	1.6	4.03	-0.36	-6426.0278	-1491.2164	328.544
110	110.02	145	50	25	1.48	1.6	13.11	-2.6	-6440.2102	-1486.1189	326.304
110	111	172	21	25	1.48	1.5	36.05	-5.39	-6465.0917	-1488.6855	323.614
111	111.01	196	54	25	1.49	1.6	9.59	-0.7	-6474.2672	-1491.4744	322.804
111	111.02	204	5	20	1.49	1.6	43.27	-0.65	-6504.5934	-1506.3463	322.854
111	112	206	6	5	1.49	1.5	75.13	-2.77	-6532.5597	-1521.7397	320.834
112	112.01	220	47	10	1.56	1.6	2.03	0.17	-6534.0967	-1523.0658	320.964
112	112.02	132	42	40	1.56	1.6	14.75	-3.88	-6542.5647	-1510.9017	316.914
112	112.03	137	43	30	1.56	1.6	30.3	-8.14	-6554.9794	-1501.3572	312.654
112	113	135	52	15	1.56	1.5	55.73	-17.35	-6572.5611	-1482.9361	303.544
113	113.01	337	22	50	1.53	1.6	9.98	2.681	-6563.3488	-1486.7745	306.1555
113	113.02	226	49	5	1.53	1.6	12.29	1.842	-6580.9714	-1491.8978	305.316
113	113.03	219	26	40	1.53	1.6	40.55	3.13	-6603.8755	-1508.6988	306.604
113	113.04	220	58	25	1.53	1.6	57.56	4.61	-6616.0196	-1520.6789	308.084
113	114	219	38	55	1.53	1.5	96.72	9.58	-6647.0328	-1544.651	313.154
114	114.01	39	42	15	1.475	1.6	9.41	-0.53	-6639.7932	-1538.6397	312.499
114	114.02	195	12	50	1.475	1.6	9.64	0.74	-6656.335	-1547.1807	313.769
114	114.03	187	18	55	1.475	1.6	16.98	0.81	-6663.8746	-1546.813	313.839
114	114.04	183	9	30	1.475	1.6	45.92	0.11	-6692.8831	-1547.181	313.139
114	115	184	21	0	1.475	1.5	65.98	-1.68	-6712.8228	-1549.6555	311.449
115	115.01	169	12	25	1.51	1.5	4.43	-0.69	-6717.1744	-1548.8259	310.769
115	116	137	37	0	1.51	1.5	45.2	-9.294	-6746.2098	-1519.1867	302.165
116	116.01	183	19	25	1.56	1.5	22.16	-2.66	-6768.3325	-1520.4715	299.565
116	117	181	10	50	1.56	1.5	31.49	-3.93	-6777.6931	-1519.8355	298.295
117	117.01	355	13	45	1.51	1.5	3.44	0.48	-6774.265	-1520.1216	298.785
117	117.02	145	57	0	1.51	1.5	5.89	-0.93	-6782.5733	-1516.5376	297.375
117	117.03	142	5	40	1.51	1.5	19.52	-4.1	-6793.0949	-1507.8432	294.205
117	118	141	6	35	13.51	13.5	20.41	-4.18	-6793.5792	-1507.0215	294.125
118	118.01	230	2	15	1.58	1.5	19.35	-0.16	-6806.0075	-1521.8526	294.045
118	118.02	231	51	20	1.58	1.5	32.53	-0.02	-6813.6713	-1532.6049	294.185
118	118.03	235	6	45	1.58	1.5	40.62	0.24	-6816.8125	-1540.3411	294.445
118	119	233	53	10	1.58	1.5	42.751	0.085	-6818.7764	-1541.5578	294.29
119	119.01	269	48	5	1.53	1.5	16.01	0.305	-6818.8318	-1557.5677	294.621
119	120	269	17	0	1.53	1.5	39.47	-0.85	-6819.27	-1581.0247	293.47
120	120.01	170	29	15	1.53	1.6	22.78	-3.54	-6841.7368	-1577.26	289.86
120	120.02	173	47	0	1.53	1.6	20.68	-3.36	-6839.8284	-1578.7853	290.04
120	120.03	186	28	10	1.53	1.6	22.91	-3.46	-6842.0341	-1583.606	289.94
120	120.04	175	0	15	1.53	1.5	43.24	-5.38	-6862.3458	-1577.2592	288.12
120	121	180	24	40	1.53	1.5	41.18	-5.42	-6860.449	-1581.3202	288.08
121	121.01	281	7	55	1.575	1.6	31.21	-0.67	-6854.4233	-1611.9429	287.385
121	122	281	0	10	1.575	1.5	60.81	-1.65	-6848.843	-1641.0123	286.505
122	122.01	131	44	30	1.575	1.5	2.57	-0.096	-6850.554	-1639.0947	286.484
122	122.02	199	50	30	1.575	1.5	23.64	-2.791	-6871.0796	-1649.0363	283.789
122	122.03	201	9	55	1.575	1.5	46.11	-4.94	-6891.8425	-1657.6608	281.64
122	123	198	32	10	1.575	1.5	58.48	-5.44	-6904.2892	-1659.6033	281.14
123	123.01	148	45	50	1.575	1.5	38.45	-0.86	-6937.1654	-1639.6644	280.325
123	123.02	150	2	40	1.545	1.5	41.02	-1.45	-6939.8295	-1639.1208	279.775
123	123.03	156	38	40	1.545	1.5	46.08	-1.39	-6946.5936	-1641.3355	279.795

Continuación de apéndice 2.

EST	P.O.	AZIMUT			DE E 9 + 700 A E 11 + 174.51				COORDENADAS		
		G	M	S	H.I.(M)	AL.PRISMA(M)	DIST.H(M)	DIST.V.(M)	TOTAL (Y)	TOTAL (X)	COTA (Z)
123	124	168	19	45	1.545	1.56	61.17	0.006	-6964.1946	-1647.2293	281.191
124	124.01	17	41	10	1.53	1.5	11.82	-0.004	-6952.9333	-1643.6383	281.217
124	124.02	193	7	5	1.53	1.5	75.14	0.77	-7037.3738	-1664.2829	281.991
124	125	194	15	30	1.53	1.5	82.89	0.78	-7044.5312	-1667.6446	282.001
125	125.01	214	24	55	1.525	1.5	13.46	0.26	-7055.6352	-1675.252	282.286
125	125.02	220	56	10	1.525	1.5	47.19	0.99	-7080.1804	-1698.5643	283.006
125	125.03	222	8	15	1.525	1.5	59.6	1.78	-7088.7268	-1707.631	283.806
125	126	220	46	5	1.525	1.5	98.24	4.4	-7118.9342	-1731.7952	286.426
126	126.01	77	5	40	1.52	1.5	2.52	-0.08	-7118.3713	-1729.3388	286.366
126	126.02	203	32	5	1.52	1.5	30.05	0.56	-7146.4846	-1743.7943	287.006
126	126.03	198	2	25	1.52	1.5	33.27	0.059	-7150.5686	-1742.0984	287.036
126	127	198	27	0	1.52	1.5	39.46	0.63	-7156.3659	-1744.2833	287.076
127	127.01	180	37	10	1.56	1.5	16.53	0.4	-7172.895	-1744.4621	287.536
127	127.02	182	51	55	1.56	1.5	44.27	1.34	-7200.5806	-1746.4963	288.476
127	128	184	53	50	1.56	1.5	43.69	1.27	-7199.8964	-1748.0131	288.406
128	128.01	185	44	15	1.55	1.6	12	0.28	-7211.8363	-1749.2128	288.636
128	128.02	197	25	45	1.55	1.6	63.92	1.14	-7260.8817	-1767.1588	289.496
128	128.03	197	49	0	1.55	1.6	77.01	0.92	-7273.2131	-1771.576	289.276
128	128.04	196	57	25	1.55	0.05	116.45	2.473	-7301.2837	-1781.9761	292.379
128	129	197	39	35	1.55	1.5	130.435	3.41	-7324.1847	-1787.5823	291.866
129	129.01	163	15	30	1.51	1.5	3.861	-0.11	-7327.882	-1786.4701	291.766
129	129.02	191	24	10	1.51	1.5	17.48	-1.66	-7341.3197	-1791.0382	290.216
129	130	201	45	5	1.51	1.5	19.322	-1.518	-7342.131	-1794.7426	290.358
130	130.01	72	19	30	1.49	1.5	14.69	-0.68	-7337.6708	-1780.7461	289.668
130	130.02	244	44	50	1.49	1.5	23.37	0.9	-7352.1009	-1815.8793	291.248
130	130.03	232	3	55	1.49	1.5	24.86	0.92	-7357.4159	-1814.3485	291.168
130	130.04	240	8	25	1.49	1.5	36.13	1.1	-73360.1193	-1826.0763	291.448
130	130.05	243	27	40	1.49	1.5	44.37	1.2	-7361.9557	-1834.4374	291.548
130	130.06	251	13	35	1.49	1.5	42.53	1.19	-7355.8184	-1835.0099	291.538
130	131	250	0	30	1.49	1.5	116.95	1.74	-7382.1142	-1904.6455	292.088
131	131.01	67	50	35	1.56	1.5	41.63	-0.7	-7366.4137	-1866.0897	291.448
131	131.02	57	34	0	1.56	0	41.14	-1.7	-7360.0501	-1869.9227	291.948
131	131.03	58	23	5	1.56	1.5	20.66	-0.83	-7371.284	-1887.0517	291.318
131	131.04	74	3	20	1.56	1.5	20	-0.76	-7376.6201	-1885.4149	291.388
131	131.05	229	56	5	1.56	1.5	14.66	1.04	-7391.5503	-1915.865	293.188
131	131.06	244	56	50	1.56	1.5	22.22	2.29	-7391.5409	-1924.7668	294.438
131	131.07	256	54	40	1.56	1.5	22.13	2.42	-7387.1259	-1926.2006	294.568
131	131.08	229	50	50	1.56	1.5	34.41	2.08	-7404.5466	-1930.7383	294.228
131	132	232	51	0	1.56	1.5	80.4	-0.498	-7430.6681	-1968.7289	291.65
132	132.01	55	23	0	1.5	1.6	11.96	-2.63	-7423.8738	-1958.8862	288.92
132	132.02	242	36	5	1.5	1.6	13.73	1.89	-7436.9864	-1980.9188	293.44
132	133	240	35	35	1.5	1.5	196.6	12.97	-7527.2005	-2139.9978	304.62
133	133.01	60	12	25	1.49	1.6	20.13	-2.88	-7517.1986	-2122.5285	301.63
133	133.02	266	16	45	1.49	1.5	17.54	2.94	-7528.3388	-2157.5009	307.55
133	133.03	264	29	25	1.49	1.5	62.77	15.24	-7533.2274	-2202.4778	319.85
133	134	264	3	30	1.49	1.5	136.28	32.29	-7541.3077	-2275.5457	336.9
134	134.01	168	42	55	1.43	1.5	6.74	-1.24	-7547.9174	-2274.2268	335.59
134	134.02	226	52	45	1.43	1.5	34.15	-0.02	-7564.6506	-2300.4723	336.81
134	134.03	225	36	25	1.43	1.5	94.94	0.34	-7607.7255	-2343.3858	337.17
134	134.04	236	4	55	1.43	1.5	164.38	2.15	-7633.0328	-2411.9542	338.98
134	134.05	236	12	5	1.43	1.5	187.94	2.96	-7645.8541	-2431.7235	339.79
134	134.06	236	4	35	1.43	1.5	193	2.7	-7649.0185	-2435.6937	339.53
135	134.07	236	30	10	1.43	1.5	212.72	4.78	-7658.7071	-2452.9356	341.61
134	134.08	238	23	5	1.43	1.5	240.1	8.8	-7667.1712	-2480.0118	345.63
134	134.09	238	44	25	1.43	1.5	255.88	9.9	-7674.0885	-2494.278	346.73
134	134.1	240	7	50	1.43	1.5	309.18	23.26	-7695.2872	-2543.655	360.09
134	134.11	240	19	20	1.43	1.5	344.31	41.04	-7711.7831	-2578.6904	377.87
134	135	241	15	10	1.43	1.5	391.81	62.86	-7729.7472	-2619.0652	399.69
134	134.12	242	15	55	1.43	1.5	397.08	63.95	-7726.1002	-2627.0059	400.78
134	134.13	241	35	15	1.43	1.5	404.77	65.51	-7733.9038	-2631.5591	402.34
134	134.14	241	2	35	1.43	1.5	413.79	67.25	-7741.645	-2637.6053	404.08
134	134.15	240	6	45	1.43	1.5	417.89	70.09	-7749.5417	-2637.8586	406.92
134	134.16	238	55	20	1.43	1.5	417.76	73.13	-7756.9559	-2633.3435	409.96
134	134.17	237	50	0	1.43	1.5	413.72	73.46	-7761.5656	-2625.761	410.29
134	134.18	237	51	35	1.43	1.5	405.31	69.02	-7756.9306	-2618.7412	405.85
134	134.19	238	6	25	1.43	1.5	395.74	64.75	-7750.3912	-2611.5431	401.58
134	134.2	239	14	55	1.43	1.5	387.52	61.88	-7739.4521	-2608.5781	398.71
134	134.21	240	49	50	1.43	1.5	384.24	61.33	-7728.584	-2611.0572	398.16
134	134.22	242	42	0	1.43	1.5	383.81	59.84	-7717.342	-2616.6059	396.67
134	134.23	240	23	15	1.43	1.5	394.81	63.89	-7736.3958	-2618.7885	400.72
134	134.24	240	12	45	1.43	1.5	404.74	66.65	-7742.3763	-2626.809	403.48
134	134.25	239	10	50	1.43	1.5	403.67	67.86	-7748.1217	-2622.2119	404.69
134	134.26	239	12	45	1.43	1.5	395.43	64.96	-7743.7107	-2615.2484	401.79
134	134.27	236	56	55	1.43	1.5	427.3	80.61	-7774.3533	-2633.7008	417.44
134	134.28	232	34	35	1.43	1.5	478.59	94.28	-7834.1483	-2655.6248	431.11
134	134.29	231	3	55	1.43	1.5	468.55	95.05	-7835.796	-2639.9846	431.88

Fuente: elaboración propia.



## **ANEXOS**

# Anexo 1. Ensayo de compresión triaxial



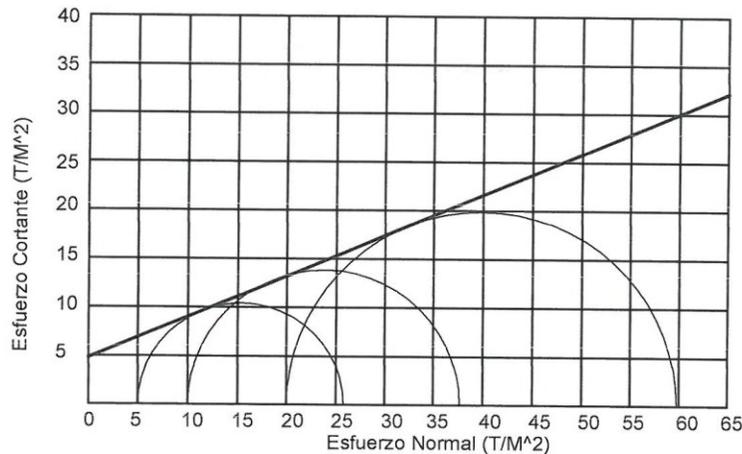
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008824

## ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No. 401 S.S. O.T.No.: 25,956  
 INTERESADO: Luis Fernando Bolaños Estrada, carne 2000-2372.  
 PROYECTO: EPS. Diseño de un Puente Peatonal.  
 UBICACIÓN: Aldea Tulumaje, del Municipio de San Agustín Acasaguastán, El Progreso.  
 pozo: 1 Profundidad: 2.5 m. Muestra: 1  
 Fecha: 11 de Septiembre de 2009.



### PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA :  $\phi = 22.95^\circ$       COHESIÓN:  $C_u = 4.80 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Limo Arenoso, color café.  
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"  
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESIÓN LATERAL (T/m <sup>2</sup> )	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q (T/m <sup>2</sup> )	20.83	27.67	39.90
PRESIÓN INTERSTICIAL u (T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA Er (%)	3.0	4.5	7.0
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.43	1.43	1.43
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	1.86	1.86	1.86
HUMEDAD (%H)	31.7	31.7	31.7



Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales  
 DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

## Anexo 2. Ensayo de límites de Atterberg



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008825

INFORME No. 402 S. S. O.T.: 25,956

Interesado: Luis Fernando Bolaños Estrada, carne 2000-2372.  
Proyecto: EPS. Diseño de un Puente Peatonal.

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea Tulumaje, del Municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso.

FECHA: 11 de Septiembre de 2009.

### RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	28.6	3.8	ML	Limo Arenoso, color café.

(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Marceia Cano Morales  
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



### Anexo 3. Análisis físico químico



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



**Nº 004219**

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO				INF. No. 23 781	
O.T. No. 25 925					
INTERESADO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA (Carné 200022372)		PROYECTO:	EPS "Diseño del sistema de conducción de agua potable para los barrios Aguahiel, Guayasco y Tamarindo"	
RECOLECTADA POR:	Interesado		DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA/USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea Puerta Golpe, S.A. Acasaguastán		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-09-02; 07 h 00 min.	
FUENTE:	Nacimiento		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2009-09-02; 10 h 15 min.	
MUNICIPIO:	San Agustín Acasaguastán		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:	El Progreso				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA:	- - ° C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	375,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,49 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH):	07,00 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,10	6. CLORUROS (Cl)	07,50	11. SOLIDOS TOTALES	136,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> )	00,00	7. FLUORUROS ( F )	00,27	12. SOLIDOS VOLÁTILES	07,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> )	01,32	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	129,00
4. CLORO RESIDUAL	- -	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,60
5. MANGANESO (Mn)	00,036	10. DUREZA TOTAL	202,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	125,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	210,00	210,00		

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según 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. 21<sup>TH</sup> EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-09-22

Vo.Bo.

Inga. Teima Maricel Cano Morales  
DIRECTORA IZ/USAC



Zera Bolanos  
Ing. Edilberto Col. No. 420  
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria  
www.Tecnico.usac.edu.gt



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

### Anexo 3. Análisis bacteriológico



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



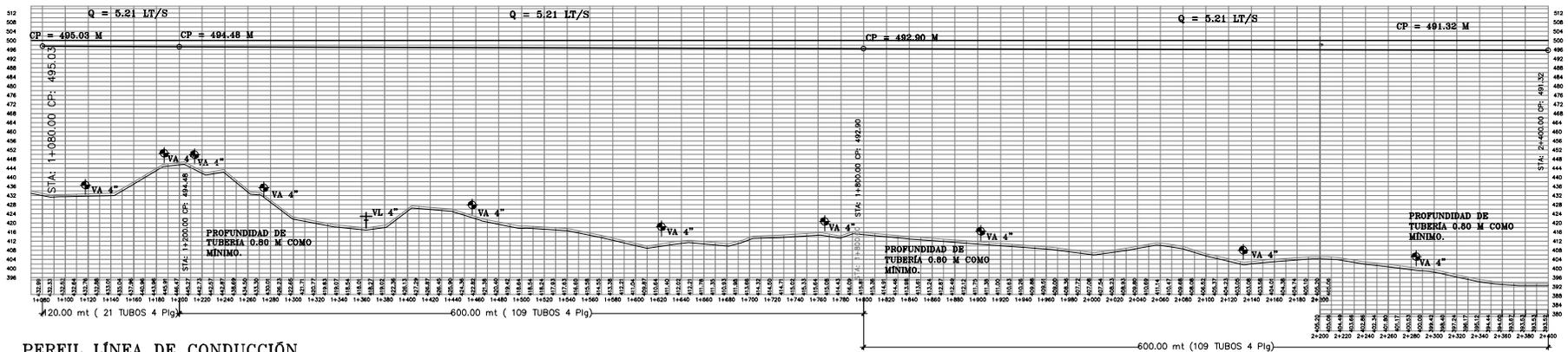
Nº 004220

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 25 925		INF. No.A-305 674	
INTERESADO	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA (Carné No. 200022372)	PROYECTO:	EPS "Diseño del sistema de conducción de agua potable para los barrios Aguahiel, Guayasco y Tamarindo"
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERIA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Aldea Puerta Golpe, S.A. Acasaguastlán	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-09-02; 07 h00 min.
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2009-09-02; 10 h 15 Min
MUNICIPIO:	San Agustín Acasaguastlán	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Sin refrigeración
DEPARTAMENTO:	El Progreso		
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	-----
OLOR:	Inodora		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
		PRUEBA CONFIRMATIVA	
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	-----	-----	Innecesaria
01,00 cm <sup>3</sup>	-----	-----	Innecesaria
00,10 cm <sup>3</sup>	-----	-----	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMINES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		< 2	< 2
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 <sup>TH</sup> 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, 2009 -09-22			
Vo.Bo.			
	Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC	Dra. Alba Tabarini Molina M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993  
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>







**PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-1+080 a E-2+400  
 Escala horizontal 1:1500  
 Escala vertical 1:150



**PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-1+080 a E-2+400  
 Escala horizontal 1:1500

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	CAMINAMIENTO
	PASO AÉREO 15 MT
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	CODO a 45° y 90°
	REDUCIDOR
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VÁLVULA DE AIRE
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VÁLVULAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	RÍO QUEBRADA

**TIPOS DE TUBERÍA A UTILIZAR**

CAMINAMIENTO		LONGITUD	TIPO TUBERÍA	DIAMETRO
C. INICIAL	C. FINAL	METROS (1.05)	ESPECIFICACION	PULGADAS
1+080.00	1+200.00	126.00	SDR 41 (100 PSI)	4.00
1+200.00	1+800.00	630.00	SDR 32.5 (125 PSI)	4.00
1+800.00	2+400.00	630.00	SDR 32.5 (125 PSI)	4.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

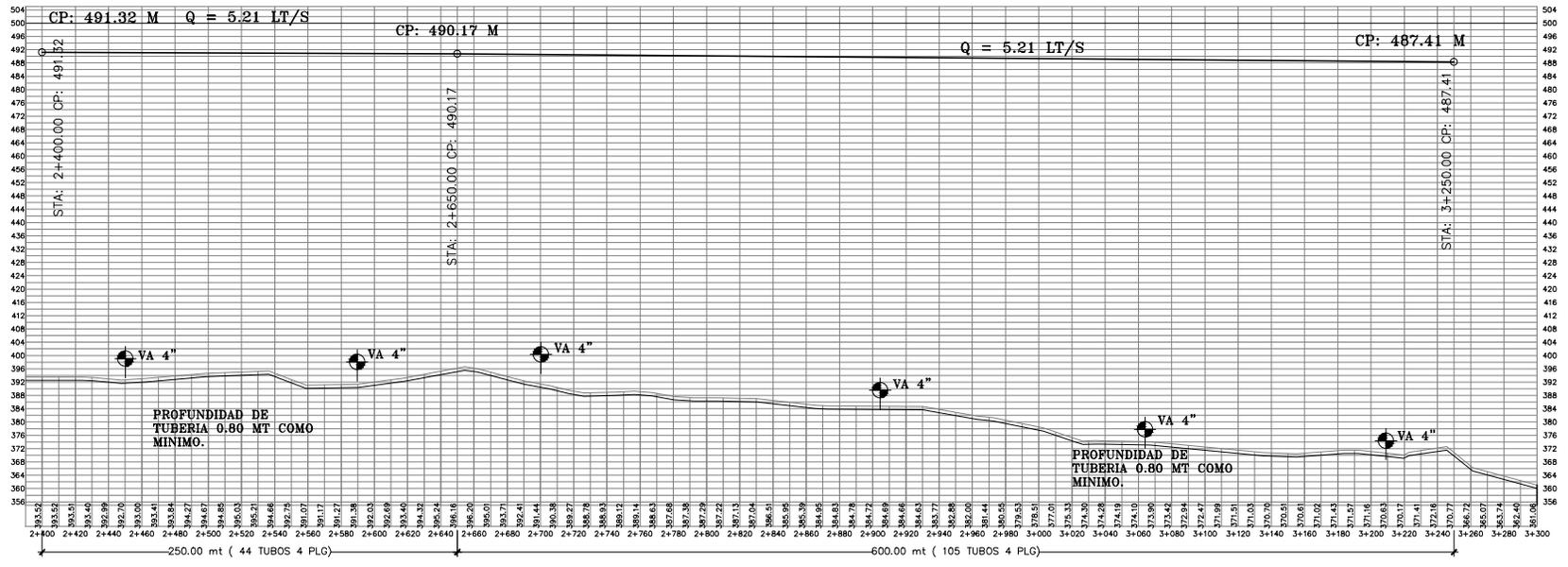
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHUEL, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

DISEÑO Y CÁLCULO:	LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA	ESCALA:	INDICADA
REVISOR:	LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA	FECHA:	SEPTIEMBRE 2.012
AUTORIZA:	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	CONTRATO:	2000-22372

HOJA 2



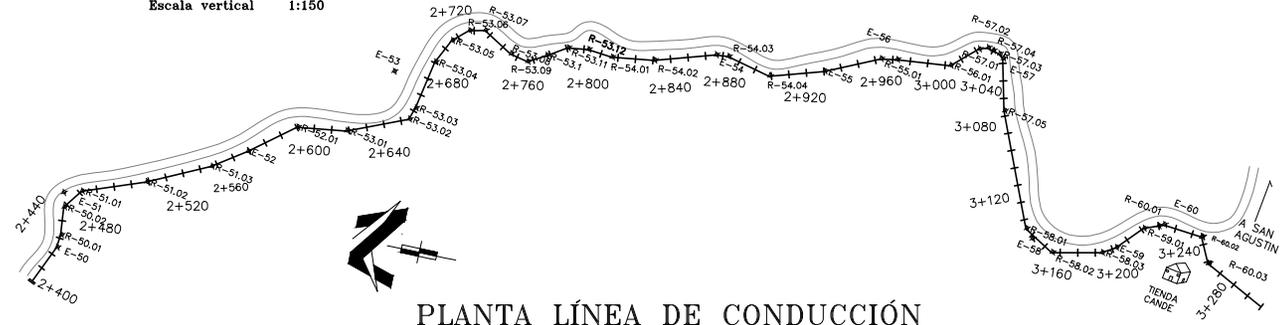


**PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-2+400 a E-3+300

Escala horizontal 1:1500  
Escala vertical 1:150

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	CAMINAMIENTO
	PASO AÉREO 15 MT
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	CORDO A 45 Y 90°
	REDUCIDOR
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VÁLVULA DE AIRE
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VÁLVULAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	RÍO, QUERRADA



**PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-2+400 a E-3+300

Escala horizontal 1:1500

**TIPOS DE TUBERÍA A UTILIZAR**

CAMINAMIENTO		LONGITUD	TIPO TUBERÍA	DIÁMETRO
C. INICIAL	C. FINAL	METROS (1.05)	ESPECIFICACIÓN	PULGADAS
2+400.00	2+650.00	262.50	SDR 26 ( 160 PSI)	4.00
2+650.00	3+250.00	630.00	SDR 17 (250 PSI)	4.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHEL, GUAYAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

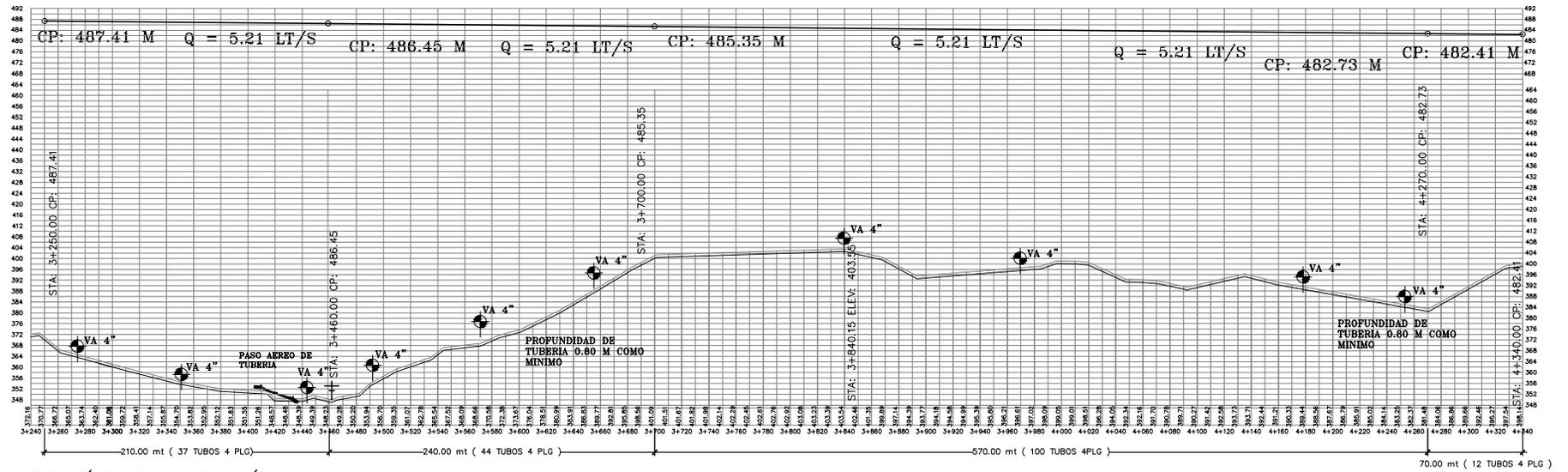
PROFESOR Y CATEDRÁTICO: LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA. FECHA: INDICADA

ALUMNO: LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA. FECHA: SEPTIEMBRE 2.012

ASISTENTE: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ. CARRERA: 2000-22372

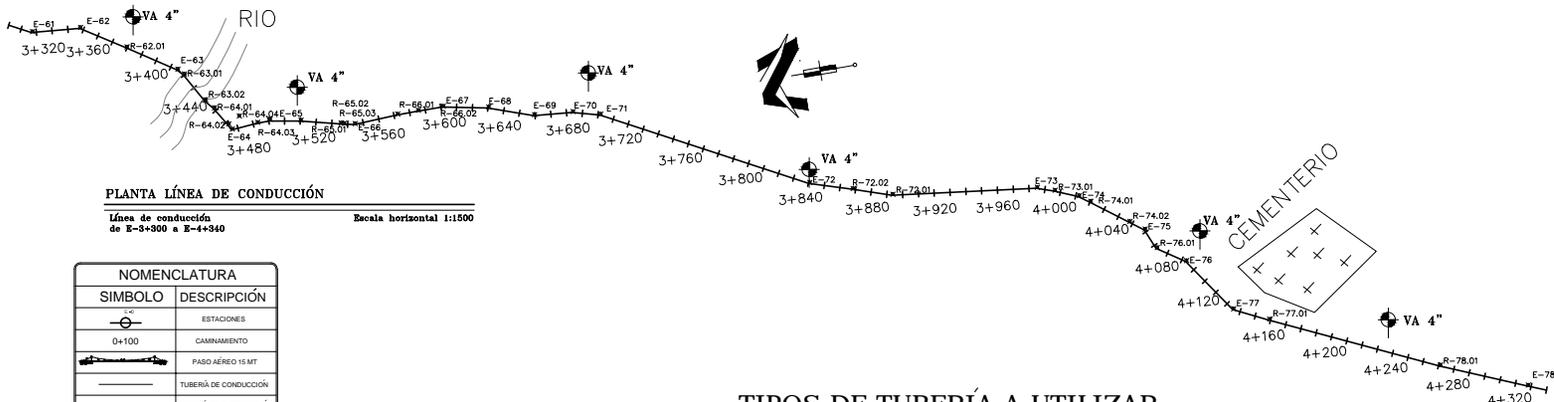
HOJA 3

15



**PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-3+300 a E-4+340    Escala horizontal 1:1500    Escala vertical 1:150



**PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-3+300 a E-4+340    Escala horizontal 1:1500

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	CAMINAMIENTO
	PASO AÉREO 15 MT
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	CODO a 45°/90°
	REDUCTOR
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VÁLVULA DE AIRE
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VÁLVULAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	RÍO. QUEBRADA

**TIPOS DE TUBERÍA A UTILIZAR**

CAMINAMIENTO		LONGITUD	TIPO TUBERÍA	DIÁMETRO
C. INICIAL	C. FINAL	METROS (1.05)	ESPECIFICACIÓN	PULGADAS
3+ 250.00	3+ 460.00	220.50	SDR 17 (250 PSI)	4.00
3+ 460.00	3+ 700.00	252.00	SDR 26 (160 PSI)	4.00
3+ 700.00	4+ 270.00	598.50	SDR 26 ( 160 PSI)	4.00
4+ 270.00	4+ 340.00	73.50	SDR 26 ( 160 PSI)	4.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

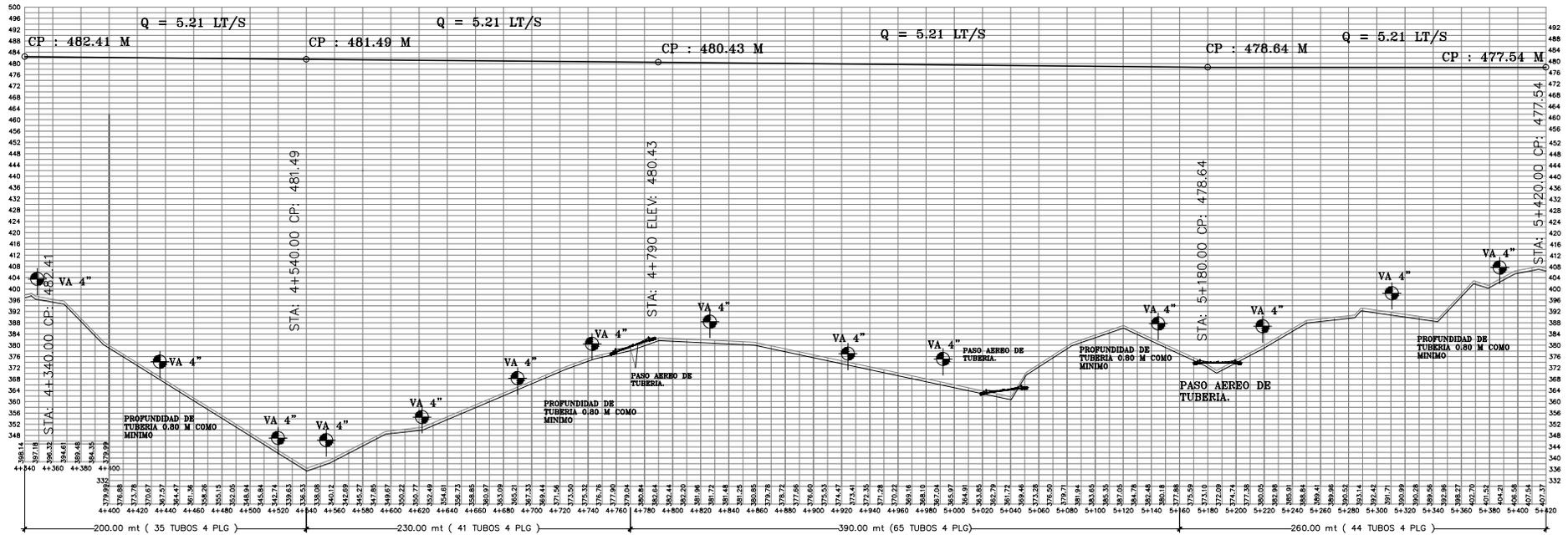
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHUEL, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

PROFESOR Y CATEDRÁTICO	LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA	INDICADA
FECHA:	SEPTIEMBRE 2012	
ALUMNO:	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	2000-22372

HOJA 4

LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA



**PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-4+340 a E-5+420

Escala horizontal 1:1500  
Escala vertical 1:150

**PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-4+400 a E-5+500

Escala horizontal 1:1500

**TIPOS DE TUBERÍA A UTILIZAR**

CAMINAMIENTO		LONGTUD METROS (1.05)	TIPO TUBERÍA ESPECIFICACIÓN	DIAMETRO PULGADAS
C. INICIAL	C. FINAL			
4+340.00	4+540.00	210.00	SDR 17 (250 PSI)	4.00
4+540.00	4+790.00	241.50	SDR 26 (160 PSI)	4.00
4+790.00	5+180.00	409.50	SDR 26 (160 PSI)	4.00
5+180.00	5+420.00	252.00	SDR 32.5 (125 PSI)	4.00

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	CAMINAMIENTO
	PASO AEREO 15 MT
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	CODO a 90°
	REDUCTOR
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VÁLVULA DE AIRE
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VÁLVULAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	RÍO, QUEBRADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

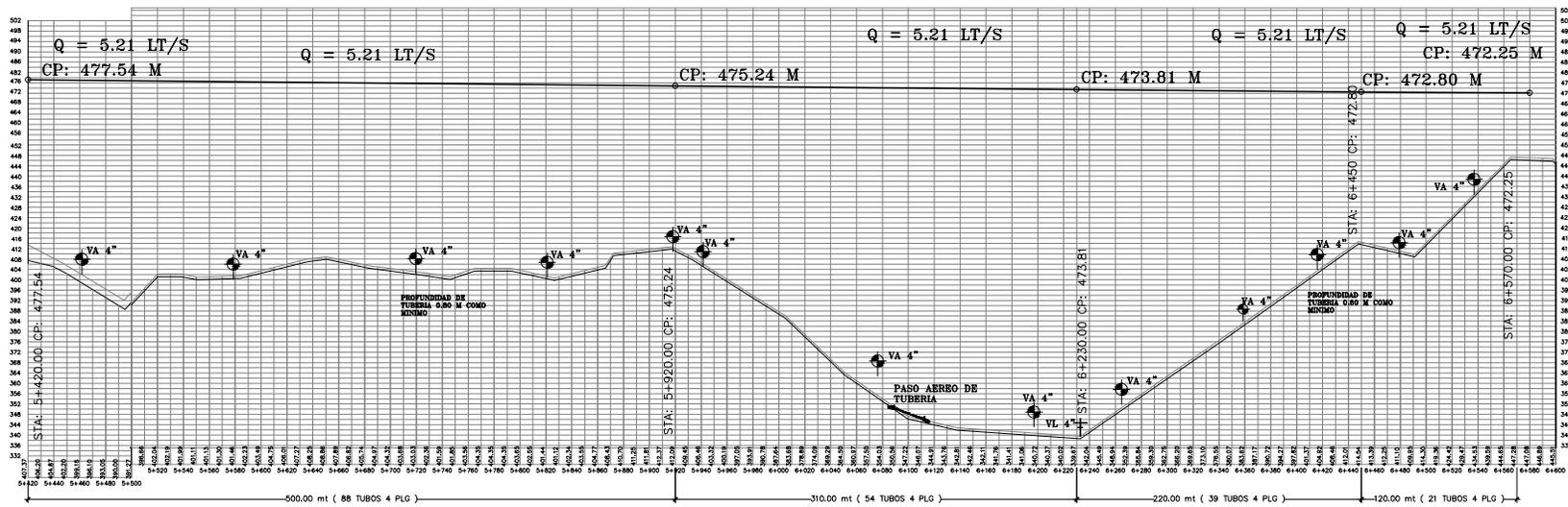
PROFESOR Y CATEDRÁTICO: LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA. INDICADA

ALUMNO: LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA. FECHA: SEPTIEMBRE 2.012

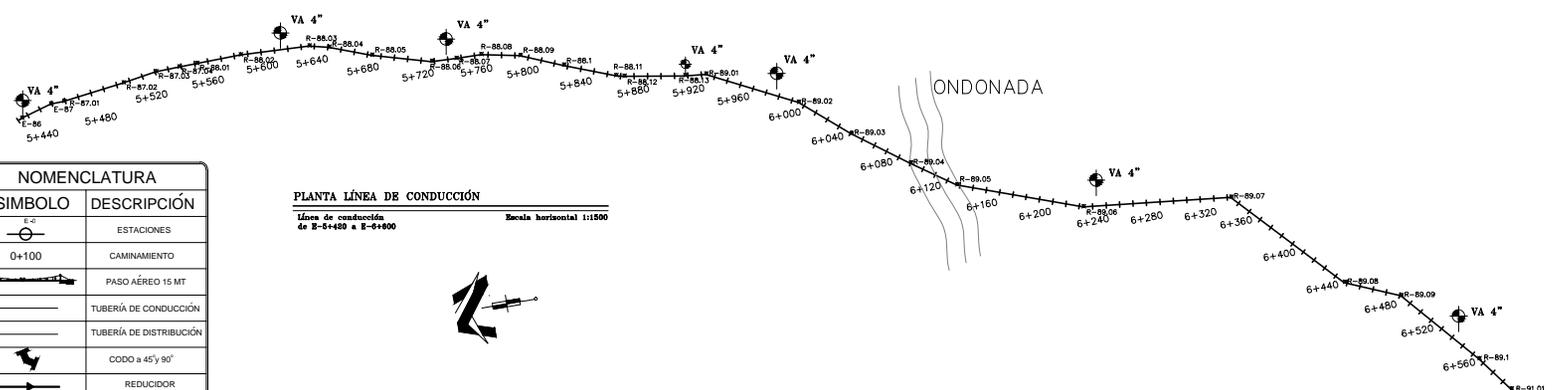
ASISTENTE: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ. CARRERA: 2000-22372

HOJA 5

15



**PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN**  
 Línea de conducción de E=5+420 a E=6+500  
 Escala horizontal 1:1500  
 Escala vertical 1:100



**PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**  
 Línea de conducción de E=5+420 a E=6+500  
 Escala horizontal 1:1500

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	CAMINAMIENTO
	PASO AÉREO 15 MT
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	CODO a 45° y 90°
	REDUCIDOR
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VÁLVULA DE AIRE
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VÁLVULAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	RÍO, QUEBRADA

**TIPOS DE TUBERÍA A UTILIZAR**

CAMINAMIENTO		LONGITUD	TIPO TUBERÍA	DIAMETRO
C. INICIAL	C. FINAL	METROS (1.05)	ESPECIFICACIÓN	PULGADAS
5+ 420.00	5+ 920.00	525.00	SDR 32.5 (125 PSI)	4.00
5+ 920.00	6+ 230.00	325.50	SDR 17 ( 250 PSI)	4.00
6+ 230.00	6+ 450.00	231.00	SDR 32.5 ( 125 PSI)	4.00
6+ 450.00	6+ 570.00	126.00	SDR 41 (100 PSI)	4.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHUEL, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

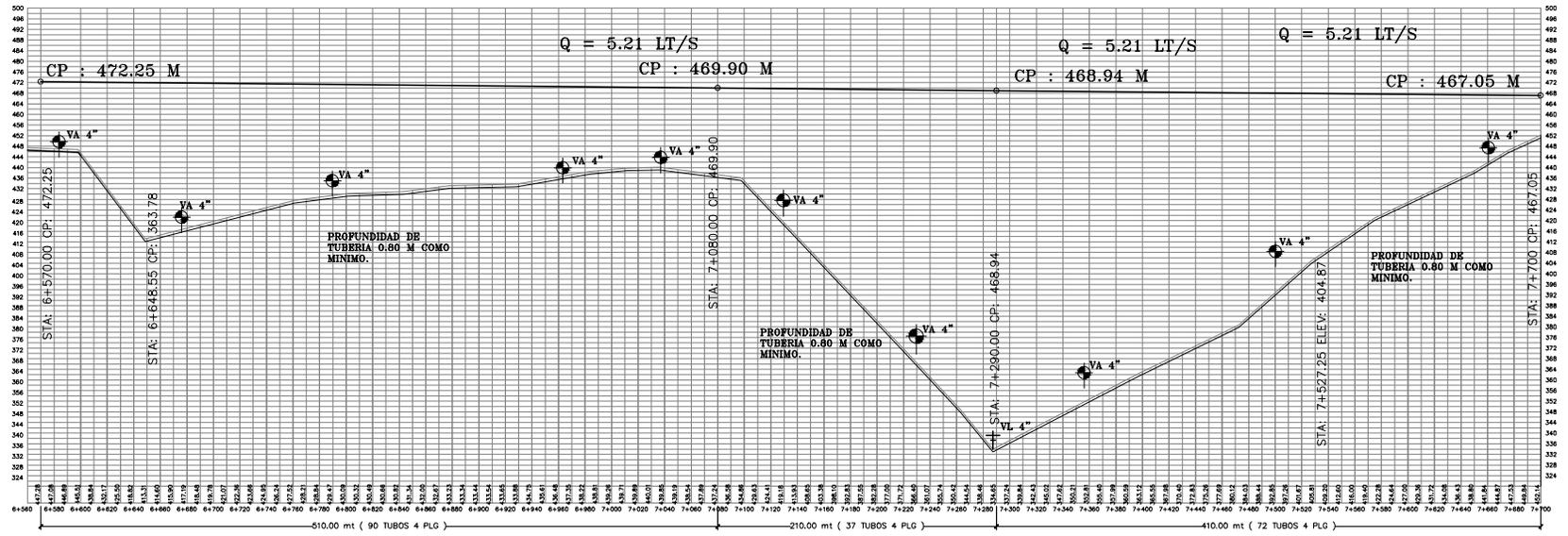
ELABORÓ Y DISEÑÓ: LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA. INDICADA

REVISÓ: LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA. FECHA: SEPTIEMBRE 2, 012

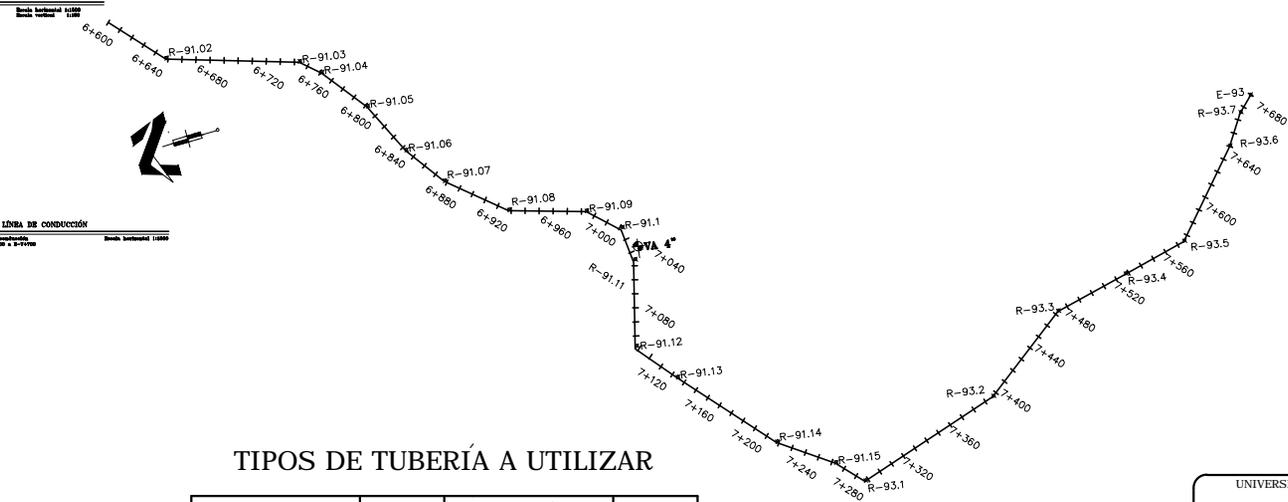
Aprobó: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ. 2000-22372

HOJA 6

15



PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
 Escala: 1:1000  
 Autor: LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN  
 Escala: 1:1000  
 Autor: LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	CAMINAMIENTO
	PASO AÉREO 15 MT
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	CODO a 45° y 90°
	REDUCIDOR
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VÁLVULA DE AIRE
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VÁLVULAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	RÍO, QUEBRADA

### TIPOS DE TUBERÍA A UTILIZAR

CAMINAMIENTO		LONGITUD	TIPO TUBERÍA	DIAMETRO
C. INICIAL	C. FINAL	METROS (1.05)	ESPECIFICACION	PULGADAS
6+570.00	7+140.00	535.50	SDR 41 ( 100 PSI )	4.00
7+140.00	7+520.00	570.00	SDR 17 ( 250 PSI )	4.00
7+520.00	7+700.00	270.00	SDR 26 ( 160 PSI )	4.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHUEL, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN, EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

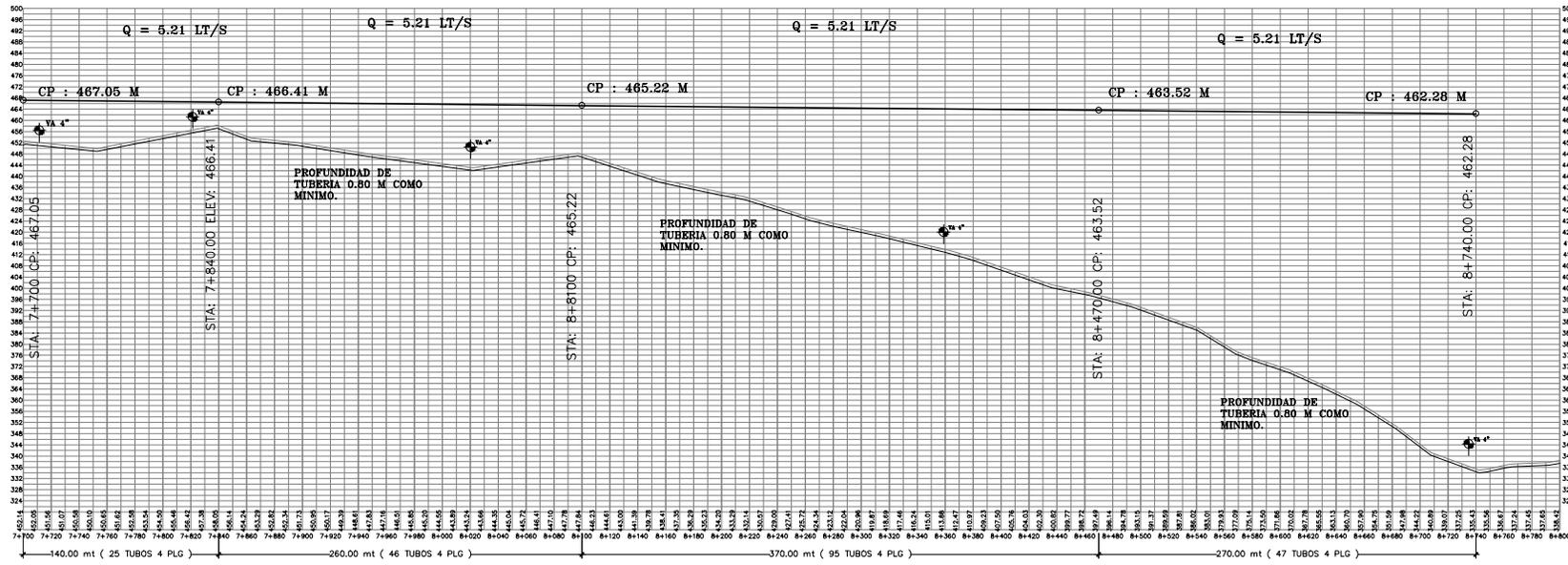
PROFESOR Y CATEDRÁTICO: LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA. FECHA: INDICADA

ALUMNO: LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA. FECHA: SEPTIEMBRE 2012

ASISTENTE: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ. CARRERA: 2000-22372

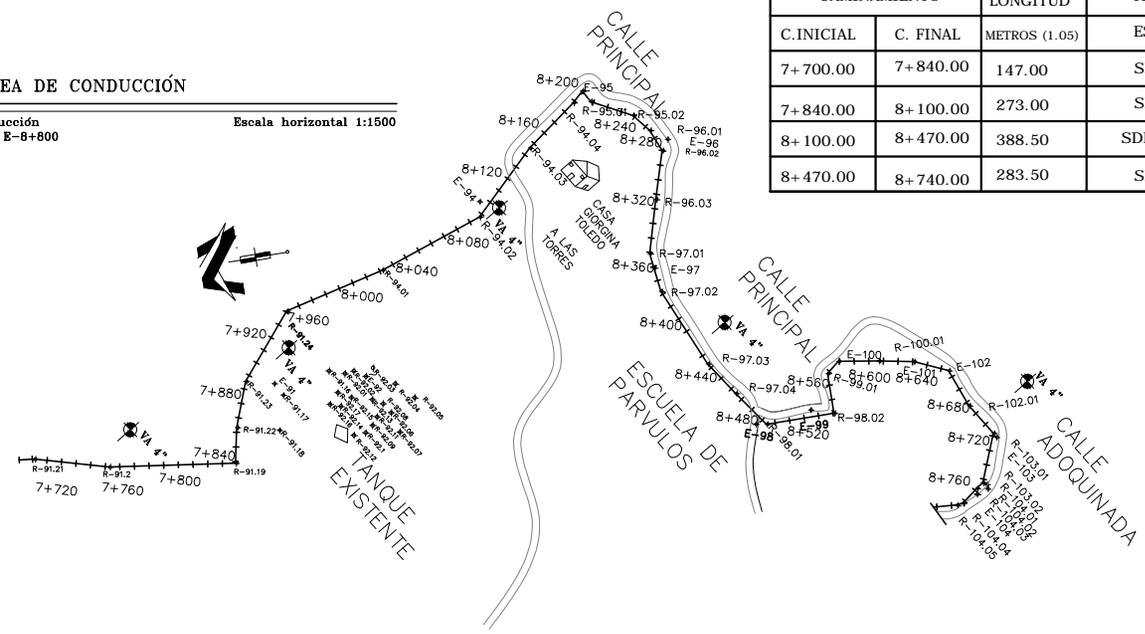
HOJA 7

15



**PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN**  
 Línea de conducción de E-7+700 a E-8+800  
 Escala horizontal 1:1500  
 Escala vertical 1:150

**PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN**  
 Línea de conducción de E-7+700 a E-8+800  
 Escala horizontal 1:1500



**TIPOS DE TUBERÍA A UTILIZAR**

CAMINAMIENTO		LONGITUD	TIPO TUBERÍA	DIÁMETRO
C. INICIAL	C. FINAL	METROS (1.05)	ESPECIFICACION	PULGADAS
7+700.00	7+840.00	147.00	SDR 41 (100 PSI)	4.00
7+840.00	8+100.00	273.00	SDR 41 (100 PSI)	4.00
8+100.00	8+470.00	388.50	SDR 32.50 (125 PSI)	4.00
8+470.00	8+740.00	283.50	SDR 17 (250 PSI)	4.00

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	CAMINAMIENTO
	PASO AÉREO 15 MT
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	CODO 4x45° 90°
	REDUCTOR
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VÁLVULA DE AIRE
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VÁLVULAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	RÍO, QUEBRADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

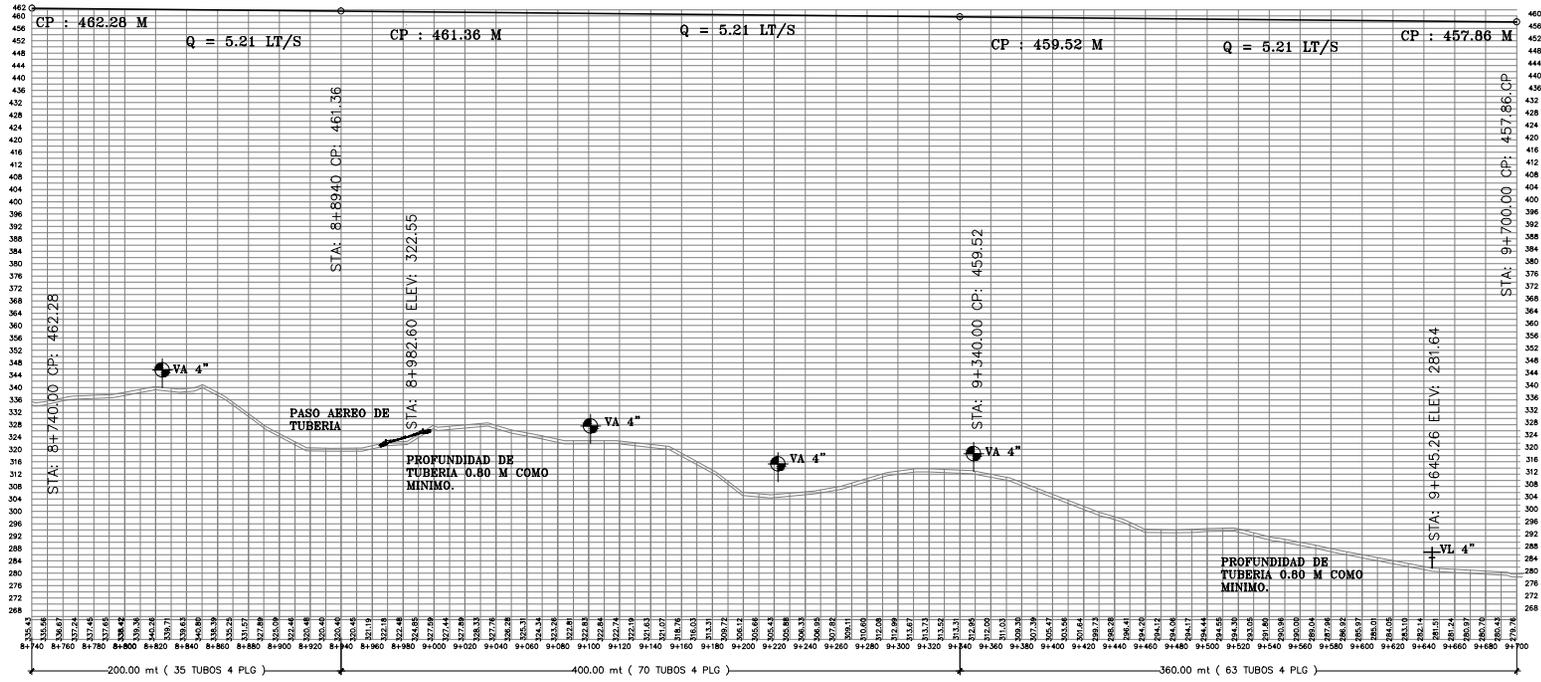
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUANIH, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

PROYECTO Y DISEÑO:	LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA.	FECHA:	INDICADA
REVISOR:	LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA.	FECHA:	SEPTIEMBRE 2012
AUSENTE:	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	CONTRATO:	2000-22372

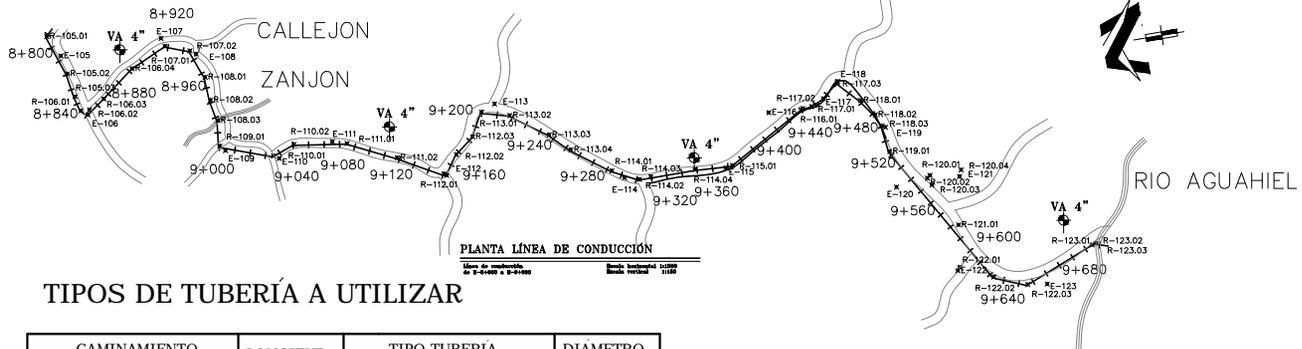
HOJA 8

LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA



**PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

Línea de conducción de E-8+800 a E-9+700 Escala horizontal 1:1500



**TIPOS DE TUBERÍA A UTILIZAR**

CAMINAMIENTO		LONGITUD	TIPO TUBERÍA	DIAMETRO
C. INICIAL	C. FINAL	METROS (1.05)	ESPECIFICACION	PULGADAS
8+ 740.00	8+ 940.00	210.00	SDR 17 (250 PSI)	4.00
8+ 940.00	9+ 340.00	420.00	SDR 17 (250 PSI)	4.00
9+ 340.00	9+ 700.00	378.00	SDR 13.5 ( 315 PSI)	4.00

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ESTACIONES
	0+100
	CAMINAMIENTO PASO AÉREO 15 MT
	TUBERÍA DE CONDUCCIÓN
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	CODO a 45 y 90°
	REDUCIDOR
	TEE
	TAPÓN HEMBRA
	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE LIMPIEZA
	VÁLVULA DE AIRE
	CAPTACIÓN
	CAJA PARA VÁLVULAS
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	RIÓ, QUEBRADA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO.

CONTENIDO: PLANTA Y PERFIL DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN.

PROFESOR Y CATEDRÁTICO: LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA. FECHA: INDICADA

ALUMNO: LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA. FECHA: SEPTIEMBRE 2012

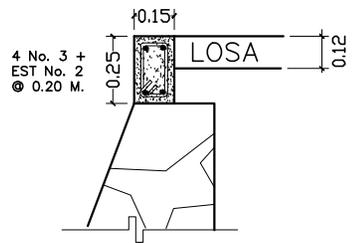
ASISTENTE: ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ. CANTON: 2000-22372

HOJA 9

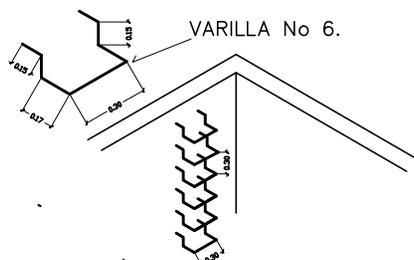
TITULO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIÁN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO. LUIS FERNANDO BOLANOS ESTRADA 15



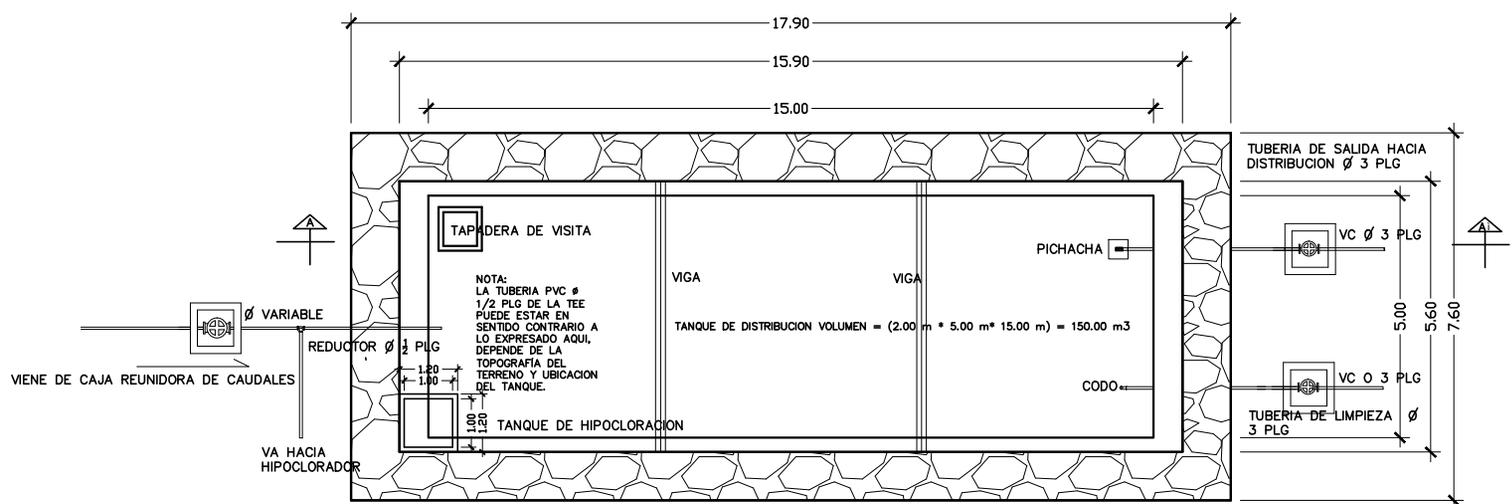




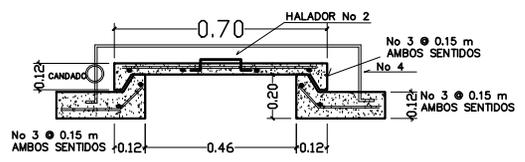
VIGA CORONA SECCIÓN A-Ai  
ESC: 1:10



ISOMÉTRICO ESCALERAS INTERIORES  
SIN ESCALA

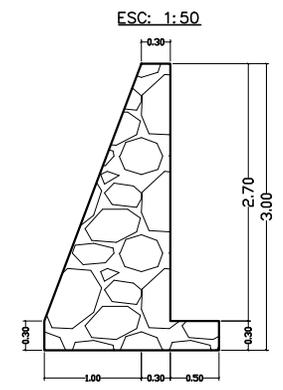


PLANTA DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN.



DETALLE DE TAPADERA

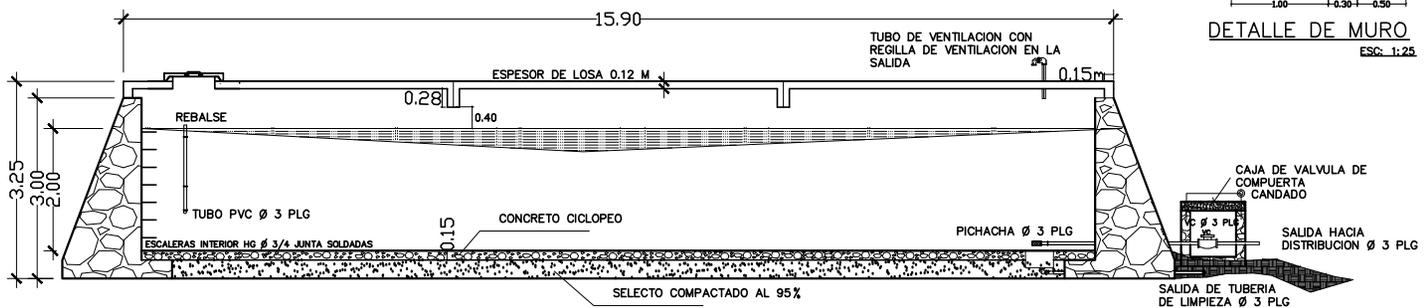
ESC: 1:10



DETALLE DE MURO

ESC: 1:25

ESPECIFICACIONES:  
CONCRETO CICLOPEO :SE TENDRA 0.33% DE PIEDRA BOLA CON DIÁMETRO MAYOR A 4 PLG + 0.67% DE CONCRETO PORRE CON LAS SIGUIENTES CANTIDADES POR METRO CUBICO 3.5 SACOS CEMENTO, 0.53 M3 PIEDRIN CONCRETO: SE UTILIZARA LA PROPORCIÓN 1:2:3 ES DECIR 8:1 SACOS CEMENTO, 0.52 M3 ARENA Y 0.78 M3 PIEDRIN POR CADA METRO CUBICO. ALIZANDOS INTERIORES EN OBRAS DE ARTE: SE UTILIZARA 1.32 M3 ARENA DE RIO CERNIDA CANTIDAD: 15.54 SACOS DE CEMENTO POR CADA METRO CUBICO.  
ACERO DE REFUERZO: DEBERA SER CORRUGADO EXCEPTO PARA ESPIRALES, CABLES O BARRAS No. 2. LAS BARRILLAS DE REFUERZO SERAN GRADO 40. ACABADOS EN TAPADERAS: SE DEBARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR AGUAS DE LLUVIAS. LAS ESCALERAS INTERIORES DEBERAN SER PINTADAS CON PINTURA ANTICORROSION EN TRES OCACIONES CON LA PRIMER Y TERCERA MANO CON COLOR ROJO Y LA SEGUNDA CON COLOR GRIS.



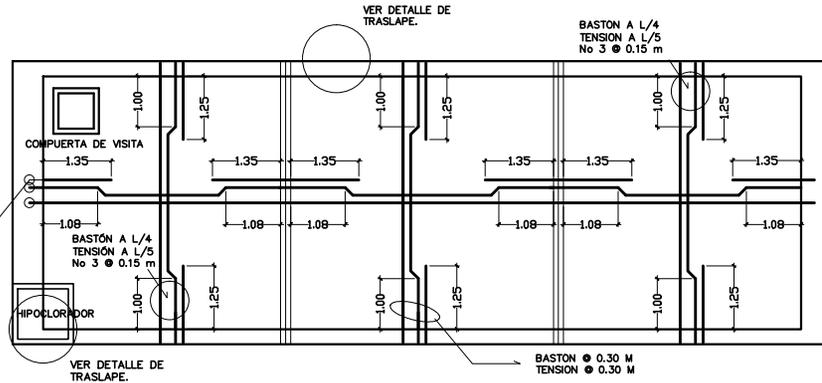
SECCIÓN A-Ai DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN.

ESC: 1:50

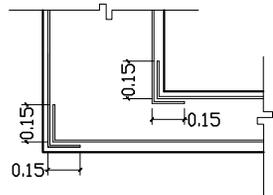
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTAN, TAMARINDO, SAN SEBASTIAN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN - EL PROGRESO.
CONTENIDO:	<b>DETALLES DE TANQUE DE DISTRIBUCION.</b>
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA.
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA.
ASESOR:	ING: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
FECHA:	SEPTIEMBRE 2012
CABINET:	2000-22372
<b>HOJA</b>	
12	
15	

NOTA:  
EL ESPACIAMIENTO DE REFUERZO EN LA LOSA SERA DE 0.10 M EN AMBOS SENTIDOS BAJO EL HIPOCLORADOR. Y EN EL RESTO DE LA LOSA A 0.10 M EN SENTIDO LONGITUDINAL Y A 0.15 EN SENTIDO TRANSVERSAL.

BASTON A L/4 TENSION A L/5 No 3 Ø 0.10 m



PLANTA DE ARMADO DE LOSA SIMPLEMENTE APOYADA  
ESCA: 1:50

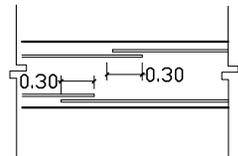


DETALLE TRASLAPE DE GANCHOS  
ESCALA 1:10

**ESPECIFICACIONES:**

- a) DOBLEZ DE 180 GRADOS MAS UNA EXTENSION DE POR LO MENOS 4 DIAMETROS DE BARRA PERO NO MENOR DE 65 MM. EN EL EXTERIOR LIBRE DE LA VARILLA.
- b) DOBLEZ A 90 GRADOS MAS UNA EXTENSION DE POR LO MENOS 12db EN EL EXTREMO DE LA VARILLA.
- c) PARA GANCHOS DE ESTRIBOS Y ANILLOS, UN DOBLEZ DE 90 GRADOS O DE 135 GRADOS MAS UNA EXTENSION DE POR LO MENOS 6 db . PERO NO MENOR DE 65 MM. EN EL EXTREMO DE LA VARILLA.

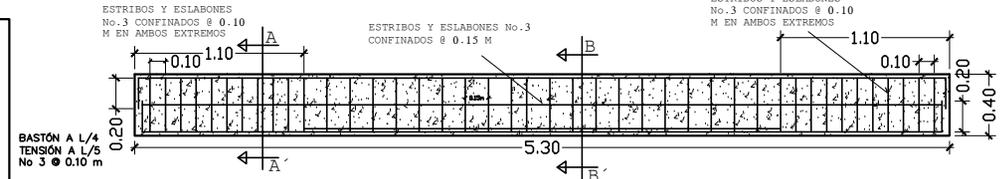
TODO EL ACERO DE REFUERZO DEBE SER DOBLADO EN FRIO, NINGUN ACERO DE REFUERZO PARCIALMENTE AHOGADO EN EN CONCRETO DEBE DOBLARSE EN OBRA, EXCEPTO CUANDO ASI LO INDIQUEN LOS PLANOS DE DISEÑO.



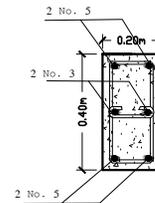
DETALLE TRASLAPE LONGITUDINAL  
ESCALA 1:10

**ESPECIFICACIONES:**

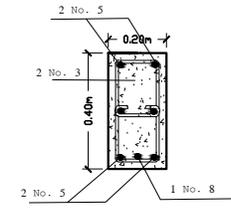
- a) SE DEBE PROPORCIONAR LA LONGITUD MINIMA NECESARIA PARA DESARROLLAR LA RESISTENCIA DE DISEÑO DEL REFUERZO EN UNA SECCION CRITICA PARA BARRAS EN TENSION. LA LONGITUD DE DESARROLLO NO DEBE SER MENOR DE 30 CM.
- b) LA LONGITUD MINIMA DE UN EMPALME PARA TRASLAPES EN COMPRESION, SERA NO MENOR DE :  $0.007 f_y \times db \text{ NI DE } (0.013-24 f_y)$ . CUANDO  $f_c \text{ SEA MENOR DE } 210 \text{ KG/CM}^2$  , LA LONGITUD DEL EMPALME DEBE INCREMENTARSE EN 1/3.



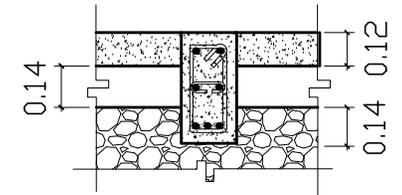
VIGA LONGITUDINAL VT-1  
ESC: 1:15



SECCION A-A'  
ESCA: 1:10



SECCION B-B'  
ESCA: 1:10



SECCION B - B' DE VIGA LONGITUDINAL VT-1  
ESCA: 1:10

**ESPECIFICACIONES:**

CONCRETO : TENDRA UNA RESISTENCIA DE 210 KG/CM2 A UNA PROPORCION 1:2.3.  
ACERO DE REFUERZO: LA RESISTENCIA SERA DE 2,810 KG/CM2., CORRUGADO EN DIAMETROS MAYORES A 1/2 PLG.  
RECUBRIMIENTO INFERIOR: NO MENOR A 2.5 CM.  
RECUBRIMIENTO SUPERIOR: NO MENOR A 2.5 CM.  
RETIRO DE FORMALETA: EL DESENCOFRADO Y RETIRO DE PUNTALES DEBERA HACERSE DE TAL FORMA QUE NO PERJUDIQUE LA COMPLETA SEGURIDAD Y DURABILIDAD DE LA ESTRUCTURA, DEBIENDO PERMANECER EN SU LUGAR LOS SIGUIENTES TIEMPOS MINIMOS. a) MUROS, COLUMNAS Y ELEMENTOS VERTICALES: 4 DIAS. b) VIGAS, NERVIOS Y LOSAS: 15 DIAS. c) VOLADIZOS: 28 DIAS. ES IMPORTANTE MANTENER CONTRALADA LA HUMEDAD EN LA ESTRUCTURA PARA ESTOS TIEMPOS DADOS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIAN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTIN ACASAGUASTLAN . EL PROGRESO.

CONTENIDO: **DETALLE DE ARMADO DE LOSA EN TANQUE DE DISTRIBUCION**

DISEÑO Y CALCULO: LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA. ESCALA: INDICADA

DIBUJO: LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA. FECHA: SEPTIEMBRE 2012

ASESOR: ING: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ. CARNET: 2000-22372

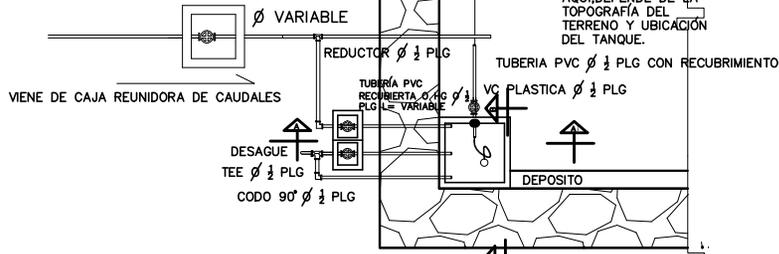


Vs. Bs. ASESOR SUPERVISOR LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA

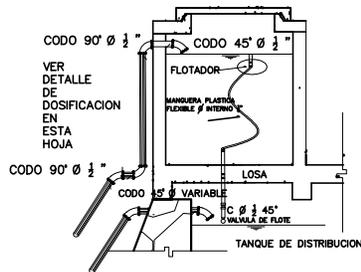
HOJA  
13

15

NOTA:  
LA TUBERÍA PVC Ø 1/2 PLG DE LA TEE PUEDE ESTAR EN SENTIDO CONTRARIO A LO EXPRESADO AQUI, DEPENDE DE LA TOPOGRAFÍA DEL TERRENO Y UBICACIÓN DEL TANQUE.



DETALLE DE HIPOCLORADOR  
ESC: 1:50



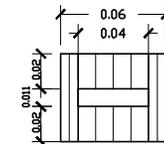
SECCIÓN A-A' DE HIPOCLORADOR  
ESC: 1:25

ESPECIFICACIONES:

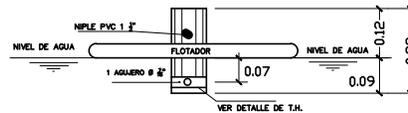
1. PREPARAR LA SOLUCIÓN CONCENTRADA DE HIPOCLORITO DE SODIO EN OTRO TANQUE O DEPÓSITO MEZCLÁNDOLA PERFECTAMENTE. LA TABLA 1 INDICA LA CANTIDAD DE CLOROGENO NECESARIA PARA PREPARAR UNA SOLUCIÓN AL 0.10 % (1.000 P.M.M.).
- 2) DEJAR SEDIMENTAR LA SOLUCIÓN. EL LIQUIDO CLARO PASARLO AL DEPÓSITO DEL HIPOCLORADOR. EL SEDIMENTO DESECHARLO YA QUE ES INACTIVO Y PRODUCE TAPONAMIENTOS EN LA TUBERÍA.
- 3) LA TABLA 2 INDICA EL VOLUMEN DE SOLUCIÓN AL 0.10%, RESPECTIVAMENTE. NECESARIA APLICAR DURANTE DOS DIAS COMO MÍNIMO.
- 4) LA CAIDA DE LA SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO AL TANQUE DEBERA SER NORMAL A LA ENTRADA DE AGUA PROCEDENTE DE CONDUCCIÓN, CON EL OBJETIVO DE LOGRAR UNA BUENA MEZCLA EN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO.
- 5) EL PERIODO DE CONTACTO EN EL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN SERA COMO MÍNIMO DE DOS HORAS TIEMPO DURANTE EL CUAL EL AGUA NO PASARA A LA RED DE DISTRIBUCIÓN ESTO SOLO SE HACE CUANDO SE INICIA EL PROCESO DE CLORACIÓN.

HIPOCLORITO NECESARIO PARA PREPARAR SOLUCIÓN AL 0.1 %						
VOLUMEN DE SOLUCIÓN REQUERIDA	CANTIDADES DE HIPOCLORITO					
	65 %	67 %	68 %	69 %	70 %	
LITROS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS	GRAMOS
1	1.53846	1.48254	1.47059	1.44928	1.42857	
10	15.3846	14.8254	14.7059	14.4928	14.2857	
100	153.846	148.254	147.059	144.928	142.857	
500	769.23	741.27	735.295	724.64	714.285	
1000	1.538.46	1.482.54	1.470.59	1.449.28	1.428.57	
1500	2.307.69	2.223.81	2.205.885	2.173.92	2.142.855	
2000	3.076.92	2.965.09	2.941.18	2.898.56	2.857.14	

1.00 LIBRA = 460 GRAMOS. PARA LA CAPACIDAD DE 1.500.00 LITROS ES NECESARIO DOSIFICAR 5 LIBRAS PARA UNA CONCENTRACIÓN DEL 65 %.

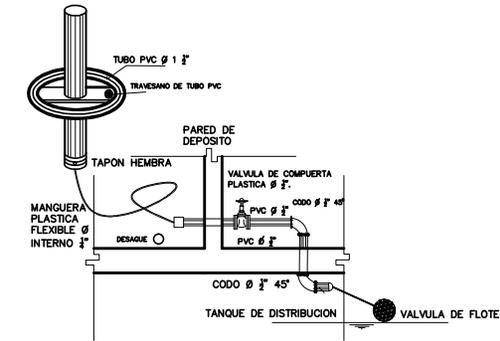


DETALLE DE TH  
ESC: 1:5

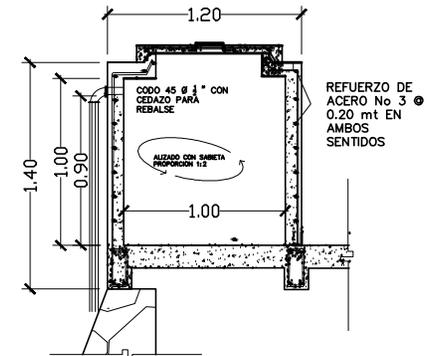


DETALLE DE FLOTADOR  
ESC: 1:10

DATOS PARA LA CLORACIÓN CADA TRES DIAS	
VOLUMEN DE SOLUCIÓN = 1.573 LITROS	
CANTIDAD DE HIPOCLORITO DE CALCIO AL 65 % A UTILIZAR = 5 LIBRAS	
ALTURA DE AGUA SOBRE EL AGUERO = 5 CM.	
DIÁMETRO DE AGUEROS = 1/2"	
CANTIDAD DE AGUEROS = 1.00	



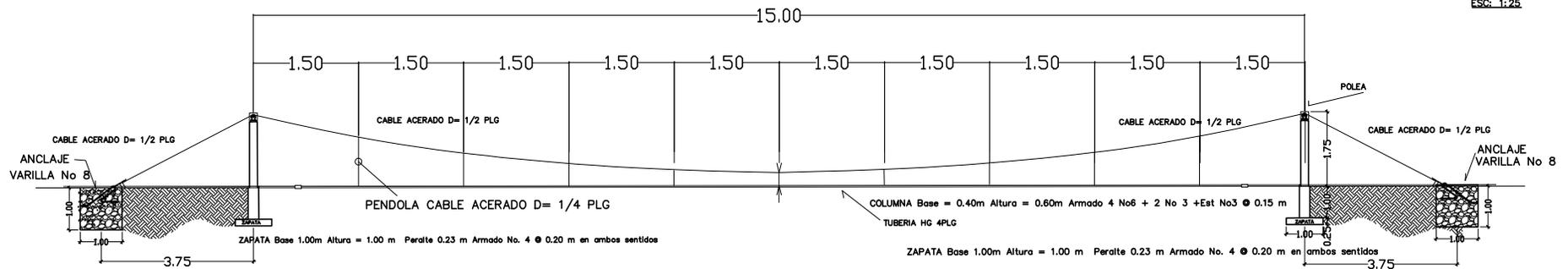
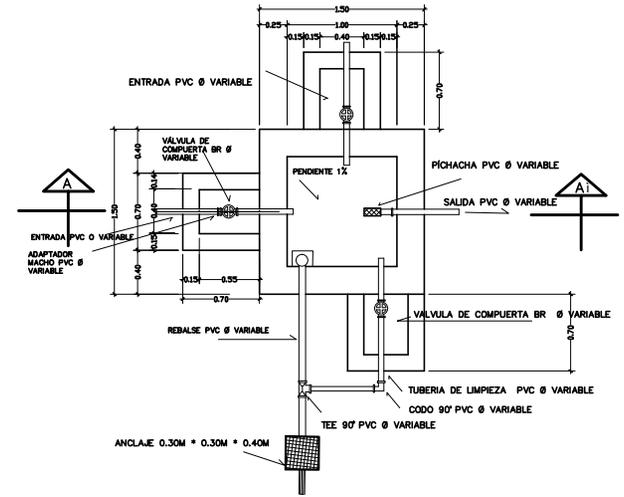
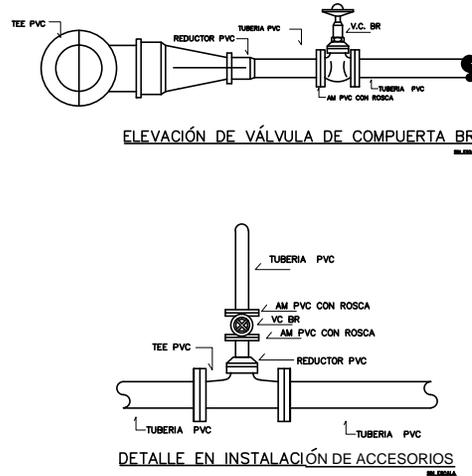
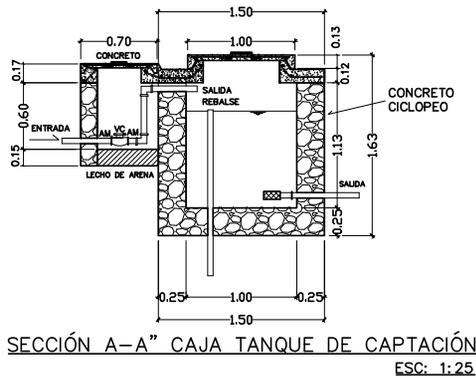
SECCIÓN B-B DE HIPOCLORADOR  
ESC: 1:20



DETALLE DE ARMADO  
ESC: 1:25

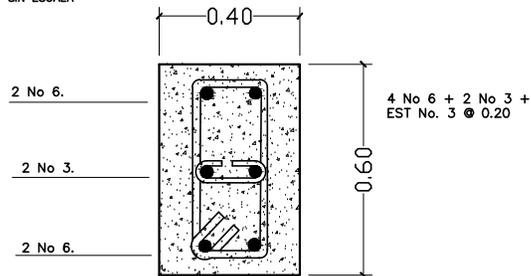
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYTÁN, TAMARINDO, SAN SEBASTIAN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLÁN - EL PROGRESO.	
CONTENIDO:	<b>PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION.</b>	
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA.	ESCALA: INDICADA
DIBUJO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA.	FECHA: SEPTIEMBRE 2012
ASESOR:	ING: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ	CARTEL: 2000-22372
		<b>HOJA</b>
		14
Val. Ing. ASESOR SUPERVISOR LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA		15



**PASO AÉREO**

SIN ESCALA

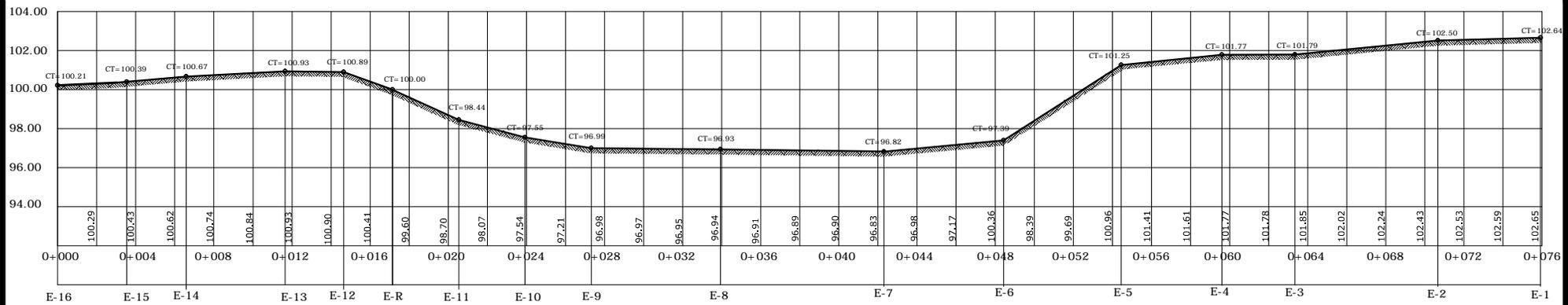


**REFERENCIAS**

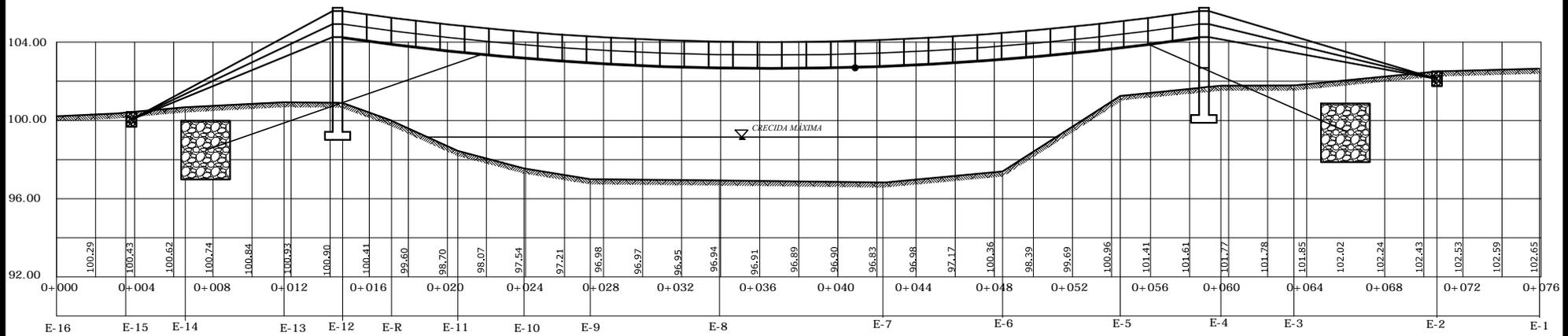
PVC	CLOREURO DE POLIVINILO
BR	BRONCE
VC	VÁLVULA DE COMPUERTA
AM	ADAPTADORE MACHO

**ESPECIFICACIONES:**  
**CONCRETO CICLOPEO :** SE TENDRA 0.33 % DE PIEDRA BOLA CON DIAMETRO MAYOR A 4 PLG + 0.67 % DE CONCRETO POBRE CON LAS SIGUIENTES CANTIDADES POR METRO CÚBICO 3.5 SACOS CEMENTO, 0.53 M3 PIEDRÍN .  
**CONCRETO:** SE UTILIZARA LA PROPORCIÓN 1:2:3 ES DECIR 8.1 SACOS CEMENTO, 0.52 M3 ARENA Y 0.78 M3 PIEDRÍN / POR CADA METRO CÚBICO.  
**ALIZANDOS INTERIORES EN OBRAS DE ARTE:** SE UTILIZARA 1.32 M3 ARENA DE RÍO CERNIDA C, 15.54 SACOS DE CEMENTO POR CADA METRO CÚBICO.  
**ACERO DE REFUERZO:** DEBERA SER CORRUGADO EXCEPTO PARA ESPIRALES, CABLES O BARRAS No.2. LAS BARILLAS DE REFUERZO SERÁN GRADO 40. ACABADOS EN TAPADERAS: SE DEJARÁ UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR AGUAS DE LLUVIAS.

<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LOS BARRIOS: AGUAHIEL, GUAYHIEL, TAMARINDO, SAN SEBASTIAN DE LA CABECERA MUNICIPAL, SAN AGUSTÍN ACASAGUASTLAN . EL PROGRESO.
CONTENIDO:	<b>PLANTA Y PERFIL DE LINEA DE CONDUCCION.</b>
DISEÑO Y CALCULO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA.
DISEÑO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA.
ASESOR:	ING: OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESCALA:	INDICADA
FECHA:	SEPTIEMBRE 2012
CADENET:	2000-22372
	<b>HOJA</b>
	15
Via. In: ASESOR SUPERVISOR LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA	15



**PERFIL ACOTADO**  
ESC: 1:100



**ELEVACIÓN**  
ESC: 1:100

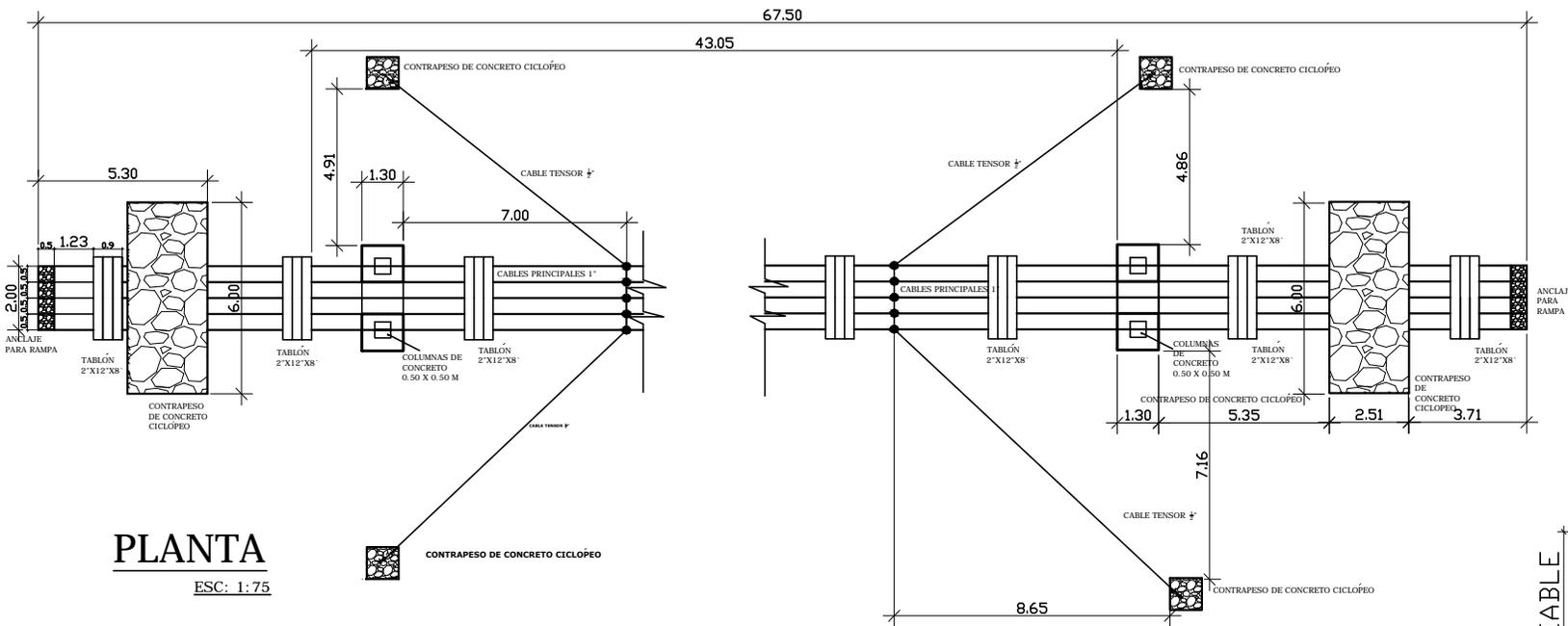
SIMBOLOGÍA DE REFERENCIA			
E-16	ESTACIONAMIENTO (E)	CT= 100.21	ALTURA O ELEVACIÓN DE TERRENO.
0+00	CAMINAMIENTO	100.21	ALTURA O ELEVACIÓN DE TERRENO.

LIBRETA TOPOGRÁFICA						
ESTACIONAMIENTO		AZIMUT			DISTANCIA HORIZONTAL	
EST	P.O	G	M	S	METROS	
R	1	34	0	18	58.78	
R	2	32	54	54	53.53	
R	3	31	33	18	46.21	
R	4	32	21	18	42.46	
R	5	31	14	06	37.31	
R	6	31	18	54	31.29	
R	7	32	43	59	25.16	
R	8	32	55	59	16.79	
R	9	33	58	59	10.18	
R	10	35	33	47	6.78	
R	11	35	26	35	3.40	
R	12	211	13	45	2.50	
R	13	213	46	48	5.49	
R	14	214	48	36	10.56	
R	15	214	48	36	13.60	
R	16	213	56	24	17.14	

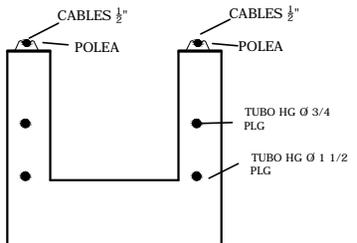
**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO:**

- \* ESFUERZO MÁXIMO DEL CONCRETO = 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- \* ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ACERO = 2,810 Kg/cm<sup>2</sup>
- \* PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO = 2,400 Kg/cm<sup>3</sup>
- \* PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO CICLOPEO = 2,500 Kg/cm<sup>3</sup>
- \* PESO ESPECÍFICO MÍNIMO DE PIEDRA BOLA = 1,390 Kg/cm<sup>3</sup>
- \* PESO ESPECÍFICO DEL SUELO = 1,557 Kg/cm<sup>3</sup>
- \* CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO = 49 Ton/m<sup>2</sup>
- \* CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO = 49 Ton/m<sup>2</sup>
- \* ESFUERZO A TENSIÓN DEL CABLE = 115,125 Lbs/Pulg<sup>2</sup>
- \* MADERA DE PINO TRATADA A 0.40 CON CCA-C

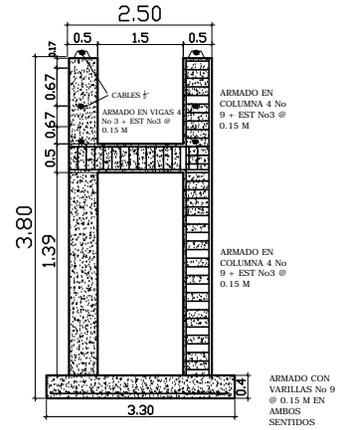
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA													
FACULTAD DE INGENIERIA													
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO													
PROYECTO:	DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, SAN AGUSTÍN AC, EL PROGRESO.												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">PERFIL + ELEVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DISEÑO Y CÁLCULO:</td> <td>LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA</td> </tr> <tr> <td>INDICADA:</td> <td>INDICADA</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td>JULIO 2.012</td> </tr> <tr> <td>PROYECTO:</td> <td>2000-22372</td> </tr> <tr> <td>ANÁLISIS:</td> <td>ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ</td> </tr> </tbody> </table>		PERFIL + ELEVACION		DISEÑO Y CÁLCULO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA	INDICADA:	INDICADA	FECHA:	JULIO 2.012	PROYECTO:	2000-22372	ANÁLISIS:	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
PERFIL + ELEVACION													
DISEÑO Y CÁLCULO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA												
INDICADA:	INDICADA												
FECHA:	JULIO 2.012												
PROYECTO:	2000-22372												
ANÁLISIS:	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ												
													
<table border="1"> <tr> <td>HOJA</td> <td>1</td> </tr> </table>		HOJA	1										
HOJA	1												



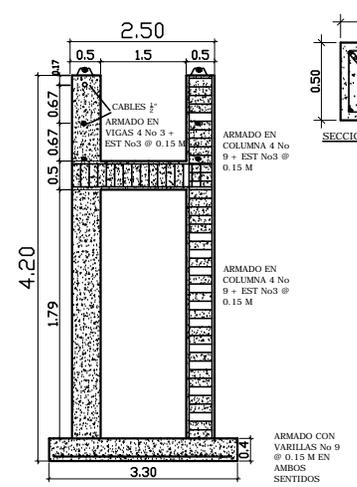
**PLANTA**  
ESC: 1:75



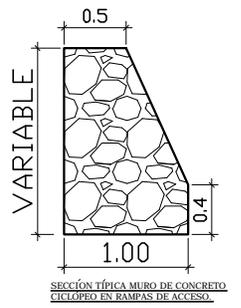
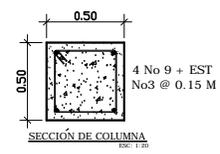
**DETALLE EN PASOS DE CABLES**  
SIN ESCALA



**SECCIÓN C-C EN TORRE A**  
ESC: 1:50

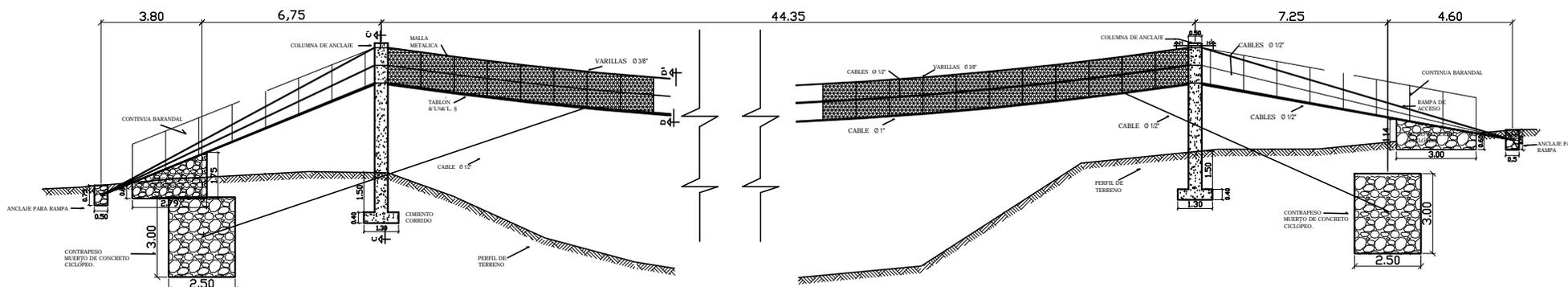


**SECCIÓN D-D EN TORRE B**  
ESC: 1:50

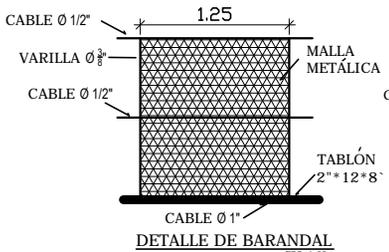


- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO:**
- \* ESFUERZO MÁXIMO DEL CONCRETO = 210 Kg/cm<sup>2</sup>
  - \* ESFUERZO DE FLUENCIA DEL ACERO = 2,810 Kg/cm<sup>2</sup>
  - \* PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO = 2,400 Kg/cm<sup>3</sup>
  - \* PESO ESPECÍFICO DEL CONCRETO CICLOPEO = 2,500 Kg/cm<sup>3</sup>
  - \* PESO ESPECÍFICO MÍNIMO DE PIEDRA BOLA = 1,390 Kg/cm<sup>3</sup>
  - \* PESO ESPECÍFICO DEL SUELO = 1,557 Kg/cm<sup>3</sup>
  - \* CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO = 49 Ton/m<sup>2</sup>
  - \* CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO = 49 Ton/m<sup>2</sup>
  - \* ESFUERZO A TENSION DEL CABLE = 115,125 Lbs/Pulg<sup>2</sup>
  - \* MADERA DE PINO TRATADA A 0.40 CON CCA-C

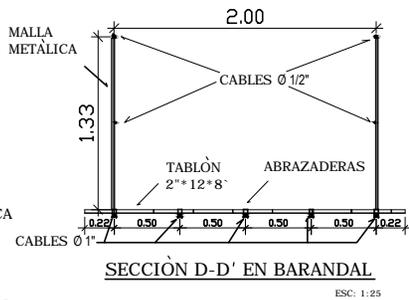
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
TÍTULO	DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, SAN AGUSTÍN AC, EL PROGRESO.
PLANTA + DETALLES	
DISEÑO / CÁLCULO	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA
INDICADA	INDICADA
FECHA	JULIO 2.012
APROBADO	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
PROYECTO	2000-22372
HOJA	
3	



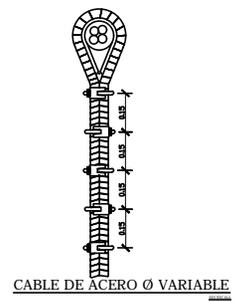
**ELEVACIÓN**  
ESC: 1:75



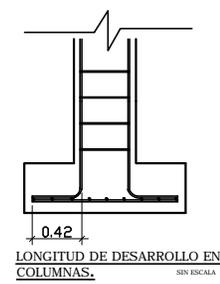
**DETALLE DE BARANDAL**  
ESC: 1:25



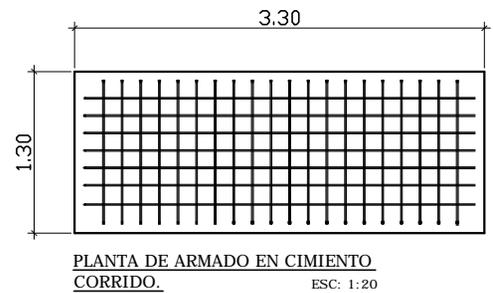
**SECCIÓN D-D' EN BARANDAL**  
ESC: 1:25



**CABLE DE ACERO Ø VARIABLE**

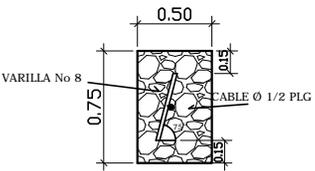


**LONGITUD DE DESARROLLO EN COLUMNAS SIN ESCALA**

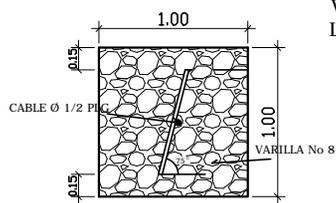


**PLANTA DE ARMADO EN CIMENTO CORRIDO**  
ESC: 1:20

ARMADO CON VARILLAS No 9 @ 0.15 M EN AMBOS SENTIDOS  
RECUBRIMIENTO DE 0.075 M

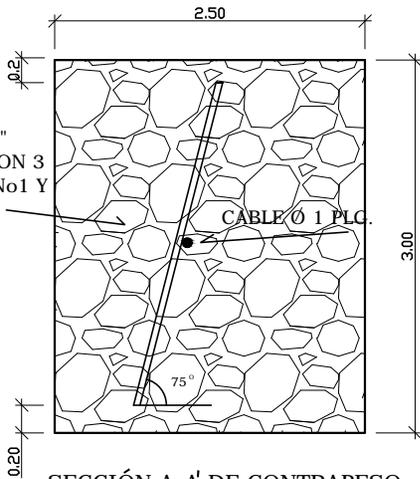


**SECCIÓN F-F' DE ANCLAJE DE RAMPA**  
ESC: 1:20



**ELEVACIÓN DEL ANCLAJE DE TENSOR**  
ESC: 1:20

TUBO HG 4\"/>



**SECCIÓN A-A' DE CONTRAPESO**  
ESC: 1:20



**DETALLE DE TENSOR PARA CABLES**  
SIN ESCALA

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO:**

- \* EL CONCRETO CICLOPEO SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA: 33 % PIEDRA BOLA Y 67 % DE CONCRETO.
- \* EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCIÓN EN VOLIMEN DE 1:2:3. CEMENTO, ARENA DE RIÓ Y PIEDRIN DE 1/2", LO QUE INDICA PARA UN METRO CÚBICO 8.1 SACOS DE CEMENTO, 2 CARRETAS DE ARENA DE RIÓ Y 2.5 CARRETAS DE PIEDRIN.
- \* EL ACERO A UTILIZAR EN CIMENTOS, VIGAS Y COLUMNAS SER DE GRADO 40.
- \* ESFUERZO A TENSIÓN DEL CABLE = 115,125 Lbs/Pulg
- \* MADERA DE PINO TRATADA A 0.40 CON CCA-C

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
PROYECTO:	DISEÑO DE UN PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TULUMAJE, SAN AGUSTÍN AC, EL PROGRESO.
<b>PERFIL + DETALLES.</b>	
DISEÑO Y CÁLCULO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA
INDICADA:	INDICADA
FECHA:	JULIO 2012
PROYECTO:	LUIS FERNANDO BOLAÑOS ESTRADA
FECHA:	2000-22372
PROYECTO:	ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
FECHA:	2000-22372
	
HOJA	
2	
3	