



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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA  
BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN,  
MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

**Enio Mauricio Chamo Cardona**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA  
BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN,  
MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**ENIO MAURICIO CHAMO CARDONA**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
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 Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. María del Mar Girón Cordón
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 29 de agosto de 2008.

  
Enio Mauricio Chamo Cardona



Guatemala 07 de julio de 2010.  
Ref.EPS.DOC.707.07.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

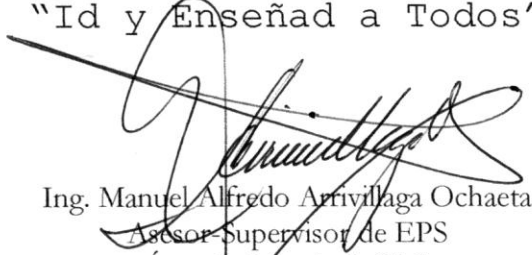
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Enio Mauricio Chamo Cardona** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9712742**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL 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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo  
MAAO/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 07 de julio de 2010.  
Ref.EPS.D.479.07.10

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


Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Enio Mauricio Chamo Cardona**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano  
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





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



Guatemala,  
27 de octubre de 2010

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Enio Mauricio Chamo Cardona, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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,

YO Y ENSEÑAD A TODOS

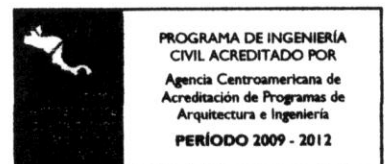
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Más de 130<sup>Años</sup> de Trabajo Académico y Mejora Continua





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



Guatemala,  
21 de enero de 2011

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

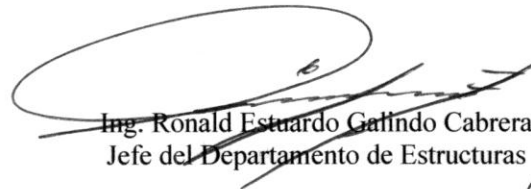
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Enio Mauricio Chamo Cardona, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

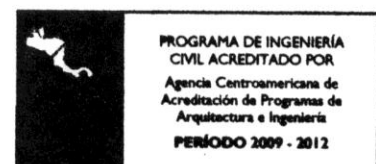
  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Más de 130 Años de Trabajo Académico y Mejora Continua







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. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Enio Mauricio Chamo Cardona, titulado DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

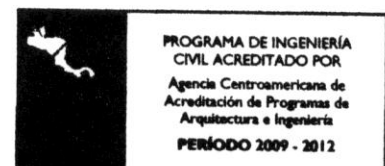
  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre de 2011

/bbdeb.

Más de 130<sup>Años</sup> de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA Y DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO** presentado por el estudiante universitario **ENIO MAURICIO CHAMO CARDONA**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, octubre de 2011

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Mis padres</b>	Adalberto Chamo Contreras, Marcolfa Cardona Valenzuela. Gracias por todos sus esfuerzos y apoyo incondicional que me brindaron para finalizar mis estudios.
<b>La memoria</b>	De mi abuela, María Pompilia Contreras de la Rosa (q.d.e.p.) y mi tío José Isabel Cardona Valenzuela, (q.d.e.p.)
<b>Mis hermanos</b>	Roxana Maribel, Erika Adelina, Juan Adalberto y Leonel Antonio. Gracias por sus esfuerzos, este triunfo también es de ustedes. Los quiero mucho.
<b>Mis tíos</b>	Fermina, Baldivio, Augusto y Adalberto Cardona; Pedro Chamo, y Jovita Valenzuela. Gracias por motivarme para terminar mis estudios.
<b>Mi esposa Keila</b>	Gracias por tu amor y comprensión.
<b>Mis hijos</b>	Otto Francisco y Adrián, con todo mi amor.
<b>Mis cuñadas y cuñados</b>	Elder Martínez Merlín Morales, Lyli Quezada, y Mario Camposeco, con mucho aprecio.

**Mis sobrinos**

Alexis Iván, Adriana Clarisa, María Fernanda, María Isabel, Sofía Mercedes, Gabriela Alejandra, Mario Roberto, Oscar Mauricio, Francisco Javier y Merlin Janeth, con mucho cariño y que mi triunfo sea una fuente de motivación para seguir preparándose en la vida.

**Mis primos y amigos**

En especial a, Luis Pedro Acuña, Manuel García, Oscar Cardona, Emma Chamo, Neri Marroquín, Gustavo Cardona, Waldemar Cardona, Hugo Cardona, Marlo Lee y Karina Rodas, con mucho cariño.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por permitirme llegar a este momento tan importante en mi vida y poder compartirlo con mi familia.
<b>Familia Cheley Raxón</b>	Por haberme brindado su apoyo incondicional.
<b>Mi asesor</b>	Ingeniero Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, quien compartió sus conocimientos y experiencias para desarrollar este trabajo.
<b>Empresa Archila-Rivera</b>	Quienes me brindaron la oportunidad de continuar mis estudios.
<b>La Municipalidad de Guastatoya</b>	Quien me dio la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)
<b>Mis compañeros de estudio</b>	Armando Chávez, Fernando Leiva, Roberto López y Camó López, por compartir su amistad.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS .....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE GUASTATOYA	
1.1. Aspectos físicos.....	1
1.1.1. Ubicación y localización .....	1
1.1.2. División política .....	2
1.1.3. Clima .....	3
1.1.4. Hidrografía .....	4
1.1.5. Orografía .....	4
1.1.6. Producción agrícola.....	4
1.1.7. Población .....	4
1.1.8. Religión y costumbres .....	5
1.1.9. Alfabetismo y educación.....	6
1.2. Aspectos de infraestructura .....	6
1.2.1. Vías de acceso.....	6
1.2.2. Servicios Públicos .....	7
1.2.3. Organización comunitaria.....	8
1.3. Necesidades de infraestructura y servicios básicos .....	8

2.	DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA	
2.1.	Cálculo para la demanda de la administración del alcantarillado	9
2.1.1.	Población actual	9
2.1.2.	Período de diseño	9
2.1.3.	Población de diseño	9
2.1.4.	Método de incremento geométrico	10
2.2.	Cálculo de los consumos	11
2.2.1.	Caudal domiciliar	11
2.2.2.	Caudal de conexiones ilícitas	12
2.2.3.	Caudal de diseño	12
2.3.	Criterios de diseño y descripción del proyecto	13
2.4.	Levantamiento topográfico	13
2.4.1.	Levantamiento planimétrico	14
2.4.2.	Levantamiento altimétrico	14
2.5.	Factores de diseño	14
2.6.	Línea de alcantarillado	17
2.6.1.	Bases del diseño	18
2.6.2.	Diámetro y clase de la tubería	18
2.7.	Factores de comprobación	19
2.8.	Elementos del alcantarillado	19
2.8.1.	Pozos de visita	19
2.8.2.	Candela domiciliar	20
2.8.3.	Unión de la candela y la línea de alcantarillado	20
2.9.	Diseño de fosa séptica	21
2.10.	Dimensionamiento de los pozos de absorción	22
2.11.	Organización	23

2.11.1.	Cronograma de actividades.....	23
2.11.2.	Cronograma de avance financiero.....	24
2.12.	Presupuestos .....	25
2.13.	Administración del mantenimiento preventivo del sistema .....	33
2.13.1.	Operación del sistema.....	34
2.13.2.	Mantenimiento del sistema.....	34
2.14.	Evaluación de impacto ambiental inicial .....	35
2.15.	Evaluación socioeconómica .....	39
2.15.1.	Valor presente neto (VPN) .....	39
2.15.2.	Tasa interna de retorno (TIR) .....	40
3.	<b>DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN</b>	
3.1.	Levantamiento topográfico.....	41
3.1.1.	Planimetría.....	41
3.1.2.	Altimetría.....	42
3.2.	Estudio hidrológico e hidráulico .....	42
3.2.1.	Determinación área tributaria .....	42
3.2.2.	Precipitación máxima en 24 horas .....	42
3.2.3.	Cálculo del caudal máximo .....	43
3.2.4.	Cálculo del tirante .....	44
3.3.	Estudio de suelos .....	45
3.3.1.	Ensayo de límites de Atterberg .....	45
3.3.1.1.	Determinación del límite líquido .....	45
3.3.1.2.	Determinación del límite plástico .....	46
3.3.2.	Ensayo análisis de granulometría .....	48
3.3.3.	Ensayo de corte directo .....	49
3.3.4.	Resultado de los ensayos .....	53
3.4.	Descripción general del proyecto.....	59
3.5.	Datos y criterios para diseño.....	59



3.5.1.1.	Diseño, análisis y cálculo de la superestructura .....	60
3.5.1.2.	Diseño, análisis y cálculo de losa .....	60
3.5.1.3.	Cálculo del peralte .....	60
3.5.1.4.	Cálculo de momentos.....	61
3.5.1.5.	Momentos por carga viva y carga muerta.....	63
3.5.1.6.	Momento último.....	64
3.5.1.7.	Cálculo del refuerzo .....	65
3.5.2.	Diseño, análisis y cálculo de vigas.....	68
3.5.2.1.	Cálculo de peralte y base .....	68
3.5.2.2.	Cálculo de momentos.....	69
3.5.2.3.	Momento por carga muerta .....	71
3.5.2.4.	Momento por carga viva.....	73
3.5.2.5.	Cálculo de refuerzo por flexión.....	76
3.5.2.6.	Cálculo de cortes .....	78
3.5.3.	Diseño, análisis y cálculo de diafragmas.....	83
3.5.3.1.	Cálculo de peralte .....	84
3.5.3.2.	Cálculo del refuerzo .....	84
3.6.	Diseño, análisis y cálculo de la subestructura.....	87
3.6.1.	Diseño, análisis y cálculo de la cortina.....	87
3.6.1.1.	Chequeo por flexión .....	88
3.6.1.2.	Cálculo de momentos finales .....	91
3.6.1.3.	Cálculo de área de acero .....	92
3.6.1.4.	Chequeo por corte .....	93
3.6.2.	Diseño, análisis y cálculo de vigas de apoyo .....	94
3.6.3.	Diseño, análisis y cálculo e estribos.....	100
3.7.	Presupuesto y cronograma de actividades .....	107
3.8.	Evaluación de impacto de ambiental inicial.....	113

CONCLUSIONES.....	117
RECOMENDACIONES.....	119
BIBLIOGRAFIA.....	121
APÉNDICES.....	123
ANEXOS .....	145



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa cartográfico, municipio de Guastatoya	02
2.	Cronograma de actividades	23
3.	Cronograma de avance financiero	24
4.	Clasificación del tipo de suelo en base al sistema unificado	54
5.	Sistema AASHTO de clasificación de suelos	55
6.	Factores de capacidad de carga de Terzaghi	58
7.	Sección transversal de puente	61
8.	Posición del camión en lugar crítico	70
9.	Diagrama de cuerpo libre de la carga viva	71
10.	Carga uniformemente distribuida (HS15-44)	74
11.	Armado de viga	77
12.	Diagrama de carga muerta distribuida y corte en viga	78
13.	Diagrama de posición de carga viva que produce corte máximo	79
14.	Armado de viga, sección longitudinal	83
15.	Armado de diafragmas	86
16.	Geometría y diagrama de presiones sobre la cortina	88
17.	Diagrama de localización del punto de aplicación de la fuerza longitudinal	90
18.	Armado de cortina	94
19.	Diagrama de cargas, corte y momento	96
20.	Armado de viga de apoyo	97
21.	Detalle de neopreno	98
22.	Deformación horizontal de la placa	99
23.	Geometría y diagrama de presiones de los estribos	100

24.	Cronograma de actividades	111
25.	Cronograma de avance financiero	112

## TABLAS

I.	Infraestructura vial según categoría, municipio de Guastatoya	07
II.	Velocidades máximas y mínimas	16
III.	Profundidades mínimas de tubería para evitar rupturas para diferentes diámetros	17
IV.	Resumen de presupuesto de alcantarillado sanitario	25
V.	Integración de precios unitarios de renglones	26
VI.	Datos para la determinación del límite líquido (LL)	46
VII.	Datos para la determinación del límite plástico (LP)	47
VIII.	Datos para la determinación de granulometría	48
IX.	Datos tomados del ensayo para el primer cilindro	50
X.	Datos tomados del ensayo para el segundo cilindro	51
XI.	Datos tomados del ensayo para el tercer cilindro	52
XII.	Datos tomados del ensayo del cuarto cilindro	53
XIII.	Datos calculado en base a lecturas de los anillos	56
XIV.	Momentos de volteo $M_v$ (kg – m)	101
XV.	Calculo de momento estabilizante $M_e$ (kg-m)	101
XVI.	Cálculo de momento de volteo ( $M_v^2$ ) Kg-m	105
XVII.	Presupuesto, paso puente vehicular	107

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>A<sub>SL</sub></b>	Acero por repartición longitudinal
<b>A<sub>temp</sub></b>	Acero por temperatura
<b>h</b>	Altura de viga
<b>A<sub>s</sub></b>	Área de acero
<b>A<sub>s máx</sub></b>	Área de acero máximo
<b>A<sub>s mín</sub></b>	Área de acero mínimo
<b>A</b>	Área tributaria
<b>AASHTO</b>	Asociación Oficial Americana de Carreteras y Transportes
<b>W</b>	Carga muerta
<b>W<sub>cm</sub></b>	Carga muerta distribuida
<b>W<sub>cmu</sub></b>	Carga muerta distribuida última

<b>Q</b>	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
<b>Q<sub>ci</sub></b>	Caudal de conexiones ilícitas
<b>Q<sub>inf</sub></b>	Caudal de infiltración
<b>Q<sub>dom</sub></b>	Caudal domiciliar
<b>CG</b>	Centro de gravedad
<b>C</b>	Coefficiente de escorrentía
<b>N</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>V<sub>cm</sub></b>	Corte por carga muerta
<b>V<sub>c</sub></b>	Corte que resiste el concreto
<b>V<sub>u</sub></b>	Corte último resistente
<b>Smáx</b>	Espaciamiento máximo
<b>t</b>	Espesor de losa
<b>e</b>	Excentricidad
<b>F<sub>qm</sub></b>	Factor de caudal medio
<b>FH</b>	Factor de Hardmond

<b><math>F_L</math></b>	Fuerza longitudinal
<b>I</b>	Impacto
<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>I</b>	Intensidad de lluvia (mm/h)
<b>M</b>	Momento
<b>M<sub>v</sub></b>	Momento en voladizo
<b>M<sub>ESOB</sub></b>	Momento equivalente del suelo
<b>M<sub>E</sub></b>	Momento estabilizante
<b>M<sub>ET</sub></b>	Momento estabilizante total
<b>M<sub>F</sub></b>	Momento final
<b>M<sub>máx</sub></b>	Momento máximo
<b>M<sub>cm</sub></b>	Momento por carga muerta
<b>M<sub>cv</sub></b>	Momento por carga viva
<b>M<sub>SISMO</sub></b>	Momento por sismo



<b>V</b>	Momento por volteo
<b>M<sub>CG</sub></b>	Momento respecto al centro de gravedad
<b>M<sub>u</sub></b>	Momento último
<b>S</b>	Pendiente (m/m)
<b>P<sub>sob</sub></b>	Peso del suelo
<b>d</b>	Peralte
<b>P</b>	Perímetro mojado (m)
<b>q<sub>máx</sub></b>	Presión máxima sobre el suelo
<b>P<sub>mín</sub></b>	Presión mínima del suelo
<b>P<sub>máx</sub></b>	Presión máxima del suelo
<b>R<sub>h</sub></b>	Radio hidráulico (m)
<b>USCS</b>	Sistema Unificado para Clasificación de Suelos
<b>HS-15-44</b>	Sobrecarga, camión estándar
<b>r</b>	Tasa de incremento poblacional
<b>Y</b>	Tirante (m)

## GLOSARIO

<b>Alcantarillado sanitario</b>	Sistema que se utiliza para conducir únicamente para conducir aguas servidas o pluviales.
<b>Altimetría</b>	Nos proporciona la diferencia de nivel que existe entre varios puntos del terreno.
<b>Aproche</b>	Se refiere a las estructuras o rellenos que conectan a la carretera con el puente.
<b>Carga de diseño</b>	Cargas o fuerzas en kg o en lb fuerza, para el diseño estructural del proyecto.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por una sección de flujo por unidad de tiempo.
<b>Cortina</b>	Losa vertical destinada a sostener el puente, contener el relleno y transmitir la carga a los cimientos.
<b>Cota invert</b>	Cota de la parte inferior del tubo ya instalado.
<b>Deslizamiento</b>	Fuerza que tiende a deslizar horizontalmente al muro.

<b>Diafragma</b>	Unidades utilizadas para evitar la deformación de las vigas y rigidizar la superestructura.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades.
<b>Factor de Hardmond</b>	Es el valor estadístico que determina la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio.
<b>Factor de retorno</b>	Factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que se consume al día.
<b>Fuerza de sismo</b>	Carga que es inducida por un sismo y provoca esfuerzos en la superestructura.
<b>Fuerza tractiva</b>	Tensión tangencial ejercida por el líquido en la dirección del flujo, sobre el fondo y paredes del colector.
<b>Empuje</b>	Fuerza ejercida por el suelo a la estructura.
<b>Estribo</b>	Muro que soporta la superestructura y transmite su peso al suelo.
<b>Impacto</b>	Carga provocada por el impacto del camión estandarizado sobre la superestructura.

<b>Losa</b>	Elemento estructural, plano que soporta directamente las cargas y las transmite a diferentes apoyos.
<b>Planimetría</b>	Es la proyección del terreno sobre un plan horizontal imaginario.
<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual un sistema, ya sea de agua potable, drenajes, pavimento, etc., dará un servicio satisfactorio a la población.
<b>Puente</b>	Estructura que permite el tráfico de un punto a otro, por cualquier interrupción.
<b>Valor soporte</b>	Capacidad de carga de un suelo. En unidades de fuerza por unidad de área.
<b>IGN</b>	Instituto Geográfico Nacional.
<b>COCODE</b>	Comité Comunitario de Desarrollo.
<b>COMUDE</b>	Comité Municipal de Desarrollo.
<b>INFOM</b>	Instituto Nacional de Fomento Municipal.



## RESUMEN

El Ejercicio de Profesional Supervisado (E.P.S.), se realizó en el municipio de Guastatoya del Departamento de El Progreso, específicamente en la aldea Tierra Blanca y en el caserío El Callejón.

Para el efecto se desarrollaron dos proyectos, estos son:

- A) Diseño de la red de alcantarillado sanitario, aldea Tierra Blanca: el sistema está constituido por 1 287 metros lineales de tubería, 43 pozos de visita, y 87 conexiones domiciliarias.
  
- B) Diseño de puente vehicular, caserío El Callejón, municipio de Guastatoya del Departamento del El Progreso: se diseño un puente vehicular de una vía, con una longitud de 20 metros y ancho útil de 4 metros, con capacidad para soportar una carga de 12,000 libras, equivalente a un camión de dos ejes.

Cada proyecto incluye planos y especificaciones técnicas.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar proyectos de infraestructura que ayuden al desarrollo integral de cada una de las comunidades del municipio de Guastatoya del Departamento de El Progreso.

### **Específicos**

1. Realizar una investigación sobre las necesidades, tanto en servicios básicos como infraestructura, del área rural del municipio de Guastatoya del departamento de El Progreso.
2. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Tierra Blanca.
3. Diseñar el puente vehicular, para el caserío El Callejón, municipio de Guastatoya del departamento de El Progreso.





## INTRODUCCIÓN

Las obras de infraestructura y servicios básicos, son de gran importancia para el crecimiento y desarrollo de las comunidades de nuestro país.

En esto últimos doce años, el municipio de Guastatoya del Departamento de El Progreso, ha impulsado este tipo de proyectos, los cuales han sido evidentes para su desarrollo.

Para la aldea Tierra Blanca, se plantea el proyecto "Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario", ya que a través de este, se mejorará las condiciones de vida de sus habitantes, tanto en salud como en medio ambiente.

En cuanto para el caserío El Callejón, que pertenece a la cabecera municipal, se plantea el proyecto "Diseño de Puente Vehicular", el cual facilitará el traslado de los habitantes de un punto a otro; así como el de sus cosechas y obras de artesanías, especialmente en época de invierno.



# **1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE GUASTATOYA**

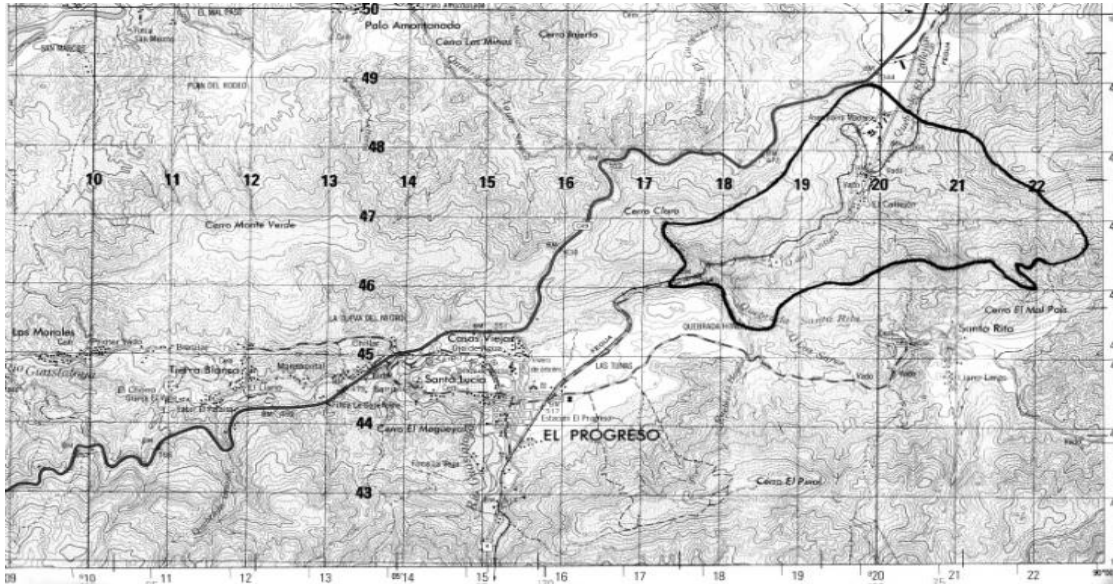
## **1.1. Aspectos físicos**

### **1.1.1. Ubicación y localización**

El municipio de Guastatoya está ubicado en la región III, al nor-orienté de la ciudad capital, pertenece al departamento de El Progreso. Se encuentra a una distancia de 75 kilómetros desde la ciudad capital sobre la ruta CA-9 que conduce hacia el Atlántico.

Se localiza en las coordenadas pertenecientes a latitud norte de 14°51'14" y longitud oeste de 90°04'07", sobre un banco de marca del Instituto Geográfico Nacional (IGN) a una elevación de 515 metros sobre el nivel del mar. Además, tiene una extensión territorial de 262 kilómetros cuadrados, colinda con los siguientes municipios: al norte con el municipio de Morazán y San Agustín Acasaguastlán; al Sur con el departamento de Jalapa, al este con el municipio de El Jícaro, y al oeste con los municipios de Sanarate y Sansare.

Figura 1. **Mapa cartográfico escala 1/50000, municipio de Guastatoya**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

### 1.1.2. **División política**

Guastatoya es la cabecera departamental de El Progreso, clasificada como ciudad. Cuenta con 12 aldeas, 20 caseríos, 8 colonias y 9 barrios; corresponden a la cabecera municipal, las colonias; así como también los barrios.

- Las colonias son: Asunción, Nueva Vida, Minerva, Hichos, Rosario, Pinal 1, Pinal 2 y Pinal 3; barrios: Las Joyas, Pinal, Linda Vista, Golfo, Porvenir, Democracia, Calvario, La Loma y Minerva.
- Las aldeas: Anshagua, Casas Viejas, El Naranjo, Las Morales, Palo Amontonado, Piedra Parada, Patache, Santa Lucía, El Subinal, Santa Rita, San Rafael y Tierra Blanca.

- Los caseríos son: Chilar, El Barrial, El Callejón, El Brasil, Las Pilas, La Libertad o Chilzapote, La Laguneta, Manzanotal, El Obraje, El Chorro, El Llano, El Infiernillo, Chiguela, El Paraíso, La Campana, Cueva del Negro, San Juan, Agua Blanca y Llano Largo.
- Las fincas son: El Modelo y San Juan.

### **1.1.3. Clima**

Por la posición en la que se encuentra el municipio, se diferencian dos tipos de clima:

- Templado: en la parte alta del municipio, donde se localizan las comunidades de Santa Rita, San Rafael, Anshagua, El Infiernillo, El Naranjo y la Campana.
- Cálido: en las partes bajas del municipio, donde se ubican las comunidades de: El Subinal, Las Morales, Tierra Blanca, Casas Viejas, Santa Lucía, Palo Amontonado, Piedra Parada, El Callejón, La Libertad, El Obraje, Patache, y la cabecera municipal.

La temperatura promedio oscila entre 24° a 39°C, con una mínima de 19°C registrado en diciembre del 2001 y la máxima alcanzada en el mes de junio del 2001, de 41°C.

La precipitación pluvial media anual es de 470 milímetros, con un máximo de 44 días de lluvia irregular, presentada de los meses de mayo a noviembre. La humedad relativa es de 67%. Estos datos son según estación meteorológica ubicada en el municipio de Morazán, que es la más cercana.

#### **1.1.4. Hidrografía**

El municipio cuenta con nacimientos de agua, que dan origen a ríos y quebradas, dentro de los cuales se puede mencionar:

Ríos: Guastatoya y Anshagua.

Quebradas: Santa Rita, Los Sares, Del Astillero, El Callejón.

#### **1.1.5. Orografía**

Guastatoya presenta una topografía montañosa quebrada, con alturas variables que dan origen a la variación de clima; templado y cálido. La parte más alta se presenta en la comunidad de El Naranjo, con una altura de 1 260 metros sobre el nivel del mar.

#### **1.1.6. Producción agrícola**

En el municipio de Guastatoya existen diversas actividades agrícolas, siendo estas; de forma individual, familiar, por cooperativas y asociaciones. Sus principales productos los granos básicos; frijol y maíz, adicionalmente los constituye el pepino, el tomate, el chile, la papaya, el limón, la sábila, y otros cultivos considerados rentables, donde la producción es dedicada para comercializarla en mercados fuera del departamento.

#### **1.1.7. Población**

Según proyección del INE, la población para el 2 002 es de 17 653 habitantes, de los cuales 8 659 son del sexo femenino y 8 994 del sexo masculino.

Aproximadamente el 43,27% vive en el área urbana y el restante, 56,73%, en el área rural. El grupo étnico mayoritario, es el grupo no indígena, ya que el 99,30% pertenece a este grupo, mientras que el 0,70% restante es del grupo indígena. Por su conformación étnica el idioma que predomina es el español.

El mayor porcentaje de la población es adulta, ya que casi un 53% de la misma está comprendida en el grupo de 15 a 64, mientras que el 41% es joven, comprendida en el grupo menor de 14 años de edad y solamente el 6% es mayor de 65 años de edad. Su población económicamente activa comprende el 20,72% de su población total.

#### **1.1.8. Religión y costumbres**

No se pudo establecer datos oficiales en lo referente a porcentajes de población que profesa una determinada religión, sin embargo, la religión Católica es la que más predomina con 75% aproximadamente; se estima que la Evangélica esta en un 20%, y el 5% profesa otra religión.

Las aldeas y caseríos más importantes del municipio cuentan con su feria patronal, pero la feria titular del municipio, es el 15 de enero, fecha en que la iglesia católica conmemora la fiesta en honor al Cristo Negro de Esquipulas, desarrollando diversas actividades religiosas, sociales y culturales.

Se acostumbra para la fecha de feria, realizar competencia de carrera de cintas con caballo, el palo encebado y otra de las actividades más sobresalientes, en donde cierto grupo de personas se disfrazan con máscaras para salir a las calles a cantar sus melodías y a bailar, a este grupo se le conoce con el nombre de Moros. Y para el día de todos los santos muertos, las familias visitan sus tumbas, llevando comida y bebida para celebrar este día.



### **1.1.9. Alfabetismo y educación**

Según datos del INE, el municipio cuenta con un 74,9% de alfabetismo y un porcentaje de 34,25% de analfabetas; porcentajes estimados sobre la población mayor de 15 años de edad.

En lo que respecta al nivel de escolaridad se establecieron los siguientes datos: Pre-primaria 96,36%; primaria 118,07%; medio 80,42%; superior 64,80%. Porcentajes calculados sobre el total de la población de 7 años y más edad.

## **1.2. Aspectos de infraestructura**

### **1.2.1. Vías de acceso**

Está compuesto por la carretera, que de la ciudad capital conduce hacia la cabecera municipal, mediante la ruta (CA-09), hacia el Atlántico, con una distancia de 75 km, también cuenta con otra vía asfáltica que de la cabecera municipal conduce hacia la aldea Santa Rita, con una distancia de 6 km. Así mismo, también de la cabecera municipal hacia la aldea Palo Amontonado, que parte de este recorrido se hace sobre la ruta que conduce hacia el Atlántico con una longitud de 3 km aproximadamente y 8 km es pavimento de concreto rígido.

Se cuenta también con caminos vecinales de terracería para comunicar a otras comunidades, la mayoría están balastadas y transitables en cualquier época del año.

Tabla I. **Infraestructura vial según categoría, municipio de Guastatoya**

CATEGORÍA	LONGITUD (km)	COMUNIDADES QUE COMUNICA
CARRETERA ASFALTADA	26 km	Cabecera municipal con la ciudad capital (ruta al Atlántico 19 km) y de la cabecera municipal hacia la aldea Santa Rita (6 km aproximadamente)
CARRETERA DE TERRACERÍA	46,52 km	Hacia aldeas, San Rafael, Anshagua, El Infiernillo, El Naranjo, El Subinal, Las Morales, Tierra Blanca, Casa Viejas, Santa Lucía, Palo Amontonado, Piedra Parada, La Libertad, El Obraje, etc.
CAMINO VECINAL	31,75 km	Distintos caseríos del municipio.

Fuente: municipalidad de Guastatoya.

### 1.2.2. **Servicios públicos**

Entre los servicios con que cuenta el municipio de Guastatoya, se pueden mencionar los siguientes:

- Agua potable
- Drenajes
- Calles pavimentadas
- Energía eléctrica
- Telefonía móvil y domiciliar
- Transporte urbano y extraurbano
- Centros educativos
- Centro de Salud
- Hospitales
- Sanatorios.

### **1.2.3. Organización comunitaria**

Cada aldea está organizada a través del Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE), que es el que representa a la comunidad ante el Alcalde y Consejo Municipal.

La comunidad, a través del comité, hace ver sus necesidades, tanto en infraestructura como en servicios básicos.

La cabecera municipal está organizada por el Comité Municipal de Desarrollo (COMUDE), el cual tiene la función de avalar los proyectos que se formulan entre la Municipalidad de Guastatoya y Gobernación Departamental.

### **1.3. Necesidades de infraestructura y servicios básicos**

La mayoría de aldeas de la cabecera municipal del departamento de El Progreso necesitan mejorar las condiciones de infraestructura y servicios básicos.

Las aldeas: Casas Viejas, Santa Lucía y Santa Rita, son de las más cercanas al casco urbano y a pesar de ello, estas carecen de algunos servicios de infraestructura, como lo son: calles pavimentadas y sistemas de tratamiento de aguas servidas. En cuanto a las aldeas lejanas necesitan: carreteras, sistemas de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales e incluso mejorar los establecimientos educativos.

## **2. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA**

### **2.1. Cálculo para demanda de la administración del alcantarillado**

#### **2.1.1. Población actual**

La población a beneficiar con proyecto diseño de la red de alcantarillado sanitario, aldea Tierra Blanca es de 477 habitantes.

#### **2.1.2. Período de diseño**

Es el período de funcionamiento óptimo del sistema, una vez pasado este tiempo es necesario rehabilitarlo. Los sistemas de alcantarillado serán proyectados para cumplir adecuadamente su función durante un período de 30 a 40 años a partir de la fecha de construcción.

El período de diseño adoptado para este proyecto es de 20 años, tal y como lo recomienda el Instituto Nacional de Fomento Municipal (INFOM).

#### **2.1.3. Población de diseño**

Para el cálculo de la población se debe tomar el período de diseño correspondiente a 21 años. Y para calcular la población de diseño o futura, se utilizara el método de incremento geométrico, que es el método más apropiado para usarlo en poblaciones pequeñas y el que más se ajusta a la realidad.

Se recopilará toda la información necesaria para tener datos más reales, como en los registros municipales, censos del centro de salud, censos escolares y del INE. En todo caso el diseñador debe verificar la información obtenida, realizando un censo para determinar la densidad de población y chequearlo con la información recopilada de las instituciones antes mencionadas.

#### **2.1.4. Método de incremento geométrico**

Como se menciona anteriormente es el más apropiado para poblaciones pequeñas y bajo crecimiento poblacional, cuya gráfica se comporta como una curva.

Su fórmula se describe a continuación:

$$P_f = P_o \times (1 + r)^n$$

Donde:

- $P_f$  = Población futura
- $P_o$  = Población actual
- $r$  = Tasa de crecimiento
- $n$  = Número de años de diseño

Datos:

- $P_f$  = ?
- $P_o$  = 477 habitantes
- $r$  = 3,5 %
- $n$  = 21 años
- $P_f$  =  $477 (1 + 0,035)^{21}$
- $P_f$  = 982 habitantes para el 2 030

## **2.2. Cálculo de los consumos**

Es el cálculo de los diferentes caudales que componen el caudal de diseño, con el cual se diseñará la red del sistema. Estos son los siguientes:

- Caudal domiciliar
- Caudal de conexiones ilícitas
- Caudal de infiltración
- Caudal comercial
- Caudal industrial

Para este diseño no se tomarán en cuenta los últimos tres consumos o caudales, porque la aldea no cuenta con área industrial y comercial, y como la tubería será de PVC no hay caudal de infiltración.

### **2.2.1. Caudal domiciliar**

Está conformado por el agua que es utilizada por las personas para diferentes necesidades dentro de su vivienda: limpieza, higiene personal, lavado de alimentos, etc. Denominada caudal de desecho doméstico, es conducida hacia la red de alcantarillado existente y está relacionada con la dotación de agua potable según el lugar.

El factor de retorno varía entre 0,70 y 0,80, en el diseño fue adoptado el 0,70.

La fórmula para calcular el caudal domiciliar es la siguiente:

$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{\text{Dot.} * \text{No.hab} * \text{Fr}}{86\,400\text{ s}}$$

### **2.2.2. Caudal de conexiones ilícitas**

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas, lo que es susceptible de variar de 0,5 a 2,5%.

También se puede estimar con la siguiente fórmula.

$$Q_{ilicito} = \frac{CIA * 1000}{360}$$

### **2.2.3. Caudal de diseño**

Es el caudal con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario y será igual a multiplicar el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes a servir, que en este caso se compara el diseño para la población actual y futura con las siguientes expresiones.

$$Q_{dis \text{ actual}} = f_{qm} * FH * \text{No. habitantes actual}$$

$$Q_{dis \text{ actual}} = 0,005 * 4,303 * 477 = 10,26 \text{ l/s}$$

$$Q_{dis \text{ futuro}} = f_{qm} * FH * \text{No. habitantes futuro}$$

$$Q_{dis \text{ futuro}} = 0,005 * 3,805 * 982 = 18,68 \text{ l/s}$$

### **2.3. Criterios de diseño y descripción del proyecto**

#### Criterios

- El criterio utilizado es el de la fuerza tractiva
- Se cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable
- Las condiciones topográficas de la aldea son favorables para realizar el diseño del sistema de alcantarillado sanitario
- El proyecto es factible realizarlo, debido al apoyo económico de parte de Gobernación, la Municipalidad y el Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE) de la comunidad de Tierra Blanca

#### Descripción

El proyecto de sistema de alcantarillado sanitario constara de 1 287 metros lineales de tubería, 87 conexiones domiciliars y 41 pozos de visita.

El sistema, en la mayoría de sus pozos de inicio, se encuentran más alto; en relación al punto final de descarga, lo cual lo hace favorable para que funcione sin ningún inconveniente y que no exista asentamiento de los sólidos.

### **2.4. Levantamiento topográfico**

En todo diseño de un alcantarillado es necesario realizar un levantamiento topográfico, el cual será importante para conocer las condiciones del área donde se ubicará el proyecto.



El levantamiento topográfico debe ser de gran precisión ya que en este tipo de proyectos se invierte gran cantidad de dinero y los beneficiados demandan un buen servicio, el levantamiento debe ser de primer orden pero en este proyecto se utilizará de segundo orden el cual se compone de levantamiento planimétrico y altimétrico.

#### **2.4.1. Levantamiento planimétrico**

Se referirá al meridiano magnético y será efectuado con teodolito de precisión y cinta metálica de precisión.

Para realizar el levantamiento se hizo a través de una poligonal abierta.

#### **2.4.2. Levantamiento altimétrico**

Se realizará por nivelación trigonométrica con teodolito, con doble lectura adelante y atrás, referenciado a un BM convencional bien identificado, de preferencia a un BM geodésico.

En el apéndice 1, se presenta la tabla XVII en la cual se incluye la libreta topográfica para la ubicación del proyecto.

### **2.5. Factores de diseño**

Harán un papel muy importante a la hora de realizar el diseño, ya que estos factores proporcionaran los límites que se deben contemplar en el sistema.

Dentro de estos factores se pueden mencionar los siguientes:

- Factor de área: es la relación entre el área total a drenar y la longitud total de la tubería del drenaje. Debe estar comprendido entre los valores de 0,003 5 a 0,005 5, sus dimensiones son hectáreas por metro.
  
- Área tributaria: es la longitud que se encuentra entre pozos de visita, contribuyendo al caudal que pasa por sector, hasta unirse a otro tramo. El área tributaria acumulada se sumará en cada tramo, conforme se lleve el diseño de cada uno de estos, siguiendo la ruta para cada sector determinado.
  
- Selección de la ruta: es de mucha importancia seleccionar la ruta que llevará el agua, y para ello se debe considerar lo siguiente:
  - ✓ Iniciar el recorrido en los puntos que tengan una elevación más alta y dirigir el caudal hacia las cotas más bajas;
  
  - ✓ Para este sistema, como los puntos de inicio son más altos en relación al punto de descarga, se debe aprovechar la pendiente del terreno para evitar excavaciones profundas para disminuir costas de excavación;
  
  - ✓ Evitar dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno;
  
  - ✓ Llevar los caudales mayores en los tramos donde las pendientes son pequeñas y evitar de esta manera que la tubería se le de otra pendiente.

- Pendientes: la pendiente mínima en los colectores es la que provoca velocidades iguales o mayores a 0,40 m/s, y pendiente máxima es la que genera velocidades menores o iguales a 4 m/s.
- Velocidades de diseño: la velocidad de flujo está determinada por la pendiente del terreno, el tipo y diámetro de la tubería que se utilice.

La velocidad de flujo debe estar comprendida entre el siguiente rango, para evitar problemas de taponamiento y desgaste en las tuberías que se utilice.

Tabla II. **Velocidades máximas y mínimas**

<b>Tipo de tubería</b>	<b>Velocidad mínima</b>	<b>Velocidad máxima</b>
Concreto	0,60 m/s	3 m/s
PVC	0,40 m/s	4 m/s

Fuente: INFOM, normas generales para diseño de alcantarillado. p. 9.

- Coeficientes de rugosidad: varía según el tipo de tubería.
  - ✓ Tubería de PVC,  $N = 0,009$ .
  - ✓ Tubería de concreto,  $N = 0,013$
- Factor de retorno: el factor de retorno es un número que oscila entre 70% al 90%. Sirve para determinar el consumo de agua que retornará al alcantarillado, es decir, que una población tiene una dotación diaria de agua por cada habitante y una parte de ella regresará al alcantarillado después de haber sido usada.

Para dicha comunidad, se tomó un factor retorno al sistema de 70%.

- Profundidades mínimas de tubería: para instalarse en condiciones de cargas en carreteras y en lugares donde las cargas muertas sean considerables, se tienen valores mínimos para evitar rupturas.

Las profundidades mínimas de tubería serán:

- Tráfico normal (menor 200 quintales) 1 metro
- Tráfico pesado (mayor 200 quintales) 1,20 metros

Tabla III. **Profundidades mínimas para evitar rupturas, diferentes diámetros**

<b>Diámetro (plg)</b>	<b>Tránsito normal (m)</b>	<b>Tránsito pesado (m)</b>
8	1,22	1,42
10	1,28	1,48
12	1,38	1,58
16	1,41	1,51
18	1,50	1,70
21	1,58	1,78
24	1,66	1,86
30	1,84	2,04
36	1,99	2,19
42	2,14	2,34
48	2,25	2,45
60	2,55	2,75

Fuente: INFOM, normas generales para diseño de alcantarillado. p. 9.

## **2.6. Línea de alcantarillado**

Los alcantarillados conducen agua proveniente de las viviendas, de las cuales sale una mezcla de sólidos y líquidos, los sólidos pesados son arrastrados en los fondos del alcantarillado. Cuando las velocidades disminuyen, los sólidos pesados son dejados atrás, mientras que los materiales ligeros se acumulan en el borde. Cuando las velocidades suben nuevamente,

cada una de estas funciones son consecuencia de la fuerza tractiva del agua que las arrastra.

### **2.6.1. Bases del diseño**

- Período de diseño.....21 años
- Dotación de agua potable.....100 l/hab/día
- Factor de retorno.....70%
- Intensidad de precipitación.....100 mm/h
- Coeficiente de escorrentía.....0,90
- Población actual.....477
- Número de casas actuales.....400 viviendas
- Población futura.....977 habitantes

### **2.6.2. Diámetro y clase de la tubería**

El diámetro mínimo de la tubería para el diseño de alcantarillado sanitario será de PVC 6", con el cual se inicia el diseño mientras lo requiera. La velocidad y el caudal irán aumentando el diámetro, siempre y cuando se comprueben las relaciones  $d/D$  y  $v/V$ .

El tipo de tubería que se utilizará es la que se basa en la Norma ASTM D-3034, corrugada de doble pared, fabricada mediante un proceso de extrusión, que permite tener una pared lisa que garantiza alto desempeño hidráulico, el sistema de unión entre tramos de tubería, evita la infiltración y exfiltración. Este tipo de tubería es de menor peso, lo que facilita su manejo, transporte y almacenamiento.

Las características del material y la lisura de sus paredes internas evita el desgaste de los sólidos que se transportan en el tubo.

## **2.7. Factores de comprobación**

Al momento de elegir la pendiente de la tubería y el diámetro, debe verificarse que la velocidad y el caudal a sección llena, este entre los rangos de 0,40 a 4 m/s.

Mientras que el caudal a sección llena sea mayor que el caudal de diseño, se puede encontrar las relaciones  $q/Q$  y  $d/D$ .  $q/Q$  servirá para poder calcular el tirante real del flujo que se tiene, mientras que  $d/D$  tiene que estar entre los rangos de 0,10 a 0,75. Estos serían los chequeos más importantes que se tienen que realizar al estar terminado el diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario.

## **2.8. Elementos del alcantarillado**

Son elementos importantes para que el sistema tenga un buen funcionamiento, y que sin ellos sería deficiente, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes.

### **2.8.1. Pozos de visita**

Sirven para interceptar y recoger las aguas residuales provenientes, tanto de las líneas secundarias como líneas principales.

Son empleados como medio de inspección y limpieza. Las normas para construcción de red de alcantarillado recomiendan colocar pozos en los siguientes casos:

- Al comienzo de todo colector
- En distancias no mayores de 100 a 120 metros
- En los cambios de diámetro
- En todo cambio de dirección o pendiente
- En toda intersección de colectores
- En las curvas de colectores a no más de 30 metros

La forma constructiva de los pozos de visita se ha normalizado considerablemente y se han establecido diseños que se adoptan a un modo general.

### **2.8.2. Candela domiciliar**

Es un tubo de concreto no menor a 12" de diámetro, que sirve como registro a las viviendas y que transporta las aguas servidas a través de una tubería de 4" como mínimo hasta la red principal del sistema de drenaje.

### **2.8.3. Unión de la candela y la línea de alcantarillado**

La conexión de la candela al colector principal, se hace con tubería de PVC, dependiendo de la altura que se encuentre la tubería del alcantarillado. Para ello se presentan dos opciones para realizar la conexión.

- Profundidades de 0 a 2 metros: se harán con una silleta y complementando con un codo a 45 grados.

- Profundidades de 2 o más metros: se harán con una silleta y complementando con un codo a 90 grados.

## 2.9. Diseño de fosa séptica

Parámetros de diseño

- Habitantes = 982
- Dotación = 100 l/hab-día

Calculando el volumen

$$V = \frac{\text{Dot} * \text{No. Hab}}{1000}$$

$$V = \frac{100 * 982}{1000} = 98,20 \text{ m}^3/\text{día} * 1 \text{ día} = 98 \text{ m}^3 \cong 100 \text{ m}^3$$

Volumen = Área \* altura

$$\text{Área} = \frac{100}{1,50} = 66,67 \text{ m}^2$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{66,67} = 8,16 \cong 8,15 \text{ m}$$

Las dimensiones de la fosa séptica serán:

Ancho = 8,15 m

Largo = 8,15 m

Alto = 1,50 m

En planos se dejará de 9,50 x 7,00 x 1,50 metros.



## 2.10. Dimensionamiento de pozos de absorción

### Caudal de diseño

$$Q_{\text{diseño}} = 18,68 \text{ l/s} = 1\,614 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen requerido} = 1\,614 \text{ m}^3/\text{día} * 1 \text{ día} = 1\,614 \text{ m}^3$$

### Volumen de pozo de absorción

$$\text{Vol} = \pi * r^2 * h$$

$$\text{Vol} = \pi * (1,5 \text{ m})^2 * 15 \text{ m} = 106 \text{ m}^3$$

### Número de pozos

$$N = \frac{1614}{106} = 15 \text{ pozos}$$

### Dimensiones del pozo

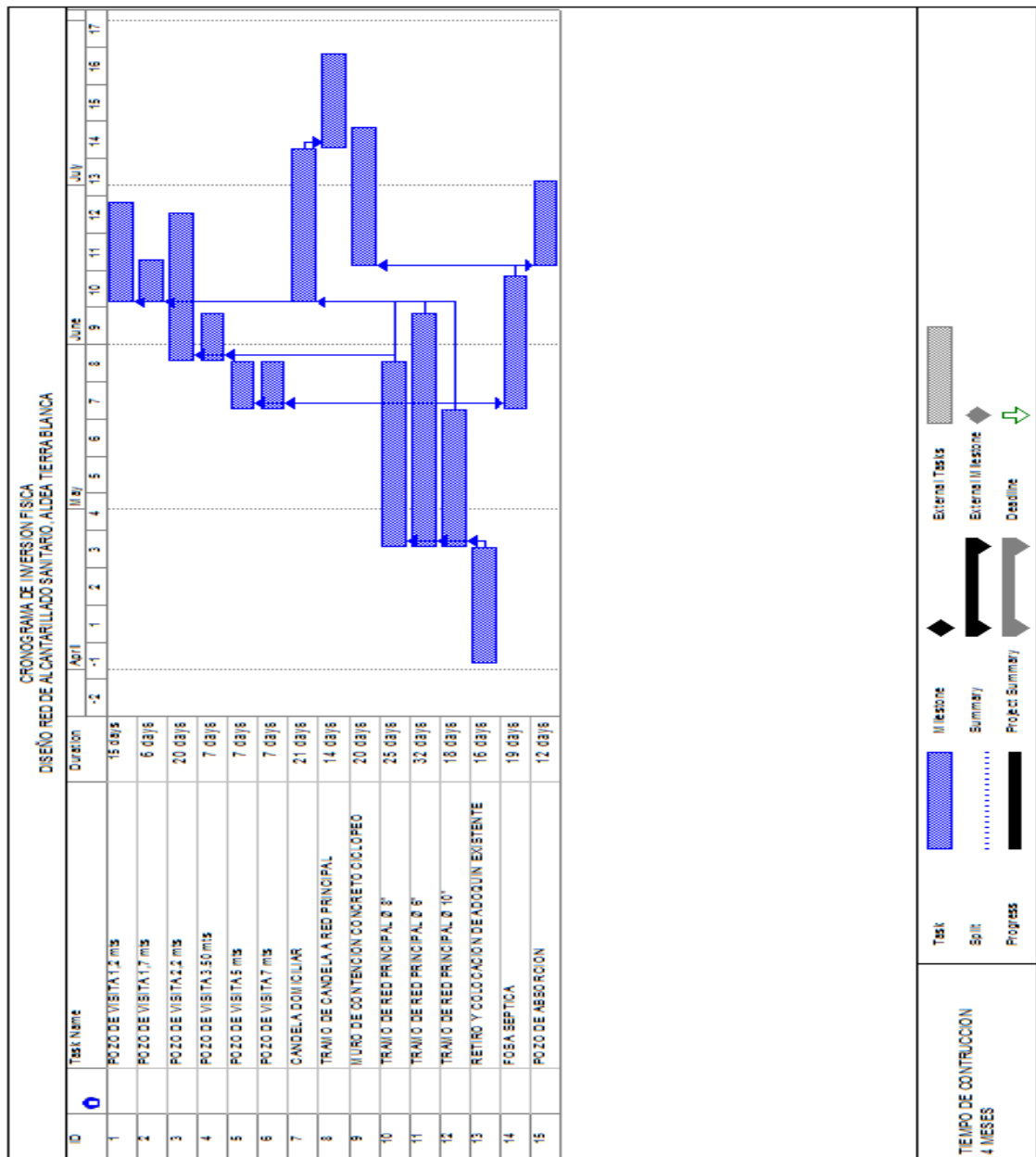
$$\text{Diámetro} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad} = 15 \text{ m}$$

## 2.11. Organización

### 2.11.1. Cronograma de actividades

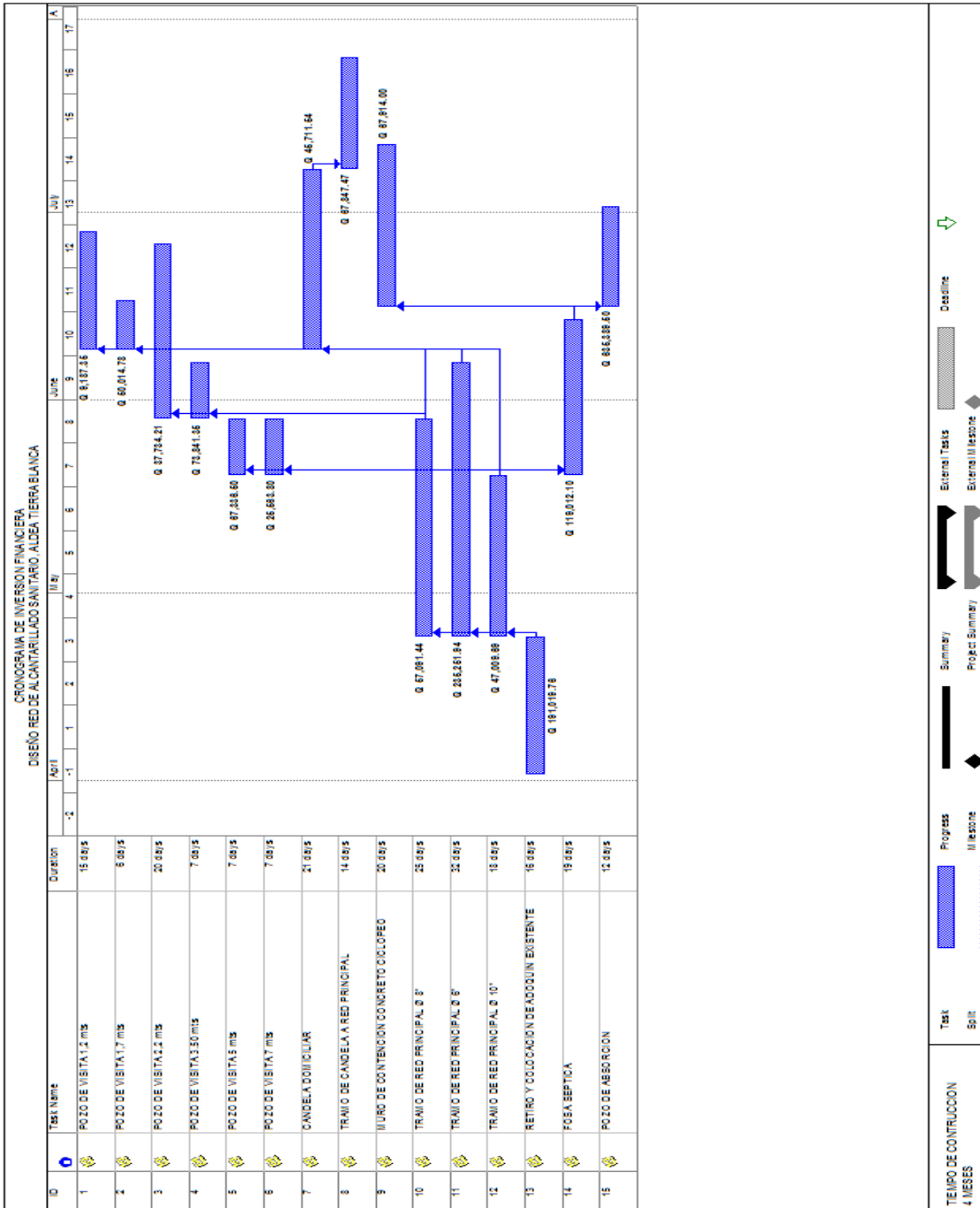
Figura 2. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

## 2.11.2. Cronograma de avance financiero

Figura 3. Cronograma de avance financiero



Fuente: elaboración propia.

## 2.12. Presupuestos

Tabla IV. Resumen de presupuesto, alcantarillado sanitario

RESUMEN DE REINGLONES							
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	MATERIAL	MANO DE OBRA	COSTO	TOTAL
							TOTAL \$
1	POZO DE VISITA 1,2 m	3	POZOS	Q 2.497,20	Q 565,25	Q 3.062,45	Q 9.187,35
2	POZO DE VISITA 1,7 m	13	POZOS	Q 3.143,44	Q 703,85	Q 3.847,29	Q 50.014,78
3	POZO DE VISITA 2,2 m	7	POZOS	Q 4.338,64	Q 1.051,96	Q 5.390,60	Q 37.734,21
4	POZO DE VISITA 3,50 m	11	POZOS	Q 4.676,50	Q 2.036,35	Q 6.712,85	Q 73.841,35
5	POZO DE VISITA 5 m	7	POZOS	Q 6.591,50	Q 3.020,00	Q 9.619,50	Q 67.336,50
6	POZO DE VISITA 7 m	2	POZOS	Q 8.623,50	Q 4.150,40	Q 12.781,90	Q 25.563,80
4	CANDELA DOMICILIAR	87	CANDELAS	Q 357,98	Q 167,44	Q 525,42	Q 45.711,54
5	TRAMO DE CANDELA A RED PRINCIPAL	87	TRAMOS	Q 569,86	Q 210,00	Q 779,86	Q 67.847,47
6	MURO DE CONTENCIÓN CONCRETO CICLOPEO	30	m	Q 1.310,40	Q 953,40	Q 2.263,80	Q 67.914,00
7	TRAMO DE RED PRINCIPAL Ø 8"	204	m	Q 206,36	Q 73,50	Q 279,86	Q 57.091,44
8	TRAMO DE RED PRINCIPAL Ø 6"	973	m	Q 168,28	Q 73,50	Q 241,78	Q 235.251,94
9	TRAMO DE RED PRINCIPAL Ø 10"	89	m	Q 454,70	Q 73,50	Q 528,20	Q 47.009,69
9	RETIRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUÍN EXISTENTE	1.287	m <sup>2</sup>	Q 4.404,76	Q 186.615,00	Q 148,42	Q 191.019,76
10	FOSA SÉPTICA	1	UNIDAD	Q 55.839,00	Q 63.173,10	Q 119.012,10	Q 119.012,10
11	POZO DE ABSORCIÓN	15	UNIDADES	Q 23.166,70	Q 19.202,60	Q 42.369,30	Q 635.389,50
TOTAL							Q14.081.593,08

Fuente: elaboración propia.

Notas:

- El valor total del proyecto, solo corresponde a costo directo
- La tasa de cambio al mes de febrero es de Q.8,14 por \$1,00

Tabla V. Integración de precios unitarios de renglones

POZO DE VISITA 1,2 m					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Ladrillo Tayuyo 0,07x0,11x0,23 m	368	u	Q 2,50	Q 920,00
2	Cemento gris	4,14	u	Q 60,00	Q 248,40
3	Arena de río	0,5	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 60,00
4	Piedrín	0,25	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 35,00
5	Acero No. 2	2	var	Q 11,62	Q 23,24
6	Acero No. 3	5	var	Q 27,70	Q 138,50
7	Acero No. 4	2,5	var	Q 51,43	Q 128,58
8	Alambre de amarre	5	lb	Q 6,00	Q 30,00
9	Formaleta metálica para anillo	1	u	Q 200,00	Q 200,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 2 497,20
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación de pozo	1,14	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q 68,40
2	Fundición de losa inferior	1,67	m <sup>2</sup>	Q 40,00	Q 66,80
3	Levantado de muros	2,83	m <sup>2</sup>	Q 50,00	Q 141,50
4	Fundición de anillos	3,45	m	Q 25,00	Q 86,25
5	Fundición de tapadera	0,5	m <sup>2</sup>	Q 25,00	Q 12,50
6	Repello de paredes de pozo	2,83	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 28,30
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 565,25
TOTAL					<b>Q 3 062,45</b>

POZO DE VISITA 1,7 m					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Ladrillo Tayuyo 0,07x0,11x0,23 m	514	u	Q 2,50	Q 1 285,00
2	Cemento gris	5	u	Q 60,00	Q 300,00
3	Arena de río	0,7	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 84,00
4	Piedrín	0,4	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 56,00
5	Acero No. 2	2	var	Q 11,62	Q 23,24
6	Acero No. 3	5	var	Q 27,70	Q 138,50
7	Acero No. 4	2,5	var	Q 51,43	Q 128,58
8	Alambre de amarre	5	lb	Q 6,00	Q 30,00
9	Formaleta metálica para anillo	1	u	Q 200,00	Q 200,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 3 143,44
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación de pozo	1,66	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q 99,60
2	Fundición de losa inferior	1,67	m <sup>2</sup>	Q 40,00	Q 66,80
3	Levantado de muros	3,96	m <sup>2</sup>	Q 50,00	Q 198,00
4	Fundición de anillos	3,45	m	Q 25,00	Q 86,25
5	Fundición de tapadera	0,5	m <sup>2</sup>	Q 25,00	Q 12,50
6	Repello de paredes de pozo	3,96	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 39,60
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 703,85
TOTAL					<b>Q 3 847,29</b>

Continuación tabla V

POZO DE VISITA 2,2 m					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Ladrillo Tayuyo 0,07x0,11x0,23 m	735	u	Q 2,50	Q 1 837,50
2	Cemento gris	6	u	Q 60,00	Q 360,00
3	Arena de río	0,75	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 90,00
4	Piedrín	0,6	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 84,00
5	Acero No. 2	4	var	Q 11,62	Q 46,48
6	Acero No. 3	7	var	Q 27,70	Q 193,90
7	Acero No. 4	5	var	Q 51,43	Q 257,15
8	Alambre de amarre	5	lb	Q 6,00	Q 30,00
9	Formaleta metálica para anillo	1	u	Q 200,00	Q 200,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 4 338,64
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación de pozo	1,90	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q 142,50
2	Fundición de losa inferior	1,67	m <sup>2</sup>	Q 40,00	Q 66,80
3	Levantado de muros	5,66	m <sup>2</sup>	Q 50,00	Q 283,00
4	Fundición de anillos	6,9	m	Q 25,00	Q 172,50
5	Fundición de tapadera	0,50	m <sup>2</sup>	Q 60,00	Q 30,00
6	Repello de paredes de pozo	5,66	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 56,60
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 1 051,96
TOTAL					<b>Q 5 390,60</b>

POZO DE VISITA 3.50 m					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Ladrillo Tayuyo 0,07x0,11x0,23 m	989	u	Q 2,50	Q 2 472,50
2	Cemento gris	21	u	Q 60,00	Q 1 218,00
3	Arena de río	3,5	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 420,00
4	Piedrín	1	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 140,00
5	Acero No. 2	4	var	Q 11,62	Q 35,00
6	Acero No. 3	10	var	Q 27,70	Q 161,00
8	Alambre de amarre	5	lb	Q 6,00	Q 30,00
9	Formaleta metálica para anillo	1	u	Q 200,00	Q 200,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 4 676,50
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación de pozo	11	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q 825,00
2	Fundición de losa inferior	3,14	m <sup>2</sup>	Q 45,00	Q 141,30
3	Levantado de muros	9,69	m <sup>2</sup>	Q 50,00	Q 726,75
4	Fundición de anillos	5,65	m	Q 25,00	Q 169,50
5	Fundición de tapadera	0,5	m <sup>2</sup>	Q 60,00	Q 32,50
6	Repello de paredes de pozo	9,42	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 141,30
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 2 036,35
TOTAL					<b>Q 6 712,85</b>

Continuación tabla V

POZO DE VISITA 5 m					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Ladrillo Tayuyo 0,07x0,11x0,23 m	1483	u	Q 2,50	Q 3 707,50
2	Cemento gris	28	u	Q 60,00	Q 1 624,00
3	Arena de río	4,5	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 540,00
4	Piedrín	1,5	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 210,00
5	Acero No. 2	5,5	var	Q 11,62	Q 55,00
6	Acero No. 3	9	var	Q 27,70	Q 207,00
8	Alambre de amarre	8	lb	Q 6,00	Q 48,00
9	Formaleta metálica para anillo	1	u	Q 200,00	Q 200,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 6 591,50
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación de pozo	15,7	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q 1 177,50
2	Fundición de losa inferior	3,14	m <sup>2</sup>	Q 45,00	Q 141,30
3	Levantado de muros	15,7	m <sup>2</sup>	Q 50,00	Q 1 177,50
4	Fundición de anillos	8,79	m	Q 25,00	Q 263,70
5	Fundición de tapadera	0,5	m <sup>2</sup>	Q 60,00	Q 32,50
6	Repello de paredes de pozo	15,7	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 235,50
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 3 028,00
TOTAL					<b>Q 9 619,50</b>

POZO DE VISITA 7 m					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Ladrillo Tayuyo 0,07x0,11x0,23 m	1979	u	Q 2,50	Q 4 947,50
2	Cemento gris	36	u	Q 60,00	Q 2 088,00
3	Arena de río	6	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 720,00
4	Piedrín	2	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 280,00
5	Acero No. 2	7,5	var	Q 11,62	Q 75,00
6	Acero No. 3	11	var	Q 27,70	Q 253,00
8	Alambre de amarre	10	lb	Q 6,00	Q 60,00
9	Formaleta metálica para anillo	1	u	Q 200,00	Q 200,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 8 623,50
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación de pozo	21,98	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q 1 648,50
2	Fundición de losa inferior	3,14	m <sup>2</sup>	Q 45,00	Q 141,30
3	Levantado de muros	21,98	m <sup>2</sup>	Q 50,00	Q 1 648,50
4	Fundición de anillos	11,93	m	Q 25,00	Q 357,90
5	Fundición de tapadera	0,50	m <sup>2</sup>	Q 60,00	Q 32,50
6	Repello de paredes de pozo	21,98	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 329,70
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 4 158,40
TOTAL					<b>Q 12 781,90</b>

Continuación tabla V

CANDELA DOMICILIAR					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubo de concreto Ø 12"	1	u	Q 70,00	Q 70,00
2	Cemento gris	1	u	Q 60,00	Q 60,00
3	Arena de río	0,20	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 24,00
4	Piedrín	0,20	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 28,00
6	Acero No. 3	1	var	Q 27,70	Q 27,70
8	Alambre de amarre	1	lb	Q 6,00	Q 6,00
9	Formaleta metálica para anillo	1	u	Q 40,00	Q 40,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 357,98
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación de candela	0,07	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q 4,20
2	Fundición de losa inferior	0,07	m <sup>2</sup>	Q 40,00	Q 2,80
3	Colocado de tubo	1	u	Q 20,00	Q 20,00
4	Fundición de anillos	0,94	m	Q 25,00	Q 23,50
5	Fundición de tapadera	0,5	m <sup>2</sup>	Q 25,00	Q 12,50
6	Repello de paredes de pozo	5,66	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 56,60
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 167,44
TOTAL					<b>Q 525,42</b>

TRAMO DE CANDELA A RED PRINCIPAL					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería Ø 4" PVC para drenaje 125 PSI	0,5	tubo	Q 420,00	Q 210,00
2	Silleta 6x4	1	u	Q 175,00	Q 175,00
3	Selecto	0,12	m <sup>3</sup>	Q 92,00	Q 11,04
4	Pegamento	0,02	gal	Q 550,00	Q 11,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 569,86
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación para colocado de tubería	0,84	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q 50,40
2	Colocado y compactación de selecto	0,12	m <sup>3</sup>	Q 50,00	Q 6,00
3	Colocado de tubería	3	m	Q 10,00	Q 30,00
4	Colocado de silleta	1	u	Q 30,00	Q 30,00
5	Relleno y compactación	0,84	m <sup>3</sup>	Q 40,00	Q 33,60
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 210,00
TOTAL					<b>Q 779,86</b>



Continuación tabla V

TRAMO DE RED PRINCIPAL Ø 6"					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería PVC Ø 6"	0,17	u	Q 680,00	Q 115,60
3	Selecto	0,05	m³	Q 92,00	Q 4,60
TOTAL DE MATERIALES					Q 168,28
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación para colocado de tubería	0,40	m³	Q 60,00	Q 24,00
2	Colocado y compactación de selecto	0,05	m³	Q 50,00	Q 2,50
3	Colocado de tubería	1	m	Q 10,00	Q 10,00
5	Relleno y compactación	0,40	m³	Q 40,00	Q 16,00
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 73,50
TOTAL					<b>Q 241,78</b>

TRAMO DE RED PRINCIPAL Ø 8"					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería PVC Ø 8"	0,17	u	Q 840,00	Q 142,80
3	Selecto	0,05	m³	Q 92,00	Q 4,60
TOTAL DE MATERIALES					Q 206,36
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación para colocado de tubería	0,40	m³	Q 60,00	Q 24,00
2	Colocado y compactación de selecto	0,05	m³	Q 50,00	Q 2,50
3	Colocado de tubería	1	m	Q 10,00	Q 10,00
5	Relleno y compactación	0,40	m³	Q 40,00	Q 16,00
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 73,50
TOTAL					<b>Q 279,86</b>

TRAMO DE RED PRINCIPAL Ø 10"					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Tubería PVC Ø 8"	0,17	u	Q 1 883,44	Q 320,18
3	Selecto	0,05	m³	Q 92,00	Q 4,60
TOTAL DE MATERIALES					Q 454,70
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación para colocado de tubería	0,40	m³	Q 60,00	Q 24,00
2	Colocado y compactación de selecto	0,05	m³	Q 50,00	Q 2,50
3	Colocado de tubería	1	m	Q 10,00	Q 10,00
5	Relleno y compactación	0,40	m³	Q 40,00	Q 16,00
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 73,50
TOTAL					<b>Q 528,20</b>

Continuación tabla V

MURO DE CONTENCIÓN CONCRETO CICLÓPEO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Cemento	11	u	Q 60,00	Q 660,00
2	Arena de río	1,5	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 180,00
3	Piedrín	1,5	u	Q 120,00	Q 180,00
4	Tabla 12"x1"12'	4	u	Q 70,00	Q 280,00
5	Paral 4"x4"x12'	4	u	Q 35,00	Q 140,00
6	pedra bola	2,40	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 336,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 1 310,40
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	zanjeo de muro	0,25	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q 15,00
2	Formaleteado	4	m	Q 20,00	Q 80,00
3	Colocado de piedra	2,40	m <sup>3</sup>	Q 15,00	Q 36,00
5	Fundición de muro	1	m <sup>3</sup>	Q 550,00	Q 550,00
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 953,40
TOTAL					<b>Q 2 263,80</b>

RETIRO Y COLOCACIÓN DE ADOQUÍN EXISTENTE						
ÁREA DE ADOQUINADO		1287	m <sup>2</sup>			
METROS LINEALES DE BORDILLO		0	m			
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	COSTO	
				UNITARIO	TOTAL	
<b>MATERIALES</b>						
1	Cemento gris	48	u	Q 60,00	Q 2 857,14	
2	Arena de río	6	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 714,29	
3	Piedrín 1/2"	6	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 833,33	
SUBTOTAL DE MATERIALES					Q 4 404,76	
<b>MANO DE OBRA</b>						
1	Colocación de adoquín	1 287,00	m <sup>2</sup>	Q 60,00	Q 77 220,00	
2	Movimiento, nivelación y compactación de tierra	1 287,00	m <sup>2</sup>	Q 60,00	Q 77 220,00	
3	Retiro de adoquín	1 287,00	m <sup>2</sup>	Q 25,00	Q 32 175,00	
SUBTOTAL DE MANO DE OBRA					Q 186 615,00	
<b>TOTAL</b>					<b>Q 191 019,76</b>	
<b>PRECIO POR METRO CUADRADO ADOQUINADO</b>					<b>Q 148,42</b>	

Continuación tabla V

FOSA SÉPTICA					
MATERIAL					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	TOTAL
	SACO CEMENTO GRIS	329	saco	Q 60,00	Q 19 740,00
	ARENA DE RÍO	55	m³	Q 140,00	Q 7 700,00
	PIEDRÍN 3/4	55	m³	Q 160,00	Q 8 800,00
	VARILLA HIERRO # 2 GRADO 40 X 6 MTS	1	var	Q 29,39	Q 29,39
	VARILLA HIERRO # 3 GRADO 40 X 6 MTS	275	var	Q 21,43	Q 5 893,25
	VARILLA HIERRO # 4 GRADO 40 X 6 MTS	98	var	Q 38,05	Q 3 728,90
	VARILLA HIERRO # 5 GRADO 40 X 6 MTS	0,25	var	Q 59,50	Q 14,88
	ALAMBRE DE AMARRE	180	lb	Q 8,00	Q 1 440,00
	MADERA DE PINO RUSTICO	80	tablas	Q 65,00	Q 5 200,00
	CLAVO DE 4"	15	lb	Q 5,50	Q 82,50
	PARAL P.R. 3"*3"*12"	40	u	Q 35,00	Q 1 400,00
	TUBERÍA PVC φ4"	0,20	tubo	Q 359,82	Q 71,96
	TUBERÍA PVC φ6"	0,50	tubo	Q 787,81	Q 393,91
	TUBERÍA PVC φ10"	0,50	tubo	Q 1 883,44	Q 941,72
	TEFLÓN	32	u	Q 10,00	Q 320,00
	CLAVO DE 2"	15	lb	Q 5,50	Q 82,50
SUBTOTAL					Q 55 839,00
MANO DE OBRA					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	TOTAL
	Trazo y estaqueado	71,54	m²	Q 15,00	Q 1 073,10
	Excavación del terreno	341	m³	Q 60,00	Q 20 460,00
	Relleno	200	m³	Q 60,00	Q 12 000,00
	Armado	1000	octavos	Q 6,00	Q 6 000,00
	Fundición de concreto	33	m³	Q 550,00	Q 18 150,00
	ALISADO DE CEMENTO	64	m²	Q 20,00	Q 1 280,00
	COLOCAR CONCRETO	33	m³	Q 50,00	Q 1 650,00
	Encofrado y desencofrado	64	m²	Q 30,00	Q 1 920,00
	QUITAR FORMALETA DE PAREDES	64	m²	Q 10,00	Q 640,00
SUBTOTAL					Q 63 173,10
EQUIPO Y HERRAMIENTAS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	TOTAL
	MEZCLADORA 1 SACO	8	horas	Q 50,00	Q 400,00
	VIBRADOR	8	horas	Q 26,00	Q 208,00
	PALAS CON CABO	4	UNIDAD	Q 50,00	Q 200,00
	AZADÓN CON CABO	3	UNIDAD	Q 60,00	Q 180,00
SUBTOTAL					Q 988,00
TOTAL					Q 120 000,10

Continuación tabla V

POZO DE ABSORCIÓN					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Ladrillo Tayuyo 0,07x0,11x0,23 m	6864	u	Q 2,50	Q 17 160,00
2	Cemento gris	35	u	Q 60,00	Q 2 100,00
3	Arena de río	5,67	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 680,40
4	Piedrín	4,67	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 653,80
5	Acero No. 2	35	var	Q 11,62	Q 406,70
6	Acero No. 3	54	var	Q 27,70	Q 1 495,80
4	Alambre de amarre	45	lb	Q 8,00	Q 360,00
9	Formaleta metálica para anillo	1	u	Q 300,00	Q 300,00
TOTAL DE MATERIALES					Q 23 156,70
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
1	Excavación de pozo	133,23	m <sup>3</sup>	Q 100,00	Q 13 323,00
2	Fundición de concreto	2,8	m <sup>2</sup>	Q 550,00	Q 1 540,00
3	Levantado de muros	43,48	m <sup>2</sup>	Q 70,00	Q 3 043,60
5	Armado	162	octavos	Q 8,00	Q 1 296,00
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q 19 202,60
TOTAL					<b>Q 42 359,30</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.13. Administración del mantenimiento preventivo del sistema

La administración del mantenimiento estará a cargo del Comité Comunitario de Desarrollo, quienes tendrán la responsabilidad de aplicar las técnicas y mecanismos que permitan conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y en buen funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo a la vida útil para el que fue diseñado el proyecto.

Al Comité Comunitario de Desarrollo, se le recomienda que las revisiones al sistema se realicen en intervalos que no sobrepasen los cuatro meses.

### **2.13.1. Operación del sistema**

Es el conjunto de acciones externas que se realizan a todos los elementos del sistema para que estén en perfecta operación, siendo estos los elementos siguientes.

- Línea central y/o secundaria
- Pozos de visita
- Conexiones domiciliarias

### **2.13.2. Mantenimiento del sistema**

Es el conjunto de actividades que se realizan para darle mantenimiento al sistema para prevenir daños y así evitar reparaciones, lo cual solo eleva el costo de funcionamiento del mismo. A continuación se enumeran los elementos y posibles problemas que pueden surgir; como también las acciones a tomar.

- Elemento: Línea central y/o secundaria
- Inspección: En pozos de visita
- Posible problema: Taponamiento parcial o total
- Acciones a seguir: Prueba de corrimiento de flujo
  
- Elemento: Pozos de visita
- Inspección: En tapadera y en el interior
- Posibles problemas: Estado de escalones y acumulación de residuos
- Acciones a seguir: Cambio de tapadera y limpieza de pozos
  
- Elemento: Conexiones domiciliarias
- Inspección: General de la unidad
- Posible problema: Estado físico y taponamientos
- Acción a seguir: Cambio de candelas domiciliarias y quitar tapones

## **2.14. Evaluación de impacto ambiental inicial**

### **2.14.1. Nombre del proyecto**

Diseño de la "Red de Alcantarillado Sanitario, Aldea Tierra Blanca".

### **2.14.2. Dirección del proyecto**

Aldea Tierra Blanca, Guastatoya El Progreso.

### **2.14.3. Localización geográfica**

#### **2.14.3.1. Coordenadas UTM**

Se encuentra ubicado en la Zona 15 P, con las siguientes coordenadas.

- UTM<sub>1</sub> = 081 201 9
- UTM<sub>2</sub> = 164 456 8

#### **2.14.3.2. Coordenadas geográficas**

- Norte 14° 51'26,1"
- Oeste 90 °06'02,4"

### **2.14.4. Dimensión del proyecto**

El proyecto tendrá una magnitud de 1 300 metros lineales.

### **2.14.5. Colindancias**

- Norte, Caserío El Brasil
- Sur con el caserío Labor del Paso
- Este con el caserío el Manzanotal
- Oeste con la aldea Las Morales

#### **2.14.6. Identificación de impactos**

Un impacto ambiental, es una alteración significativa del medio, causado por una acción humana o natural, y está referido a la vulnerabilidad del área de estudio.

Los impactos pueden ser: negativos, positivos e irreversibles.

##### **2.14.6.1. Impactos negativos**

Para este estudio, se puede decir que la construcción del proyecto de aguas residuales, solo generará un impacto negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, evaporación, etc.

##### **2.14.6.2. Impactos positivos**

Como impacto ambiental positivo se podría mencionar la eliminación de aguas servidas que fluyen sobre la superficie del suelo y la eliminación de fuentes de proliferación de mosquitos y zancudos, y la consecuente disminución de enfermedades que éstos puedan transmitir a los habitantes de la comunidad.

### **2.14.7. Proyección de uso y consumo de agua**

La comunidad cuenta con las siguientes fuentes de abastecimiento de agua potable:

- Pozo mecánico
- Red de agua potable municipal
- Agua superficial

El uso que le dan a cada fuente de abastecimiento de agua, es para consumo humano.

En cuanto a consumos se tiene los combustibles, que son: gasolina y diesel, los cuales les sirven para abastecer sus vehículos y motores para realizar sus actividades diarias.

### **2.14.8. Vulnerabilidad**

#### **Actividades impactantes**

- **Tratamiento de basura y otros desechos:** dentro de este punto se identifican las actividades que causan acumulación de basura orgánica e inorgánica. Estos desechos son originados en su mayoría en la elaboración de los alimentos preparados en las zonas aledañas o durante la ejecución por el personal de trabajo, y los sobrantes de los mismos.

La acumulación descontrolada de esta clase de desecho podrá causar un foco de contaminación, trayendo consigo plagas tales como cucarachas, moscas y ratas a la comunidad.



### **2.14.9. Riesgos**

- Contaminación atmosférica
- Contaminación de las aguas
- Deterioro del suelo
- Protección y correcto manejo del recurso tierra

### **2.14.10. Medidas de mitigación**

#### **2.14.10.1. En construcción**

- Diseñar tratando de adecuarse a las condiciones del lugar
- En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas
- Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal), en vez de quemarlas
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
- Compactar la tierra removida
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores
- Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas y cascos)
- Incluir botiquín de primeros auxilios

#### **2.14.10.2. En operación**

- Establecer plan de monitoreo ambiental
- Capacitación permanente y continua a operadores del sistema
- Mantenimiento preventivo

## 2.15. Evaluación socioeconómica

### 2.15.1. Valor presente neto (VPN)

El método del valor presente neto, es el método más conocido para evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Es muy utilizado por dos razones: la primera, porque es de muy fácil aplicación y la segunda porque todos los ingresos y egresos futuros se transforman al presente y así puede verse fácilmente, si los ingresos son mayores que los egresos.

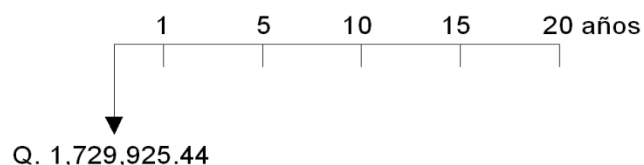
El valor presente neto puede dar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

VPN<0; indica que el proyecto no es rentable.

VPN=0; indica que es indiferente que el proyecto se realice, no genera renta.

VPN>0, se rechaza, no es conveniente hacer la inversión.

### Esquema de ingresos y egresos económicos para el proyecto



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

$$\text{VPN} = 0 - 1\,729\,925,44$$

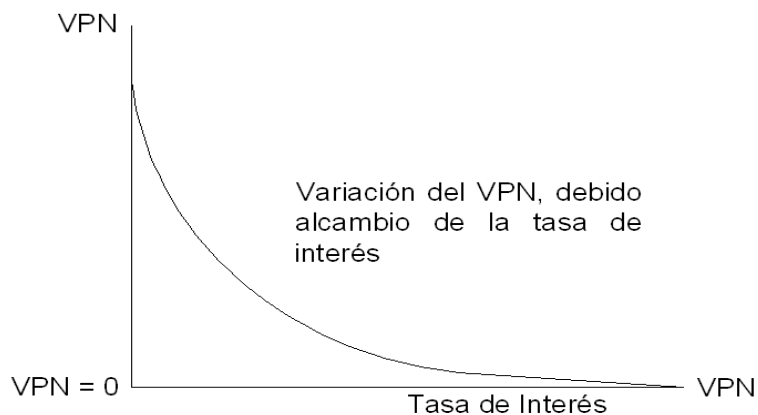
$$\text{VPN} = -1\,729\,925,44$$

Como el VPN es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos ni rentabilidad.

### 2.15.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica, es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

#### Variación del VPN debido a la TIR



Para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé ningún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR, por lo que el valor de la TIR es igual a 4,78%, la cual representa el costo que el estado debe desembolsar para la ejecución del proyecto.

Esta tasa es un valor promedio que Estados Unidos estima, como la tasa promedio libre de riesgo para los países centroamericanos, la cual representa lo que al estado le cuesta en captar esos fondos para invertirlos en obra pública.

### **3. DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR, CASERÍO EL CALLEJÓN**

Se plantea el diseño de un vehicular para el caserío El Callejón con la finalidad de mejorar el acceso a la comunidad, especialmente en época de invierno.

A continuación, se describen los métodos y criterios utilizados para solucionar el problema de la falta de un puente, para dar seguridad al paso del de circulación peatonal y tránsito vehicular en época de invierno, principalmente.

#### **3.1. Levantamiento topográfico**

Es de gran importancia la realización del levantamiento topográfico, ya que con ello se logra representar la forma real del lugar donde se ubicará la obra, por lo que es necesario contar con planta y perfil del área donde se construirá la obra.

El estudio topográfico de este proyecto consistió en hacer un levantado topográfico –poligonal abierta-, además, visualizar todos los puntos necesarios, estructuras existentes y situaciones más relevantes del área donde estará ubicado el puente.

##### **3.1.1. Planimetría**

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

### **3.1.2. Altimetría**

Se trazo un eje central, tomando como referencia 75 m río arriba y 50 m río abajo. Luego se trazaron secciones transversales a cada 10 m, en algunos caso se vario debido a las condiciones topográficas del terreno. Ver tabla XIX topográfica en Apéndice 1

## **3.2. Estudio hidrológico e hidráulico**

### **3.2.1. Determinación área tributaria**

El cálculo del área tributaria se obtuvo del mapa en archivo CAD del Instituto Geográfico Nacional (IGN), 1 724 escala 1:50 000, para la cuenca del río Motagua. Dicha área se utilizó para calcular el caudal máximo que será empleado para el diseño del puente que comunicará a el caserío El Callejón, de la cabecera municipal y de otras comunidades cercanas.

El área tributaria calculada es de:

$A = 3\,203$  Ha (Ver mapa de delimitación de cuenca hidrográfica en anexo 1).

### **3.2.2. Precipitación máxima en 24 horas**

Este dato fue obtenido de los cuadros METS del INSIVUMEH, para la estación Morazán (ubicada en el municipio de Morazán del departamento de El Progreso), por ser la estación más próxima que reporta información. Ver anexo 2.

$$P = \frac{A}{(B + t)^n}$$

Donde:

$$A = 12\,935$$

$$B = 27$$

$$T = 5 \text{ minutos}$$

$$N = 1,326$$

$$P = \frac{12\,935}{(27 + 5)^{1,326}} = 130 \text{ mm, en 24 horas}$$

### 3.2.3. Cálculo del caudal máximo

Se utilizará la fórmula del método racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Donde:

Q = Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)

C = Coeficiente de escorrentía = 0,10 (para suelos arenosos)

I = Intensidad de precipitación (mm/h)

A = Área tributaria (Ha)

$$Q = \frac{0,10 * 130 * 3\,203}{360} = 115,66 \text{ m}^3 / \text{s}$$

### 3.2.4. Cálculo del tirante

Para calcular dicho tirante se utilizará la fórmula de Manning y la ecuación de continuidad, descritas de la siguiente manera.

Ecuación de Manning

$$Vel = \frac{1}{n} * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

Ecuación de continuidad

$$Q = V * A$$

Donde:

Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)

V = Velocidad (m/s)

A = Área de la sección (m<sup>2</sup>)

n = 0,08 para suelos arenoso-arcilloso

Q = 115,66 m<sup>3</sup>/s

Sustituyendo la ecuación de Manning en la ecuación de continuidad para encontrar el tirante hidráulico, queda la siguiente expresión.

$$Q = \frac{1}{0,08} \left( \frac{14,80 * Y + 2,60 * Y^2}{14,80 + 5,5713 * Y} \right)^{2/3} (0,13)^{1/2} (14,80 * Y + 2,60 * Y^2)$$

Realizando iteraciones, se encontró el valor del tirante hidráulico, dando como resultado.

$$Y = 1,15 \text{ m}$$

### **3.3. Estudio de suelos**

Se realizó con la finalidad de determinar las características físicas y propiedades mecánicas del suelo. Realizando la excavación del lugar a 1,50 metros para obtener las muestras inalteradas para realizar los siguientes ensayos.

- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Corte directo

#### **3.3.1. Ensayo límites de Atterberg**

Se realizó con el fin de determinar, tanto el límite líquido como el límite plástico, ya que a través de de estos ensayos se podrá definir la clasificación y tipo de suelo que existe en el lugar.

##### **3.3.1.1. Determinación del límite líquido**

Con este ensayo se obtiene el porcentaje de la humedad del suelo.

#### **Procedimiento**

Se tomó 100 gramos de la muestra alterada, pasándola por el tamiz No. 40 (malla de 0,50 mm), debe pasar completamente y si la muestra contiene partículas de mayor tamaño se deben eliminar.

Luego, se colocó en la copa de Casagrande entre 50 y 70 gramos de pasta de suelo; posteriormente, con el ranurador, se partió en dos la muestra en la copa.



Girando la manivela y levantándola, se deja caer desde una altura de un centímetro a razón de dos golpes por segundo, hasta que las paredes del surco sufran un cierre de un centímetro después de 25 golpes. En dicho ensayo el cierre fue a 27 golpes.

Retirar aproximadamente 10 g de material que se junta en el fondo del surco; en un recipiente ya pesado con anterioridad depositar el material extraído y determinar su humedad (%H). El mismo material colocarlo en el horno durante 24 horas para posteriormente determinar su peso seco.

Tabla VI. **Datos para la determinación del límite líquido (LL)**

DESCRIPCIÓN: arenoso arcilloso					
ENSAYO	HUMEDAD NATURAL		LÍMITE LÍQUIDO LL		
GOLPES			27	27	
TARRO			A-2	A-3	
PBH	g	g	39,4 g	40,2 g	
PBS	g	g	35,5 g	35,3 g	
TARA	g	g	24,7 g	21,4 g	
DIF	g	g	3,9 g	4,9 g	
PNS	g	g	10,8 g	13,9 g	
HUMEDAD	%	%	36,11%	35,91%	
PROMEDIO		%	K = 1,0094		
			36,01%		

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.1.2. Determinación del límite plástico

Se realiza con el fin de determinar el contenido de humedad, ya que en el cual una masa de suelo se encuentra entre el estado semisólido y el estado plástico; en el estado semisólido el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aún disminuye de volumen al estar sujeto a secado, y en el estado plástico el suelo se comporta plásticamente.

## Procedimiento

Se utilizó el mismo material empleado para la determinación del límite líquido, solo que la cantidad utilizada fue de 20 gramos de una masa homogénea. Se toma aproximadamente un centímetro cúbico y se amasa entre las manos, para luego hacerlo rodar sobre una placa de vidrio hasta conformar un cilindro de 3 mm de diámetro aproximadamente y 8 cm de largo. Se repite la operación hasta que el cilindro se disgregue y no pueda ser reamasado ni reconstruido.

Finalmente, se obtiene un número considerable de cilindros, entre 15 y 20. Posteriormente, los cilindros disgregados se colocan en recipientes (tarros), para ser sometidos a secado en el horno por 24 horas.

Tabla VII. **Datos para la determinación del límite plástico (LP)**

DESCRIPCIÓN: arenoso arcilloso				
ENSAYO	HUMEDAD NATURAL		LÍMITE PLÁSTICO LP	
GOLPES				
TARRO			S-V	S-C
PBH	g	g	49,6 g	49,5 g
PBS	g	g	46,9 g	46,5 g
TARA	g	g	32,8 g	32,3 g
DIF	g	g	2,7 g	3 g
PNS	g	g	14,1 g	14,2 g
HUMEDAD	%	%	19,15%	21,13%
PROMEDIO	%		20,14%	

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Ensayo análisis de granulometría

Con este ensayo se determina el tamaño de partículas que están presentes en la muestra de suelo (muestra alterada), y así obtener los porcentajes de suelo; ya sea de grava, arena y finos.

#### Procedimiento

Se pesaron 790,8 gramos de suelo de la muestra alterada. Luego, se dejó la muestra en agua por 4 días; en el cuarto día se separaron los finos, pasando la muestra por el tamiz 200, lavando el material hasta que las partículas finas se laven en agua. Posteriormente se puso a secar por 24 horas en el horno. Después de secada la muestra se armó la torre de tamices, dejándola caer por los tamices, colocándola durante 5 minutos en la tamizadora para mover bien la muestra y que esta se distribuya según el tamaño de partícula que debe pasar por cada tamiz.

Los tamices utilizados son los siguientes: 3/4", 3/8", 4, 10, 20 y 200.

Tabla VIII. **Datos para la determinación de granulometría**

Peso neto	790,8 g				
Tara	121,9 g				
Peso Neto Seco	668,9 g				
Tamiz	Abertura mm	Peso Bruto gr	Tara gr	Peso Neto gr	Porcentaje %
				105,6	100
3/4	19			87,4	97,28
3/8	9,52			70,8	94,8
4	4,76			56,8	92,7
10	2			39,5	90,12
40	0,42			39,5	90,12
200	0,74			563,3	84,21
Grava	7,30%				
Arena	8,49%				
Finos	84,21%				

Fuente: elaboración propia.

Finalmente obtenidos los porcentajes de suelo presentes en la muestra, se procedió a clasificar el suelo mediante los sistemas AASHTO o USCS.

### 3.3.3. Ensayo de corte directo

Este ensayo se realiza con el fin de conocer el ángulo de fricción interna del suelo, para luego proceder a determinar la carga que el suelo es capaz de soportar.

#### Procedimiento

Para realizar dicho ensayo se utilizó una muestra inalterada parafinada, de la cual se tallo un cilindro de 4 pulgadas de altura y 2 pulgadas de diámetro, para finalmente sacar 4 cilindros y luego analizarlos en el la maquina de ensayo de corte directo.

#### Datos para ensayo cilindro No. 1

Peso 1 con anillo	=	384 g
Peso del anillo	=	216,60 g
Carga	=	1 kg
Velocidad	=	0,05 in/s
Peso cilindro sin anillo	=	168,10 g
Peso húmedo	=	200,40 g
Peso seco	=	173,40 g
Peso del tara	=	32,40 g
Diferencia de peso	=	27 g
Peso neto seco	=	141 g
Humedad	=	19,14%
Masa	=	167,40 g
Densidad	=	2,08
Densidad promedio	=	1,98

Tabla IX. **Datos tomados del ensayo para el primer cilindro**

Deformómetro vertical	Deformómetro horizontal	Lectura anillo
10	5	15
25	10	24
45	15	29
60	20	35
80	25	39
103	30	39
125	35	39
47	40	38
170	45	36
185	50	34

Fuente: elaboración propia.

Datos para ensayo No. 2

Peso 2 con anillo	=	374,90 g
Peso del anillo	=	216,10 g
Carga	=	2 kg
Velocidad	=	0,05 in/s
Peso cilindro sin anillo	=	159,20 g
Peso húmedo	=	196,30 g
Peso seco	=	170,60 g
Peso del tara	=	37,10 g
Diferencia de peso	=	25,70 g
Peso neto seco	=	133,50 g
Humedad	=	19,25%
Masa	=	158,80 g
Densidad	=	1,97

Tabla X. **Datos tomados del ensayo para el segundo cilindro**

Deformómetro vertical	Deformómetro horizontal	Lectura anillo
10	5	15
25	10	24
45	15	29
60	20	35
80	25	39
103	30	39
125	35	39
47	40	38
170	45	36
185	50	34

Fuente: elaboración propia.

Datos para ensayo No. 3

Peso 3 con anillo	=	360,40 g
Peso del anillo	=	207,40 g
Carga	=	4 kg
Velocidad	=	0,05 in/s
Peso cilindro sin anillo	=	154 g
Peso húmedo	=	186,80 g
Peso seco	=	161,90 g
Peso del tara	=	32,8 g
Diferencia de peso	=	24,90 g
Peso neto seco	=	129,10 g
Humedad	=	19,29%
Masa	=	153 g
Densidad	=	1,90

Tabla XI. **Datos tomados del ensayo para el tercer cilindro**

Deformómetro vertical	Deformómetro horizontal	Lectura anillo	Deformómetro vertical	Deformómetro horizontal	Lectura anillo
0	5	13	25	65	81
2	10	21	25	70	83
3	15	26	30	75	84
3	20	30	35	80	86
	25	39		85	87
	30	48		90	87,5
2	35	55		95	88
1	40	62		100	88,5
4	45	68		105	88,5
8	50	72		110	90
12	55	76		115	90,5
17	60	79			

Fuente: elaboración propia.

Datos para ensayo No. 4

Peso 4 con anillo	=	370,8 g
Peso del anillo	=	211,10 g
Carga	=	8 kg
Velocidad	=	0,05 in/s
Peso húmedo	=	193,3 g
Peso seco	=	167,30 g
Peso del tara	=	32,3 g
Diferencia de peso	=	26 g
Peso neto seco	=	135 g
Humedad	=	19,26%
Masa	=	159,7 g
Densidad	=	1,985

Tabla XII. **Datos tomados del ensayo para el cuarto cilindro**

Deformómetro vertical	Deformómetro horizontal	Lectura anillo	Deformómetro vertical	Deformómetro horizontal	Lectura anillo	Deformómetro vertical	Deformómetro horizontal	Lectura anillo
0	5	25	15	65	103	2	125	116.5
0	10	39	15	70	105	1	130	116.5
0	15	50	14	75	107	0	135	117
0	20	60	13	80	109	-1	140	117
1	25	68	11	85	111	-2	145	117.5
4	30	75	10	90	113	-3	150	117.5
7	35	80	9	95	113.5	-7	155	118
10	40	84.5	8	100	114		160	118
13	45	88	7	105	115		165	118
15	50	93	6	110	115.5		170	118
15	55	96	4	115	116		175	118

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.4. Resultado de los ensayos

#### 3.3.4.1. Resultado ensayo de límites de Atterberg

En base a los ensayos del límite líquido y límite plástico, se obtuvieron los siguientes resultados:

Límite líquido

Humedad = 36,01%

K = 1,009 4

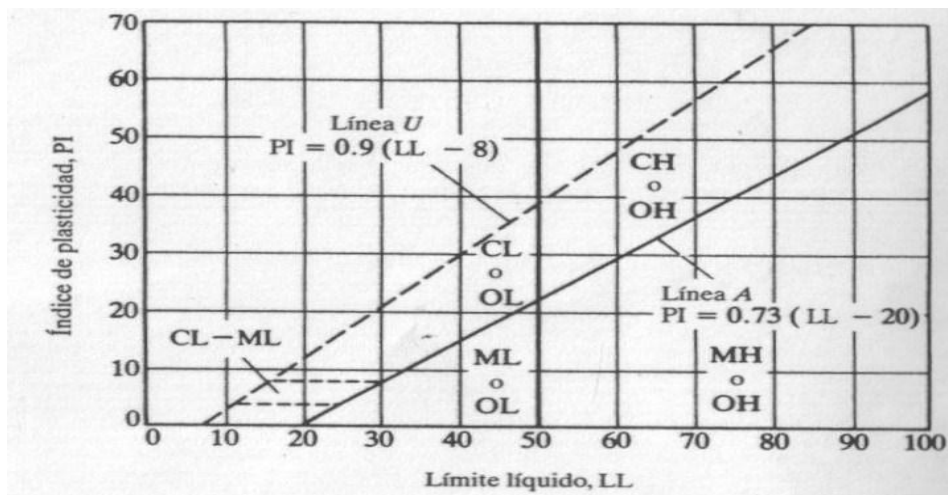
Límite plástico

Humedad = 20,14%



Muestra:           única  
Profundidad:    1,50 metros  
LL:               36,01  
IP:               15,87  
Clasificación:  CL

Figura 4.    **Clasificación del tipo de suelo en base al sistema unificado**



Fuente: BRAJA, M. Das. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. p. 15.

### 3.3.4.2.    **Resultado ensayo de granulometría**

Del ensayo granulométrico se obtuvieron los siguientes datos.

Grava:    7,30%  
Arena:    8,49%  
Finos:    84,21%

Figura 5. Sistema AASHTO de clasificación de suelos

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa por la malla no. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Clasificación del grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Cribado por mallas (% que pasa)							
Malla no. 10	50 máx						
Malla no. 40	30 máx	50 máx	51 mín				
Malla no. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx
Para la fracción que pasa la malla no. 40							
Límite líquido (LL)				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (PI)	6 máx		No plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo de material más común	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosas o arcillosas			
Calificación de la subrasante	Excelente a buena						

Clasificación general	Materiales de limo y arcilla (Más del 35% de la muestra total pasa por la malla no. 200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 <sup>a</sup> A-7-6 <sup>b</sup>
Análisis de mallas (% que pasa)				
Malla no. 10				
Malla no. 40				
Malla no. 200	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Para la fracción que pasa la malla no. 40				
Límite líquido (LL)	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (PI)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos	
Calificación de la subrasante	Regular a pobre			

<sup>a</sup> Si  $PI \leq LL - 30$ , es un A-7-5.  
<sup>b</sup> Si  $PI > LL - 30$ , es un A-7-6.

Fuente: BRAJA, M. Das. Principios de Ingeniería de Cimentaciones. p. 14.

En base a la tabla anterior el suelo se clasifica como:

Grupo de suelo: A-6

Índice de grupo: 12,92

La descripción final que se le da al suelo es: arcilla limosa arenosa color café con presencia de grava.

### 3.3.4.3. Resultados ensayo de corte directo

El equipo o aparato de corte utilizado para realizar los ensayos de corte presenta la siguiente ecuación para determinar la fuerza que se aplicó en cada cilindro, sustituyendo el valor de la lectura de cada anillo, siendo esta la siguiente.

$$Y = 0.3853 * X + 0.5482$$

Donde:

Y = fuerza en kilogramos

Tabla XIII. Datos calculados en base a lecturas de los anillos

Ensayo No.	Lectura del anillo	Fuerza (kg)	Esfuerzo Normal (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo tangencial (kg/cm <sup>2</sup> )	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )
1	39	15,57	0,3157	0,49	2,08
2	61	24,05	0,63	0,76	1,98
3	90,5	35,02	1,26	1,11	1,91
4	118	46,01	2,52	1,45	1,98

Fuente: elaboración propia.

De los datos calculados tanto para el esfuerzo normal como para el esfuerzo tangencial, se obtuvo la siguiente ecuación, realizando una regresión lineal.

$$Y = 0,415522 * X + 0,461592$$

Donde:

Y = Cohesión en kg/cm<sup>2</sup>

Para encontrar la cohesión se hace cero a X, realizando lo siguiente:

$$Y = 0,415522 * 0 + 0,461592$$

$$Y = 0,461592 = \text{kg/cm}^2 = 4,61 \text{ ton/m}^2$$

El ángulo de fricción interna se determina sacando la tangente inversa a la cohesión.

$$\varphi = \tan^{-1} Y$$

$$\varphi = \tan^{-1} 0,461592 = 22,56^\circ$$

Calculado la carga última en base a la siguiente ecuación de Terzaghi.

$$Q_u = 1,3 * C * N_c + d_f * \gamma * N_q + 0,4 * \gamma * B * N_\gamma$$

$$Q_u = 1,3 * 4,61 * 21,05 + 1,5 * 2,05 * 9,74 + 0,4 * 2,08 * 1,00 * 5,57$$

$$Q_u = 161,17 \text{ ton/m}^2$$

Figura 6. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}^a$	$\phi'$	$N_c$	$N_q$	$N_{\gamma}^a$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1 072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Fuente: BRAJA, M. Das. Principios de cimentaciones. p. 129.

Determinando la carga última de diseño o valor soporte del suelo:

$$Q_d = \frac{Q_u}{F_s}$$

Donde:

$F_s$  = Factor de seguridad = 4 (se uso este factor por el tipo de edificación)

$Q_d$  = Carga de diseño

$$Q_u = \frac{161,17}{4} = 40,29 \cong 40 \text{ ton/m}^2$$

### 3.4. Descripción general del proyecto

Se diseñará un puente vehicular de una vía. Basándose en las condiciones topográficas del lugar, tendrá una luz libre entre apoyos de 20 metros, ancho útil de 4 metros, con un ancho total de 5,30 metros, que incluye 0,60 metros de acera y pasamanos para protección de los peatones.

La capacidad de carga que debe soportar el puente, según las normas AASHTO, es de 10 886,32 kg (HS-15), para un camión de dos ejes. Dicho puente será construido de concreto reforzado fundido in situ, debido a que las condiciones de acceso hacia el lugar lo permiten.

Para el diseño de los elementos estructurales, se tomará como referencia las normas AASHTO y ACI.

### 3.5. Datos y criterios para diseño

Luz libre	= 20 metros
Ancho útil	= 4,10 metros
Ancho total	= 5,80 metros
Resistencia del concreto $f'c$ (3 000 psi)	= 210 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del concreto $f'c$ (4 000 psi)	= 281 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del acero $Fy$ (40 000 psi)	= 2 810 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del acero $Fy$ (60 000 psi)	= 4 200 kg/cm <sup>2</sup>
Peso concreto armado	= 2 400 kg/m <sup>3</sup>
Peso concreto ciclópeo	= 2 500 kg/m <sup>3</sup>
Peso del suelo	= 1 920 kg/m <sup>3</sup>
Carga viva	= 10 886 kg (HS-15)
Capacidad de soporte del suelo	= 40 ton/m <sup>2</sup>

### **3.6. Diseño, análisis y cálculo de la superestructura**

La superestructura está compuesta de elementos como losa, vigas, diafragmas, barandas y banquetas. Sobre la superestructura se realiza la circulación vehicular y peatonal.

#### **3.6.1. Diseño, análisis y cálculo de losa**

##### **3.6.1.1. Cálculo del peralte**

Las especificaciones AASHTO recomiendan espesores no menores de 15,24cm (6 in), ni mayores de 25 cm (10 in). Queda a criterio del diseñador determinar el espesor de la losa. Para calcular el espesor de losa se utilizará la siguiente fórmula, según norma AASHTO 8.9.2.

$$T = \frac{1,20 * (L + 3,05)}{30} \geq 0,17 \text{ metros}$$

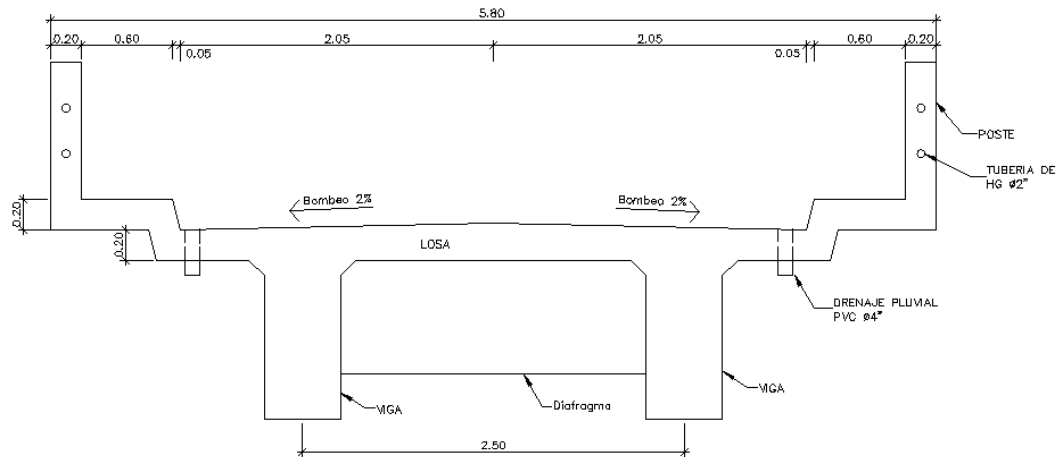
Donde:

T = Espesor de losa

L = Luz libre entre vigas = 2 metros

$$T = \frac{1,20 * (2,00 + 3,05)}{30} = 0,20 \text{ m}$$

Figura 7. Sección transversal del puente



Fuente: elaboración propia.

### 3.6.1.2. Cálculo de momentos

Para el cálculo de los momentos, es necesario calcular carga muerta, carga viva y carga de impacto.

Determinación de carga muerta de la losa:

Carga muerta

$W_{\text{losa}}$	=	$2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,20 \text{ m}$	=	480	$\text{kg/m}^2$
$W_{\text{asfalto}}$	=	$2\,100 \text{ kg/m}^3 * 0,05 \text{ m}$	=	105	$\text{kg/m}^2$
$W_{\text{barandal}}$	=		=	12,90	$\text{kg/m}^2$
Total carga muerta (W)			=	<u>597,90</u>	$\text{kg/m}^2$



Se toma una franja unitaria de un metro para determinar la carga muerta última distribuida. Dando como resultado:

$$W_{cm} = 597,90 \text{ kg/m}$$

$$W_{cmu} = 1,4 (597,90 \text{ kg/m}) = 837,06 \text{ kg/m}$$

El peso tomado del barandal es aproximado, para una tubería de HG Ø2" y postes de concreto separados equidistantemente.

#### Carga Viva

La carga viva HS-15 se toma como carga puntual.

$$P = 5\,443,16 \text{ kg, equivalente a } 12\,000 \text{ lb}$$

#### Carga de impacto

La carga de impacto según norma AASHTO 3.8.2.1 no es nada más que un incremento en el momento producido por la carga viva, y tiene que ser menor o igual al 30%.

Para determinar la carga se tiene la siguiente fórmula.

$$I = \frac{15}{L + 38}$$

Donde:

L= luz de losa entre vigas = 2 metros

I = impacto en porcentaje  $\leq 30\%$

$$I = \frac{15}{2 + 38} = 0,38 > 0,30 \text{ no cumple}$$

Por lo tanto, se utilizará el porcentaje máximo que es 30%.

### 3.6.1.3. Momentos por carga viva y carga muerta

Para la carga muerta la AASHTO no define momento, así que se utiliza la siguiente fórmula.

$$M_{cm} = \frac{W * L^2}{10}$$

Donde:

L = Luz libre entre vigas.

W = Carga muerta distribuida total.

#### 3.6.1.3.1. Momento por carga viva

Para calcular este momento, la norma AASHTO 3.24.3.1 recomienda la siguiente fórmula.

$$M_{cv} = 0,80 * \left[ \left( \frac{L+2}{32} \right) \right] * P$$

Donde:

L = Luz libre entre vigas = 6,56 pie

P = Carga del camión = 12 000 lb

$$M_{cv} = 0,80 * \left[ \left( \frac{6,56+2}{32} \right) \right] * 12000 = 2568 \text{ lb-pie } \text{ ó } 355,04 \text{ kg-m}$$

### 3.6.1.3.2. Momento por carga muerta

$$M_{cm} = \frac{(837,06 \text{ kg/m}) * (2)^2}{10} = 334,82 \text{ kg-m}$$

### 3.7.1.3.3. Momento del momento en voladizo

$$M_v = \frac{W * L^2}{2}$$

Donde:

L = Separación del rostro de la viga al rostro interno del barandal = 0,95 m

W = Carga distribuida total.

$$M_v = \frac{(837,06) * (0,95)^2}{2} = 377,72 \text{ kg-m}$$

Nota:

Se toma el mayor de los momentos,  $M_{cm} = 377,72 \text{ kg-m}$

### 3.6.1.4. Momento último

Según la norma AASHTO 1.2.22 se determina con la siguiente fórmula.

$$M_u = 1,3 * \left[ M_{cm} + \frac{5}{3} (M_{cv} + I) \right]$$

Incrementando el  $M_{cv}$  debido al impacto

$$M_{cv} + I = 355,04 * 1,3 = 461,55 \text{ kg-m}$$

$$M_u = 1,3 * \left[ 377,72 + \frac{5}{3} (461,55) \right] = 1 491,06 \text{ kg-m}$$

### 3.6.1.5. Cálculo del refuerzo

Se propone utilizar varilla No. 4 para determinar el área de acero requerido, usando la siguiente fórmula.

$$A_s = \left[ b * d - \sqrt{\left\{ (b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * F'c} \right\}} \right] * \left( \frac{0,85 * F'c}{F_y} \right)$$

Datos para realizar cálculo:

Base (b) = 100 cm

Peralte (d) = 16,86 cm

Mu = 1 491,06 kg-m

Por programa, despejando el acero requerido (As), da como resultado:

$$A_s = 2,36 \text{ cm}^2$$

Chequeando el As mínimo, para una franja unitaria y en centímetros.

$$A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} * b * t = \frac{14,1}{4200} * 100 * 16,86 = 5,66 \text{ cm}^2$$

Chequeando As máximo, para una franja unitaria y en centímetros:

$$A_{smax} = 0,50 * \left[ (0,85)^2 * \left( \frac{F'c}{F_y} \right) * \left( \frac{6090}{F_y + 6090} \right) * b * t \right]$$

$$A_{smax} = 0,50 * \left[ (0,85)^2 * \left( \frac{281}{4200} \right) * \left( \frac{6090}{4200 + 6090} \right) * 100 * 16,86 \right] = 24,12 \text{ cm}^2$$

Debido a que el área de acero requerida ( $A_s$ ), no está dentro del rango, se tomará el Asmín para cubrir el área de acero requerida.

### 3.6.1.5.1. Separación del acero

$$5,66 \text{ cm}^2 \text{ ————— } 100\text{cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ————— } S \text{ (separación del acero)}$$

Despejando

$$S = \frac{1,27 * 100}{5,66} = 22,44 \text{ cm}$$

La separación se dejará a cada 20 cm

Chequeando la separación máxima, es 2 veces el espesor de la losa.

$$S_{\max} = 2 * t$$

$$S_{\max} = 2 * 20 = 40 \text{ cm}$$

#### 3.6.1.5.1.1. Cálculo $A_s$ de repartición (refuerzo longitudinal)

Para calcular el acero longitudinal de la cama inferior y superior, se calcula multiplicando el área de acero transversal de la cama inferior por el factor longitudinal, éste factor debe ser menor o igual a 67%, determinado por AASHTO 3.24.10.2, que literalmente dice así: "La cantidad de refuerzo indicado deberá colocarse en la cara inferior de la losa, transversal a la dirección del refuerzo principal".

Se utilizará la fórmula para el caso “A”: refuerzo principal perpendicular a la dirección del tránsito. De donde L, es la luz libre entre vigas principales. El porcentaje calculado deberá ser menor de 67%, que es el máximo permitido.

$$A_{sL} = 220/\sqrt{S} \leq 67\%$$

Donde:

S = Separación libre entre vigas en pies.

$$\%A_{sL} = 220/\sqrt{6,56} = 85,90\%$$

Debido que el factor longitudinal es mayor que 67%, se utiliza el 67%.

$$A_{sL} = 5,66 \times 0,67 = 3,79 \text{ cm}^2$$

El espaciamiento será a cada 30 cm con varilla No.4

#### **3.6.1.5.1.2. Cálculo del $A_s$ por temperatura**

El acero de refuerzo en la cama superior transversal se calcula solamente por temperatura, determinado por la ecuación según especificaciones AASHTO:

8.20.1: será suministrado refuerzo de temperatura y retracción al fraguado cerca de las superficies expuestas de paredes sin otro refuerzo. El área total de refuerzo suministrado será al menos de 2,64 cm<sup>2</sup> /m, en cada dirección.

8.20.2: el espaciamiento no debe exceder la distancia equivalente a tres veces el espesor de la losa o 18 pulgadas.

Ecuación para el cálculo:

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

$$A_{temp} = 0,002 * 100 * 20 = 4 \text{ cm}^2 > 2,64 \text{ cm}^2$$

Separación del acero

$$4 \text{ cm}^2 \text{ ————— } 100\text{cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ————— } S \text{ (separación del acero)} = 31,75 \text{ cm}$$

De acuerdo a la especificación 8.20.2, se utilizará el refuerzo de 4 cm<sup>2</sup>, se armará con varilla No. 4 a cada 30 cm, en ambos sentidos, como espaciamiento máximo.

### **3.6.2. Diseño, análisis y cálculo de vigas**

Las vigas son los elementos estructurales más importantes de la superestructura, ya que estas transmiten cargas externas transversales, tanto carga muerta como carga viva, que también provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud. Además, las vigas son las que soportan toda la carga de la superestructura y a la vez le dan estabilidad a esta.

#### **3.6.2.1. Cálculo de peralte y base**

Peralte: para no realizar revisión por deflexión, la altura de la viga debe ser igual a la longitud dividido 16.

$$H_{viga} = \frac{L}{16} = \frac{20}{16} = 1,25 \text{ m}$$

Base: para no chequear alabeo, la base de la viga debe ser igual a dos quintas partes de la altura.

$$B = \frac{2}{5}H = \frac{2}{5}(1,25) = 0,50 \text{ m}$$

### 3.6.2.2. Cálculo de momentos

Para el cálculo de momento de la carga viva en puentes, es necesario comparar dos situaciones distintas de carga a lo largo de la luz de un puente.

La primera situación se da cuando el camión se encuentra en el lugar crítico, que provoca el máximo momento en las vigas. Este lugar crítico se da cuando la mayor carga del camión se encuentra a la misma distancia de un apoyo, como su centro de gravedad (CG) al otro apoyo.

La segunda situación se da teniendo una fila de camiones AASHTO 3.7.6 A, que resulta como una carga uniformemente distribuida, con lo cual se calcula el momento correspondiente de esta carga.

Una vez obtenidos los momentos de ambas situaciones, se comparan y se considera crítica la mayor; por lo tanto, es el momento que se usa para el diseño. La carga usada para este proyecto es la AASHTO HS-15.

Se procede a realizar la integración de cargas muertas y vivas existentes en la viga.

Datos:

L = 20 m

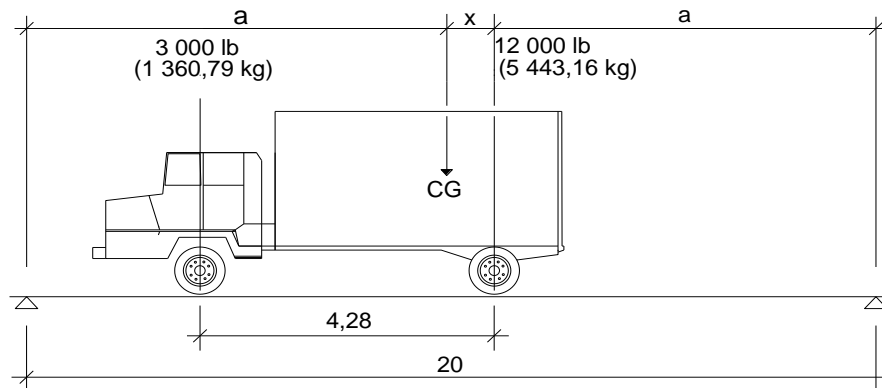
B = 0,50 m

Hs -15 = 1 eje trasero 12 000 lb +1 eje delantero 3 000 lb

Distancia entre ejes 4,28 m



Figura 8. Posición del camión en lugar crítico



Fuente: elaboración propia.

Hallando el centro de gravedad (CG), figura 6. Se realiza sumatoria de momentos respecto al CG, así:

$$\sum M_{CG} = 0$$

$$3\,000(4,28 - X) - 12\,000(X) = 0$$

$$12\,840 - 3\,000X - 12\,000X = 0$$

$$15\,000X = 12\,840$$

$$X = 0,86 \text{ m}$$

Donde "X" es igual a la distancia desde el CG hasta el eje trasero.

Encontrando la posición (a) del CG:

$$2a + X = 20 \text{ m}$$

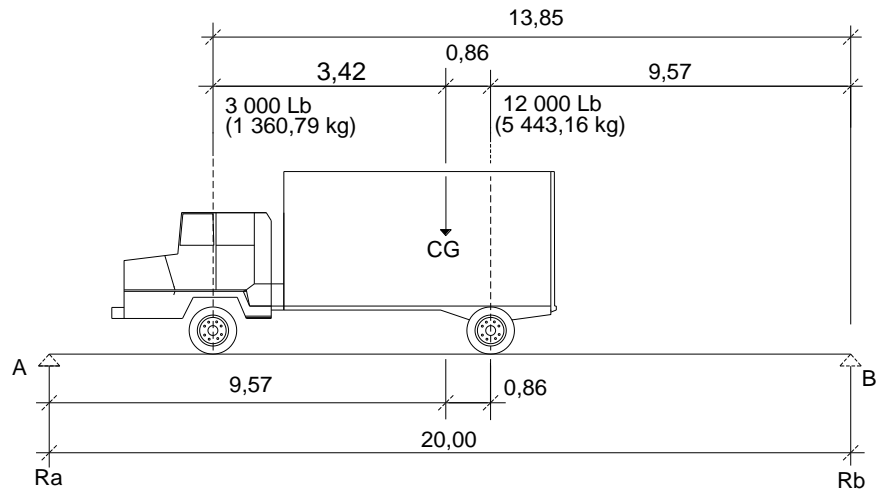
$$2a + 0,86 = 20$$

$$a = (20 - 0,86)/2$$

$$a = 9,57 \text{ m}$$

Donde "a" es la longitud que existe desde cada apoyo al CG.

Figura 9. Diagrama de cuerpo libre de la carga viva



Fuente: elaboración propia.

Encontrando las reacciones:

$$\sum M_b = 0$$

$$1\ 360,79 \times 13,85 + 5\ 443,16 \times 9,57 = R_a \times 20$$

$$R_a = 3\ 546,90 \text{ kg}$$

$$\sum M_a = 0$$

$$1\ 360,79 \times 6,15 + 5\ 443,16 \times 10,43 = R_b \times 20$$

$$R_b = 3\ 257,05 \text{ kg}$$

### 3.6.2.3. Momento por carga muerta

Se determina, con la carga distribuida producida, tanto el peso de la losa como de la viga, más el peso producido por el diafragma, multiplicado por la separación que hay entre diafragmas.

Primero, se calcula el peso de los diafragmas como carga puntual, con la siguiente fórmula.

$$P = W_{\text{diafragma}} \times S$$

Donde:

P = Carga producida por el diafragma interno

S = Espaciamiento entre vigas

$$P = (0,45 * 0,95 * 2\ 400) \times 2 = 2\ 052\text{ kg}$$

El cálculo de la sección de los diafragmas se presenta más adelante en el inciso 3.7.3

Carga muerta en vigas principales

$$W_{\text{cm}} = W_{\text{viga}} + W_{\text{losa}}$$

$$W_{\text{cm}} = (0,50 \times 1,25 \times 2\ 400) + 597,90 = 2\ 097,90\text{ kg/m}$$

Calculando el momento por carga muerta, con la fórmula siguiente.

$$M_{\text{cm}} = \frac{(W_{\text{cm}} * L^2)}{8} + (P * \frac{L_{\text{viga}}}{2})$$

Entonces:

$$M_{\text{cm}} = \frac{(2\ 097,90 * 20^2)}{8} + (2\ 052 * \frac{20}{2}) = 125\ 415\text{ kg-m}$$

### 3.6.2.4. Momento por carga viva

Se calcula tomando en cuenta la reacción en el apoyo A, medido a partir del centro de gravedad y restándole la carga menor del camión por la distancia donde está actuando dicha carga.

Carga viva

Para determinar la distribución de carga del camión sobre las vigas, debe tomarse en cuenta el factor de distribución.

Factor de distribución para puente de una vía:

$$\frac{S}{6,5} < 6 \text{ ft} = \frac{8,02'}{6,5} = 1,37$$

Donde:

S= espaciamiento de vigas en pies

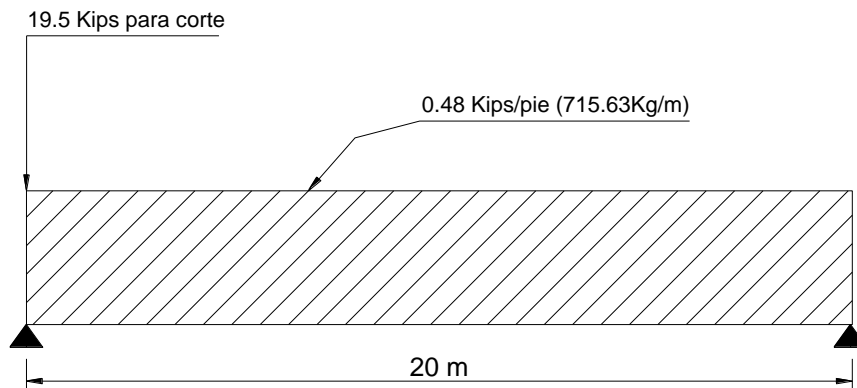
Calculando el momento por carga viva

$$M_{\text{máx}} = R_a * 10,43 - 1\ 360,79 * 4,28$$

$$M_{\text{máx}} = 31\ 169,99 \text{ kg-m}$$

Ahora se analiza el momento máximo por fila de camiones o carga uniformemente distribuida.

Figura 10. **Carga uniformemente distribuida (HS15-44)**



Fuente: elaboración propia.

El momento máximo está determinado por la fórmula:

$$\begin{aligned} M_{\text{máx}} &= WL^2/8 \\ &= (715,63 \times 20^2) / 8 \\ &= 35\,781,50 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Para el diseño de la viga, se toma el mayor de los momentos máximos. En este caso se toma el momento de la carga uniformemente distribuida igual a 35 781,50 kg-m

Antes de calcular el momento final, interesa calcular el factor de impacto (I), expresada como una fracción del esfuerzo por carga viva que absorbe cada viga. El porcentaje de impacto es del 30% máximo. También se determinará la fuerza de frenado (Ff).

$$I = \frac{50}{L+125}$$

Donde:

L= claro

$$I = \frac{50}{20+125} = 34,48\%$$

I = 34,48% > 30%, utilizar el 30%

Fuerza de Frenado:

Ff = 5% (carga de camión) x (ancho del camión)

$$Ff = 0,05 \times 6\ 803,95 \times 1,83 = 622,84 \text{ kg-m}$$

Momentos finales por carga viva

$$Mf = M_{max} + Ff$$

$$M_{cv} = Mf * I * Fd$$

$$Mf = 35\ 781,50 + 622,84 = 36\ 404,34 \text{ kg - m}$$

$$M_{cv} = 36\ 404,34 \times 1,30 \times 1,37 = 64\ 836,13 \text{ kg - m}$$

Calculando momento último (AASHTO 1.2.22):

$$M_u = 1,30 * \left[ M_{cm} + \frac{5}{3} * (M_{cv} * I * Fd) \right]$$

$$M_u = 1,30 * \left[ 125\ 415 + \frac{5}{3} * (64\ 836,13) \right] = 303\ 517,78 \text{ kg - m}$$

### 3.6.2.5. Cálculo de refuerzo por flexión

Datos para el cálculo del refuerzo

$$M_u = 303\,517,78 \text{ kg-m}$$

$$d = 119 \text{ cm}$$

$$b = 50 \text{ cm}$$

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

Por programa:

$$A_s = 76,01 \text{ m}^2$$

$$A_{s \text{ mín}} = 19,98 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ máx}} = 85,11 \text{ cm}^2$$

Refuerzo cama superior

Se coloca el 33% del acero requerido o acero mínimo, según como se encuentre en el rango  $A_{s \text{ mín}} < A_s < A_{s \text{ máx}}$ .

$$A_s (\text{cama superior}) = 76,01 \text{ cm}^2 \times 0,33 = 25,08 \text{ cm}^2$$

Para el refuerzo, se propone varilla No. 8 en dicha cama; por lo tanto, se colocará 6 varillas corridas del diámetro propuesto.

Refuerzo cama inferior

Se coloca el 50% del acero requerido.

$$A_s (\text{cama inferior en apoyos}) = 76,01 \text{ cm}^2 \times 0,50 = 38,00 \text{ cm}^2$$

Para el refuerzo, se propone varilla No. 8 en dicha cama; por lo tanto, se colocará 8 varillas corridas del diámetro propuesto.

Se colocan refuerzos adicionales, debido que el peralte de la viga es grande. Por lo tanto, se colocará 5,29 cm<sup>2</sup> por metro de altura o 0,25 in<sup>2</sup> por pie de alto.

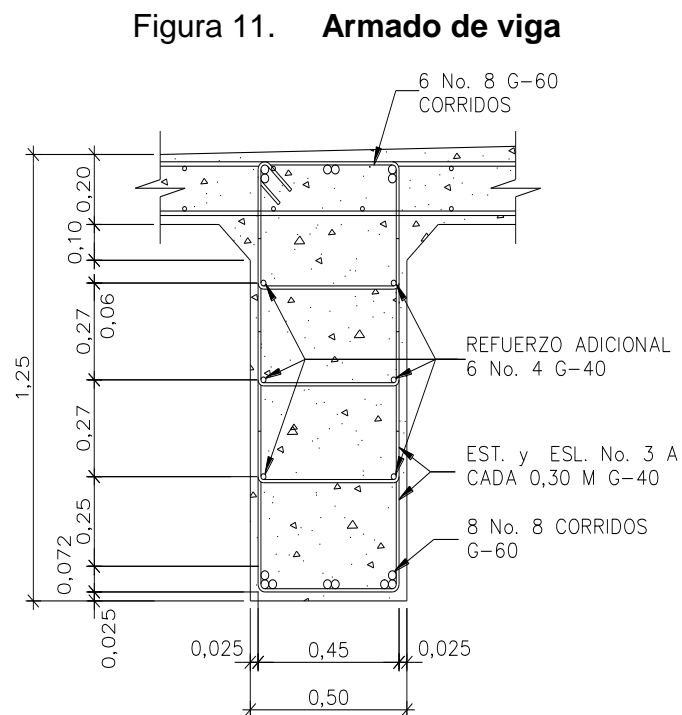
$$\text{As adicional} = 5,29 \times 1,25 = 6,61 \text{ cm}^2$$

Distribución final del acero en la viga

Cama superior = 5 varillas No.8 (G60), corridos

Cama inferior = 8 varillas No.8 (G60), corridos

Acero adicional = 6 varillas No. 4 @ 27,5 cm ambas caras (G40)



Fuente: elaboración propia.



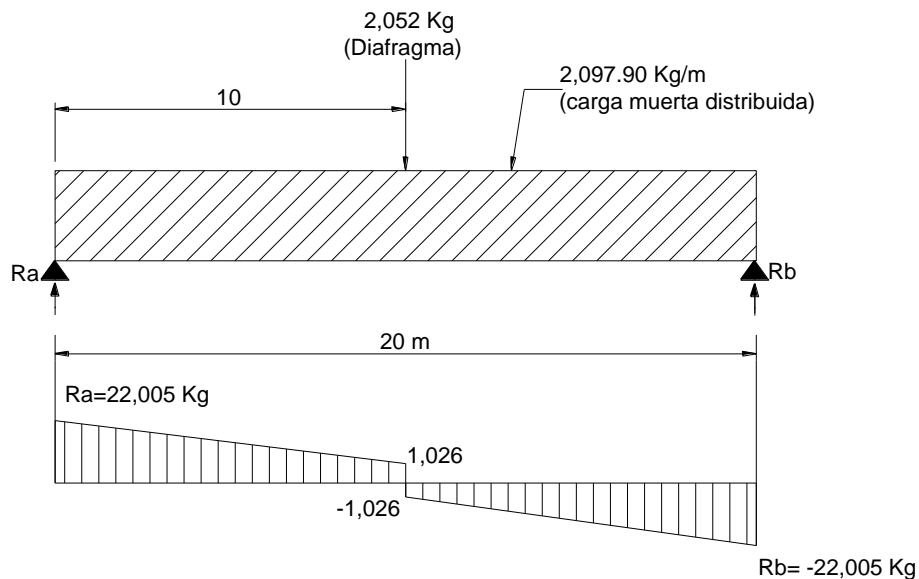
### 3.6.2.6. Cálculo de cortes

Para el cálculo de refuerzo de corte, es necesario calcular el corte total actuante en la viga, compuesta por el cortante debido a peso muerto, sobrecarga e impacto.

Corte debido a carga viva: el corte es máximo, ocurre cuando el eje trasero del camión se encuentra en el apoyo de la viga.

En la figura 10, se indica el corte que produce la carga muerta distribuida y la carga concentrada del diafragma interno.

Figura 12. Diagrama de carga muerta distribuida y corte en viga



Fuente: elaboración propia.

El corte que se produce en el apoyo  $R_a$ , es igual al corte que se produce en  $R_b$ , de igual manera estos cortes serán igual al corte por carga muerta ( $V_{cm}$ ).

Se procede a encontrar  $V_{cm}$ :

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

Donde:

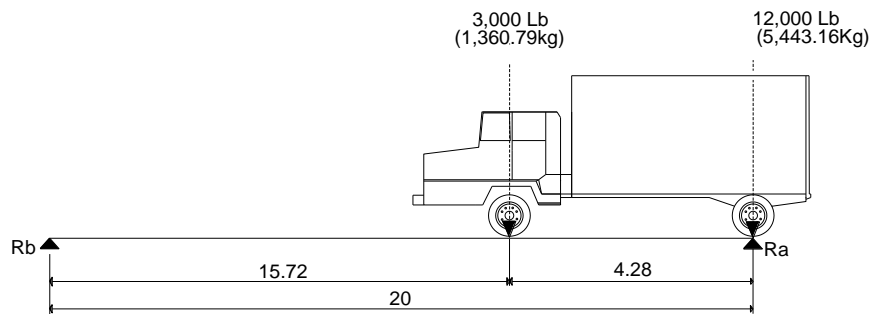
$$W_{cm} = 2\,097,90 \text{ kg}$$

$P = 2\,052$  (carga producida por el diafragma)

$$V_{cm} = \frac{2\,097,90 \times 20}{2} + \frac{2\,052}{2} = 22\,005 \text{ kg}$$

En el diagrama figura 11, se indica la posición crítica de la carga viva que produce corte máximo en la viga.

Figura 13. **Diagrama de posición de carga viva que produce corte máximo**



Fuente: elaboración propia.

Realizando una suma de momentos respecto de B, se encontrará Ra, que será igual al corte por carga viva (Vcv).

$$\sum M_B = 0$$

$$-Ra \times 20 + 5\,443,16 \times 20 + 1\,360,79 \times 15,72 = 0$$

$$Ra \times 20 = 5\,443,16 \times 20 + 1\,360,79 \times 15,72$$

$$Ra = 6\,512,74 \text{ kg}$$

$$V_{cv} = 6\,512,74 \text{ kg}$$

Después de obtener los cortes por carga muerta y carga viva, se calcula el corte que resiste el concreto:

$$V_c = 0,53 \times 0,85 (\sqrt{F_c}) \times b \times d$$

$$V_c = 0,53 \times 0,85 (\sqrt{281}) \times 50 \times 119 = 44\,932,95 \text{ kg}$$

Cálculo del corte último o de diseño:

$$V_u = 1,30 \left[ V_{cm} + \frac{5}{3} (V_{cv} \times l) \right]$$

$$V_u = 1,30 \left[ 22\,005 + \frac{5}{3} (6\,512,74 \times 1,30) \right] = 46\,950,72 \text{ kg}$$

Como  $V_u > V_c$  ( $46\,950,72 \text{ kg} > 44\,932,95 \text{ kg}$ ), se requieren estribos para corte.

### 3.6.2.6.1. Cálculo de la distancia donde actúa el corte y el espaciamiento de estribos

Datos:

$$L = 20 \text{ metros}$$

$$B = 50 \text{ cm}$$

$$D = 119 \text{ cm}$$

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

$$V_u = 46\,950,72 \text{ kg}$$

$$V_c = 44\,932,95 \text{ kg}$$

$$W_u = 3\,938,94 \text{ kg/m}$$

Cálculo de la distancia  $X$  a partir del apoyo, más allá de la cual se requiere armadura mínima de corte ( $V_u=V_c$ ):

$$X = \frac{46\,950,72 - 44\,932,95}{3\,938,94} = 0,51 \text{ m}$$

Cálculo de la distancia  $X$  a partir del apoyo, más allá de la cual el hormigón puede resistir la totalidad del esfuerzo de corte ( $V_u=V_c/2$ ):

$$X = \frac{46\,950,72 - \frac{44\,932,95}{2}}{3\,938,94} = 6,21 \text{ m}$$

Cálculo del esfuerzo de corte a 1,50 metros, medidos a partir del apoyo:

$$V_u = 46\,950,72 - 3\,938,94(1,50) = 41\,042,31 \text{ kg}$$

Separación de estribos cuando el corte sea 41 042,31 kg:

$$S = \frac{2 \times 0,71 \times 2810 \times 119}{41\,032,31} = 11,56 \text{ cm} \cong 10 \text{ cm}$$

Cálculo del esfuerzo de corte cuando  $V_u = V_c/2$ .

$$V_u = \frac{44\,932,95}{2} = 22\,466,48 \text{ kg}$$

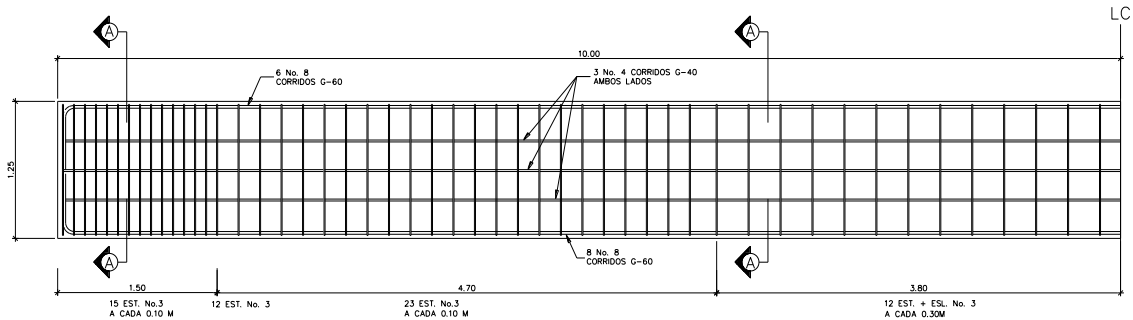
Separación de estribos cuando el corte sea 22 466,48 kg:

$$S = \frac{2 \times 0,71 \times 2810 \times 119}{22\,466,48} = 21,13 \text{ cm} \cong 23 \text{ cm}$$

La separación máxima se dejará a  $d/4$ , ya que puede estar a  $d/4$ ,  $d/3$  o  $d/2$ .

$$S = \frac{119}{4} = 29,75 \text{ cm} \cong 30 \text{ cm}$$

Figura 14. Armado de viga, sección longitudinal



Fuente: elaboración propia.

### 3.6.3. Diseño, análisis y cálculo de diafragmas

Los diafragmas son elementos estructurales conectados a las vigas principales, diseñados para soportar las deformaciones laterales y transversales de las vigas de la superestructura de un puente, dándoles mayor rigidez y solidez. Con esto se logra eliminar el alabeo y el pandeo lateral de las vigas.

Según AASHTO 1.7.4 (D), cuando la luz de la superestructura es mayor de 40 pies, es necesario colocar los diafragmas en el punto medio o en los tercios aproximadamente, se usarán también dos diafragmas exteriores en los extremos de las vigas.

El ancho del diafragma será de 30 cm para cualquier caso, se considera que dicho ancho es el mínimo recomendable por facilidad de construcción. Según AASHTO 1.7.5 (B), el recubrimiento mínimo debe ser de 2".

### **3.6.3.1. Cálculo del peralte**

La propuesta para calcular la altura de cada uno de los diafragmas se hará con las siguientes fórmulas establecidas por las especificaciones AASHTO.

Peralte diafragmas exteriores:

$$d = 1/2*(1,25)$$

d= 0,63 m, se utilizará 65 cm

$$b = 30 \text{ cm}$$

Peralte diafragma central:

$$d = 3/4*(1,25)$$

d = 0,94 m, Utilizar 95 cm menos el recubrimiento.

La base será de 45 cm debido a que tiene un peralte grande.

### **3.6.3.2. Cálculo del refuerzo**

Debido a que los diafragmas no están diseñados para soportar cargas provenientes de la losa. Las especificaciones AASHTO, establecen que el refuerzo que debe colocarse a los diafragmas será el equivalente al acero mínimo requerido por la sección, tanto en la cama inferior como superior.

#### **3.6.3.2.1. Refuerzo diafragma central**

Utilizando la formula que recomienda el ACI.

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{4\ 200} * 45 * 89,3 = 13,49 \text{ cm}^2$$

Varilla No. 5 propuesta para el refuerzo

Colocar en la cama superior 5 No.6 (G60)

Colocar en la cama inferior 5 No.6 (G60)

Se recomienda colocar un refuerzo adicional de  $0,25 \text{ in}^2$  por pie o  $5,29 \text{ cm}^2$  por metro de alto.

$$A_{s\text{adicional}} = 0,95 * 5,29 = 5,02 \text{ cm}^2$$

Se colocarán 2 varillas No.5 a 27 cm en ambos lados.

La separación de los estribos no debe ser mayor a  $d/2$ :

$$S = 0,89/2 = 0,44 \text{ m}$$

Se colocaran estribos No.3 a cada 30 cm → No.3 @ 30 cm.

### 3.6.3.2.2. Refuerzo diafragmas exterior

$$A_{s\text{min}} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

$$A_{s\text{min}} = \frac{14,1}{4\ 200} * 45 * 89,3 = 6,13 \text{ cm}^2$$



Refuerzo adicional:

$$A_s \text{ adicional} = 0,65 * 5,29 = 3,44 \text{ cm}^2$$

**La distribución final del acero queda de la siguiente manera.**

Colocar en la cama superior 2 No.6 + 1 No.5 (G60).

Colocar en la cama inferior 2 No.6 + 1 No.5 (G60).

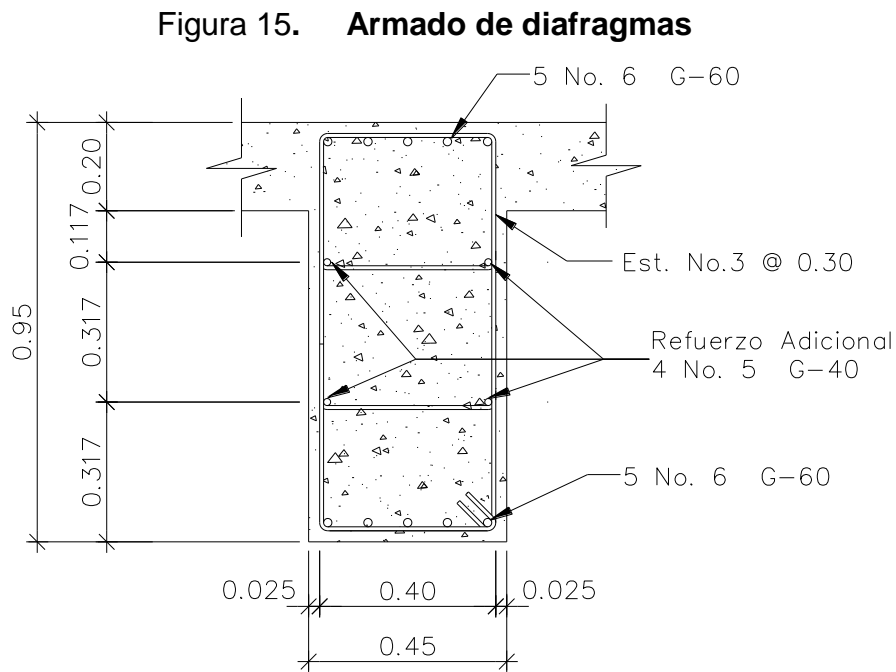
Colocar acero adicional 1 No. 5 a 26 cm (ambos lados del diafragma).

La separación de los estribos:

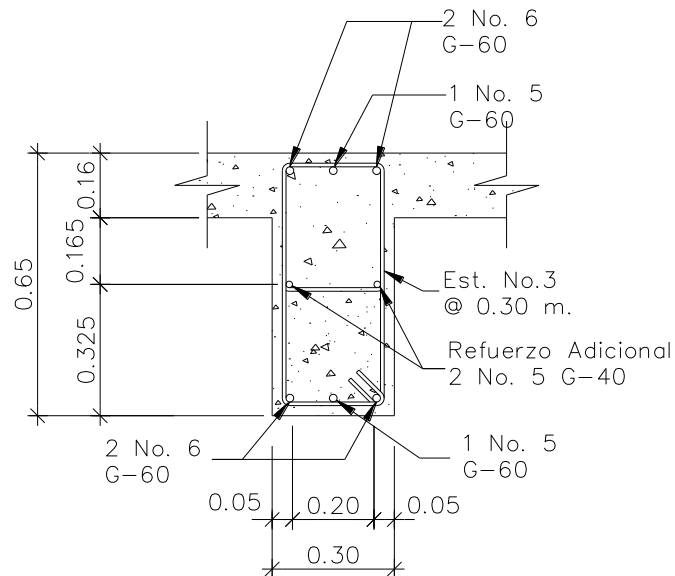
$$S = d/2$$

$$S = 0,608/2 = 0,304 \text{ cm}$$

Se colocaran estribos No.3 a cada 30 cm



a) Diafragma central



b) Diafragma exterior

Fuente: elaboración propia.

### 3.7. Diseño, análisis y cálculo de la subestructura

La subestructura para este proyecto estará conformada por la estructura de apoyo que se constituye de: la cortina, viga de apoyo y estribos. A continuación, se analiza y se diseña cada uno de los elementos.

#### 3.7.1. Diseño, análisis y cálculo de la cortina

La altura de la cortina deberá tener el mismo alto de las vigas principales, más el espesor del neopreno, el espesor no debe ser menor a 30 cm.

Debe diseñarse a:

- a) Flexión
- b) Corte

### 3.7.1.1. Chequeo por flexión

Según AASHTO 1.2.22, la cortina esta empotrada sobre la viga de apoyo, actuando en ella las siguientes fuerzas: empuje de la tierra (E), fuerza longitudinal (FL), y la fuerza de sismo (EQ).

Datos:

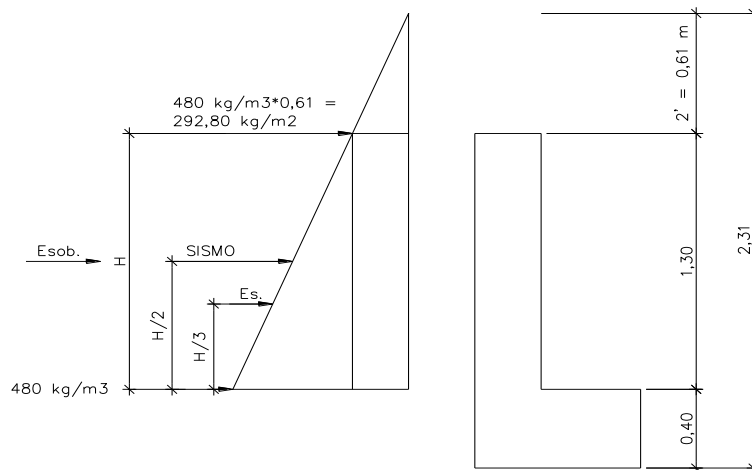
Base: 0,30 m

Altura H: 1,30 m

Franja unitaria: 1,00 m

Ancho de puente 4,00 m

Figura 16. Geometría y diagrama de presiones sobre la cortina



Fuente: elaboración propia.

Hallando presiones:

Según AASHTO 3.20, se debe considerar una sobrecarga del suelo del equivalente líquido de 2' de alto, con una presión de 480 kg/m<sup>3</sup>.

Psob: presión de sobrecarga a 2'

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

Pse: presión del suelo equivalente

$$P_{se} = 480 * 1,30 = 624,00 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de fuerzas:

Empuje de sobrecarga

$$E_{sob} = 292,80 * 1,30 = 380,64 \text{ kg/m}$$

Empuje de suelo equivalente

$$E_s = \frac{624 * 1,30}{2} = 405,60 \text{ kg/m}$$

Cálculo de la fuerza que produce el sismo (AASHTO 3.21)

$$S = 0,12 * W$$

$$W = W_{cortina} + W_{corona}$$

$$W = 4\,960,80 \text{ kg}$$

$$S = 0,12(4\,960,80) = 595,30 \text{ kg/m}$$

Fuerza longitudinal (AASHTO 3.9.1)

$$F_L = \frac{0,05 * P}{2 * H_{cor}}$$

Donde:

P = peso del camión

H = altura de la cortina

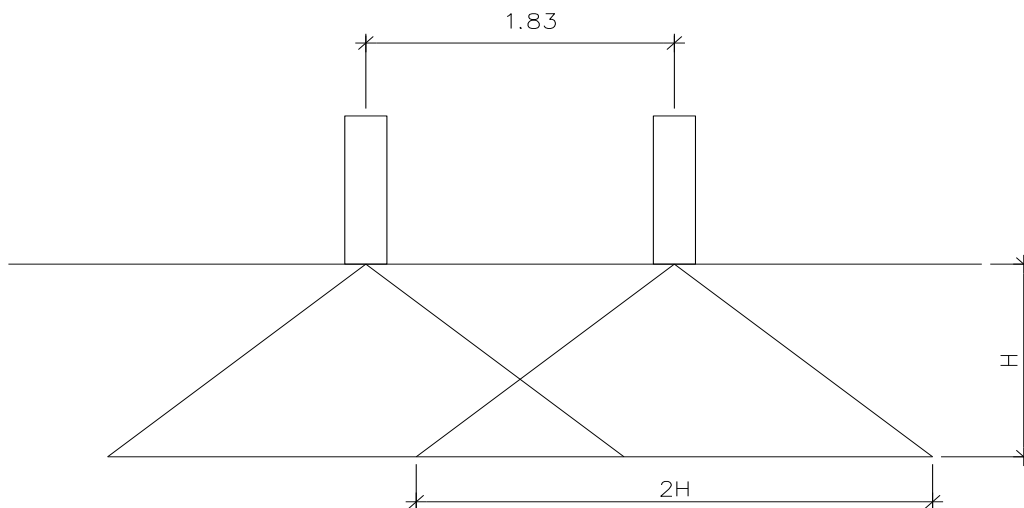
$$P = 5\,443,16 * 2 \text{ (lados)} = 10\,886,32 \text{ kg}$$

$$F_L = \frac{0,05 * 10\,886,32 \text{ kg}}{2 * 1,3} = 209,35 \text{ kg/m}$$

El brazo para FL está a H + 1,83 m

$$Br = 1,83 + 1,30 = 3,13 \text{ m}$$

Figura 17. **Diagrama de localización del punto de aplicación de la fuerza longitudinal**



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.1.2. Cálculo de momentos finales

$$ME_{sob} = \frac{380,64 * 1,30}{2} = 247,42 \text{ kg} - \text{m}$$

$$ME_{sequi} = \frac{405,60 * 1,30}{3} = 175,76 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{sismo} = \frac{595,30 * 1,30}{2} = 386,94 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MF_L = 209,35 * 3,13 = 655,26 \text{ kg} - \text{m}$$

La norma AASHTO 3.22.1.a, recomienda que debe usarse los grupos de cargas III y VII.

*Grupo III*

$$M = 1,3 (ME_{sob} + ME_s + FL)$$

$$M = 1,3(247,42 + 175,76 + 655,26) = 1078,44 \text{ kg} - \text{m}$$

*Grupo VII*

$$M = 1,3(ME_{sob} + ME_s + S)$$

$$M = 1,3(247,42 + 175,76 + 386,94) = 1053,16 \text{ kg} - \text{m}$$

Se toma el mayor de los dos grupos, en este caso se toma el momento del Grupo III.

$$M_u = 1078,44 \text{ kg} - \text{m}$$

### 3.7.1.3. Cálculo del área de acero

Datos:

$$F'c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$D = 25,59 \text{ cm}$$

$$Mu = 1\,078,44 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Por programa

$$As = 1,12 \text{ cm}^2$$

Chequeando  $A_s$  mínima y máxima

$$A_{smin} = \frac{14,1}{Fy} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{4200} * 100 * 25,59 = 8,59 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = 6,60 \text{ cm}^2$$

8 Var No. 5

### 3.7.1.4. Chequeo por corte

La norma AASHTO 3.22.1, recomienda usar los grupos III y VII.

#### *Grupo III*

$$V = 1,3(E_{sob} + FL)$$

$$V = 1,3(786,24 + 209,35) = 1\ 294,27\text{ kg} - \text{m}$$

#### *Grupo VII*

$$V = 1,3(E_{sob} + S)$$

$$V = 1,3(786,24 + 595,30) = 1\ 796,00\text{ kg} - \text{m}$$

Se toma el mayor de los dos grupos, en este caso se toma el momento del grupo VII.

$$V_u = 1\ 796,00\text{ km}$$

$$V_{cr} = 0,53 * 0,85 \sqrt{281} * 100 * 25,59 = 19\ 324,94\text{ kg} > V_{\text{m}\acute{a}\text{x}}$$

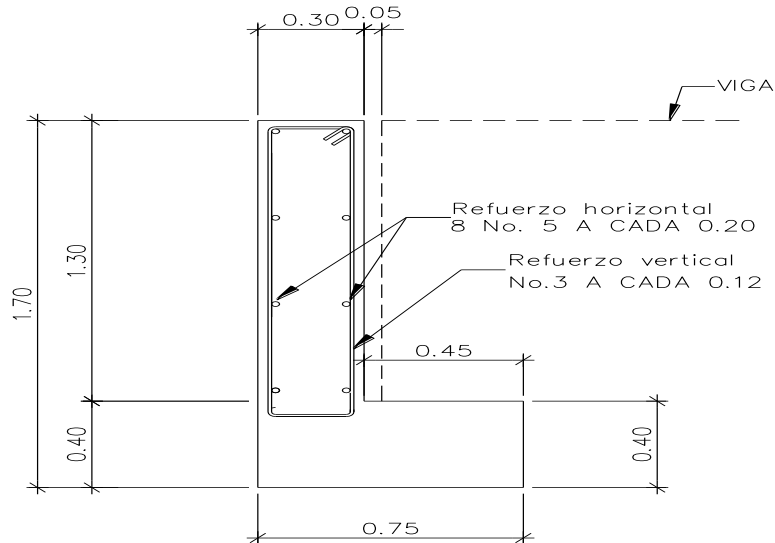
Ya que la fuerza última de resistencia del concreto a corte es mayor que la fuerza de corte actuante, se utilizará varilla mínima con espaciamiento máximo.

$$S_{\text{max}} = \frac{d}{2} = \frac{25,59}{2} = 12,79\text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocarán estribos No. 3 a cada 12 cm



Figura 18. Armado de cortina



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2. Diseño, análisis y cálculo de vigas de apoyo

La viga de apoyo se chequea por aplastamiento, debido a que está apoyada en toda su longitud, y se refuerza con acero mínimo por no soportar flexión, el refuerzo transversal lo constituyen los estribos.

Datos:

Base = 0,75 m

H = 0,40 m

$$A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} * 75 * 36,55 = 9,20 \text{ cm}^2$$

Se colocaran 8 No. 5

### 3.7.2.1. Chequeo por aplastamiento

Se integran las siguientes cargas para el diseño.

Carga muerta:

Wlosa	= 2 400*2*10*0,20	= 9 600 kg
Wacera	= 2 400*10*0,60*0,15	= 2 160 kg
Wviga	= 2 400*10*0,50*1,25	= 15 000 kg
Wdinterno	= (2 400*1*0,45*0,95)/2	= 513 kg
Wdexterno	= 2 400*1*0,30*0,65	= 468 kg
Cmuerta		= 27 741 kg

Carga viva: se toma el eje más pesado del camión, siendo éste el que tiene mayor efecto sobre la viga de apoyo. Esta carga se divide entre dos.

$$W_{cv} = \frac{5\,443,16}{2} = 2\,271,58 \text{ kg}$$

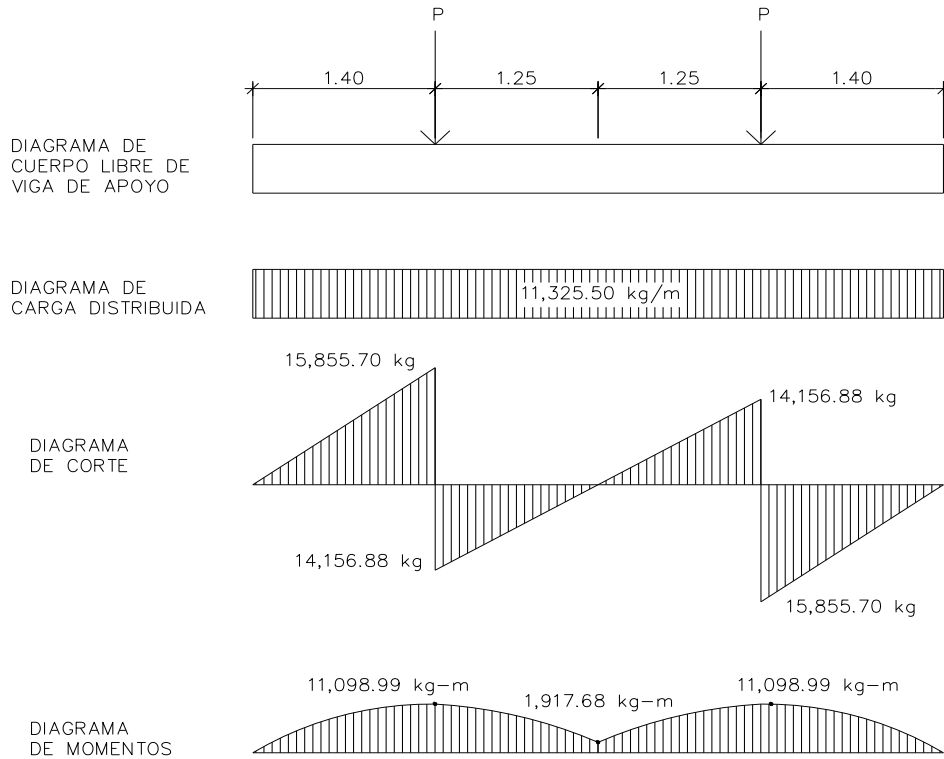
La carga muerta más la carga viva, queda de la siguiente manera.

$$P = W_{cm} + W_{cv}$$

$$P = 27\,751 + 2\,271,58 = 30\,012,58 \text{ kg}$$

A continuación se presentan los diagramas de cargas, corte y momento necesarios para el cálculo del refuerzo de la viga de apoyo. Determinando el esfuerzo máximo para el diseño de estribos. El momento máximo no se tomará en cuenta, ya que para diseño a flexión solo se calcula el acero mínimo realizado ya con anterioridad.

Figura 19. Diagrama de cargas, corte y momento



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2.2. Cálculo por corte

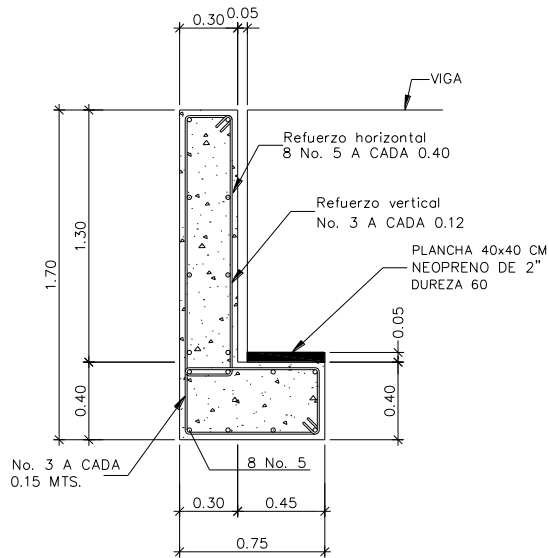
Como se observa en la figura 17, el diagrama de la viga de apoyo presenta el valor de corte de  $V_u = 15\,855,90$  kg, y el corte que resiste el concreto es de:

$$V_{cr} = 0,53 * 0,85\sqrt{281} * 75 * 36,55 = 20\,701,25\text{kg} > V_u$$

Siendo  $V_{cr} > V_u$  se usará espaciamiento máximo  $d/2$

$S = 36,55/2 = 18,27$  cm, se propone usar estribos No. 3 a cada 0,15 cm

Figura 20. Armado de viga de apoyo



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2.3. Diseño del neopreno

La función del neopreno es amortizar o disipar los esfuerzos de impacto. Se calcula el área de aplastamiento con la siguiente fórmula.

$$A_p = \frac{P}{F'_c * \phi_c}$$

Donde:

$A_p$  = Área de aplastamiento

$P$  = Carga que llega a la viga de apoyo

$F'_c$  = Esfuerzo máximo del concreto

$\phi_c$  = Constante de corte (0,70)

$$A_p = \frac{60\,025,16}{281 * 0,70} = 305,16 \text{ cm}^2$$

Las dimensiones de la placa serán las siguientes.

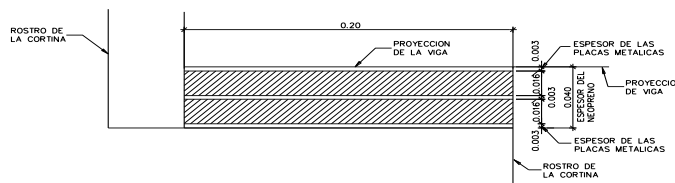
Espesor = 4 centímetros

Ancho = 20 centímetros

Largo = 20 centímetros

La dureza del elastómero, será dureza Shore "A" grado 60, con una tolerancia  $\pm 5$ , según Norma AASHTO, M270M.

Figura 21. **Detalle de neopreno**



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2.3.1. Análisis de las placas por compresión

Según la norma AASHTO, la tensión admisible de la placa es de:

$$\sigma_{adm} = 56 \text{ [kgf/cm}^2\text{]}$$

La reacción total es  $R = 6\,512,74 \text{ kg}$

El área de la placa es de:  $A = 20 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 400 \text{ cm}^2$

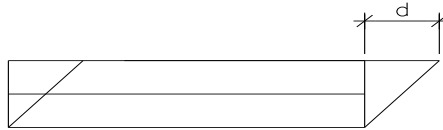
$$\sigma_c = \frac{6\,512,74}{400} = 16,28 \text{ kgf/cm}^2$$

Por lo que cumple con la tensión admisible

### 3.7.2.3.2. Análisis de la placa por corte

La deformación horizontal del apoyo, es la suma de la deformación ocasionada por la fuerza horizontal más la deformación por la dilatación térmica que ocurre por los cambios de temperatura.

Figura 22. Deformación horizontal de la placa



Fuente: MOYA MARTÍNEZ, Javier Alejandro. Cepa en V para tramos isostáticos de puentes rectos. p. 74.

$$d = \frac{F_H * e}{G * A} + \frac{\Delta T}{2} \leq \frac{e}{2} = 2 \text{ cm}$$

Donde:

Fh: Fuerza horizontal,  $V_s = 0,20 * 6\ 512,74 = 1,20 \text{ t}$

G: Módulo de corte,  $14 \text{ kgf/cm}^2$

A: Área de la placa

e: Espesor de la placa

Deformación térmica

$$\Delta T = \alpha * \Delta t * L$$

$\alpha$  = Coeficiente de dilatación

L: Longitud de la viga

Entonces se tiene:

$$d = \frac{1 \cdot 302,55 \cdot 4}{14 \cdot 400} + \frac{10^{-5} \cdot 35 \cdot 100 \cdot 30^\circ}{2}$$

$$d = 0,93 \text{ cm} \leq 2 \text{ cm}$$

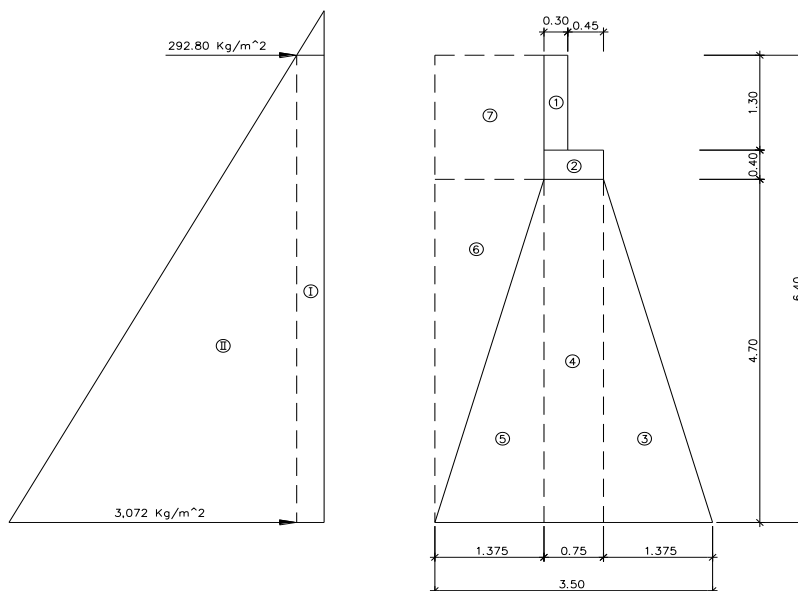
Por lo que cumple con la deformación admisible al corte.

### 3.7.3. Diseño, análisis y cálculo de estribos

Se diseñan para soportar las cargas verticales actuantes, provenientes tanto de la superestructura como de la subestructura. Estos elementos estructurales serán sometidos a las siguientes verificaciones.

- Deslizamiento
- Volteo
- Presiones del suelo

Figura 23. Geometría y diagrama de presiones de los estribos



Fuente: elaboración propia.

Datos:

Capacidad soporte del suelo	=	40 000 t/m <sup>2</sup>
Altura (H)	=	4,70 m
Base (b)	=	3,50 m
F'c del concreto	=	210 kg/ cm <sup>2</sup>
Peso volumétrico del suelo (Pv)	=	1 920 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico del muro	=	2 500 kg/m <sup>3</sup>

Cálculo de momento estabilizante, ME, respecto a la longitud de base:

Tabla XIV. **Momentos de volteo Mv (kg – m)**

Sección	Altura m	Presión kg/m <sup>2</sup>	Empuje kg	Brazo m	Momento kg-m
I	6,40	292,80	1 873,92	3,20	5 996,54
II	3,20	3 072,00	9 830,40	2,13	20 938,75
<b>Total</b>			<b>11 704,32</b>		<b>26 935,30</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Calculo de momento estabilizante Me (kg-m)**

Sección	Area m <sup>2</sup>	Peso especifico kg/m <sup>3</sup>	Peso kg	Brazo m	Momento kg-m
1	0,39	2 400	935	1,975	1 848,60
2	0,30	2 400	720	1,75	1 260
3	3,23	2 500	8 078,125	0,917	7 407,641
4	3,53	2 500	8 812,50	1,75	1 5421,88
5	3,23	2 500	8 078,125	2,583	2 0865,80
6	3,23	1 966	6 352,638	3,042	19 324,72
7	2,34	1 966	4 595,525	281	12 913,43
<b>Total</b>			<b>37 572,91</b>		<b>79 042,06</b>

Fuente: elaboración propia.



Según especificación

$$\text{Volteo} = \frac{37\,572,91}{11\,704,32} = 3,21 \geq 1,5 \text{ cumple}$$

$$\text{Deslizamiento} = \frac{0,50 * 37\,572,91}{11\,704,32} = 1,60 \geq 1,5 \text{ cumple}$$

Presiones

$$a = \frac{ME - MV}{W} = \frac{79\,042,06 - 26\,935,296}{37\,572,91} = 1,39 \text{ m}$$

$$3a > b = 1,39 * 3 = 4,17 \text{ sí cumple}$$

Excentricidad

$$e = \frac{b}{2} - a = \frac{3,50}{2} - 1,39 = 0,36 \text{ m}$$

$$P = \frac{W}{A} \left( 1 \pm \frac{6 * e}{b} \right)$$

$$P_{\max} = \frac{37\,572,91}{3,50 * 1} \left( 1 + \frac{6 * 0,36}{3,50} \right) = 17\,360,22 < V_s, \text{ si chequea}$$

$$P_{\min} = \frac{37\,572,91}{3,50 * 1} \left( 1 - \frac{6 * 0,36}{3,50} \right) = 4\,110,02 > 0, \text{ si chequea}$$

## Verificación del muro con superestructura y carga viva

Consiste en sumarle al muro el peso propio de la estructura y la carga viva, que corresponden a los valores calculados para la viga de apoyo. Luego, se obtiene un momento estabilizante ( $Me_2$ ), producido por la aplicación de las cargas: muerta y viva. Para calcular el momento total ( $Me_T$ ), se hará la verificación sumando  $Me$  y  $Me_2$ .

Se realiza el procedimiento anterior para calcular los valores de “a” y “e”, para el cálculo de las presiones; chequeando que no sobrepase el valor soporte del suelo y que no existan presiones negativas sobre el suelo.

Cálculo de peso total en base a la carga muerta y carga viva:

$$C_m = 27\,741,00 \text{ kg}$$

$$C_v = \underline{3\,401,98 \text{ kg}}$$

$$W_2 = 31\,142,98 \text{ Kg}$$

$$\text{Punto de aplicación} = 3,50/2 = 1,75 \text{ m}$$

Cálculo del momento estabilizante ( $Me_2$ )

$$Me_2 = W_2 * \text{Brazo}$$

$$Me_2 = 311412,98 * 1,75 = 54\,500,21 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo del momento total ( $Me_T$ )

$$Me_T = Me + Me_2$$

$$Me_T = 79\,042,06 + 54\,500,21 = 133\,542,27 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Cálculo de presiones

$$a = \frac{MeT - Mv}{W2 + W} = \frac{133542,27 - 26935,296}{31142,98 + 37572,91} = 1,55 \text{ m}$$

$$3a > b = 1,55 * 3 = 4,65, \text{ sí cumple}$$

Excentricidad

$$e = \frac{b}{2} - a = \frac{3,50}{2} - 1,55 = 0,20 \text{ m}$$

$$P = \frac{W + W2}{A} \left( 1 \pm \frac{6 * e}{b} \right)$$

$$P_{\max} = \frac{37572,91 + 31142,98}{3,50 * 1} \left( 1 + \frac{6 * 0,20}{3,50} \right) = 26364,46 < Vs, \text{ sí chequea}$$

$$P_{\min} = \frac{37572,91 + 31142,98}{3,50 * 1} \left( 1 - \frac{6 * 0,20}{3,50} \right) = 12901,76 > 0, \text{ sí chequea}$$

Verificación del muro por sismo

Esta verificación se realiza únicamente con la carga muerta y el peso propio del muro. Obteniendo un nuevo momento estabilizante ( $Me3$ ), generado por la carga muerta y el peso del muro.

Calculando el peso

$$W3 = W + Cm$$

$$W3 = 37572,91 + 27741 = 65313,91 \text{ kg}$$

Calculado el momento estabilizante

$$Me3 = Me + Cm * brazo$$

$$Me3 = 79\,042,06 + 27\,741 * 1,75 = 127\,588,81 \text{ kg-m}$$

Para esta verificación también se calcula la fuerza horizontal (FH), que se produce. A esta fuerza se le aplica el factor por sismo del 8% recomendado por la DGC de Guatemala.

$$FH = 1,08 * E + 0,08 * W3$$

$$FH = 1,08 * 11\,704,32 + 0,08 * 65\,313,91 = 17\,865,78 \text{ kg}$$

Se procede a calcular el momento de volteo producido por la acción del empuje (Mv2), el momento por sismo (MeQ), y el momento de volteo (Mv3).

Tabla XVI. Cálculo del momento de volteo (Mv2) Kg-m

Sección	Área m <sup>2</sup>	Peso específico kg/m <sup>3</sup>	Peso kg	Brazo m	Momento kg-m
1	0,39	2 400	936,00	5,75	5 382,00
2	0,30	2 400	720,00	4,9	3 528,00
3	3,23	2 500	8 078,13	1,57	12 682,66
4	3,53	2 500	8 812,50	2,35	20 709,38
5	3,23	2 500	8 078,13	1,57	12 682,66
6	3,23	1 966	6 352,64	3,13	19 883,76
7	2,34	1 966	4 595,53	5,55	25 505,16
<b>Total</b>			<b>37 572,91</b>		<b>100 373,61</b>

Fuente: elaboración propia.

Calculando el momento por sismo

$$MeQ = 0,08 * M2$$

$$MeQ = 0,08 * 100\,373,60 = 8\,029,89 \text{ kg-m}$$

Calculando el momento de volteo (Mv)

$$Mv = 1,08 * 26\,935,296 + (27\,741 * 0,08 * 5,10) + 8\,029,89 = 48\,438,34 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Realizando verificaciones

$$\text{Volteo} = \frac{127\,588,81}{48\,438,34} = 2,63 > 1,5, \text{ sí cumple}$$

$$\text{Deslizamiento} = 0,50 * \frac{65,313,91}{17,865,79} = 1,82 > 1,50, \text{ sí cumple}$$

Cálculo de presiones

$$a = \frac{Me_3 - M_3}{W_3} = \frac{127\,588,81 - 48\,438,34}{65\,313,91} = 1,21 \text{ m}$$

$$3a > b = 1,21 * 3 = 3,63, \text{ sí cumple}$$

Excentricidad

$$e = \frac{b}{2} - a = \frac{3,50}{2} - 1,21 = 0,54 \text{ m}$$

$$P = \frac{w_3}{A} \left( 1 \pm \frac{6 * e}{b} \right)$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{65\,313,91}{3,50 * 1} \left( 1 + \frac{6 * 0,54}{3,50} \right) = 35\,935,98 < V_s, \text{ sí chequea}$$

$$P_{\text{mín}} = \frac{65\,313,91}{3,50 * 1} \left( 1 - \frac{6 * 0,54}{3,50} \right) = 1386,25 > 0, \text{ sí chequea}$$

### 3.8. Presupuesto y cronograma de actividades

Tabla XVII. Presupuesto paso puente vehicular

RESUMEN INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS								
Proyecto: Puente Vehicular, Caserío El Callejón								
Municipalidad de Guastatoya								
Fecha: Marzo 2009								
No	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	MATERIALES	MANO DE OBRA	TOTAL	TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES	1	global	Q 39 342,00			Q 39 342,00	\$ 320 243,88
2	ESTRIBOS (CONCRETO CICLÓPEO)	105,89	m <sup>3</sup>	Q 1 106,85	Q 67 456,83	Q 49 747,45	Q 117 204,28	\$ 954 042,84
3	CORTINA Y VIGAS DE APOYO	10,60	m	Q 2 567,49	Q 21 865,34	Q 5 350,10	Q 27 215,44	\$ 221 533,65
4	VIGAS PRINCIPALES	40,00	m	Q 2 101,16	Q 59 486,40	Q 24 560,00	Q 84 046,40	\$ 684 137,66
5	DIAFRAGMAS INTERNO Y EXTERNO	6,00	m	Q 2 250,78	Q 11 452,68	Q 2 052,00	Q 13 504,68	\$ 109 928,06
6	LOSA	95,00	m <sup>2</sup>	Q 1 115,37	Q 66 113,74	Q 39 846,00	Q 105 959,74	\$ 862 512,31
7	ACERA, POSTES Y BARANDALES	40,00	m	Q 614,89	Q 18 527,41	Q 6 068,00	Q 24 595,41	\$ 200 206,62
8	ALEROS CON GAVIONES	40,00	m	Q 1 751,63	Q 53 865,00	Q 16 200,00	Q 70 065,00	\$ 570 329,10
9	APROCHES (ENTRADA Y SALIDA)	53,00	m <sup>2</sup>	Q 687,36	Q 17 898,09	Q 18 532,25	Q 36 430,34	\$ 296 542,96
TOTAL MANO DE OBRA Y MATERIALES					Q 298 767,39	Q 143 823,55	Q 518 363,28	\$ 4 219 477,09

Fuente: elaboración propia.

#### Notas:

- El valor total del proyecto solo corresponde a costo directo
- La tasa de cambio al mes de febrero de 2010 es de Q.8,14 por \$1,00

Continuación tabla XVII

INTEGRACION DE COSTOS UNITARIOS						
Proyecto: Puente Vehicular, Caserío El Callejón						
Municipalidad de Guastatoya						
Fecha: Marzo 2009						
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (Q.)	SUBTOTAL	TOTAL
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>1</b>	<b>Global</b>	<b>Q 39 342,00</b>		
	MATERIALES					
		SUBTOTAL				
		IMPREVISTOS (5%)				
	MANO DE OBRA					
1,1	Limpieza y chapeo	203	m <sup>2</sup>	Q 10,00	Q 2 030,00	
1,2	Destronque	5	u	Q 100,00	Q 500,00	
1,3	Trazo y Estaqueado	181,2	m	Q 10,00	Q 1 812,00	
1,4	Bodega y Guardiania	1	global	Q 4 000,00	Q 4 000,00	
1,5	Estudio de suelo	1	global	Q 25 000,00	Q 25 000,00	
1,6	Topografía	1	global	Q 6 000,00	Q 6 000,00	
		SUBTOTAL			Q 39 342,00	Q 39 342,00
		IMPREVISTOS (5%)				
<b>2</b>	<b>ESTRIBOS (MURO CICLÓPEO)</b>	<b>105,89</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>Q 1 106,85</b>		
	MATERIALES					
2,1	Cemento gris UGC 4000 psi	477,00	Sacos	Q 60,00	Q 28 620,00	
2,2	Arena de río	80,00	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 9 600,00	
2,3	Piedrin 1/2"	80,00	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 11 200,00	
2,4	Piedra bola 6" ,8" y 10"	105,89	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 14 824,60	
		SUBTOTAL			Q 64 244,60	
		IMPREVISTOS (5%)			Q 3 212,23	
	MANO DE OBRA					Q 67 456,83
2,5	Excavación	174,37	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q 10 462,20	
2,6	Colocación de piedra	105,89	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q 7 941,75	
2,7	Fundición de concreto	47,65	m <sup>3</sup>	Q 550,00	Q 26 207,50	
2,8	Relleno y compactación	68,48	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q 5 136,00	
		SUBTOTAL			Q 49 747,45	Q 49 747,45
		IMPREVISTOS (5%)				
		TOTAL COSTO RENGLON				Q 117 204,28
<b>3</b>	<b>CORTINA Y VIGAS DE APOYO</b>	<b>10,60</b>	<b>ml</b>	<b>Q 2 567,49</b>		
	MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (Q.)	SUBTOTAL	
3,1	Cemento gris UGC 4000 psi	73,00	Saco	Q 60,00	Q 4 380,00	
3,2	Arena de río	12,17	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q 1 460,40	
3,3	Piedrin 3/4"	12,17	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q 1 703,80	
3,4	Hierro corrugado No. 5 legitimo G40	29,00	var	Q 59,59	Q 1 728,11	
3,5	Hierro corrugado No. 3 legitimo G40	74,00	var	Q 21,43	Q 1 585,82	
3,6	Madera de 1" x 12" x 10'	144,00	pie-tabla	Q 6,50	Q 936,00	
3,7	Madera de 2" x 3" x 10'	200,00	pie-tabla	Q 6,50	Q 1 300,00	
3,8	Neopreno de 36" * 36" * 1.5 "	1,00	plancha	Q 7 000,00	Q 7 000,00	
3,9	Alambre de amarre	50,00	lbs.	Q 8,00	Q 400,00	
3,10	Clavos de 3"	30,00	lbs.	Q 6,00	Q 180,00	
3,11	Clavos de 4"	25,00	lbs.	Q 6,00	Q 150,00	
		SUBTOTAL			Q 20 824,13	
		IMPREVISTOS (5%)			Q 1 041,21	
	MANO DE OBRA					Q 21 865,34
3,13	Encofrado	10,60	m	Q 8,00	Q 84,00	
3,14	Armado de cortina y viga de apoyo	145,00	octavos	Q 8,00	Q 1 160,00	
3,15	Preparación y colocación del concreto	7,31	m <sup>3</sup>	Q 550,00	Q 4 020,50	
3,16	Desencofrado	10,60	m	Q 8,00	Q 84,80	
		SUBTOTAL			Q 5 350,10	Q 5 350,10
		IMPREVISTOS (5%)				
		TOTAL COSTO RENGLON				Q 27 215,44

Continuación tabla XVII

4	VIGAS PRINCIPALES	40,00	m	Q	2 101,16		
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (Q.)		SUBTOTAL	
4,1	Cemento gris UGC 4000 psi	272,00	Saco	Q	60,00	Q	16 320,00
4,2	Arena de río	45,33	m <sup>3</sup>	Q	120,00	Q	5 439,00
4,3	Piedrin 3/4"	45,33	m <sup>3</sup>	Q	140,00	Q	6 346,00
4,4	Hierro corrugado No. 8 legitimo G60	100,00	Varilla	Q	152,41	Q	15 241,00
4,5	Hierro corrugado No. 4 legitimo G40	40,00	Varilla	Q	38,05	Q	1 522,00
4,6	Hierro corrugado No. 3 legitimo G40	187,00	Varilla	Q	21,43	Q	4 007,41
4,7	Madera de 1" x 12" x 10'	120,00	pie-tabla	Q	6,50	Q	780,00
4,8	Madera de 2" x 3" x 10'	75,00	pie-tabla	Q	6,50	Q	487,50
4,9	Alambre de amarre	750,00	lbs.	Q	8,00	Q	6 000,00
4,10	Clavos de 3"	50,00	lbs.	Q	6,00	Q	300,00
4,11	Clavos de 4"	35,00	lbs.	Q	6,00	Q	210,00
		SUBTOTAL				Q	56 653,71
		IMPREVISTOS (5%)				Q	2 832,69
		Q					59 486,40
MANO DE OBRA							
4,12	Encofrado	40,00	m	Q	8,00	Q	320,00
4,13	Armado de vigas	1 120,00	octavos	Q	8,00	Q	8 960,00
4,14	Preparación y colocación del concreto	27,20	m <sup>3</sup>	Q	550,00	Q	14 960,00
4,15	Desencofrado	40,00	m	Q	8,00	Q	320,00
		SUBTOTAL				Q	24 560,00
		TOTAL COSTO RENGLON				Q	84 046,40

5	DIAFRAGMAS INTERNO Y EXTERNOS	6,00	m	Q	2 250,78		
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (Q.)		SUBTOTAL	
5,1	Cemento gris UGC 4000 psi	17,00	Saco	Q	60,00	Q	1 020,00
5,2	Arena de río	3,00	m <sup>3</sup>	Q	120,00	Q	360,00
5,3	Piedrin 3/4"	3,00	m <sup>3</sup>	Q	140,00	Q	420,00
5,4	Hierro corrugado No. 6 legitimo G60	8,00	Varilla	Q	85,58	Q	684,64
5,5	Hierro corrugado No. 5 legitimo G40	4,00	Varilla	Q	59,50	Q	238,00
5,6	Hierro corrugado No. 3 legitimo G40	19,00	Varilla	Q	21,43	Q	407,17
5,7	Madera de 1" x 12" x 10'	120,00	pie-tabla	Q	6,50	Q	780,00
5,8	Madera de 2" x 3" x 10'	75,00	pie-tabla	Q	6,50	Q	487,50
5,9	Alambre de amarre	750,00	lbs.	Q	8,00	Q	6 000,00
5,10	Clavos de 3"	50,00	lbs.	Q	6,00	Q	300,00
5,11	Clavos de 4"	35,00	lbs.	Q	6,00	Q	210,00
		SUBTOTAL				Q	10 907,31
		IMPREVISTOS (5%)				Q	545,37
		Q					11 452,68
MANO DE OBRA							
5,12	Encofrado	6,00	m	Q	8,00	Q	48,00
5,13	Armado de diafragmas	107,00	octavos	Q	8,00	Q	856,00
5,14	Preparación y colocación del concreto	2,00	m <sup>3</sup>	Q	550,00	Q	1 100,00
5,15	Desencofrado	6,00	m	Q	8,00	Q	48,00
		SUBTOTAL				Q	2 052,00
		TOTAL COSTO RENGLON				Q	13 504,68

6	LOSA	95,00	m <sup>2</sup>	Q	1 115,37		
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (Q.)		SUBTOTAL	
6,1	Cemento gris UGC 4000 psi	418,00	Saco	Q	60,00	Q	25 080,00
6,2	Arena de río	70,00	m <sup>3</sup>	Q	120,00	Q	8 400,00
6,3	Piedrin 1/2"	70,00	m <sup>3</sup>	Q	140,00	Q	9 800,00
6,4	Hierro corrugado No. 4 legitimo G60	233,00	var	Q	38,05	Q	8 865,65
6,5	Madera de 1" x 12" x 10'	980,00	pie-tabla	Q	6,50	Q	6 370,00
6,6	Madera de 2" x 3" x 10'	300,00	pie-tabla	Q	6,50	Q	1 950,00
6,7	Tubo PVC 100 PSI Ø4"	1,00	tubo	Q	359,82	Q	359,82
6,8	Alambre de amarre	155,00	lbs.	Q	8,00	Q	1 240,00
6,9	Clavos de 3"	100,00	lbs.	Q	6,00	Q	600,00
6,10	Clavos de 4"	50,00	lbs.	Q	6,00	Q	300,00
		SUBTOTAL				Q	62 965,47
		IMPREVISTOS (5%)				Q	3 148,27
		Q					66 113,74
MANO DE OBRA							
6,11	Entarimado	94,00	m <sup>2</sup>	Q	60,00	Q	5 640,00
6,12	Armado de losa	932,00	octavos	Q	8,00	Q	7 456,00
6,13	Preparación y colocación del concreto	41,80	m <sup>3</sup>	Q	550,00	Q	22 990,00
6,14	Desencofrado	94,00	m <sup>2</sup>	Q	40,00	Q	3 760,00
		SUBTOTAL				Q	39 846,00
		TOTAL COSTO RENGLON				Q	105 959,74



Continuación tabla XVII

7	ACERA, POSTES Y BARANDALES	40,00	m	Q	614,89		
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (Q.)	SUBTOTAL		
7,1	Cemento gris UGC 4000 psi	44,00	Saco	Q 60,00	Q	2 640,00	
7,2	Arena de río	7,33	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q	879,60	
7,3	Piedrín 1/2"	7,33	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q	1 026,20	
7,4	Hierro corrugado No. 4 legitimo G60	94,00	var	Q 38,05	Q	3 576,70	
7,5	Hierro corrugado No. 2 legitimo G40	15,00	var	Q 29,39	Q	440,85	
7,6	Madera de 1" x 12" x 10'	60,00	pie-tabla	Q 6,50	Q	390,00	
7,7	Madera de 2" x 3" x 10'	30,00	pie-tabla	Q 6,50	Q	195,00	
7,8	Tubo galvanizado Ø2"	12,00	tubo	Q 650,90	Q	7 810,80	
7,9	Alambre de amarre	67,00	lbs.	Q 8,00	Q	536,00	
7,10	Clavos de 3"	15,00	lbs.	Q 6,00	Q	90,00	
7,11	Clavos de 4"	10,00	lbs.	Q 6,00	Q	60,00	
		SUBTOTAL				Q 17 645,15	
		IMPREVISTOS (5%)				Q 882,26	Q 18 527,41
MANO DE OBRA							
7,12	Entarimado	40,00	m	Q 8,00	Q	320,00	
7,13	Armado de acera, postes y barandales	376,00	octavos	Q 8,00	Q	3 008,00	
7,14	Preparación y colocación del concreto	4,40	m <sup>3</sup>	Q 550,00	Q	2 420,00	
7,15	Desencofrado	40,00	m	Q 8,00	Q	320,00	
		SUBTOTAL				Q 6 068,00	Q 6 068,00
		TOTAL COSTO RENGLON					Q 24 595,41

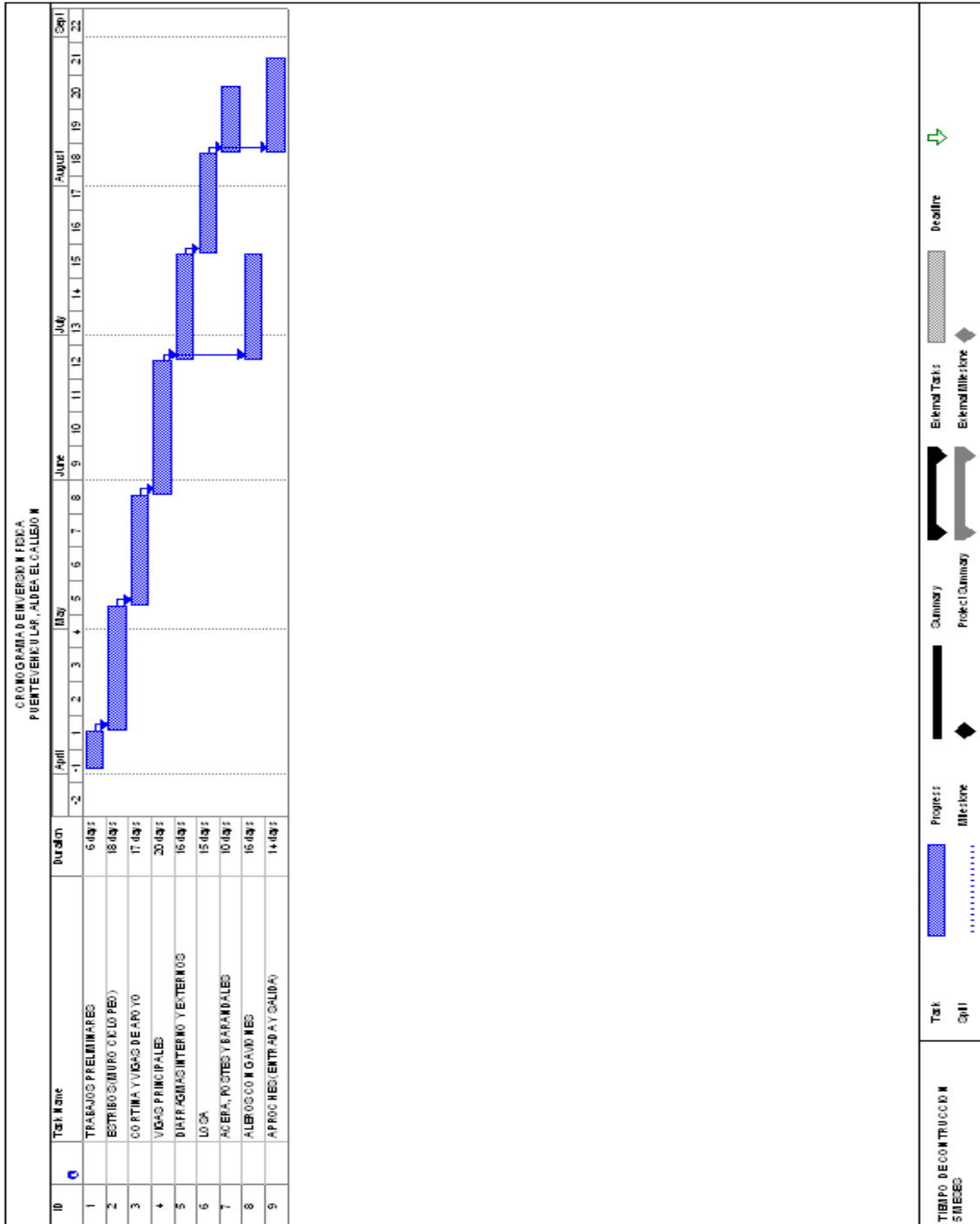
8	ALEROS CON GAVIONES	40,00	m	Q	1 751,63		
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (Q.)	SUBTOTAL		
8,1	Piedra bola 6", 8" y 10"	120,00	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q	16 800,00	
8,2	Alambre galvanizado cal 26 triple torsión	300,00	lbs.	Q 25,00	Q	7 500,00	
8,3	Gaviones malla triple torsión (1.00x2.00x1.00 m.)	60,00	u	Q 450,00	Q	27 000,00	
		SUBTOTAL				Q 51 300,00	
		IMPREVISTOS (5%)				Q 2 565,00	Q 53 865,00
MANO DE OBRA							
8,4	Excavación	120,00	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q	7 200,00	
8,5	Colocación de piedra	120,00	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q	9 000,00	
		SUBTOTAL				Q 16 200,00	Q 16 200,00
		TOTAL COSTO RENGLON					Q 70 065,00

9	APROCHES (ENTRADA Y SALIDA)	53,00	m <sup>2</sup>	Q	687,36		
MATERIALES		CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (Q.)	SUBTOTAL		
8,1	Material selecto	165,25	m <sup>3</sup>	Q 40,00	Q	6 610,00	
9,2	Cemento gris UGC 4000 psi	101,00	m <sup>3</sup>	Q 60,00	Q	6 060,00	
9,3	Arena de río	16,83	m <sup>3</sup>	Q 120,00	Q	2 019,60	
9,4	Piedrín 1/2"	16,83	m <sup>3</sup>	Q 140,00	Q	2 356,20	
		SUBTOTAL				Q 17 045,80	
		IMPREVISTOS (5%)				Q 852,29	Q 17 898,09
MANO DE OBRA							
9,5	Relleno y compactación	165,25	m <sup>3</sup>	Q 75,00	Q	12 393,75	
9,6	Preparación y colocación del concreto	10,07	m <sup>3</sup>	Q 550,00	Q	5 538,50	
9,7	Desencofrado	10,00	m	Q 60,00	Q	600,00	
		SUBTOTAL				Q 18 532,25	Q 18 532,25
		TOTAL COSTO RENGLON					Q 36 430,34

Fuente: elaboración propia.

### 3.8.1. Cronograma de actividades

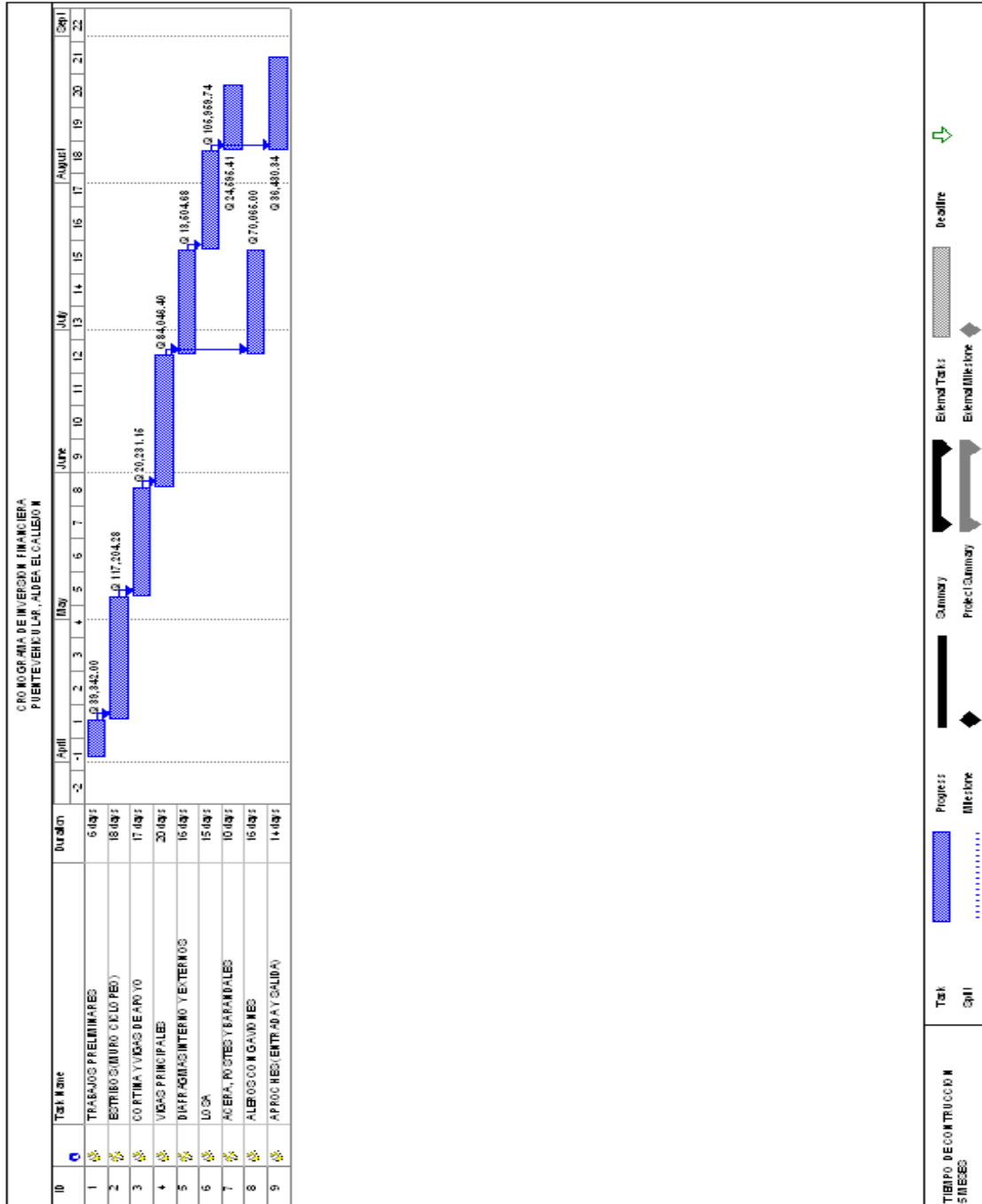
Figura 24. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

### 3.8.2. Cronograma de avance financiero

Figura 25. Cronograma de avance financiero



Fuente: elaboración propia.

### **3.9. Evaluación de impacto ambiental inicial**

La construcción de puentes y carreteras, como todas las actividades realizadas por el hombre en la faz de la tierra, genera impacto en los componentes ambientales: ambiente físico, biológico y social. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible, negativo con posibles mitigaciones o neutro.

#### **3.9.1. Nombre del proyecto**

Diseño de puente vehicular, caserío El Callejón

#### **3.9.2. Dirección del proyecto**

Caserío El Callejón, municipio de Guastatoya del departamento El Progreso

#### **3.9.2. Localización geográfica**

##### **3.9.2.1. Coordenadas UTM**

Se encuentra ubicado en la Zona 15 P, con las siguientes coordenadas.

- $UTM_1 = 0\ 819\ 890$
- $UTM_2 = 1\ 647\ 748$

##### **3.9.2.2. Coordenadas Geográficas**

- Norte =  $14^{\circ}\ 53'\ 06,2''$
- Oeste =  $90^{\circ}\ 01'\ 38,1''$

### **3.9.3. Dimensión del proyecto**

El puente tendrá una longitud de 20 metros y un ancho libre de 4,10 m.

### **3.9.4. Colindancias**

- Norte, con la aldea Tulumaje del municipio de San Agustín Acasaguastlán
- Sur, con la aldea Santa Rita
- Este, con la aldea El Rancho del municipio de San Agustín Acasaguastlán
- Oeste con la cabecera municipal (Guastatoya)

### **3.9.5. Identificación de impactos**

Un impacto ambiental es una alteración significativa del medio, causado por una acción humana o natural y está referido a la vulnerabilidad del área de estudio.

#### **3.9.5.1. Impactos negativos**

Para nuestro estudio, podemos decir que la construcción del proyecto del puente vehicular, solo generará un impacto negativo permanente, ya que sólo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación y éste a su vez provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, evaporación, etc.

### **3.9.5.2. Impactos positivos**

Como impacto ambiental positivo permitirá a la comunidad la facilidad de movilizarse hacia las comunidades, especialmente en época de invierno. Será beneficioso para los habitantes de la comunidad, ya que podrán trasladar sus cosechar y obras de artesanías a los mercados más cercanos.

### **3.9.6. Proyección de uso y consumo de agua**

La comunidad cuenta con las siguientes fuentes de abastecimiento de agua potable:

- Pozo mecánico
- Red de agua potable municipal
- Pozos artesanales

El uso que le dan a cada fuente de abastecimiento de agua, es para consumo humano. En cuanto a consumos se tiene los combustibles, que son: gasolina y diesel, los cuales les sirven para abastecer sus vehículos y motores para realizar sus actividades diarias.

### **3.9.7. Vulnerabilidad**

- **Tratamiento de basura y otros desechos:** dentro de este punto se identifican las actividades que causan acumulación de basura orgánica e inorgánica. Estos desechos son originados en su mayoría, en la elaboración de los alimentos preparados durante la ejecución por el personal de trabajo. La acumulación descontrolada de esta clase de desecho podrá causar foco de contaminación, trayendo consigo plagas; tales como cucarachas, moscas y roedores.

### **3.9.8. Riesgos**

- Contaminación atmosférica
- Contaminación de las aguas
- Deterioro del suelo
- Protección y correcto manejo del recurso tierra

### **3.9.9. Medidas de mitigación**

#### **3.9.9.1. En construcción**

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente
- En el momento de iniciar la construcción, señalizar el área
- Repoblar con árboles de Sps. Nativas de la región, las áreas libres
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas
- Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal), en vez de quemarlas
- Después de cada jornada de trabajo, limpiar el área (recoger: estacas de madera, tablas con clavos, restos de mezcla, pedazos de hierro etc.)
- Cuando sea posible, mover tierra solo durante la estación seca
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores
- Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos)
- Incluir botiquín de primeros auxilios

#### **3.9.9.2. En operación**

- Establecer plan de monitoreo ambiental
- Capacitación permanente y continua a operadores del sistema
- Mantenimiento preventivo

## CONCLUSIONES

1. Con la ejecución del alcantarillado sanitario se eliminará los malos olores que emanan los pozos ciegos que actualmente se utilizan para descargar las aguas negras.
2. El costo directo del alcantarillado sanitario de la aldea Tierra Blanca, es de Q.1 729 925,44, con un costo unitario de Q.1 344,15 por metro lineal.
3. El estudio socioeconómico realizado para el drenaje sanitario da como resultado que el proyecto no es viable, ya que la inversión a realizar es alta para una población pequeña.
4. El caserío El Callejón se beneficiará con la ejecución del puente vehicular, ya que éste les proporcionará facilidad de moverse hacia poblados vecinos, especialmente en época de invierno.
5. El costo directo del puente vehicular es de Q.511 378,99, con un costo unitario de Q.30 148,60 por metro lineal.
6. Evitar que por el puente transiten vehículos con más de dos ejes, ya que este fue diseñado únicamente para una carga HS15-44, equivalente a 12 000 libras (vehículo de dos ejes).
7. El estudio de impacto ambiental inicial realizado para ambos proyectos, dicta que el impacto generado por cada uno de estos, será mínimo, ya que solo generaran un impacto negativo durante su ejecución.





## RECOMENDACIONES

1. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de su construcción, debido a que los precios tanto de los materiales, mano de obra y maquinaria pesada, están sujetos a la fluctuación constante de nuestra moneda con respecto al dólar.
2. Se sugiere la supervisión técnica de cada uno de los proyectos, para que se cumpla con los diseños establecidos en planos y especificaciones técnicas.
3. Para el alcantarillado sanitario se sugiere la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales, para lograr un tratamiento adecuado de las mismas.
4. Monitorear el funcionamiento de los proyectos, para darles el mantenimiento necesario correspondiente y que este sea por lo menos dos veces por año.
5. Mantener un constante monitoreo de las descargas de aguas residuales y evitar la conexión ilícita de aguas pluviales que puedan provocar que el sistema de alcantarillado colapse.



## BIBLIOGRAFÍA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials. *Especificaciones técnicas para el diseño de puentes de concreto reforzado*. Estados Unidos: AASHTO 2007. 1515 p.
2. American Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. 318S-02. Estados Unidos: ACI 2002. 350 p.
3. CABRERA RIEPLE, Ricardo Antonio. “Apuntes de Ingeniería Sanitaria II”. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala., 1989. 135 p.
4. CANALES PORTILLO, Marvin Enrique. “Diseño de tres puentes vehiculares y de un camino vecinal, para el municipio de El Tumbador, Departamento de San Marcos”. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.. 2002. 130 p.
5. CHÁVEZ RÁMIREZ, Rubén Armando. “Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario para la comunidad del Espíritu Santo, municipio del Júcaro, El Progreso”. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. 2004. 68 p.

6. Dirección General de Caminos. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes*: Guatemala: DGC 2001. 807 p.

## **APÉNDICES**



## APÉNDICE 1. Libreta topográfica para la ubicación del sistema de alcantarillado sanitario

LIBRETA TOPOGRAFICA DE CAMPO																	
Proyecto: ALCANTARILLADO SANITARIO										Topografía: Enio Chamo				Fecha: 24 de marzo de 2008			
Localización: ALDEA TIERRA BLANCA										Calculo: Enio Chamo				ref.			
Descripción: Libreta de campo poligonal abierta																	
Est.	PO	HORIZONTAL				HILOS					VERTICAL				D.N.	COTA	
		Grados	Minutos	Segundos	Azimut	SUP	MEDIO	INF	HI	DH	Grados	Minutos	Segundos	Azimut			
																0	100,00
0	0,1	256	41	40	256,6944	1,060	1,030	1,000	1,650	5,967	94,00	15,00	0,0000	4,2500	-0,44	100,18	
0	0,2	213	31	40	213,5278	1,130	1,115	1,100	1,650	2,998	88,00	25,00	20,0000	-1,5778	0,08	100,62	
0	0,3	215	0	0,000	215,0000	1,396	1,198	1,000	1,650	39,429	86,00	13,00	40,0000	-3,7722	2,60	103,05	
0	1	271	9	0,000	271,1500	1,368	1,189	1,010	1,590	35,265	82,00	58,00	40,0000	-7,0222	4,34	104,74	
1	2	21	52	0,000	21,8667	1,432	1,216	1,000	1,590	42,436	82,00	21,00	20,0000	-7,6444	5,70	110,81	
2	3	346	47	20,000	346,7889	1,122	1,061	1,000	1,550	12,035	83,00	19,00	40,0000	-6,6722	1,41	112,71	
3	3,1	289	57	0,000	289,9500	1,670	1,335	1,000	1,550	64,770	79,00	29,00	20,0000	-10,5111	12,02	124,94	
0,3	4	215	38	40,000	215,6444	1,150	1,075	1,000	1,625	14,970	92,00	33,00	0,0000	2,5500	-0,67	102,93	
4	4,1	137	31	20	137,5222	1,624	1,312	1,000	1,625	61,058	98,00	26,00	0,0000	8,4333	-9,05	94,20	
4	4,2	222	13	20,000	222,2222	1,244	1,122	1,000	1,625	24,398	89,00	26,00	40,0000	-0,5556	0,24	103,67	
4	4,3	218	1	0,000	218,0167	1,680	1,340	1,000	1,625	67,989	89,00	15,00	40,0000	-0,7389	0,88	104,10	
4	5	218	42	0,000	218,7000	1,864	1,432	1,000	1,625	86,390	89,00	23,00	0,0000	-0,6167	0,93	104,06	
5	5,1	334	37	20,000	334,6222	1,029	1,015	1,000	1,630	2,784	101,00	33,00	0,0000	11,5500	-0,57	104,10	
5	5,2	178	49	20,000	178,8222	1,220	1,110	1,000	1,630	21,813	84,00	42,00	40,0000	-5,2889	2,02	106,60	
5	5,3	183	12	0,000	183,2000	1,326	1,163	1,000	1,630	32,252	84,00	4,00	20,0000	-5,9278	3,35	107,87	
0	A	135	9	20,000	135,1556	1,430	1,215	1,000	1,640	42,180	97,00	56,00	20,0000	-7,9389	-5,88	94,54	
0	B	81	40	40,000	81,6778	1,188	1,094	1,000	1,640	18,800	90,00	3,00	0,0000	0,0500	-0,02	100,53	
0	C	77	44	20,000	77,7389	1,508	1,254	1,000	1,640	50,800	90,00	2,00	40,0000	0,0444	-0,04	100,35	
0	6	79	35	40,000	79,5944	1,604	1,302	1,000	1,640	60,388	89,00	12,00	20,0000	-0,7944	0,84	101,18	
6	7	133	48	40,000	133,8111	1,148	1,074	1,000	1,540	14,798	89,00	23,00	0,0000	-0,6167	0,16	101,80	
7	7,1	181	29	20,000	181,4889	1,244	1,122	1,000	1,570	24,377	91,00	45,00	40,0000	1,7611	-0,75	101,50	
7	7,2	110	50	40,000	110,8444	1,294	1,147	1,000	1,570	29,320	92,00	59,00	0,0000	2,9833	-1,53	100,70	
7	7,3	59	56	20,000	59,9389	1,044	1,022	1,000	1,570	4,354	95,00	51,00	40,0000	5,8611	-0,45	101,90	
7	7,4	33	29	0,000	33,4833	1,304	1,152	1,000	1,570	30,004	83,00	27,00	0,0000	-6,5500	3,45	105,66	
7	7,5	44	43	0,000	44,7167	1,414	1,207	1,000	1,570	40,259	80,00	26,00	40,0000	-9,5556	6,78	108,94	
7	7,6	331	51	0,000	331,8500	1,130	1,065	1,000	1,570	12,981	92,00	10,00	40,0000	2,1778	-0,49	101,81	
7	7,7	320	58	0,000	320,9667	1,504	1,252	1,000	1,570	50,156	86,00	0,00	40,0000	-3,9889	3,50	105,62	
7	7,8	317	54	20,000	317,9056	0,720	0,360	0,000	1,570	71,494	85,00	11,00	20,0000	-4,8111	6,02	109,03	
7	8	319	20	20,000	319,3389	1,836	1,418	1,000	1,570	82,599	83,00	43,00	0,0000	-6,2833	9,09	111,05	
8	9	4	54	40,000	4,9111	1,488	1,244	1,000	1,600	48,567	86,00	2,00	20,0000	-3,9611	3,36	114,77	
9	9,1	13	53	0,000	13,8833	1,144	1,072	1,000	1,640	14,392	88,00	39,00	0,0000	-1,3500	0,34	115,67	
9	9,2	150	20	0,000	150,3333	1,186	1,093	1,000	1,640	18,054	80,00	8,00	0,0000	-9,8667	3,14	118,45	
9	9,3	149	21	0,000	149,3500	1,288	1,144	1,000	1,640	27,954	80,00	8,00	0,0000	-9,8667	4,86	120,12	
9	9,4	143	17	0,000	143,2833	1,876	1,688	1,500	1,640	36,469	80,00	0,00	40,0000	-9,9889	6,42	121,14	
9	9,5	13	44	40,000	13,7444	1,600	1,300	1,000	1,640	59,959	88,00	30,00	40,0000	-1,4889	1,56	116,66	
9	10	10	33	0,000	10,5500	1,860	1,430	1,000	1,640	85,927	88,00	20,00	0,0000	-1,6667	2,50	117,48	
10	10,1	350	52	20,000	350,8722	1,220	1,110	1,000	1,600	21,989	88,00	43,00	0,0000	-1,2833	0,49	118,46	
10	10,2	359	10	20,000	359,1722	1,460	1,230	1,000	1,600	45,854	86,00	46,00	0,0000	-3,2333	2,59	120,44	
10	10,3	262	48	40,000	262,8111	1,284	1,142	1,000	1,600	28,360	87,00	50,00	20,0000	-2,1611	1,07	119,00	
10	10,4	265	29	40,000	265,4944	1,670	1,335	1,000	1,600	66,061	83,00	12,00	0,0000	-6,8000	7,88	125,62	
7,1	11	182	20	0,000	182,3333	1,380	1,190	1,000	1,640	37,172	98,00	29,00	20,0000	8,4889	-5,55	96,40	
11	12	224	22	40,000	224,3778	1,472	1,236	1,000	1,600	46,697	95,00	55,00	40,0000	5,9278	-4,85	91,92	
12	12,1	291	55	0,000	291,9167	1,086	1,043	1,000	1,600	8,595	91,00	25,00	0,0000	1,4167	-0,21	92,26	
12	12,2	163	13	40,000	163,2278	1,634	1,317	1,000	1,600	63,174	93,00	25,00	20,0000	3,4222	-3,78	88,42	
12	13	164	11	40,000	164,1944	1,810	1,405	1,000	1,600	80,761	93,00	6,00	40,0000	3,1111	-4,39	87,72	
13	13,1	55	24	20,000	55,4056	1,054	1,027	1,000	1,510	5,344	95,00	51,00	20,0000	5,8556	-0,55	87,66	
13	13,2	95	39	40,000	95,6611	1,114	1,057	1,000	1,510	11,357	93,00	31,00	0,0000	3,5167	-0,70	87,48	
13	13,3	44	56	20,000	44,9389	1,178	1,089	1,000	1,510	17,710	85,00	55,00	0,0000	-4,0833	1,26	89,41	

Fuente: elaboración propia.



## APÉNDICE 2. Diseño Hidráulico, Sistema de Alcantarillado Sanitario, Aldea Tierra Blanca

Tramo No.	No. De Pozo		Elevación		COMPLETAS		Dist. Hor.	COMPLETAS	Pend.	Numero de casas		No. De Habitantes		Caudal Domiciliar	Caudal de Conexión Ilicita	Caudal de Infiltración	Caudal Medio	Factor Caudal Medio	Factor Caudal Medio Elegido	Factor Hardmond %	Q diseño Sanitario (lts/seg)
	inicial	final	inicial	TOPOGRAFIA	final	TOPOGRAFIA				(m)	TOPOGRAFIA	(%)	local								
1	1	2	120,44	120,44	118,46	118,46	24,30	12,15	8,15	6,00	6	32	66	0,05	0,88	0,01	0,94	0,0143	0,0050	4,2889	1,41
2	2	3	118,46	118,46	117,48	117,48	21,99	21,99	4,46	2,00	8,00	42	86	0,07	0,80	0,01	0,87	0,0101	0,0050	4,2603	1,84
3	31	32	125,62	125,62	119,00	119	37,76	37,76	17,53	6,00	6,00	24	49	0,04	1,37	0,01	1,42	0,0287	0,0050	4,3157	1,07
4	32	3	119,00	119	117,48	117,48	28,36	28,36	5,36	3,00	9,00	37	76	0,06	1,03	0,01	1,10	0,0144	0,0050	4,2741	1,63
5	3	4	117,48	117,48	116,66	116,66	26,29	26,29	3,12	4,00	21,00	96	198	0,16	0,95	0,01	1,12	0,0057	0,0050	4,1499	4,10
6	4	5	116,66	116,66	114,77	114,77	45,57	45,57	4,15	2,00	23,00	103	212	0,17	1,65	0,01	1,83	0,0086	0,0050	4,1386	4,39
7	33	34	121,14	121,14	120,12	120,12	9,33	9,33	10,93	5,00	5,00	25	51	0,04	0,34	0,01	0,39	0,0075	0,0050	4,3121	1,11
8	34	35	120,12	120,12	118,45	118,45	9,80	9,8	17,04	0,00	5,00	25	51	0,04	0,36	0,00	0,40	0,0077	0,0050	4,3121	1,11
9	35	5	118,45	118,45	114,77	114,77	18,15	18,15	20,28	0,00	5,00	25	51	0,04	0,66	0,00	0,70	0,0136	0,0050	4,3121	1,11
10	5	6	114,77	114,77	111,05	111,05	48,57	48,57	7,66	0,00	28,00	128	264	0,21	1,76	0,01	1,97	0,0075	0,0050	4,1019	5,41
11	6	7	111,05	111,05	109,03	109,03	11,92	11,92	16,95	1,00	29,00	130	268	0,21	0,43	0,00	0,64	0,0024	0,0020	4,0991	2,19
12	7	8	109,03	109,03	105,62	105,62	21,04	21,04	16,21	2,00	31,00	139	286	0,22	0,76	0,01	0,99	0,0035	0,0050	4,0871	5,85
13	8	9	105,62	105,62	101,81	101,81	37,49	37,49	10,16	1,00	32,00	145	299	0,23	1,36	0,01	1,60	0,0053	0,0050	4,0793	6,09
14	9	10	101,81	101,81	101,80	101,8	13,07	13,07	0,08	1,00	33,00	145	299	0,23	0,47	0,00	0,71	0,0024	0,0020	4,0793	2,44
15	36	37	108,94	108,94	105,66	105,66	8,83	8,83	37,15	3,00	3,00	22	45	0,04	0,32	0,00	0,36	0,0079	0,0050	4,3232	0,98
16	37	10	105,66	105,66	103,78	103,78	14,69	33,41	12,80	1,00	4,00	34	70	0,05	0,53	0,00	0,59	0,0084	0,0050	4,2828	1,50
18	10	11	101,80	101,8	101,50	101,5	24,32	24,32	1,23	3,00	40,00	205	422	0,33	0,88	0,01	1,22	0,0029	0,0050	4,0109	8,47
19	11	12	101,50	101,5	96,40	96,4	37,17	37,17	13,72	3,00	43,00	220	453	0,35	1,34	0,01	1,71	0,0038	0,0050	3,9859	9,05
20	12	13	96,40	96,4	91,92	91,92	46,56	46,56	9,62	3,00	46,00	235	484	0,38	1,68	0,01	2,07	0,0043	0,0050	3,9815	9,63
21	13	14	91,92	91,92	88,42	88,42	63,12	63,12	5,54	0,00	89,00	477	982	0,77	2,28	0,01	3,06	0,0031	0,0050	3,8050	18,69
22	14	15	88,42	88,42	87,72	87,72	17,63	17,63	3,97	0,00	89,00	477	982	0,77	0,64	0,00	1,41	0,0014	0,0050	3,8050	18,69
23	15	16	87,72	87,72	87,66	87,66	5,34	5,34	1,12	0,00	89,00	477	982	0,77	0,19	0,00	0,96	0,0010	0,0050	3,8050	18,69
24	9	40	101,81	101,81	100,35	100,35	14,35	14,35	10,17	4,00	4,00	30	62	0,05	0,52	0,01	0,57	0,0093	0,0050	4,2952	1,33
40	40	41	100,44	100,44	100,53	100,53	16,03	16,03	-0,56	4,00	8,00	49	101	0,08	0,58	0,01	0,67	0,0066	0,0050	4,2425	2,14
26	41	22	100,53	100,53	100,00	100	18,80	18,8	2,82	0,00	8,00	58	119	0,09	0,68	0,00	0,78	0,0065	0,0050	4,2216	2,52
27	22	23	100,00	100	94,54	94,54	42,35	42,35	12,89	0,00	19,00	116	239	0,19	1,53	0,01	1,73	0,0072	0,0050	4,1189	4,92
28	23	24	94,54	94,54	92,26	92,26	61,36	61,36	3,72	0,00	19,00	116	239	0,19	2,22	0,01	2,42	0,0101	0,0050	4,1189	4,92
29	24	13	92,26	92,26	91,92	91,92	8,52	8,52	3,99	0,00	43,00	242	498	0,39	0,31	0,00	0,70	0,0014	0,0020	3,9749	3,96
30	25	26	107,87	107,87	104,06	104,06	54,02	54,02	7,05	4,00	5,00	26	54	0,04	1,95	0,01	2,01	0,0375	0,0050	4,3086	1,15
31	26	27	104,06	104,06	104,10	104,1	18,42	18,42	-0,22	3,00	8,00	44	91	0,07	0,67	0,01	0,74	0,0082	0,0050	4,2550	1,93
32	27	28	104,10	104,1	103,67	103,67	43,69	43,69	0,98	4,00	12,00	64	132	0,10	1,58	0,01	1,69	0,0129	0,0050	4,2088	2,77
33	28	29	103,67	103,67	102,93	102,93	24,33	24,33	3,04	2,00	14,00	75	154	0,12	0,88	0,01	1,01	0,0065	0,0050	4,1869	3,23
34	29	30	102,93	102,93	94,20	94,2	61,14	61,14	14,28	3,00	23,00	126	259	0,20	2,21	0,01	2,43	0,0094	0,0050	4,1046	5,33
35	30	24	94,20	94,2	92,26	92,26	24,97	24,97	7,77	0,00	23,00	126	259	0,20	0,90	0,00	1,11	0,0043	0,0050	4,1046	5,33
36	17	18	124,94	124,94	112,71	112,71	64,96	64,96	18,83	5,00	5,00	21	43	0,03	2,36	0,02	2,40	0,0555	0,0050	4,3270	0,94
37	18	19	112,71	112,71	110,81	110,81	11,95	11,95	15,30	0,00	5,00	21	43	0,03	0,43	0,00	0,47	0,0108	0,0050	4,3270	0,94
38	19	20	110,81	110,81	104,74	104,74	42,44	42,44	14,30	2,00	7,00	30	62	0,05	1,53	0,01	1,59	0,0258	0,0050	4,2952	1,33
39	20	39	104,74	104,74	103,05	103,05	37,24	37,24	4,54	5,00	5,00	28	58	0,05	1,35	0,01	1,40	0,0243	0,0050	4,3018	1,24
40	39	29	103,05	103,05	102,93	102,93	14,85	14,85	0,81	1,00	6,00	34	70	0,05	0,54	0,00	0,60	0,0085	0,0050	4,2828	1,50
41	20	21	104,74	104,74	100,18	100,18	29,52	29,52	15,45	0,00	7,00	30	62	0,05	1,07	0,01	1,12	0,0181	0,0050	4,2952	1,33
42	39	21	103,05	103,05	100,18	100,18	42,43	42,43	6,76	4,00	4,00	28	58	0,05	1,53	0,01	1,59	0,0276	0,0050	4,3018	1,24
43	21	22	100,18	100,18	100,00	100	5,97	5,97	3,02	0,00	11,00	58	119	0,09	0,22	0,00	0,31	0,0026	0,0050	4,2216	2,52

Fuente: elaboración propia.

Continuación apéndice 2

No. De Pozo inicial	No. De Pozo final	Q de diseño	P. Terr. (%)	Pendiente Tubería	Ø (pulg.)	Long. Tubería (m)		Cota Invert		Profundidad de Pozo		V	Q	q/Q	d/D	w/V	v	Chequeo Vel.	Chequeo d/D
						Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final								
1	2	1,41324	8,15	0,040	6	24,32	118,29	117,38	2,15	1,70	2,5161	45,8968	0,0308	0,12	0,450	1,132	chequea	chequea	
2	3	1,84249	4,46	0,080	6	22,06	116,76	115,13	1,70	2,40	0,5337	9,7362	0,1892	0,294	0,768	0,410	chequea	chequea	
31	32	1,06655	17,53	0,17	6	38,36	124,12	117,66	1,50	1,40	0,7781	14,1928	0,0751	0,185	0,587	0,457	chequea	chequea	
32	3	1,62839	5,36	0,09	6	28,47	117,60	115,20	1,40	2,40	0,5661	10,3268	0,1577	0,268	0,729	0,413	chequea	chequea	
3	4	4,10225	3,12	0,05	6	26,31	115,08	113,85	2,40	2,85	0,4220	7,6971	0,5330	0,519	1,016	0,429	chequea	chequea	
4	5	4,38944	4,15	0,04	6	59,97	113,80	112,53	2,85	2,30	0,3774	6,8845	0,6376	0,58	1,060	0,400	chequea	chequea	
33	34	1,11006	10,93	0,12	6	9,23	119,64	118,74	1,50	1,40	0,6537	11,9243	0,0931	0,206	0,626	0,409	chequea	chequea	
34	35	1,11006	17,04	0,17	6	10,07	118,71	117,20	1,40	1,40	0,7790	14,2095	0,0781	0,189	0,595	0,463	chequea	chequea	
35	5	1,11006	20,28	0,20	6	18,46	117,04	113,55	1,40	2,30	0,8498	15,5016	0,0716	0,181	0,594	0,505	chequea	chequea	
5	6	5,40639	7,66	0,08	6	48,71	112,47	108,88	2,30	2,20	0,5223	9,5270	0,5675	0,539	1,031	0,539	chequea	chequea	
6	7	2,19488	16,95	0,17	6	12,17	108,85	107,11	2,20	2,00	0,7781	14,1928	0,1546	0,265	0,724	0,564	chequea	chequea	
7	8	5,84985	16,21	0,16	6	21,31	107,03	103,89	2,00	2,00	0,7548	13,7690	0,4249	0,455	0,959	0,724	chequea	chequea	
8	9	6,09078	10,16	0,10	6	37,68	103,69	99,98	2,00	2,00	0,5967	10,8854	0,5595	0,534	1,027	0,613	chequea	chequea	
9	10	2,43631	0,08	0,08	6	13,02	99,81	98,90	2,00	2,95	0,5337	9,7362	0,2502	0,34	0,830	0,443	chequea	chequea	
36	37	0,97936	37,15	0,37	6	9,72	117,44	114,51	1,50	1,20	1,1502	20,9808	0,0467	0,147	0,510	0,587	chequea	chequea	
37	10	1,49943	12,80	0,13	6	33,96	114,45	110,69	1,20	2,95	0,6804	12,4112	0,1208	0,234	0,674	0,459	chequea	chequea	
10	11	8,46670	1,23	0,03	8	24,39	98,85	98,16	2,95	3,35	0,3959	12,8403	0,6594	0,592	1,068	0,423	chequea	chequea	
11	12	9,05213	13,72	0,14	8	37,52	98,14	93,28	3,35	3,15	0,8467	27,4594	0,3297	0,395	0,897	0,759	chequea	chequea	
12	13	9,63448	9,62	0,10	8	46,92	93,24	88,92	3,15	3,05	0,7090	22,9933	0,4190	0,451	0,955	0,677	chequea	chequea	
13	14	18,68905	5,54	0,06	10	63,27	88,86	85,46	3,05	3,00	0,6244	31,6370	0,5907	0,552	1,041	0,650	chequea	chequea	
14	15	18,68905	3,97	0,04	10	17,64	85,41	84,77	3,00	3,00	0,5305	26,8825	0,6952	0,613	1,080	0,573	chequea	chequea	
15	16	18,68905	1,12	0,03	10	5,35	84,71	84,60	3,00	3,10	0,4595	23,2810	0,8028	0,678	1,112	0,511	chequea	chequea	
9	40	1,32686	10,17	0,10	6	14,44	99,81	98,52	2,00	1,85	0,5967	10,8854	0,1219	0,235	0,676	0,403	chequea	chequea	
40	41	2,14059	-0,56	0,07	6	32,15	98,49	96,36	1,85	4,20	0,4993	9,1074	0,2350	0,329	0,816	0,407	chequea	chequea	
41	22	2,52131	2,82	0,07	6	16,84	96,32	95,26	4,20	5,05	0,4993	9,1074	0,2768	0,359	0,854	0,426	chequea	chequea	
22	23	4,91990	12,89	0,04	6	42,21	94,94	93,32	5,05	1,25	0,3774	6,8845	0,7146	0,625	1,087	0,410	chequea	chequea	
23	24	4,91990	3,72	0,04	6	60,97	93,29	91,02	1,25	1,70	0,3774	6,8845	0,7146	0,625	1,087	0,410	chequea	chequea	
24	13	3,96209	3,99	0,05	8	8,6	90,55	90,25	1,70	3,05	0,5112	16,5767	0,2390	0,332	0,820	0,419	chequea	chequea	
25	26	1,15352	7,05	0,11	6	54,39	106,67	100,90	1,20	3,20	0,6259	11,4167	0,1010	0,214	0,640	0,401	chequea	chequea	
26	27	1,92785	-0,22	0,08	6	18,42	100,85	99,51	3,20	4,60	0,5337	9,7362	0,1980	0,301	0,778	0,415	chequea	chequea	
27	28	2,77365	0,98	0,06	6	43,77	99,49	96,97	4,60	6,75	0,4622	8,4318	0,3290	0,394	0,895	0,414	chequea	chequea	
28	29	3,23347	3,04	0,06	6	24,44	96,91	95,55	6,75	7,40	0,4622	8,4318	0,3835	0,429	0,933	0,431	chequea	chequea	
29	30	5,32551	14,28	0,05	8	61,13	95,52	92,55	7,40	1,70	0,5112	16,5767	0,3213	0,389	0,890	0,455	chequea	chequea	
30	24	5,32551	7,77	0,08	8	25,05	92,49	90,63	1,70	1,70	0,6372	20,6645	0,2577	0,346	0,838	0,534	chequea	chequea	
17	18	0,93568	18,83	0,19	6	6,96	123,54	111,41	1,40	1,35	0,8189	14,9372	0,0626	0,169	0,556	0,455	chequea	chequea	
18	19	0,93568	15,90	0,16	6	12,21	111,35	109,58	1,35	1,25	0,7525	13,7259	0,0682	0,176	0,570	0,429	chequea	chequea	
19	20	1,32686	14,30	0,14	6	42,88	109,55	103,61	1,25	1,50	0,7136	13,0170	0,1019	0,215	0,642	0,458	chequea	chequea	
20	39	1,24029	4,54	0,11	6	37,46	103,24	99,33	1,50	3,75	0,6259	11,4167	0,1086	0,222	0,654	0,409	chequea	chequea	
39	29	1,49943	0,81	0,09	6	15,03	99,29	98,09	3,75	7,40	0,5661	10,3268	0,1452	0,257	0,712	0,403	chequea	chequea	
20	21	1,32686	15,45	0,15	6	29,89	103,24	99,12	1,50	4,95	0,7417	13,5303	0,0981	0,211	0,635	0,471	chequea	chequea	
39	21	1,24029	6,76	0,11	6	42,64	99,29	95,22	3,75	4,95	0,6259	11,4167	0,1086	0,222	0,654	0,409	chequea	chequea	
21	22	2,52131	3,02	0,06	6	5,98	95,22	94,96	4,95	5,05	0,4622	8,4318	0,2990	0,374	0,872	0,403	chequea	chequea	

Fuente: elaboración propia.


### APÉNDICE 3. Libreta topográfica para la ubicación del puente

LIBRETA TOPOGRAFICA DE CAMPO																
Proyecto: PUENTE VEHICULAR										Topografía: Erió Chamo				Fecha: 5 mayo de 2008		
Localización: ALDEA EL CALLEJON										Calculo: Erió Chamo				ref.		
Descripción: Libreta de campo poligonal abierta																
Est.	PO	HORIZONTAL				HILOS					VERTICAL				D.N.	COTA
		Grados	Minutos	Segundos	Azimut	SUP	MEDIO	INF	HI	DH	Grados	Minutos	Segundos	Azimut		
															0	100,00
0	0,1	16	22	0,000	16,3667	2,020	1,760	1,500	1,540	52,000	90,00	4,00	0,0000	0,0667	-0,06	99,72
0	0,2	9	32	0	9,5333	1,522	1,261	1,000	1,540	52,196	90,00	31,00	20,0000	0,5222	-0,48	99,80
0	0,3	8	38	0,000	8,6333	1,414	1,207	1,000	1,540	41,390	90,00	54,00	40,0000	0,9111	-0,66	99,67
0	0,4	16	37	20,000	16,6222	1,404	1,202	1,000	1,540	40,397	90,00	27,00	40,0000	0,4611	-0,33	100,01
0	0,5	5	17	20,000	5,2889	1,302	1,151	1,000	1,540	30,164	91,00	59,00	0,0000	1,9833	-1,04	99,34
0	0,6	16	28	40,000	16,4778	1,262	1,131	1,000	1,540	26,163	92,00	9,00	0,0000	2,1500	-0,98	99,43
0	0,7	37	4	40,000	37,0778	1,176	1,088	1,000	1,540	17,556	92,00	52,00	40,0000	2,8778	-0,88	99,57
0	0,8	81	46	40,000	81,7778	1,162	1,081	1,000	1,540	16,162	92,00	46,00	20,0000	2,7722	-0,78	99,68
0	0,9	86	16	20	86,2722	1,118	1,059	1,000	1,540	11,737	94,00	11,00	20,0000	4,1889	-0,86	99,62
0	0,1	34	15	40,000	34,2611	1,122	1,061	1,000	1,540	12,080	95,00	27,00	20,0000	5,4556	-1,15	99,32
0	0,11	16	37	20,000	16,6222	1,154	1,077	1,000	1,540	15,291	94,00	49,00	0,0000	4,8167	-1,29	99,17
0	0,12	0	59	20,000	0,9889	1,222	1,111	1,000	1,540	22,110	93,00	39,00	0,0000	3,6500	-1,41	99,02
0	0,13	358	10	20,000	358,1722	1,354	1,177	1,000	1,540	35,366	91,00	46,00	40,0000	1,7778	-1,10	99,27
0	0,14	351	29	0,000	351,4833	1,480	1,240	1,000	1,540	47,922	92,00	18,00	20,0000	2,3056	-1,93	98,37
0	0,15	344	27	40,000	344,4611	1,460	1,230	1,000	1,540	45,615	95,00	15,00	0,0000	5,2500	-4,19	96,12
0	0,16	345	27	0,000	345,4500	1,180	1,000	0,820	1,540	35,902	92,00	59,00	20,0000	2,9889	-1,87	98,67
0	0,17	352	33	20,000	352,5556	1,155	1,075	0,995	1,540	15,886	94,00	50,00	20,0000	4,8389	-1,34	99,12
0	0,18	340	39	0,000	340,6500	1,700	1,550	1,400	1,540	29,959	92,00	7,00	0,0000	2,1167	-1,11	98,88
0	0,19	336	53	0,000	336,8833	2,360	2,180	2,000	1,540	35,986	91,00	8,00	20,0000	1,1389	-0,72	98,64
0	0,2	17	35	40,000	17,5944	1,056	1,028	1,000	1,540	5,449	99,00	26,00	40,0000	9,4444	-0,91	99,61
0	0,21	103	35	20,000	103,5889	1,060	1,030	1,000	1,540	5,905	97,00	13,00	40,0000	7,2278	-0,75	99,76
0	0,22	126	39	20,000	126,6556	1,140	1,070	1,000	1,540	13,957	93,00	10,00	0,0000	3,1667	-0,77	99,70
0	0,23	288	52	0,000	288,8667	1,088	1,048	1,008	1,540	7,996	91,00	14,00	0,0000	1,2333	-0,17	100,32
0	0,24	206	2	20,000	206,0389	1,020	1,010	1,000	1,540	1,944	99,00	37,00	0,0000	9,6167	-0,33	100,20
0	0,25	205	11	40,000	205,1944	1,100	1,050	1,000	1,540	9,999	89,00	32,00	0,0000	-0,4667	0,08	100,57
0	0,26	232	34	0,000	232,5667	1,120	1,060	1,000	1,540	11,999	89,00	34,00	40,0000	-0,4222	0,09	100,57
0	0,27	213	40	20,000	213,6722	1,250	1,125	1,000	1,540	24,969	87,00	59,00	20,0000	-2,0111	0,88	101,29
0	0,28	202	30	40,000	202,5111	1,240	1,120	1,000	1,540	23,968	87,00	55,00	20,0000	-2,0778	0,87	101,29
0	0,29	210	18	40,000	210,3111	1,380	1,190	1,000	1,540	37,652	86,00	25,00	20,0000	-3,5778	2,37	102,72
0	0,3	202	42	40,000	202,7111	1,370	1,175	0,980	1,540	38,850	86,00	27,00	0,0000	-3,5500	2,41	102,78


Fuente: elaboración propia.

## APÉNDICE 4. Estudio de suelos

### Resultado Limites de Atterberg



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



---

INFORME No. 0217 S. S      O.T.: 23434

Interesado: Enio Mauricio Chamo Cardona  
Proyecto: Trabajo De Graduación-EPS

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea Tierra Blanca, Caserío El Callejón, Guastatoya , El Progreso.

FECHA: 15 de julio de 2008

**RESULTADOS:**


ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	36	15.8	CL	Arcilla limo arenosa color café con presencia de grava

(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

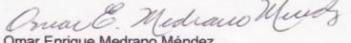
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,


Vo. Bo.



Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
DIRECTOR CI/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos




---


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>

Fuente: elaboración propia.

## Resultado Análisis de granulometría



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



---

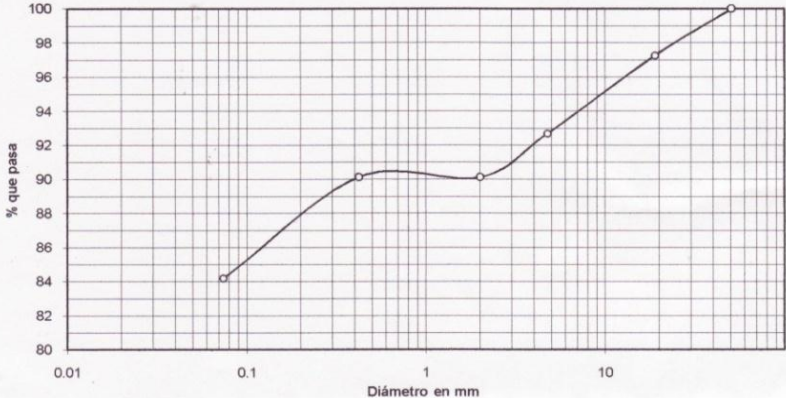
INFORME No. 0216 S.S.                      O.T. No. 23,434

---

Interesado: Enio Mauricio Chamo Cardona  
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.  
 Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11  
 Proyecto: Trabajo De Graduación-EPS  
 Procedencia: Aldea Tierra Blanca, Caserío El Callejón, Guastatoya, El Progreso.  
 Fecha: 15 de julio de 2008

Análisis con Tamices:			% de Grava: 7.30
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa	% de Arena: 8.49
2"	50.8	100.00	% de Finos: 84.21
3/4"	19.00	97.28	
4	4.76	92.70	
10	2.00	90.12	
40	0.42	90.12	
200	0.074	84.21	

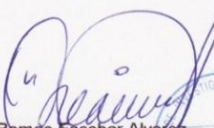
  

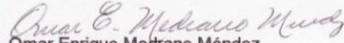


Descripción del suelo: Arcilla limo arenosa color café con presencia de grava  
 Clasificación: S.C.U.: CL      P.R.A.: A-6  
 Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,


  
 Vo. Bo. Ing. Oswaldo Ramo Escobar Alvarez  
 DIRECTOR CII/USAC

  
 Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
 Jefe Sección Mecánica de Suelos


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>

Fuente: elaboración propia.

## Resultado Análisis de Corte Directo



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

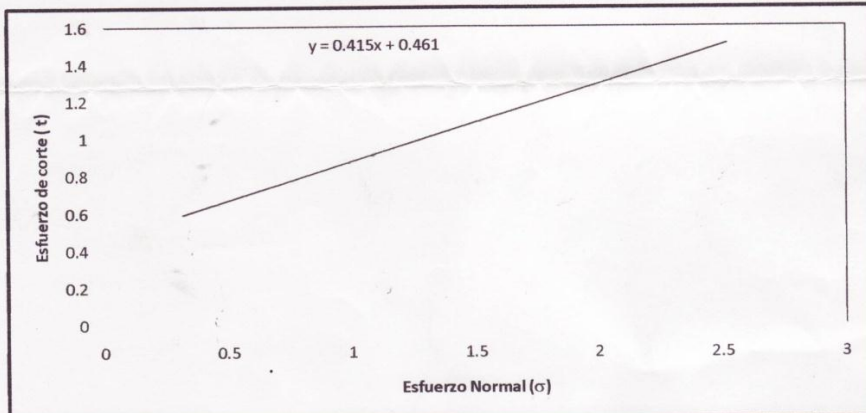


---

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO NORMA ASTM 3080/79**

INFORME No.: 0215 S.S.      O.T.No.: 23,434

INTERESADO: Enio Mauricio Chamo Cardona  
 PROYECTO: Trabajo De Graduación-EPS  
 UBICACIÓN: Aldea Tierra Blanca, Caserío El Callejón, Guastatoya, El Progreso.  
 pozo: 1      Profundidad: X m      Muestra: 1  
 Fecha: 15 de julio de 2008



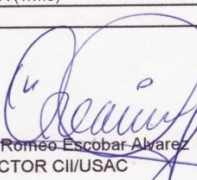
**PARAMETROS DE CORTE:**

<b>ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : <math>\phi = 22.53^\circ</math></b>	<b>COHESIÓN: <math>C_u = 4.61 \text{ T/m}^2</math></b>
---	--

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.  
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arcilla limo arenosa color café con presencia de grava  
 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> )	x	x	x
PRESIÓN INTERSTICIAL u(T/m <sup>2</sup> )	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA Er (%)	x	x	x
DENSIDAD SECA (T/m <sup>3</sup> )	1.98	1.98	1.98
DENSIDAD HUMEDA (T/m <sup>3</sup> )	2.08	2.08	2.08
HUMEDAD (%H)	19.2	19.2	19.2

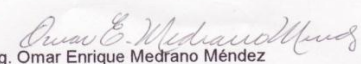
Vo. Bo.



Ing. Oswaldo Romeo Escobar Alvarez  
DIRECTOR CII/USAC

Atentamente,





Ing. Omar Enrique Medrano Méndez  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

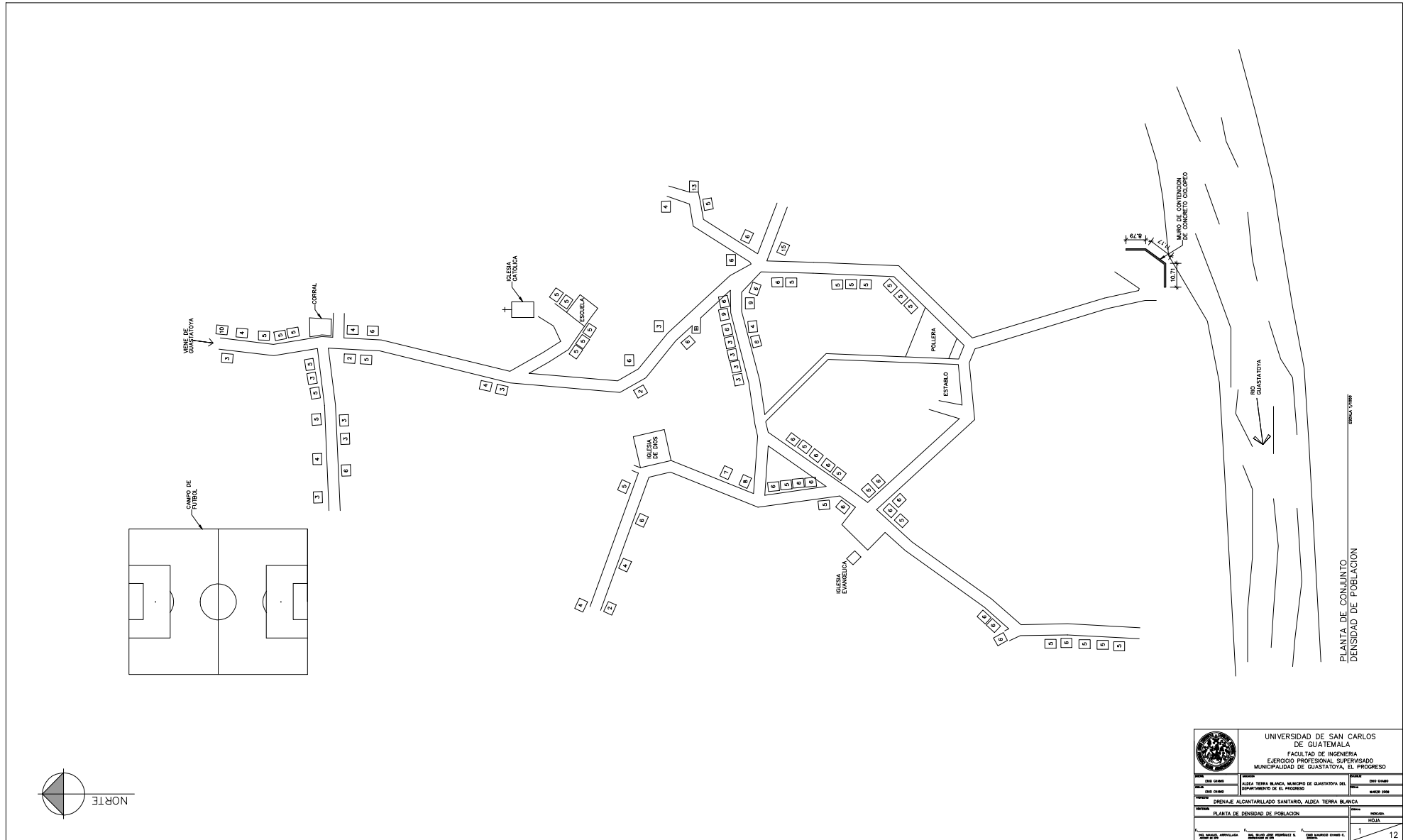
---


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>

Fuente: elaboración propia.

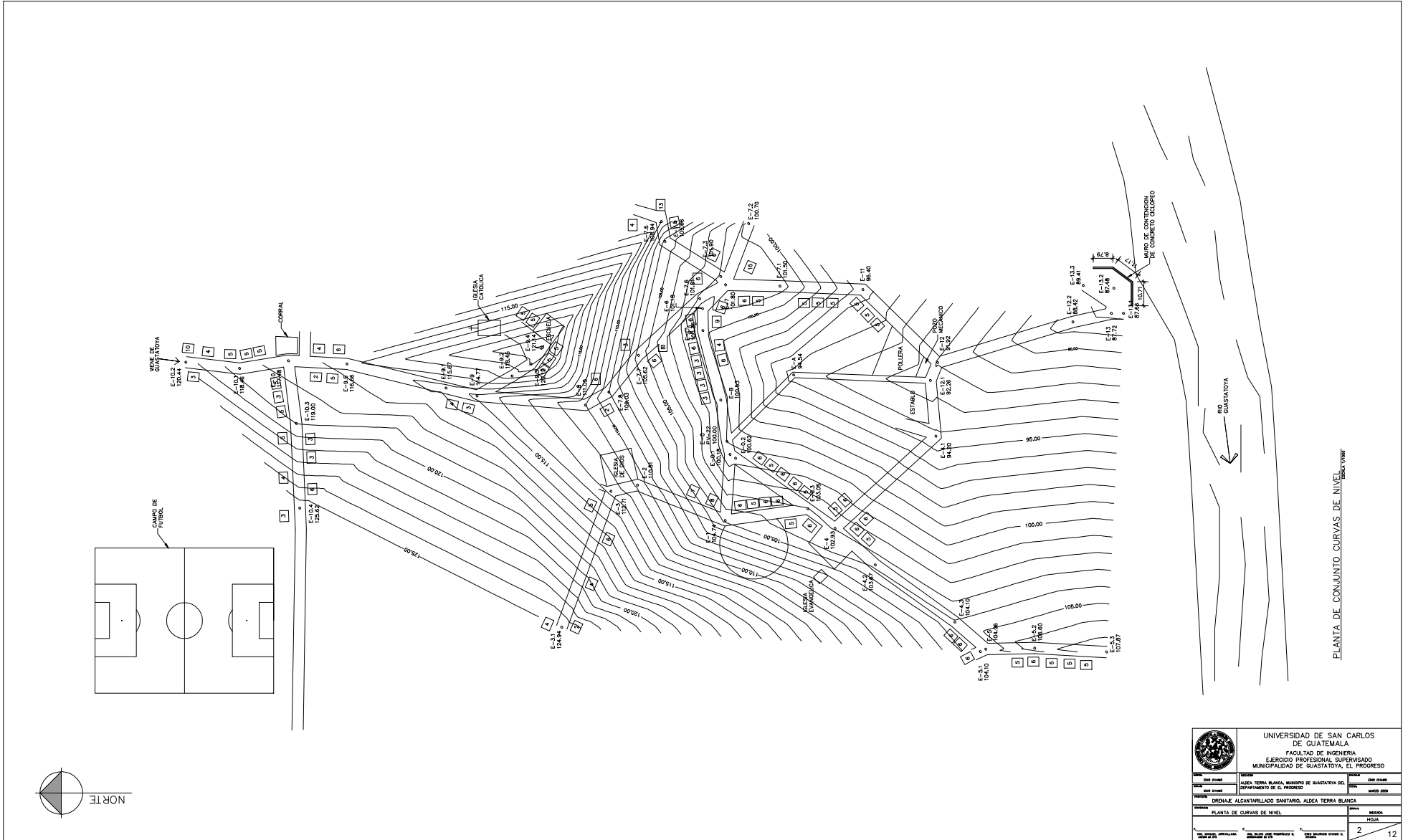


APENDICE 4. Planos, Red de Alcantarillado Sanitario, Aldea Tierra Blanca



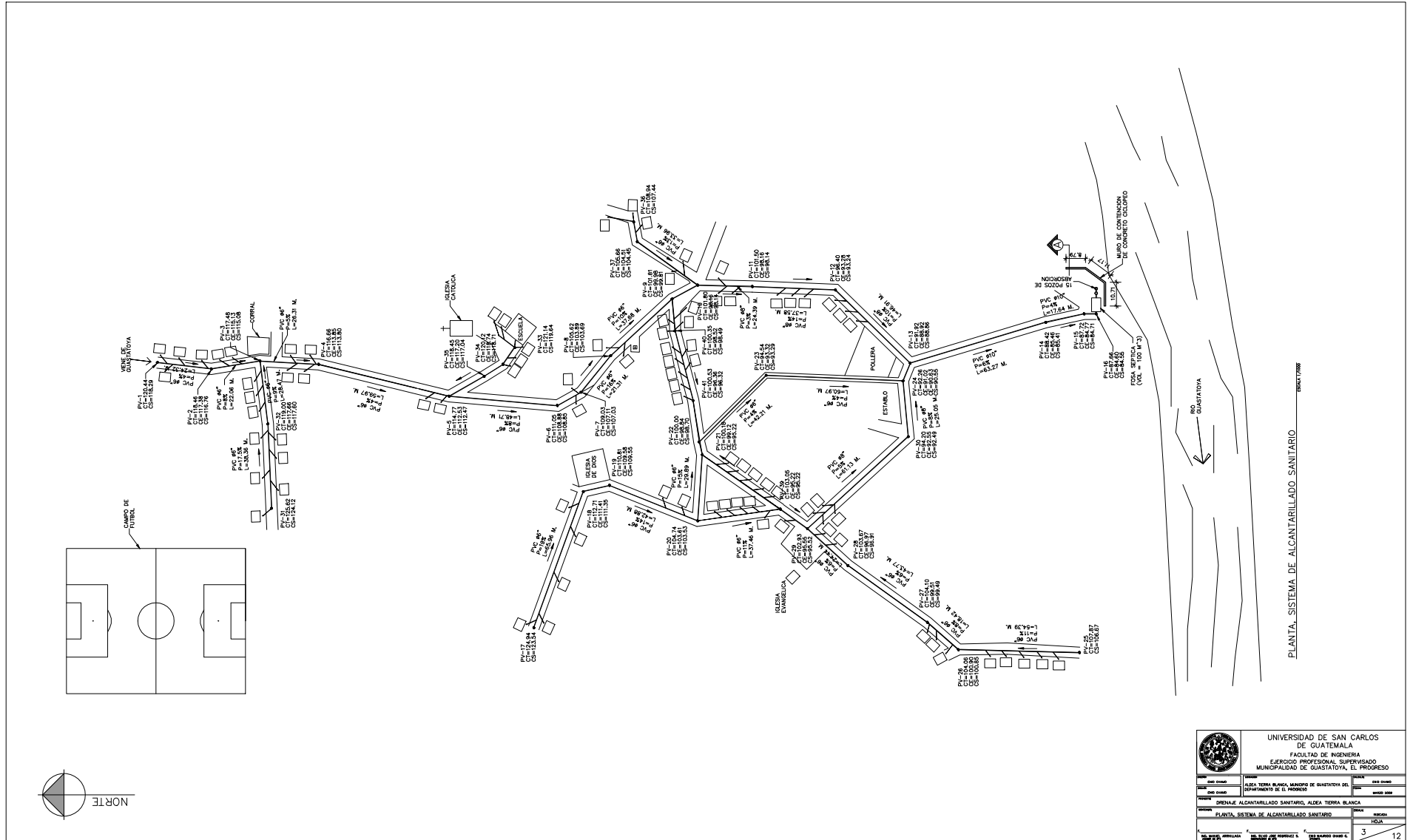
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE GUASTATOYA, EL PROGRESO		DISEÑO DISEÑO
		DISEÑO DISEÑO
DISEÑO DISEÑO	ALDEA TIERRA BLANCA, MUNICIPIO DE GUASTATOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO	DISEÑO DISEÑO
DISEÑO DISEÑO	DISEÑO DISEÑO	DISEÑO DISEÑO
DISEÑO: ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA		
PLANTA DE DENSIDAD DE POBLACION		
ESCALA: 1:1000		HOJA: 12





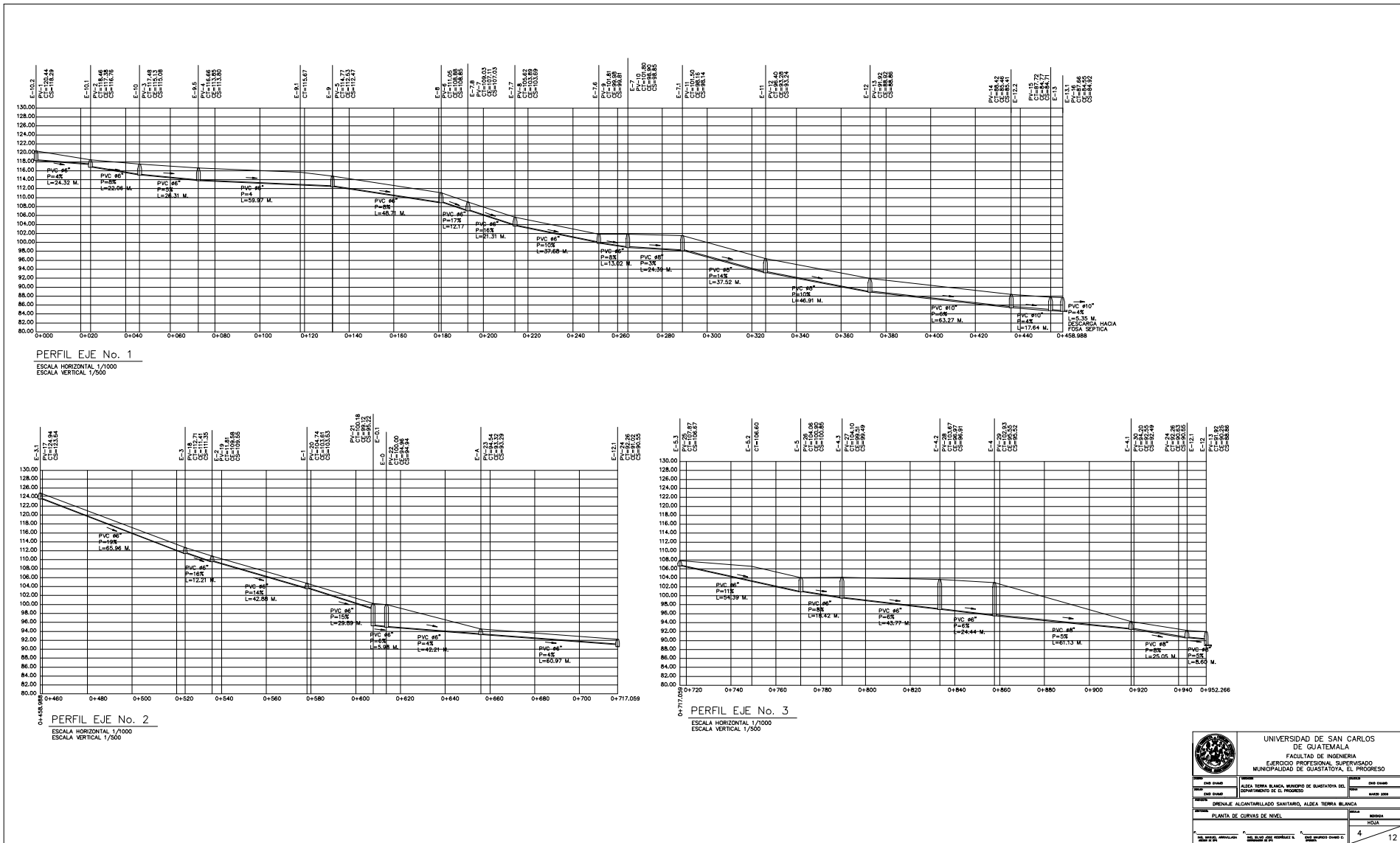
PLANTA DE CONJUNTO CURVAS DE NIVEL  
Escala: 1:7000




 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE GUASTATUYA, EL PROGRESO		FECHA: 2018	
		DISEÑADO POR:	
TÍTULO:		ESCALA:	
AUTORES:		HOJA:	
PLANTA DE CURVAS DE NIVEL		2	
12		12	

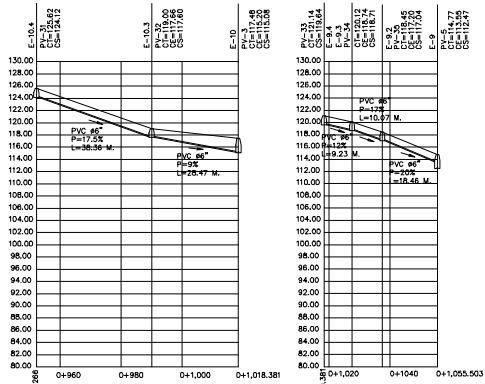


PLANTA, SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

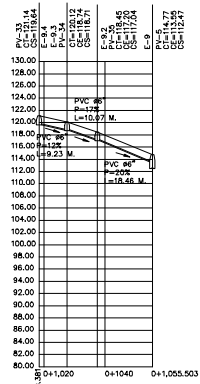
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE GUASTATUYA, EL PROGRESO	
NOMBRE DEL PROYECTO: ALDEA TIERRA BLANCA, MUNICIPIO DE GUASTATUYA DE DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO	FECHA DEL DISEÑO: MARZO 2008
NOMBRE DEL DISEÑADOR: ORDEÑA E. ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA	FECHA DE LA OBRERA: 15/04
NOMBRE DEL PROYECTO: PLANTA, SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO	ESCALA: 1:500
ELABORADO POR: ORDEÑA E. ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA	SUPERVISADO POR: [Signature]
HOJA N.º: 3	TOTAL DE HOJAS: 12



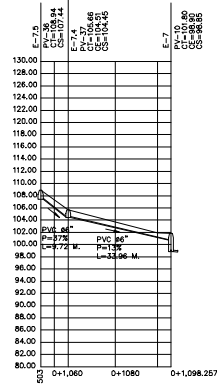
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE QUASTUYOYA, EL PROGRESO		PROYECTO	OPERA
		ALDEA TIERRA BLANCA, MUNICIPIO DE QUASTUYOYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO	OBRAS DE RECONSTRUCCION
DISEÑO DE ALICANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA		FECHA	2014
PLANTA DE CURVAS DE NIVEL		HOJA	12
APROBADO POR: 		ELABORADO POR: 	4



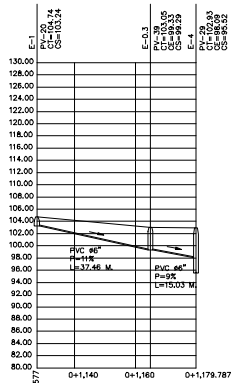
PERFIL EJE No. 4  
ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



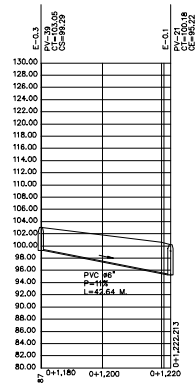
PERFIL EJE No. 5  
ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



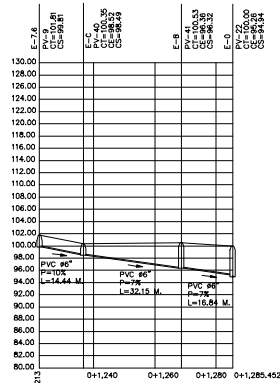
PERFIL EJE No. 6  
ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



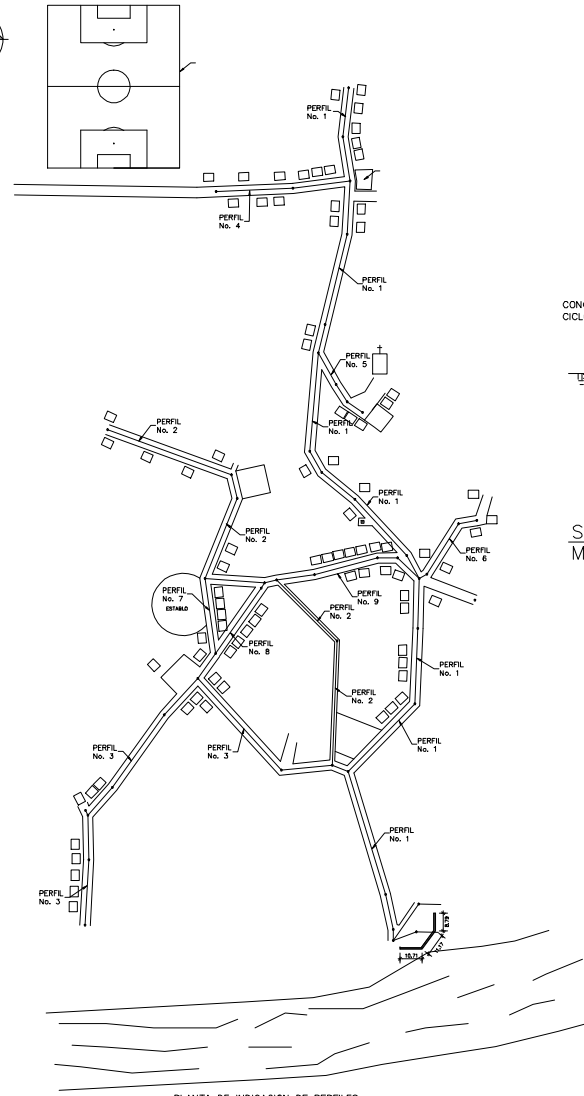
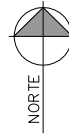
PERFIL EJE No. 7  
ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



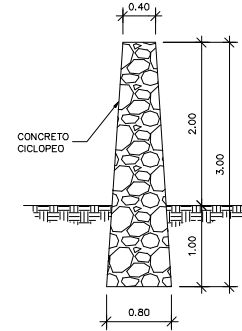
PERFIL EJE No. 8  
ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



PERFIL EJE No. 9  
ESCALA HORIZONTAL 1/1000  
ESCALA VERTICAL 1/500



PLANTA DE INDICACION DE PERFILES

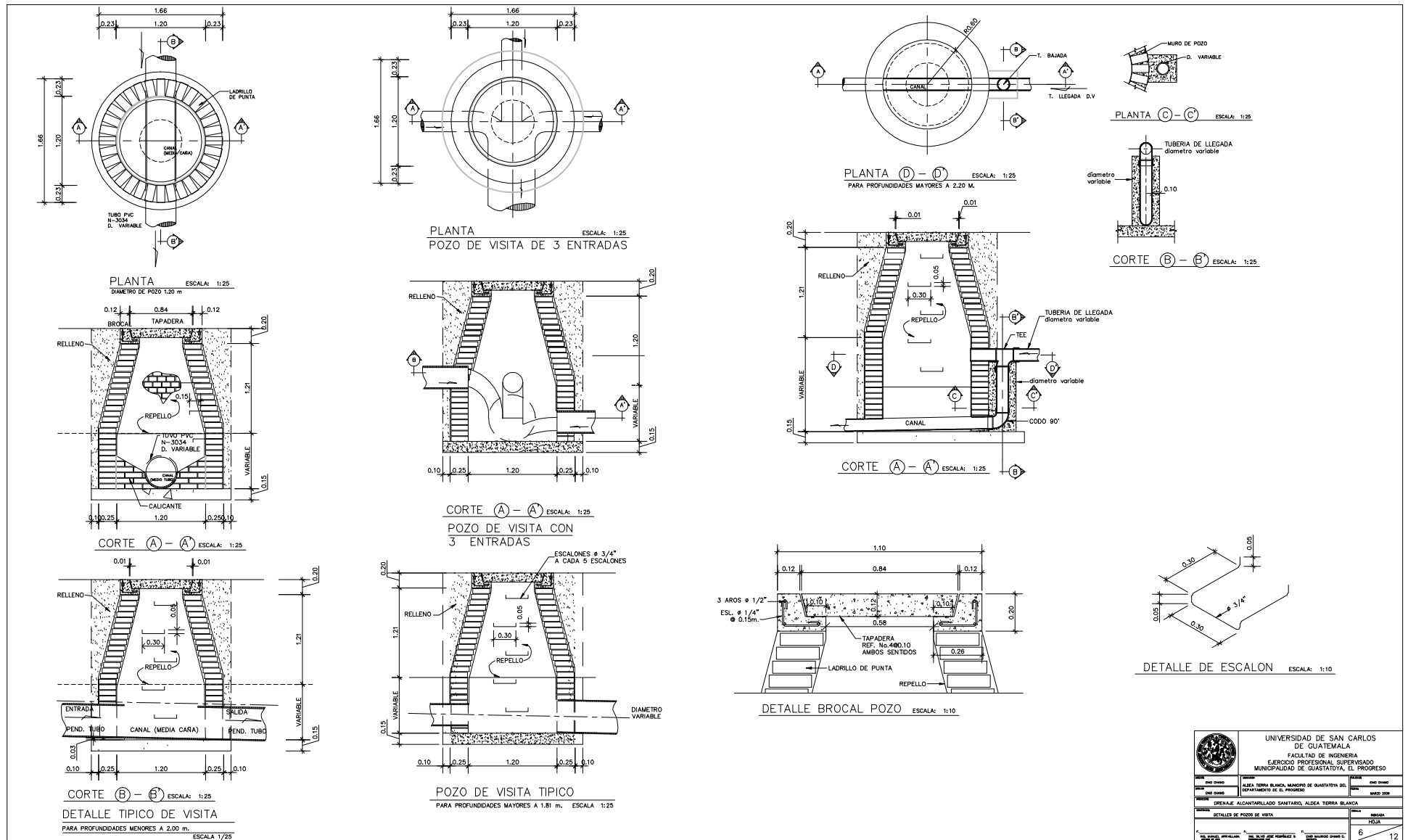


SECCION TIPICA  
MURO DE CONTENCION

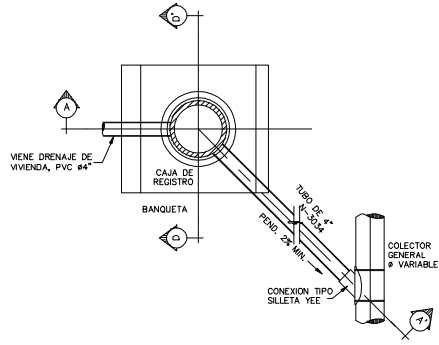
ESCALA 1/50

- NOTAS:
- 1) LA TUBERIA SERA DE PVC 135 PSI, NORMA ASTM 3034.
  - 2) PARA LA CONEXION DE LA AGUJERITA DOMINUM A LA RED PRINCIPAL USAR BUJETA DE 8".
  - 3) VER DETALLES GENERALES DE HOLA APARTE.

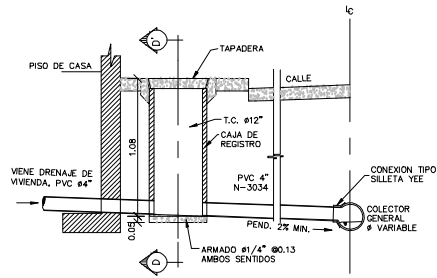
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
INSTITUTO DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE GUASTATUYA, EL PROGRESO		DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CARRERA DE INGENIERIA EN OBRAS DE SANEAMIENTO	
TITULO: OBRAS DE SANEAMIENTO TEMA: OBRAS DE SANEAMIENTO PERFILES No. 4, 5, 6, 7, 8 Y 9 - MURO DE CONTENCION		HOJA: 5	



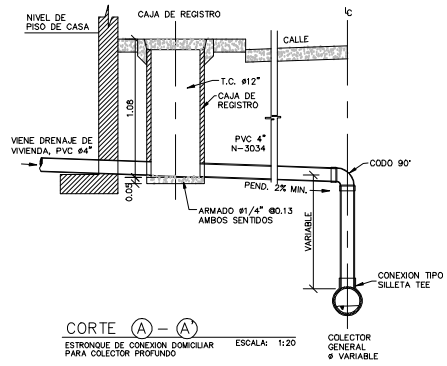
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE GUASTATUYA, EL PROGRESO	
DISEÑO: ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA TIERRA BLANCA			
DETALLES DE POZOS DE VISITA		Hojas	
6		12	



PLANTA  
CAJA DE REGISTRO  
ESCALA: 1:20

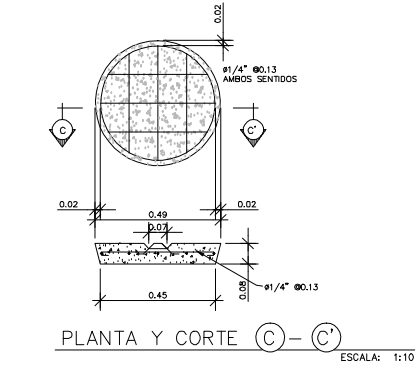


CORTE (A) - (A)  
ESCALA: 1:20

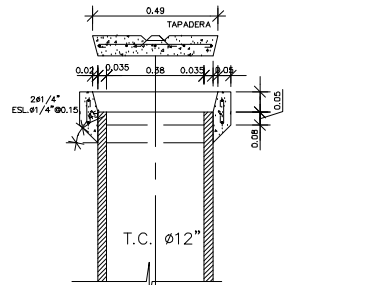


CORTE (A) - (A)  
ESTRONGUE DE CONEXION DOMICILIAR  
PARA COLECTOR PROFUNDO  
ESCALA: 1:20

- NOTA:
- 1) LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISTA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA RED GENERAL.
  - 2) LA PROPORCION DE CONCRETO EN TAPADERA SERA 1:2:3, LO QUE SIGNIFICA 8.6 SACOS DE CEMENTO, ARENA DE RIO 0.42 M<sup>3</sup> Y 0.77 M<sup>3</sup> DE PIEDRA. LOS LADRILLOS SERAN TAXIVO SIN AGUJEROS DE UNA DIMENSION DE 0.23X0.11X0.065, LA PROPORCION PARA LA SABIETA SERA 1:3.
  - 3) LA PROPORCION PARA ALISADO EN POZOS SERA 1:2:2 LO CUAL SIGNIFICA 13.08 SACOS DE CEMENTO, 3.86 SACOS DE CAL Y 0.74 M<sup>3</sup> DE ARENA DE RIO.
  - 4) LA PROPORCION DEL FONDO DE CONCRETO DE LOS POZOS DE VISTA SERA 1:2:4, LO CUAL SIGNIFICA 8.23 SACOS DE CEMENTO, 0.44 M<sup>3</sup> DE ARENA DE RIO Y 0.88 M<sup>3</sup> DE PIEDRA.



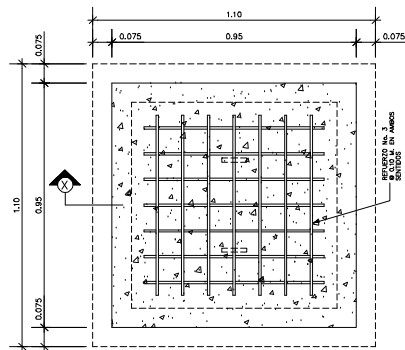
PLANTA Y CORTE (C) - (C)  
ESCALA: 1:10



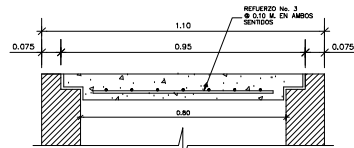
CORTE CAJA DE REGISTRO  
ESCALA: 1:10

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO		MUNICIPALIDAD DE GUASTATUTYA, EL PROGRESO	
CEE DNAME DISEÑO DISEÑO	ALBA TERRA BLANCA, MANIFIJO DE GUASTATUTYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO	DISEÑO DISEÑO	DISEÑO DISEÑO
DRENAJE ALCANTARILLADO SANTIAGO, ALBA TERRA BLANCA			
DETALLES DE CAJILLA DOMICILIAR			
7		12	

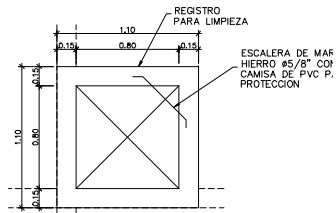




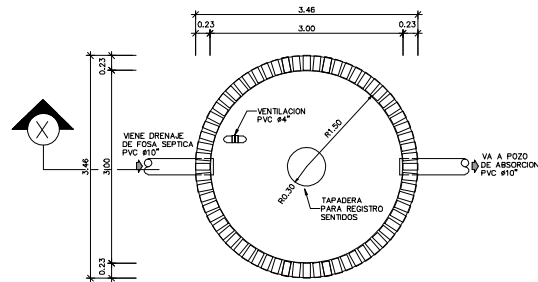
PLANTA DE TAPADERA FOSA SEPTICA ESCALA 1/12.5



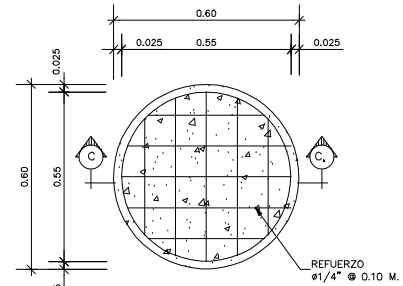
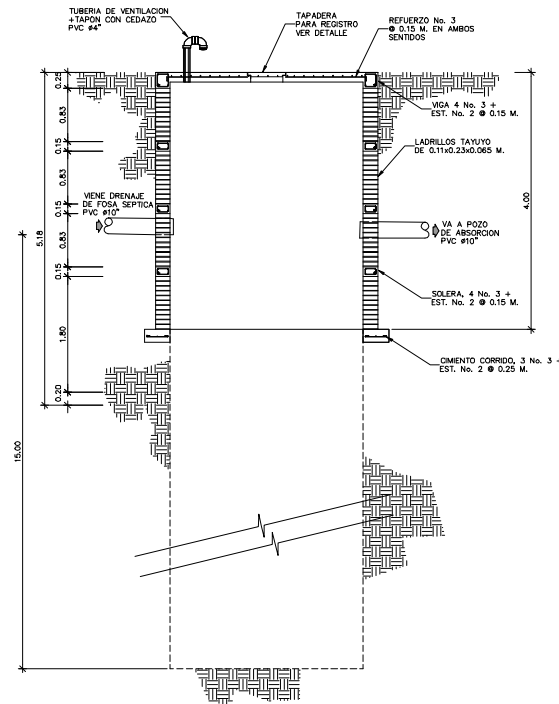
SECCION (X) DETALLE DE TAPADERA ESCALA 1/22.5



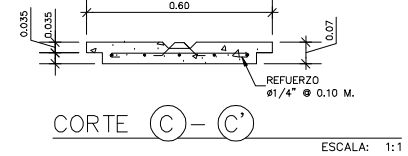
DETALLE DE ACCESO A FOSA SEPTICA ESCALA 1/21



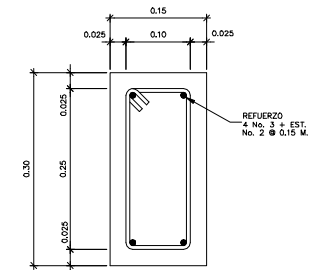
PLANTA ESCALA 1/50



PLANTA ESCALA: 1:10



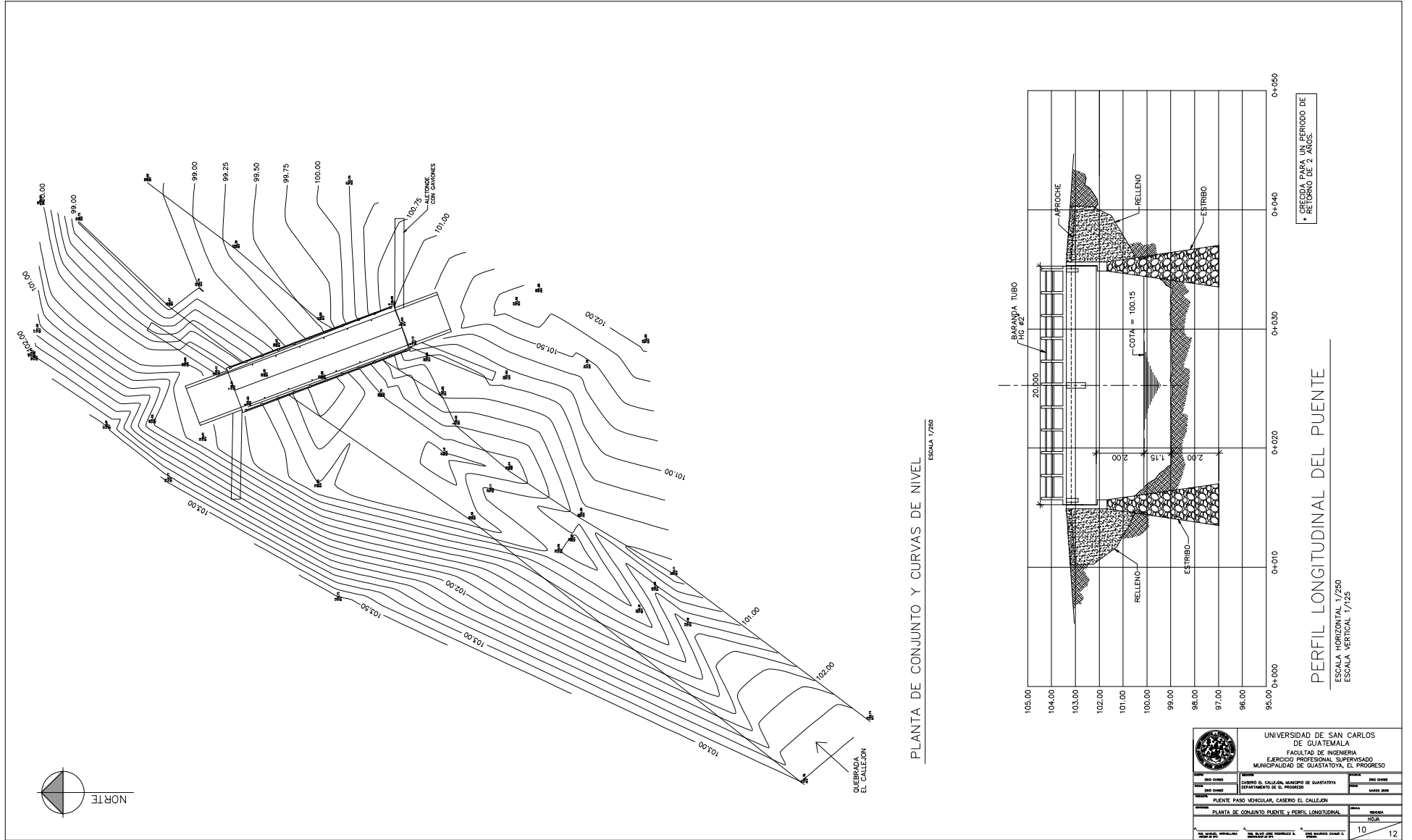
CORTE (C) - (C') ESCALA: 1:1



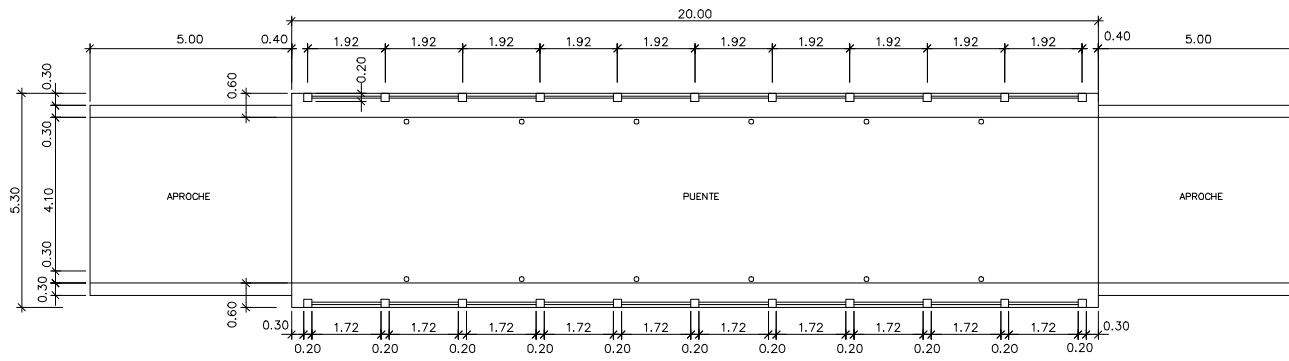
DETALLE DE VIGA V-1 ESCALA 1/5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE GUASTATUYA, EL PROGRESO		
DISEÑO: ALBA TERRA BLANCA, INGENIERO DE GUASTATUYA DEL DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO	TITULO: DRENAJE	FECHA: MARZO 2008
DRENAJE ALCANTARILLADO SANTIBARRIO, ALDEA TIERRA BLANCA		
DETALLES GENERALES DE FOSA SEPTICA Y POZO DE ABSORCION		
ESCALA: 1/25	HOJA: 9	TOTAL: 12



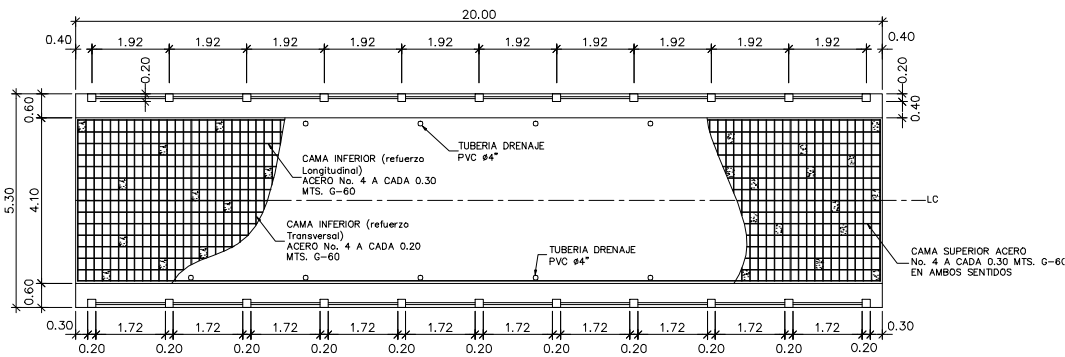


		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE GUASTATUYA, EL PROGRESO	
NOMBRE DEL ALUMNO NOMBRE DEL TUTOR	NOMBRE DEL ALUMNO NOMBRE DEL TUTOR	NOMBRE DEL ALUMNO NOMBRE DEL TUTOR	NOMBRE DEL ALUMNO NOMBRE DEL TUTOR
CASERIO EL GALEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATUYA, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO		CASERIO EL GALEJÓN, MUNICIPIO DE GUASTATUYA, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO	
PUENTE PASO VEHICULAR, CASERIO EL GALEJÓN		PUENTE PASO VEHICULAR, CASERIO EL GALEJÓN	
PLANTA DE CONJUNTO PUENTE Y PERFIL LONGITUDINAL		PLANTA DE CONJUNTO PUENTE Y PERFIL LONGITUDINAL	
HOJA 10		HOJA 12	



PLANTA DE MEDIDAS  
PUENTE

ESCALA 1/100



DETALLES DE ARMADO

GANCHOS NORMALES PARA LA ARMADURA PRINCIPAL

TAMAÑO DE LA BARRA, No.	DIAMETRO DEL MANDRIL DE DOBLADO, D <sup>60</sup>
No. 3 a No. 8	6db

GANCHOS NORMALES LOS ESTRIBOS Y ESTRIBOS CERRADOS

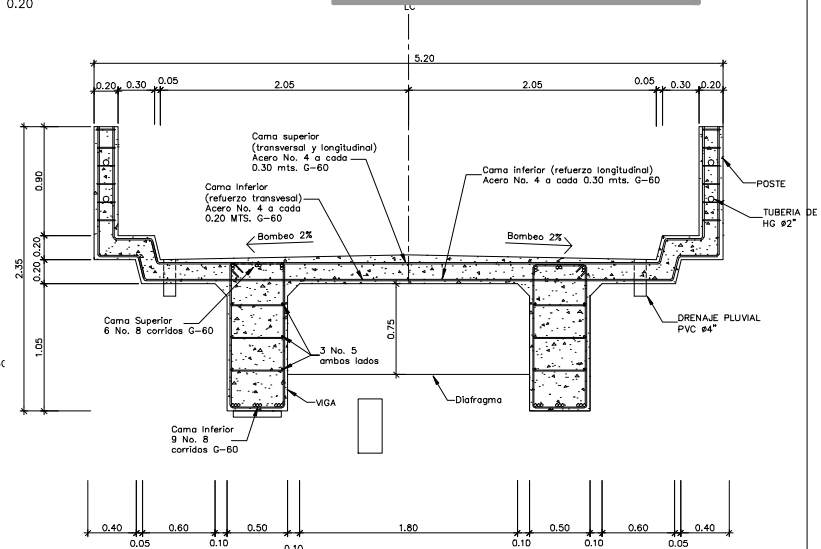
TAMAÑO DE LA BARRA, No.	DIAMETRO DEL MANDRIL DE DOBLADO, D <sup>60</sup>
No. 3 a No. 5	4db
No. 6 a No. 8	6db

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

- CONCRETO:  
F<sub>c</sub> = 210 Kg/cm<sup>2</sup>, VIGAS DE APOYO Y CORTINA.  
F<sub>c</sub> = 281 Kg/cm<sup>2</sup>, LOSA, VIGAS Y DIAFRAGMAS.
- ACERO:  
F<sub>y</sub> = 2,810 Kg/cm<sup>2</sup> (G40): VIGAS DE APOYO Y CORTINA.  
F<sub>y</sub> = 4,200 Kg/cm<sup>2</sup> (G80): LOSA, VIGAS Y DIAFRAGMAS.
- RECUBRIMIENTO:  
Losa: Parte superior: 5 cm  
Parte inferior: 2.5 cm  
Vigas y diafragmas: 2.5 cm

NOTAS:

- Suelo: Valor soporte: 40T/m<sup>2</sup>
- Carga viva: HS-15
- Estribos: De concreto colado
- Se debe compactar el terreno para el estribo
- Agregados:  
Arena: Debe estar libre de materia orgánica y arcilla  
Grava: De roca triturada o de cantera de partículas duras
- Aristas expuestas deberán biselarse a 2 cm.



SECCIÓN TRANSVERSAL DE PUENTE

ESCALA 1/25

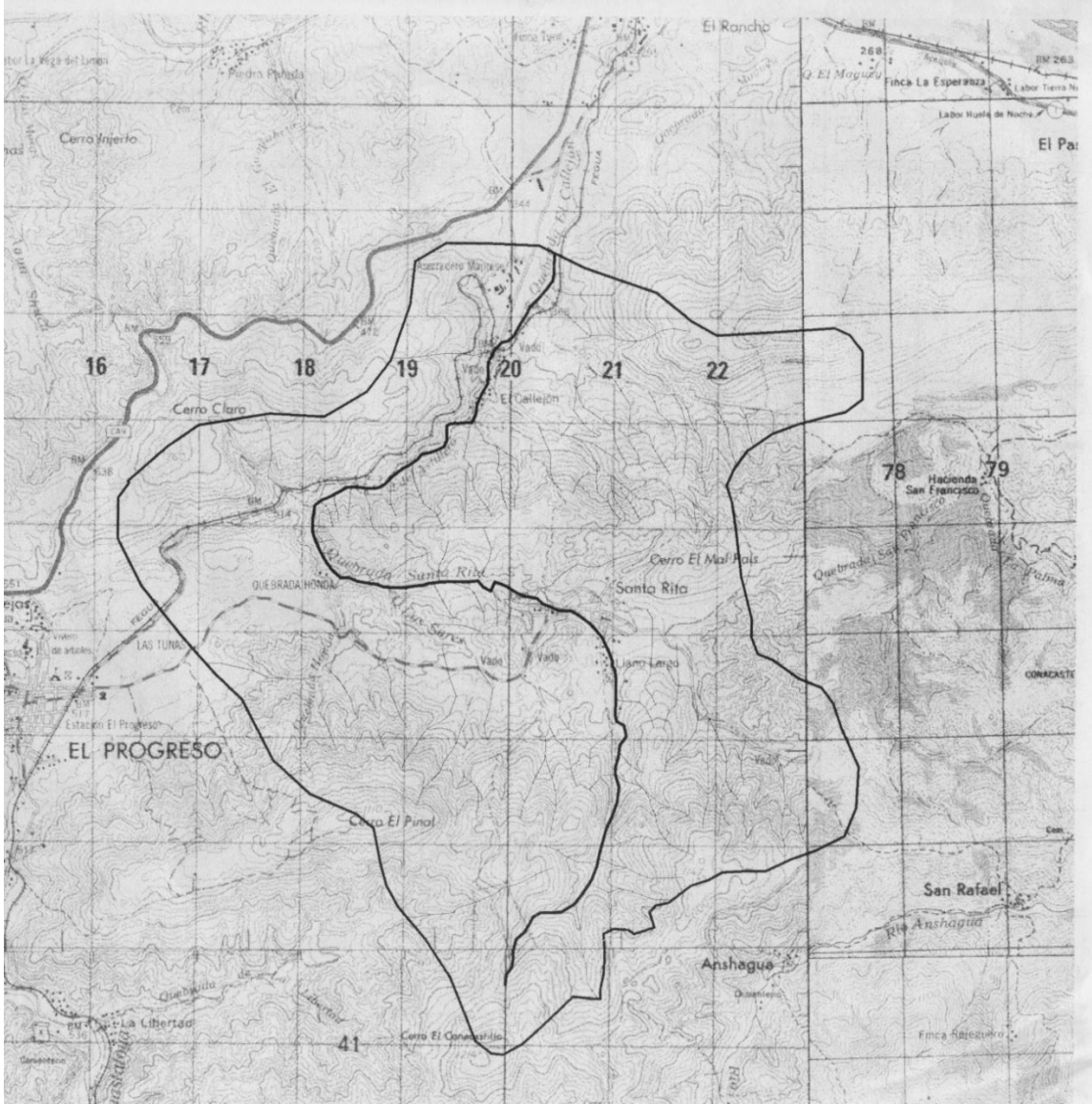
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE GUASTATUYA, EL PROGRESO		TÍTULO:	FECHA:
		CARRERA:	SEMESTRE:
PROYECTO:		LUGAR:	ESCALA:
DETALLES DE ARMADO, PLANTA Y SECCION		HOJA:	TOTAL:
ELABORADO POR:		REVISADO POR:	APROBADO POR:
11		12	



## **ANEXOS**



**ANEXO 1. Mapa de delimitación de cuenca hidrográfica**



Fuente: IGN, Instituto Geográfico Nacional, mapa cartográfico de Guastatoya.

## ANEXO 2. Cuadros de estaciones meteorológicas

Cuadro 1 Características de las estaciones meteorológicas usadas en el análisis. A = años de registro y T = No. de tormentas.

No.	CODIGO	NOMBRE	CUENCA	DEPTO.	MUNICIPIO	ELEV	LATITUD	LONGITUD	REGISTRO	A	T
1	01.01.08	COBAN	CAHABON	Alta Verapaz	Cobán	1329	152803	902423	1989-2002	9	67
2	02.06.04	SAN JERONIMO	SALINAS	Baja Verapaz	S.Jeronimo	1020	150340	901405	1989-2001	8	40
3	03.01.01	ALAMEDA ICTA	MOTAGUA	Chimaltenango	Chimaltenango	1793	143936	904910	1995-2002	8	61
4	04.04.02	ESQUIPULAS	OLOPA	Chiquimula	Esquipulas	1000	143332	892031	1990-2001	10	63
5	05.01.14	SABANA GRANDE	ACHIGUATE	Escuintla	Escuintla	740	142203	904802	1990-2002	8	72
6	05.08.01	PUERTO SAN JOSE	MARIA LINDA	Escuintla	S.Jose	2	135504	904910	1973-2002	10	39
7	05.10.08	CAMANTULUL	COYOLATE	Escuintla	Sta.Lucia Cotz.	280	141928	910327	1973-2002	11	65
8	06.01.00	INSIVUMEH	MARIA LINDA	Guatemala	Guatemala	1502	143511	903158	1940-2002	44	98
9	07.01.03	HUEHUETENANGO	SELEGUA	Huehuetenango	Huehuetenango	1902	151928	912805	1986-2002	13	58
10	08.01.04	PUERTO BARRIOS	MOTAGUA	Izabal	Puerto Barrios	15	154416	883530	1994-2002	8	68
11	09.01.02	POTRERO CARRILLO	MOTAGUA	Jalapa	Jalapa	1800	144550	895600	1990-2002	13	75
12	09.03.03	LA CEIBITA PHC	OSTUA-GUIJA	Jalapa	Mojas	961	142907	895310	1990-2001	12	77
13	10.03.01	ASUNCION MITA	OSTUA-GUIJA	Jutiapa	Asuncion Mita	478	142000	894200	1990-2001	12	67
14	10.11.02	MONTUFAR	PAZ	Jutiapa	Moyuta	10	134819	900811	1989-2002	11	86
15	11.01.05	FLORES	S.PEDRO	Petén	Flores	115	165544	895329	1999-2002	4	45
16	11.11.02	EL PORVENIR	PASION	Petén	Sayaxche	125	163129	902822	1981-1989	8	98
17	12.03.01	MORAZAN	MOTAGUA	Progreso	Morazán	360	145574	900907	1990-2001	12	67
18	13.14.03	LABOR OVALLE	SAMALA	Quezaltenango	Olintepeque	2400	145212	913109	1955-2002	35	98
19	15.01.01	RETALHULEU	OCOSITO	Retalhuleu	Retalhuleu	239	143207	914040	1984-2002	15	84
20	18.01.04	LOS ESCLAVOS	LOS ESCLAVOS	Santa Rosa	Cuilapa	737	141510	901642	1990-2002	13	90
21	19.19.04	SANTIAGO ATITLAN	ATITLAN	Sololá	Santiago Atitlán	1592	143756	911353	1993-2002	9	64
22	22.03.02	LA FRAGUA	GRANDE DE ZACAPA	Zacapa	Estanzuela	210	145751	893504	1990-2002	10	62
23	22.06.02	LA UNION	MOTAGUA	Zacapa	La Unión	1100	145800	891739	1991-2001	11	94

Fuente: INSIVUMEH, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Boletín Meteorológico, estación Morazán.

Continuación anexo 2

Continuación Cuadro 2.

Tr	2	5	10	20	25	30	50	100
<b>MORAZÁN</b>								
<b>A</b>	12,935	15,075	19,570	59,430	57,400	55,670	54,070	53,020
<b>B</b>	27	30	36	50	50	50	50	50
<b>n</b>	1.326	1.287	1.296	1.462	1.452	1.444	1.436	1.429
<b>R2</b>	0.998	0.994	0.989	0.986	0.985	0.985	0.985	0.985
<b>LABOR OVALLE</b>								
<b>A</b>	550	6,810	12,930	26,890	24,690	23,370	15,860	13,320
<b>B</b>	5	20	25	30	30	30	30	30
<b>n</b>	0.813	1.262	1.357	1.458	1.43	1.412	1.294	1.244
<b>R2</b>	0.958	0.993	0.994	0.994	0.992	0.99	0.98	0.978
<b>RETALHULEU</b>								
<b>A</b>	5,843	1,991	1,150	1,321	1,315	1,221	1,215	1,217
<b>B</b>	25	14	11	13	13	12	12	12
<b>n</b>	1.037	0.769	0.616	0.633	0.63	0.613	0.61	0.609
<b>R2</b>	0.998	0.988	0.976	0.975	0.975	0.974	0.974	0.974
<b>LOS ESCLAVOS</b>								
<b>A</b>	6,986	2,855	1,620	1,532	1,365	1,350	1,327	1,311
<b>B</b>	30	20	12	12	11	11	11	11
<b>n</b>	1.168	0.94	0.812	0.786	0.76	0.755	0.747	0.741
<b>R2</b>	0.992	0.993	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998	0.998
<b>SANTIAGO ATILÁN</b>								
<b>A</b>	1,280	1,001	1,190	1,160	1,020	1,015	1,010	1,008
<b>B</b>	13	12	5	5	4	4	4	4
<b>n</b>	0.812	0.705	0.72	0.705	0.677	0.674	0.671	0.668
<b>R2</b>	0.993	0.986	0.991	0.988	0.987	0.987	0.986	0.986
<b>LA FRAGUA</b>								
<b>A</b>	2,360	3,980	3,480	844	840	836	831	827
<b>B</b>	19	22	18	7	7	7	7	7
<b>n</b>	0.99	1.025	0.983	0.642	0.639	0.637	0.632	0.628
<b>R2</b>	0.994	0.994	0.994	0.927	0.926	0.925	0.923	0.922
<b>LA UNIÓN</b>								
<b>A</b>	142,510	87,170	5,460	329,840	311,260	309,080	290,140	279,590
<b>B</b>	50	50	20	70	70	70	70	70
<b>n</b>	1.679	1.523	0.986	1.682	1.668	1.666	1.651	1.642
<b>R2</b>	0.995	0.988	0.993	0.993	0.992	0.992	0.992	0.992

Fuente: INSIVUMEH, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Boletín Meteorológico, estación Morazán.



### ANEXO 3. Valores de coeficiente de escorrentía según tipo de suelo

Cuadro 3 Valores indicativos del coeficiente de escorrentía. Fuente: National Engineering Handbook, Sec. 4: Hydrology, USDA, 1972.

Uso del suelo	Pendiente del terreno	Capacidad de infiltración del suelo		
		Alto (suelos arenosos)	Medio (suelos francos)	Bajo (suelos arcillosos)
Tierra agrícola	< 5 %	0.30	0.50	0.60
	5 – 10 %	0.40	0.60	0.70
	10 – 30 %	0.50	0.70	0.80
Potreros	< 5 %	0.10	0.30	0.40
	5 – 10 %	0.15	0.35	0.55
	10 – 30 %	0.20	0.40	0.60
Bosques	< 5 %	0.10	0.30	0.40
	5 – 10 %	0.25	0.35	0.50
	10 – 30 %	0.30	0.50	0.60

Fuente: INSIVUMEH, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Boletín Meteorológico, estación Morazán.