



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

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA LAS POZAS, Y  
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CANTÓN CANOAS,  
MUNICIPIO DE JUTIAPA**

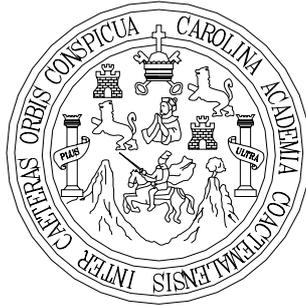
**Luis Carlos Méndez Barillas**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, octubre de 2006



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

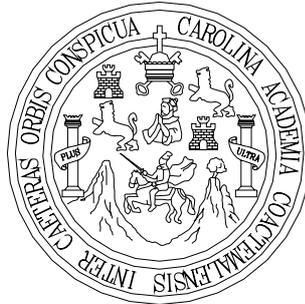
DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David García Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Guillermo Francisco Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA LAS POZAS, Y  
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CANTÓN CANOAS,  
MUNICIPIO DE JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**LUIS CARLOS MÉNDEZ BARILLAS**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA  
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006



**HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo 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 PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA LAS POZAS, Y  
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA CANTÓN CANOAS,  
MUNICIPIO DE JUTIAPA,**

tema que me fue asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 21 de julio de 2006.

Luis Carlos Méndez Barillas



**ACTO QUE DEDICO A:**

**DIOS:** Gracias por guiarme y por permitirme cumplir mis objetivos.

**MIS PADRES:** Silvia Azucena Barillas y Héctor Oswaldo Méndez  
Por su apoyo y comprensión en todo momento.

**MI FAMILIA:** Por su apoyo incondicional.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....</b>	<b>V</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS.....</b>	<b>VII</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>XVII</b>

### **1. INVESTIGACIÓN**

1.1 Monografía del lugar.....	1
1.1.1 Localización y ubicación.....	1
1.1.2 Límites y colindancias.....	1
1.1.3 Vías de acceso.....	3
1.1.4 Clima.....	3
1.1.5 Población e idioma.....	3
1.1.6 Tipo de vivienda.....	4
1.1.7 Actividades económicas.....	4
1.1.8 Servicios públicos.....	4
1.1.9 Suelo y topografía.....	5
1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del lugar.....	6
1.2.1 Descripción de las necesidades.....	6
1.2.2 Evaluación y priorización de las necesidades de las aldeas .....	6

## **2. DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA LAS POZAS**

2.1 Descripción del proyecto.....	7
2.2 Cálculo de caudales máximos para el diseño del puente.....	7
2.2.1 Método de sección pendiente.....	7
2.3 Levantamiento topográfico.....	9
2.4 Evaluación de la calidad del suelo.....	9
2.5 Datos y especificaciones de diseño.....	9
2.6 Diseño de superestructura.....	10
2.6.1 Análisis y diseño de losa.....	10
2.6.2 Análisis y diseño de diafragmas.....	23
2.6.3 Análisis y diseño de vigas.....	28
2.7 Diseño de la subestructura.....	43
2.7.1 Análisis y diseño de estructura de apoyo.....	43
2.7.2 Análisis y diseño de los estribos.....	53
2.8 Planos.....	62
2.9 Presupuesto.....	63
2.10 Programa de trabajo.....	64

## **3. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN CANOAS**

3.1 Levantamiento topográfico.....	65
3.2 Condiciones generales.....	65
3.3 Período de diseño.....	65
3.4 Fórmula para el cálculo hidráulico.....	66
3.5 Pendientes .....	67
3.6 Determinación del caudal sanitario.....	67
3.7 Diseño y cálculo hidráulico.....	70
3.8 Componentes de la red.....	78

3.8.1	Ramales.....	78
3.8.2	Pozo de visita.....	78
3.8.3	Diámetro.....	78
3.8.4	Conexiones domiciliarias.....	79
3.9	Descargas.....	79
3.10	Planos.....	81
3.11	Evaluación socio-económica.....	82
3.11.1	Valor Presente Neto (V.P.N.) .....	82
3.11.2	Tasa Interna de Retorno (T.I.R.).....	84
3.12	Presupuesto.....	85
3.13	Programa de trabajo.....	86
<b>4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		
4.1	Marco Legal.....	87
4.2	Impactos ambientales.....	87
4.3	Plan de gestión ambiental.....	89
4.4	Medidas de mitigación.....	89
4.4.1	En construcción.....	90
4.4.2	En operación.....	90
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>91</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>95</b>
<b>APÉNDICE.....</b>		<b>97</b>



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Mapa de ubicación y localización del cantón Canoas.....	2
2. Sección del río.....	7
3. Sección del puente.....	11
4. Modelo matemático para el análisis de la losa.....	12
5. Área de carga para las vigas.....	13
6. Aplicación de carga en voladizo.....	15
7. Detalle del armado del diafragma exterior.....	28
8. Distribución de la carga viva producida por el camión.....	30
9. Diagrama de corte y momento de la viga.....	32
10. Diagrama de carga para viga exterior.....	33
11. Diagrama de cargas para esfuerzo cortante máximo.....	36
12. Diagrama de corte carga viva.....	37
13. Diagrama de corte carga muerta.....	38
14. Diagrama de corte de la viga.....	40
15. Detalle del armado de la viga.....	42
16. Dimensionamiento de la viga de apoyo y cortina.....	43
17. Diagrama de presiones en la cortina.....	44
18. Detalle del armado de cortina y viga de apoyo.....	52
19. Sección del estribo y diagrama de presiones.....	54

## TABLAS

1. Carga muerta en voladizo.....	13
2. Carga muerta entre vigas.....	16
3. Cargas que soportan las vigas.....	29
4. Momento de volteo.....	55
5. Momento estabilizante.....	55
6. Momento de volteo por sismo.....	60
7. Presupuesto del puente vehicular de la aldea Las Pozas.....	63
8. Programa de trabajo del puente vehicular de la aldea Las Pozas.....	64
9. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoas.....	85
10. Programa de trabajo del sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoas.....	86
11. Libreta topográfica del sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoas.....	99

## LISTA DE SÍMBOLOS

@	A cada cierta distancia
a	Distancia a la que se interfecta la resultante de la carga con la base del estribo.
$A_s$	Área de acero
$A_{smin}$	Área de acero mínimo
$A_v$	Área de varilla a utilizar para el estribo
B	Base
$C_M$	Carga muerta
$C_V$	Carga viva
$C_U$	Carga última
d	Peralte efectivo
e	Excentricidad
$f'_c$	Resistencia especificada a la compresión del concreto
F.H.	Factor de Harmon
FL	Fuerza longitudinal
Fqm	Factor de caudal medio
$f_y$	Tensión de fluencia
I	Porcentaje de impacto
n	Coeficiente de rugosidad
$M_{CM}$	Momento carga muerta
$M_{CV}$	Momento carga viva
$M_{CV+I}$	Momento carga viva + porcentaje de impacto
$M_U$	Momento último
$M_v$	Momento de volteo
P	Carga de medio camión

Pe	Peso específico
Qdis	Caudal de diseño
S	Separación entre armadura de refuerzo de corte
t	Peralte
Vc	Resistencia nominal de corte proporcionada por el concreto
V <sub>CM</sub>	Cortante por carga muerta
V <sub>CV</sub>	Cortante por carga viva
Vn	Cortante nominal a resistir
Vs	Valor soporte del suelo
V <sub>U</sub>	Cortante último
We	Peso estabilizante
Wv	Peso de volteo

## GLOSARIO

<b>Altimetría</b>	Parte de la topografía que enseña a medir las elevaciones.
<b>Carga muerta</b>	Carga permanente en una estructura.
<b>Carga última</b>	Suma de la carga viva y carga muerta amplificadas ambas por un factor de seguridad.
<b>Carga viva</b>	Carga no permanente aplicada en una estructura.
<b>Caudal</b>	Cantidad de agua que circula por un curso de agua de modo natural o artificial.
<b>Concreto armado</b>	Elemento homogéneo obtenido de la mezcla de cemento, arena, grava y agua, combinado con acero.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Material de construcción, obtenido de la mezcla de cemento, arena, grava y agua. El material pétreo es muy grueso.
<b>Conexión domiciliar</b>	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente.
<b>Cota de cimentación</b>	Altura donde se construyen los cimientos referidos a un nivel determinado.

<b>Descarga</b>	Lugar donde se vierten las aguas negras provenientes de un colector, las que pueden estar crudas o tratadas, en un cuerpo receptor.
<b>Levantamiento topográfico</b>	Serie de trabajos para poder determinar la ubicación, tamaño y forma de un área determinada.
<b>Mampostería</b>	Sistema constructivo formado por materiales simplemente acomodados o aglutinados.
<b>Momento</b>	Medida del efecto de rotación causado por una fuerza.
<b>Planimetría</b>	Parte de la topografía que fija posiciones de puntos proyectos en un plano horizontal, sin importar sus elevaciones.
<b>Pozo de visita</b>	Es una obra accesoria de un sistema de alcantarillado, que permite el acceso al colector y cuya finalidad es facilitar el mantenimiento del sistema para que funcione eficientemente.
<b>Sobrecarga</b>	Carga adicional a la aplicada, que se toma como factor de seguridad.
<b>Subestructura</b>	Es una conjunto de elementos, que han sido diseñados para soportar a la superestructura de un puente y transmitir las cargas al suelo.

**Superestructura**

Conjunto de elementos, diseñados para soportar las cargas de tráfico y transmitir las a la subestructura.



## RESUMEN

El presente informe contiene el resultado de los diseños de un puente vehicular y un sistema de alcantarillado sanitario, desarrollados durante el período del Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en la aldea Las Pozas y el cantón Canoas, del municipio y departamento de Jutiapa.

- Diseño de puente vehicular para la aldea Las Pozas:

Consta de dos vías, con longitud de 10.00 metros y un ancho de 7.20 metros, con una sobrecarga HS-15-44; la superestructura esta formada por tres vigas con una sección de 0.40 x 0.80 m, y dos diafragmas externos de 0.30 x 0.40 metros, además de andén con barandales de protección para el paso peatonal. La subestructura esta constituida por una viga de apoyo de 0.40 x 0.6 metros y una longitud de 6.00 metros y una cortina de 0.30 x 0.80 metros, todos estos elementos serán construidos de concreto armado, apoyados sobre estribos de concreto ciclópeo.

- Diseño de sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoas:

Constituido por 1968.10 metros de tubería de P.V.C utilizando diámetros de 6", 8" y 10" según lo requiera el tramo, 35 pozos de visita que serán construidos de ladrillo tayuyo de 0.065 x 0.11 x 0.23 metros y concreto armado, 245 conexiones domiciliarias de tubería de cemento de 16", y dos plantas de tratamiento encargadas de las aguas residuales.

Se incluyen en los diseños, planos y presupuestos, para que sean de utilidad en su ejecución.



## OBJETIVOS

- **General**

Realizar el diseño de los proyectos, Puente vehicular para la aldea Las Pozas, y Sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoas, del municipio y departamento de Jutiapa.

- **Específicos**

1. Desarrollar una investigación monográfica y diagnóstica sobre necesidades básicas y de infraestructura.
2. Ajustar el diseño del proyecto de sistema de alcantarillado sanitario al entorno existente.
3. Contribuir con el desarrollo de las comunidades mediante la propuesta de proyectos de tipo social.
4. Evaluar los posibles beneficios y daños que se causarían a las comunidades, durante la ejecución de los proyectos.



## INTRODUCCIÓN

El informe permitió determinar el costo real de los proyectos, del Trabajo de Graduación, en el momento de establecer los presupuestos de materiales y mano de obra; resultados del Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El informe contiene actividades y resultados por capítulos.

El primer capítulo corresponde a la fase de investigación, que se llevó a cabo en la municipalidad y en las aldeas proyecto, del municipio y departamento de Jutiapa. La técnica utilizada para la investigación fue la entrevista y la recolección de datos por medio de la observación.

El segundo capítulo corresponde a la fase de diseño de puente vehicular para la aldea Las Pozas, y el tercer capítulo corresponde al diseño de alcantarillado sanitario del cantón Canoas, la que me permitió establecer los presupuestos respectivos.

El cuarto capítulo corresponde a la fase de estudio de impacto ambiental, la que me permitió determinar los impactos positivos y negativos que tendrán los proyectos a ejecutarse.

Se pretende que en el momento de entregar el informe final de los proyectos, provoque el impacto que se pretende dar en todas las comunidades del municipio y departamento de Jutiapa.







# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Monografía del cantón Canoas y aldea Las Pozas**

### **1.1.1 Localización y ubicación**

Jutiapa es el departamento número 22 de Guatemala, su ingreso hasta la cabecera municipal es por asfalto, consta de 17 municipios, la cabecera municipal se compone de 192 comunidades entre cantones, aldeas, parajes y fincas.

El municipio de Jutiapa se encuentra situado al Noroeste del departamento, en la Región IV o Región Sur-Oriental. Se localiza en la latitud 14° 16' 58" y en la longitud 89° 53' 33", posee 906 MSNM. La distancia de ésta cabecera municipal a la Ciudad Capital es de 124 kilómetros.

Dentro de las 192 comunidades, el cantón Canoas, del municipio y departamento de Jutiapa, se encuentra ubicado a 9 kilómetros de la cabecera municipal, 6 kilómetro por asfalto y 3 kilómetros por terrecería, transitables en toda época del año, se encuentra a una altura de 900 metros sobre el nivel del mar. Dentro del cantón Canoas, se encuentra la aldea Las Pozas, ubicada a 6 kilómetros de la cabecera municipal y cuenta con 900 MSNM.

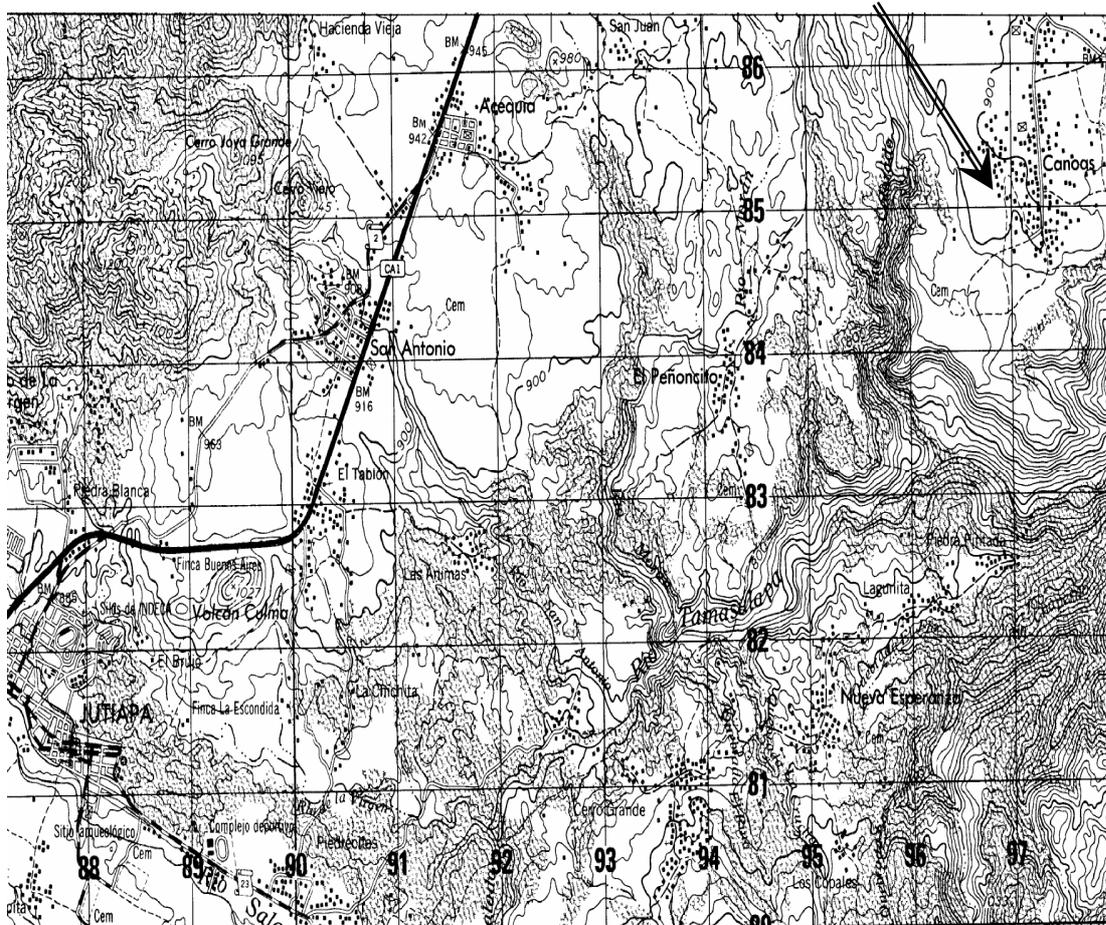
### **1.1.2 Límites y colindancias**

El municipio de Jutiapa cuenta con una extensión territorial de 620 kilómetros cuadrados. Limita al Norte con los municipios de Monjas, del departamento de Jalapa, El Progreso y Santa Catarina Mita, del departamento de Jutiapa; al Sur con los municipios de Comapa y Jalpatagua, del

departamento de Jutiapa; al Este con los municipios de Asunción Mita, Yupiltepeque y el Adelanto, del departamento de Jutiapa; al Oeste con los municipios de Quesada y Jalpatagua, del departamento de Jutiapa y Casillas, del departamento de Santa Rosa.

El cantón Canoas, del municipio y departamento de Jutiapa colinda al Norte; con la aldea Las Pozas, cantón Canoas del municipio y departamento de Jutiapa; al Sur: con el Río Tamazulapa; al Este, con la aldea Guacamayas y al Oeste con el Peñoncito, su clima es cálido debido a la altura en que se encuentra.

**Figura 1. Mapa de ubicación y localización del cantón Canoas**



### **1.1.3 Vías de acceso**

Entre sus principales vías de comunicación se encuentra la carretera Interamericana CA-1, que por el Oeste, proviene del municipio de Cuilapa, del departamento de Santa Rosa y unos 8 kilómetros al Noroeste, enlaza con la Ruta Nacional CA-2 ó 2; al Norte, la cabecera municipal de El Progreso, del departamento de Jutiapa; por la CA-2, 20 kilómetros al Este, se llega al municipio de Asunción Mita del departamento de Jutiapa; 20 kilómetros hacia el Sur, se llega a la Aldea San Cristóbal Frontera, del municipio de Atescatempa, del departamento de Jutiapa; de Jutiapa por la Ruta Nacional 23, a 21 kilómetros hacia el Sureste se llega al municipio de Jerez, del departamento de Jutiapa.

### **1.1.4 Clima**

El clima que tiene el municipio y departamento de Jutiapa varía según las estaciones del año, ya que en verano su clima es cálido, mientras que en invierno es templado.

En base a los boletines históricos proporcionados por la estación meteorológica número 12 del Instituto de Vulcanología, Meteorología, Sismología e Hidrología (INSIVUMEH), ubicada en el municipio de Asunción Mita, del departamento de Jutiapa, se pudo establecer la precipitación máxima en la región, la cual corresponde a 150mm/hora.

### **1.1.5 Población e idioma**

Según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el municipio de Jutiapa tiene un total de 98,205 habitantes, con un 22% perteneciente al área urbana,

un 75% al área rural y un 3% a la población indígena inmigrante. El 100 % de los habitantes hablan español.

#### **1.1.6 Tipo de vivienda**

Existen 3 tipos de viviendas, entre las cuales el 70 %, son casas de ladrillo con techo de lámina; 20 %, en casas de ladrillo, con techo de teja de barro; 5%, casas de ladrillo con terraza y el otro 5 %, viven en casas de bajareque, primer tipo de vivienda que se construyó.

#### **1.1.7 Actividades económicas**

Las actividades económicas a la que se dedican la población son: La agricultura y la ganadería.

Existen tres fuentes de ingreso provenientes de la agricultura: 1) La principal, el café, la cual es considerada una de las mejores por su clima. 2) La siembra de frijol, maíz, maicillo, caña de azúcar, tabaco, papa y lenteja, los cuales son granos básicos para el mercado y su autoconsumo. 3) También se dedican al comercio de madera, ya que esta región contiene alta riqueza de la misma.

#### **1.1.8 Servicios públicos**

Cuentan con servicio de energía eléctrica, letrización, agua potable, escuela primaria y secundaria, centro de salud, iglesia católica y evangélica, salón comunal.

### **1.1.9 Suelo y topografía**

Es una zona rocosa, con una topografía irregular. El material madre y las características del perfil del suelo del cantón Canoas, se describen a continuación:

#### **Características Generales:**

<b>Símbolo</b>	Mi
<b>Material Madre</b>	Lava o lodo máfico
<b>Relieve</b>	Casi plano
<b>Drenaje</b>	Malo

#### **Suelo Superficial:**

<b>Color</b>	Gris muy oscuro
<b>Textura y consistencia</b>	Arcillosa; plástica
<b>Espesor aproximado</b>	10-20 cm.

#### **Subsuelo:**

<b>Color</b>	Gris oscuro
<b>Consistencia</b>	Plástica
<b>Textura</b>	Arcillosa
<b>Espesor aproximado</b>	40-60 cm.

## **1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura**

### **1.2.1 Descripción de las necesidades**

El cantón Canoas del municipio y departamento de Jutiapa y la aldea Las Pozas del cantón Canoas, a pesar de encontrarse cerca de la cabecera municipal, padecen una serie de necesidades tanto de servicios básicos como de infraestructura (drenajes, escuelas, puente, carreteras, etc).

### **1.2.2 Evaluación y priorización de las necesidades**

Las razones por las cuales se priorizaron dichos proyectos, son las siguientes:

Proyecto sistema de alcantarillado sanitario:

- El cantón Canoas no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario.
- Aguas servidas transcurren por las calles del cantón.
- Existe un alto índice de enfermedades provenientes de la contaminación producida por las aguas.

Proyecto puente vehicular:

- La aldea Las Pozas no cuenta con un puente vehicular que sirve de acceso con las aldeas circunvecinas.
- En época de invierno se dificulta el tránsito vehicular por la crecida del río.

## 2. DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA LAS POZAS

### 2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un puente de 10.00 m de longitud con un ancho de 7.20 m, una losa con espesor de 0.18 m. La superestructura está formada por tres vigas con una sección de 0.40 x 0.80 m, y dos diafragmas externos con secciones de 0.30 m x 0.40 m, además de tener un andén con barandales de protección para el paso peatonal. Dichos elementos estructurales están apoyados sobre estribos de concreto ciclópeo. Se diseñara para soportar una carga viva HS-15-44.

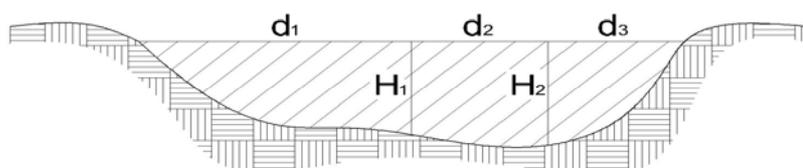
### 2.2 Cálculo de caudales máximos para el diseño del puente

En el diseño del puente se considero la creciente máxima.

#### 2.2.1 Método sección - pendiente

Para obtener la crecida máxima se consultó a los habitantes del lugar, y se buscaron señales de crecidas anteriores.

Figura 2. Sección del río



$$A_1=(d_1/2+d_2/2) \times H_1$$

$$A_1=(2/2+1/2) \times 0.90=1.35\text{m}^2$$

$$A_2=(d_2/2+d_3/2) \times H_2$$

$$A_2=(1/2+1/2) \times 1.00=1.00\text{m}^2$$

$$A_T=A_1+A_2$$

$$A_T=2.35\text{m}^2$$

Los datos obtenidos en campo dieron como resultado:

Pendiente para el caudal máximo = 4%

Área de desalojo = 2.35 m<sup>2</sup>

Coefficiente de rugosidad = 0.04

Perímetro mojado = 4.40 m

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

donde:

$V$  = velocidad (m/s)

$R$  = radio hidráulico

$n$  = coeficiente de rugosidad

Cálculos:

$$R = \frac{A}{PM} = \frac{2.35}{4.40} = 0.53\text{m}$$

$$V = \frac{1}{0.04} * (0.53)^{2/3} * (0.04)^{1/2} = 3.27\text{m/s}$$

$$Q = V * A = 3.27 * 2.35 = 7.68\text{m}^3/\text{s}$$

El puente tendrá un claro vertical de 2.45 m sobre el nivel normal del agua.

### **2.3 Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó para determinar los posibles puntos de ubicación de la obra y la pendiente del caudal.

Se realizó el levantamiento siguiente:

- Altimétrico, utilizando una nivelación simple.

### **2.4 Evaluación de la calidad del suelo**

Por la falta de recursos económicos de la municipalidad de Jutiapa, no fue posible realizar los ensayos correspondientes para determinar la calidad del suelo, por lo que se realizó una inspección ocular, acompañada de una perforación de aproximadamente 1.50 m, con lo cual se concluyó que el suelo es arcilla con partículas de arena. Con las características del suelo mencionadas se tiene un valor soporta asumido de 20,000 kg/cm<sup>2</sup>, por razones de diseño se estableció una cota de cimentación de 2.00 m.

### **2.5 Datos y especificaciones de diseño**

Para poder dimensionar las medidas geométricas de cada parte del puente y para el diseño estructural de los mismos, se utilizaron especificaciones dadas por la *American of State Highway and Transportations Oficial* (AASHTO), el código del *American Concrete Institute* (ACI) y por la Dirección General de Caminos (DGC).

A continuación se presentan los datos para el diseño y cálculo estructural del puente vehicular de la aldea Las Pozas, del cantón Canoas, del municipio y departamento de Jutiapa.

Luz total	=	10.00 m
Ancho de rodadura	=	5.60 m
Espesor de la capa de rodadura	=	0.05 m
Ancho de andén	=	0.80 m
Ancho de postes	=	0.20 m
Alto de postes	=	0.90 m
Sobrecarga	=	HS 15-44
Peso concreto ciclópeo	=	2700 kg/m <sup>3</sup>
Peso de capa de rodadura	=	2100 kg/m <sup>3</sup>
Peso de concreto armado	=	2400 kg/m <sup>3</sup>
Peso del suelo	=	2180 kg/m <sup>3</sup>
Capacidad soporte	=	20000 kg/m <sup>3</sup>
Profundidad de cimentación	=	2.00 m
f'c (4000psi)	=	281 kg/cm <sup>2</sup>
fy para vigas (60000psi)	=	4200 kg/cm <sup>2</sup>
fy para otro elemento (40000psi)	=	2810 kg/cm <sup>2</sup>

## 2.6 Diseño de la superestructura

La superestructura del puente está compuesta por losa, vigas, barandal y andén. Se diseñó como simplemente apoyado y de sección de viga y losa de concreto reforzado, esto debido a la luz que tiene.

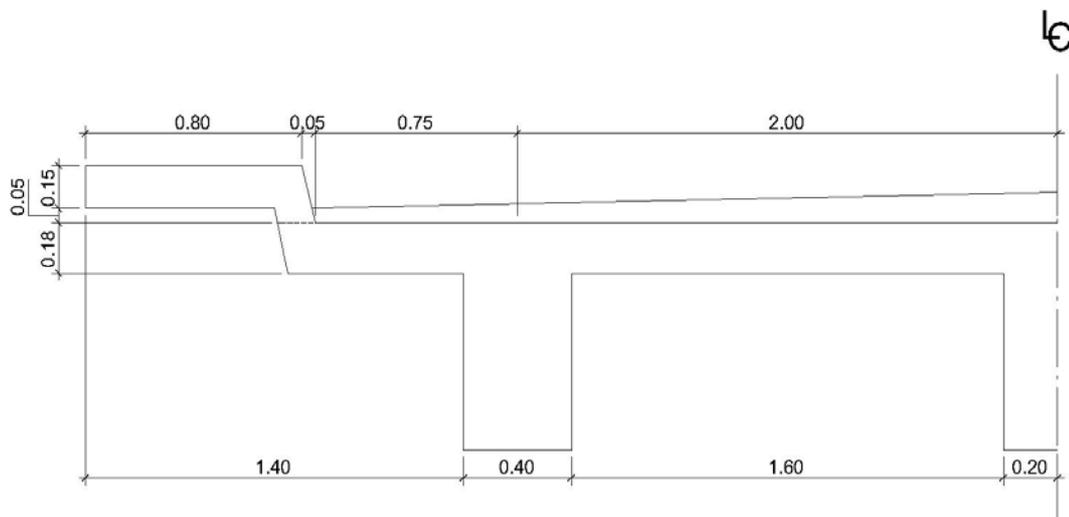
### 2.6.1 Análisis y diseño de la losa

En este caso se tiene un puente de tipo viga y losa y que el refuerzo principal lo colocaremos transversal a la dirección del tránsito y por ende la luz de la losa será de forma continua en el sentido transversal, ya que cuenta con tres vigas de apoyo.

## Espesor de la losa

El espesor de la losa se escogió de tal manera que evite deflexiones y que esta pierda resistencia. En la tabla 8.9.2 de las normas de AASHTO se encuentran los valores de espesores mínimos para luces continuas y simples con el refuerzo principal paralelo o en dirección del tránsito.

**Figura 3. Sección del puente**



El espesor se calcula de la siguiente forma:

$$t = \frac{(L + 3.05)}{30} \quad \text{para luces continuas}$$

$t$  = espesor en metros

$L$  = luz a rostro de cada viga en metros

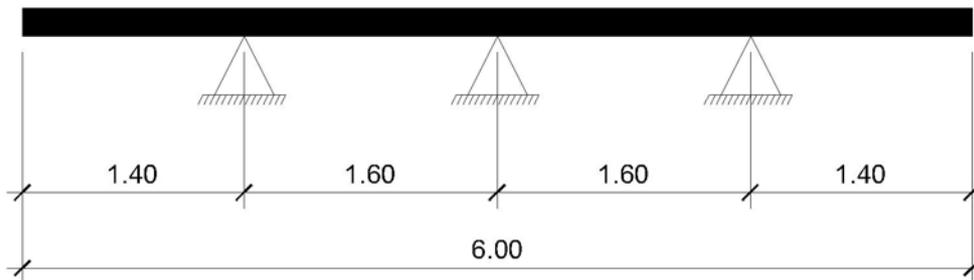
$$t = \frac{(1.60 + 3.05)}{30} = 0.155m$$

Como este valor es menor al mínimo se escoge un espesor de 0.18 m.

### Momentos en la losa

Se analizan los tramos en que la losa se encuentra en voladizo y entre vigas de apoyo.

**Figura 4. Modelo matemático para el análisis de la losa**



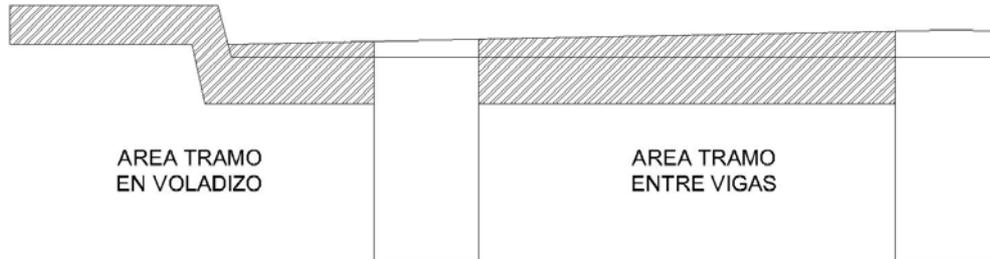
### Momento por carga muerta

Se calcula la carga muerta para un metro en el sentido longitudinal y no se toma en cuenta la fracción de carga que se encuentra directamente sobre las vigas. Las cargas en voladizo y entre vigas se determinan en las tablas I y II.

**Tabla I. Carga muerta en voladizo**

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Wesp (kg/m <sup>3</sup> )	Carga (Kg)=A x W
Andén	0.1354	2400	324.96
Losa	0.1199	2400	287.76
Capa de rodadura	0.0308	2100	64.68
Barandal	0.0270	2400	64.80
<b>Total</b>			<b>742.20</b>

**Figura 5. Área de carga para las vigas**



$$M_{CM} = \frac{PL}{2} \quad \text{para tramo en voladizo}$$

$$L = \text{tramo de losa} + \text{longitud de andén} = 1.40 \text{ m}$$

$$M_{CM} = \frac{742.20 \times 1.40}{2} = 519.54 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

## Momento por carga viva

El tramo que encuentra en voladizo se determino de acuerdo al artículo de la AASHTO 3.24.5.1.1, de la siguiente forma:

$$M_{cv} = \frac{PX}{E}$$

donde:

$X$  = distancia entre el rostro de la viga y el eje de la carga aplicada

$E$  = distribución de cada carga por rueda sobre la losa

La carga se aplica a 0.305 m del guardarruedas (ver figura 6).

$$X = 0.55 - 0.305 = 0.245m$$

$$E = 0.8X + 1.143$$

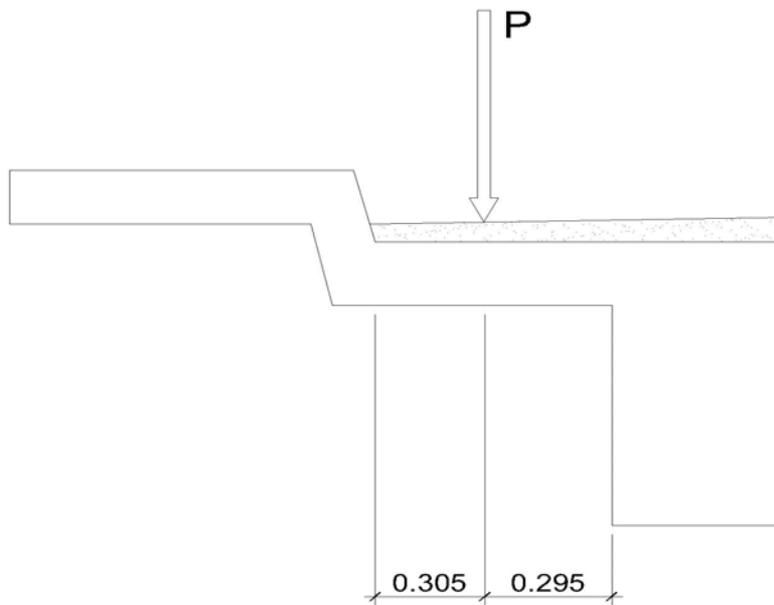
$$E = 0.8(0.245) + 1.143 = 1.339m$$

$P$  = carga de medio eje del camión HS-15

$$P = 5443 \text{ Kg}$$

$$M_{cv} = \frac{5443 \times 0.245}{1.339} = 995.92 \text{ kg} - m/m$$

**Figura 6. Aplicación de carga en voladizo**



### **Impacto**

El momento producido por la carga viva se debe incrementar por impacto de la siguiente manera:

$$I = \frac{100(15.24)}{L + 38} \quad (\text{AASHTO 3.8.2.1})$$

Aunque no debe ser mayor del 30% según AASHTO

$I$  = impacto en %

$L$  = luz libre en m

$$I = \frac{100(15.24)}{1.40 + 38} = 38.68\% \quad \text{Usar 30\%}$$

$$M_{CV+I} = (1 + I)M_{CV}$$

$$M_{CV+I} = (1 + 0.3) \times 995.92 = 1294.70 \text{ kg} - m / m$$

### Momento último

El momento último se determino aplicando factores de seguridad de 1.3 para carga muerta y 2.17 para carga viva.

$$M_U = 1.3[M_{CM} + 5/3M_{CV+I}]$$

$$M_U = 1.3M_{CM} + 2.17M_{CV+I}$$

$$M_U = 1.3(519.54) + 2.17(1294.70)$$

$$M_U = 675.40 + 2809.50 = 3484.90 \text{ kg} - m$$

**Tabla II. Carga muerta entre vigas**

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Wesp (kg/m <sup>3</sup> )	Carga (Kg)=A x W
Losa	0.2880	2400	691.20
Capa de rodadura	0.1360	2100	285.60
<b>Total</b>			<b>976.80</b>

### Momento por carga muerta

$$M_{CM} = \frac{PL}{10} \quad \text{para tramos entre vigas}$$

$$M_{CM} = \frac{976.80 \times 1.60}{10} = 156.29 \text{ kg} - m$$

### **Momento por carga viva**

Se calcula de acuerdo a los artículos 3.24.3 y 3.24.3.1 de las normas AASHTO.

$$M_{CV} = \frac{(L + 0.61)P}{9.74}$$

donde:

$P$  = carga de medio eje de camión

$L$  = luz libre en m

$$M_{CV} = \frac{(1.60 + 0.61) \times 5443}{9.74} = 1235.01 \text{ kg} - \text{m/m}$$

$$M_{CV+I} = (1.3) \times 1235.01 = 1605.51 \text{ kg} - \text{m/m}$$

En losas continuas sobre tres o más apoyos, se debe aplicar un factor de 0.8 por continuidad.

$$0.8M_{CV+I} = 0.8 \times 1605.51 = 1284.41 \text{ kg} - \text{m/m}$$

### **Momento último**

$$M_U = 1.3M_{CM} + 2.17M_{CV}$$

$$M_U = 1.3(156.29) + 2.17(1284.41)$$

$$M_U = 203.18 + 2787.17 = 2990.35 \text{ kg} - \text{m}$$

## Acero de refuerzo

### Refuerzo en sentido transversal

De los valores de momento último que se encontraron en los dos casos analizados se escoge el mayor y con este se calcula el acero de refuerzo por flexión utilizando la siguiente fórmula:

$$A_s = \frac{0.85 f'_c b d}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_u}{0.85 \phi f'_c b d^2}} \right]$$

donde:

$A_s$  = Área de acero en  $\text{cm}^2$

$f'_c$  = Esfuerzo máximo del concreto en  $\text{kg}/\text{cm}^2$

$f_y$  = Esfuerzo de fluencia del acero en  $\text{kg}/\text{cm}^2$

$M_U$  = Momento último en  $\text{kg} - \text{cm}$

$b$  = base en  $\text{cm}$

$d$  = peralte efectivo en  $\text{cm}$

$\phi$  = Factor de reducción

Datos:

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

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

$M_U = 348490 \text{ kg} - \text{cm}$

$b = 100 \text{ cm}$

Recubrimiento =  $2.5 \text{ cm}$

$d = 14.71 \text{ cm}$

$\phi = 0.90$  para elementos sometidos a flexión

$$A_s = \frac{0.85 \times 281 \times 100 \times 14.71}{2810} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 348490}{0.85 \times 0.90 \times 281 \times 100 \times (14.71)^2}} \right] = 9.75 \text{ cm}^2$$

Verificamos que cumple con el requerimiento de acero mínimo:

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1}{f_y} \times b \times d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1}{2810} \times 100 \times 14.71 = 7.38 \text{ cm}^2$$

El área de acero encontrada cumple con el requerimiento mínimo, por lo que el área de acero necesaria para soportar flexión es igual a  $9.75 \text{ cm}^2$ , para un metro de largo.

Se emplea un armado de varillas No. 5 @ 20cm colocadas en la cama inferior.

Para la cama superior se coloca acero por temperatura.

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 \times b \times t$$

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 \times 100 \times 18 = 3.6 \text{ cm}^2$$

Se emplea un armado de varillas No.3 @ 20cm.

### **Refuerzo longitudinal**

Se coloca acero en sentido longitudinal o paralelo al tránsito para proporcionar rigidez adecuada a los elementos estructurales del puente para moderar las deflexiones y deformaciones que puedan influir negativamente en la capacidad de resistencia al ser aplicadas las cargas en los elementos.

Para la cama inferior se calcula por medio de un porcentaje de repartición del acero transversal según la AASHTO en el artículo 3.24.10 para distribuir lateralmente las cargas vivas concentradas, usando la fórmula siguiente:

$$\% \text{repartición} = \frac{1.21 \times 100}{\sqrt{L}} \leq 67\%$$

donde:

L = longitud entre ejes de vigas en m

$$\% \text{repartición} = \frac{1.21 \times 100}{\sqrt{2.0}} = 85.56 > 67\% \quad \text{Usar } 67\%$$

$$A_s = 0.67 \times 9.75 = 6.53 \text{ cm}^2$$

Se emplea un armado de varillas No.4 @ 20cm.

Se colocara para la cama superior como mínimo  $2.64 \text{ cm}^2$  por cada metro para refuerzo por temperatura. Según AASHTO en el artículo 8.20.1.

Se emplea un armado de varillas No.3 @ 30cm.

### **Refuerzo por corte**

En este caso que la losa se diseña por momentos de flexión, según las indicaciones que se hacen en las normas AASHTO en el artículo 3.24.4, no es necesario hacer revisiones por corte y adherencia.

## **Análisis diseño de acera**

### **Cálculo de momento**

Para el cálculo del momento se debe determinar la carga producida por el peso propio de la acera; con lo cual se tiene:

Se tomo un espesor de acera de 15 cm.

### **Carga muerta**

$$W_{acera} = t \times L \times W_c = 0.15 \times 0.8 \times 2400 = 288 \text{ kg / m}$$

$$W_{poste} = 0.2 \times 0.2 \times 2400 = 96 \text{ kg / m}$$

$$W_u = 1.3(288 + 96) = 499.20 \text{ kg / m}$$

### **Carga viva**

$$W_{barandal(v)} = 148.75 \text{ kg / m}$$

$$W_{barandal(h)} = 446.26 \text{ kg / m}$$

$$W_{acera} = 744.78 \text{ kg / m}$$

$$W_u = 2.17(148.75 + 446.26 + 744.78) = 2907.34 \text{ kg / m}$$

### **Carga total**

$$W_{total} = W_{CMU} + W_{CVU} = 499.20 + 2907.34 = 3406.54 \text{ kg / m}$$

Para el cálculo del momento se aplica la siguiente fórmula:

$$M = \frac{W_{total}xL^2}{2}$$

$$M = \frac{3406.54x(0.8)^2}{2} = 1090.09kg - m$$

### Refuerzo transversal

Datos:

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

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

$$M_U = 109009 \text{ kg - cm}$$

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

$$\text{Recubrimiento} = 2.5 \text{ cm}$$

$$d = 11.86 \text{ cm}$$

$\phi = 0.90$  para elementos sometidos a flexión

$$A_s = \frac{0.85x281x100x12.02}{2810} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2x109009}{0.85x0.90x281x100x(12.02)^2}} \right] = 3.65cm^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1}{f_y} x b x d$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1}{2810} x 100 x 12.02 = 6.03cm^2 \quad \text{Usar } A_{s \text{ min}}$$

Se emplea un armado de varillas No.3 @ 20cm.

## Refuerzo longitudinal

Para el cálculo del refuerzo longitudinal se utiliza la siguiente fórmula:

$$A_s = 67\% A_{s \text{ transversal}}$$

$$A_s = 0.67 \times 6.03 = 4.04 \text{ cm}^2$$

Se emplea un armado de varillas No.3 @ 22cm.

Para la cama superior se coloca acero por temperatura.

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 \times b \times t$$

$$A_{s \text{ temp}} = 0.002 \times 100 \times 15 = 3.0 \text{ cm}^2$$

Se emplea un armado de varillas No.3 @ 20cm.

### 2.6.2 Análisis y diseño de diafragmas

Para el análisis de los diafragmas se realizó un análisis de la influencia que tiene la carga viva sobre la estructura, determinando la posición de la carga producida por el camión sobre el estribo para establecer el valor de cortante y momento máximo.

Como la luz del puente es 10.00 m solo se colocaran diafragmas externos.

Para determinar la altura de los diafragmas se calcula la altura de la viga utilizando la siguiente fórmula:

$$H_{\text{viga}} = \frac{L}{16} = \frac{10}{16} = 0.625 \text{ m} \quad \text{Se utilizara } H_{\text{viga}} = 0.80 \text{ m}$$

## **Diafragma exterior**

El peralte se calcula de la siguiente manera:

$$H = \frac{1}{2} H_{viga}$$

$$H = \frac{1}{2}(0.80) = 0.40m$$

$$b = 0.30m$$

## **Momento y corte por carga muerta**

$$W = (0.4 \times 0.3) \times 2400 = 288kg/m$$

$$M_{CM} = \frac{WL^2}{10}$$

$$M_{CM} = \frac{288 \times (2)^2}{10} = 115.20kg - m$$

$$V_{CM} = \frac{WL}{2}$$

$$V_{CM} = \frac{288 \times 2}{2} = 288Kg$$

## **Momento y corte por carga viva**

$$P = 5443kg$$

$$M_{CV} = \frac{PL}{4}$$

$$M_{CV} = \frac{5443 \times 2}{4} = 2721.50 \text{ kg} - m$$

$$0.8M_{CV} = 0.8 \times 2721.50 = 2177.20 \text{ kg} - m$$

$$M_{CV+I} = 1.3(2177.20) = 2830.36 \text{ kg} - m$$

$$V_{CV} = P$$

$$V_{CV} = 5443 \text{ kg}$$

$$V_{CV+I} = 1.3(5443) = 7075.90 \text{ kg}$$

### **Momento y corte último**

$$M_U = 1.3M_{CM} + 2.17M_{CV}$$

$$M_U = 1.3(115.20) + 2.17(2830.36)$$

$$M_U = 149.76 + 6141.88 = 6291.64 \text{ kg} - m$$

$$V_U = 1.3V_{CM} + 2.17V_{CV}$$

$$V_U = 1.3(288) + 2.17(7075.9)$$

$$V_U = 374.40 + 15354.70 = 15729.10 \text{ kg}$$

### **Refuerzo longitudinal**

Datos:

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

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

$$M_U = 629164 \text{ kg} - \text{cm}$$

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

Recubrimiento = 5 cm

d = 34.21

$\phi = 0.90$  para elementos sometidos a flexión

$$A_s = \frac{0.85 \times 281 \times 30 \times 34.21}{2810} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 629164}{0.85 \times 0.90 \times 281 \times 30 \times (34.21)^2}} \right] = 7.60 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1}{2810} \times 30 \times 34.21 = 5.15 \text{ cm}^2$$

El área de acero encontrada cumple con el requerimiento mínimo, por lo que el área de acero necesaria para soportar flexión es igual a 7.60 cm<sup>2</sup>, para un metro de largo.

Se emplea un armado de 4 varillas No. 5, colocadas en la cama inferior.

Para la cama superior se coloca ¼ del acero inferior:

$$A_s = \frac{1}{4}(7.60) = 1.90 \text{ cm}^2$$

Se emplea un armado de 2 varillas No. 4, colocadas en la cama superior.

Como la separación entre la cama superior y la inferior es mayor a 30 cm, se necesita 5.29 cm<sup>2</sup> de acero por cada metro de altura del diafragma:

$$A_s = 5.29(0.4) = 2.12 \text{ cm}^2$$

Se emplea un armado de 2 varillas No. 4, colocadas en la cama intermedia.

## Refuerzo a corte

El espaciamiento de cada estribo se calcula de la siguiente forma:

$$S = \frac{A_v x f_y x d}{(V_n - V_c)}$$

$$A_v = 2x \text{Área de la varilla} \quad (\text{Se utilizarán varillas No. 3})$$

$$A_v = 2x0.71 = 1.42\text{cm}^2$$

$$V_n = \frac{V_u}{0.85}$$

$$V_n = \frac{15729.10}{0.85} = 18504.82\text{kg}$$

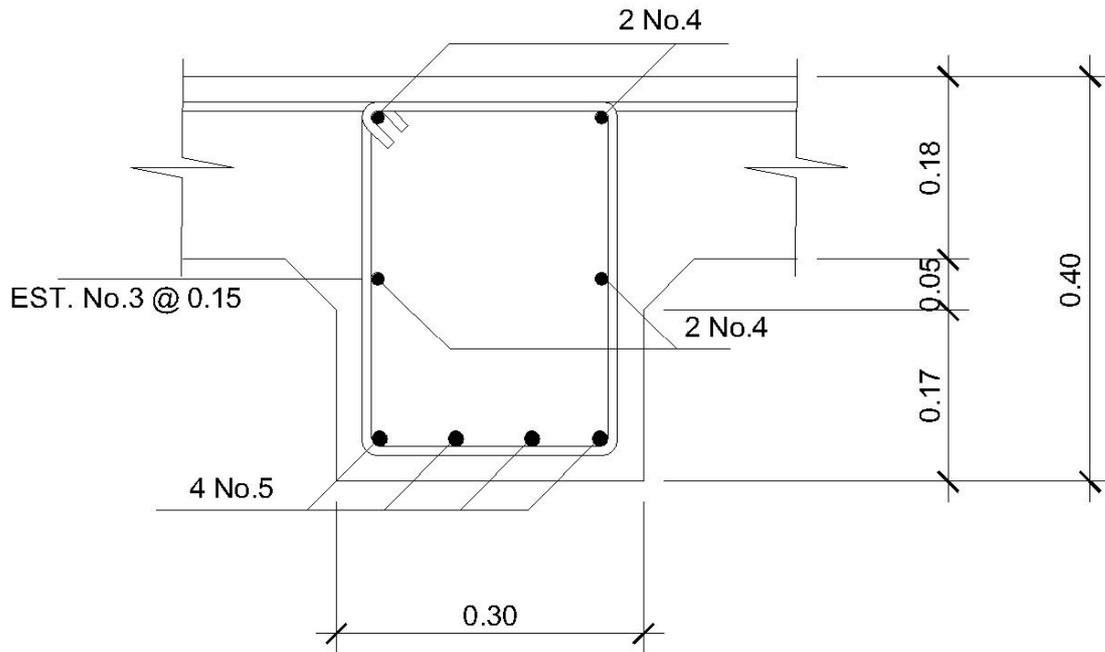
$$V_c = 0.53x\sqrt{f'_c}xbxd$$

$$V_c = 0.53x\sqrt{281}x30x34.21 = 9118.08\text{kg}$$

$$S = \frac{1.42x2810x34.21}{(18504.82 - 9118.08)} = 14.51\text{cm}$$

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{34.21}{2} = 17.11\text{cm} \quad \text{Colocar Est. No. 3 @ 15cm.}$$

**Figura 7. Detalle del armado del diafragma exterior**



### **2.6.3 Análisis y diseño de vigas**

Debido al ancho de puente se estipuló el uso de tres vigas de apoyo con una separación a ejes de 2.00 m. Salvaguardando los límites recomendados de mayor de 1.50 m y menor de 2.40 m.

La sección de la viga que se tiene es de 0.80 m de peralte, calculado anteriormente y se escogió una base de 0.40 m.

### Momento por carga muerta

Las vigas soportan la carga muerta equitativamente según el artículo 3.23.2.3.1.1 de las normas AASHTO.

La carga distribuida total que soportan las tres vigas es igual a la sumatoria de las cargas de cada componente de la superestructura.

La carga distribuida total producida por los diafragmas y las vigas se determina de la siguiente manera:

$$CM_{\text{diafragmas}} = \frac{(\text{Área} \times W_{\text{esp}} \times L_{\text{diafragma}}) \times \text{No. diafragmas}}{L_{\text{viga}}}$$

$$CM_{\text{diafragmas}} = \frac{((0.4 \times 0.3) \times 2400 \times 3.2) \times 2}{10.00} = 184.32 \text{ kg / m}$$

$$CM_{\text{vigas}} = (\text{Área} \times W_{\text{esp}}) \times \text{No. vigas} \times l_m$$

$$CM_{\text{vigas}} = ((0.62 \times 0.4) \times 2400) \times 3 \times 1 = 1785.60 \text{ kg / m}$$

**Tabla III. Cargas que soportan las vigas**

Elemento	Área (m <sup>2</sup> )	Wesp (kg/m <sup>3</sup> )	Carga (Kg/m)
Losa	1.032	2400	2476.80
Capa de rodadura	0.427	2100	896.70
Andén	0.271	2400	649.92
Barandal	0.054	2400	129.60
Diafragma exterior		2400	184.32
Viga		2400	1785.60
<b>Total</b>			<b>6122.94</b>

*Carga para cada viga = Carga total / No. Vigas*

*Carga para cada viga = 6122.94 / 3 = 2040.98kg / m*

### Momento por carga muerta

$$M_{CM} = \frac{WL^2}{8}$$

donde:

$W$  = carga muerta para cada viga

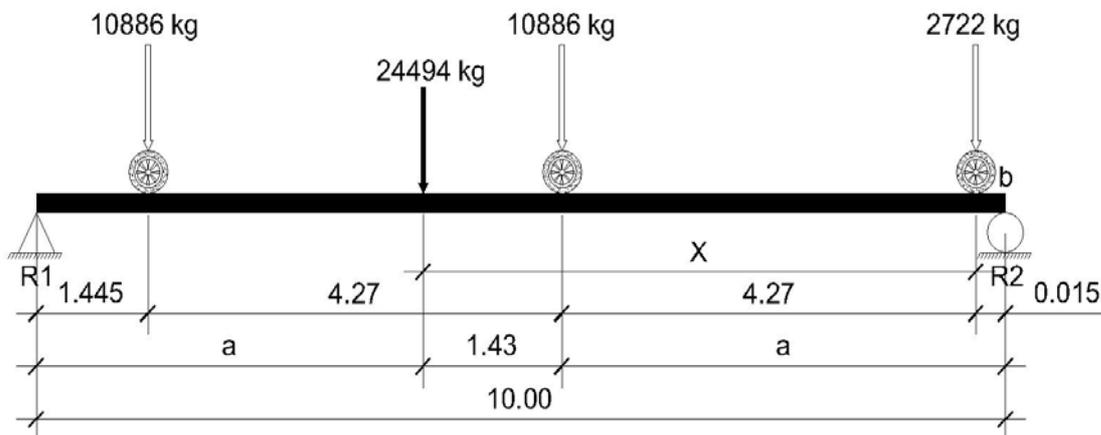
$L$  = longitud total de la viga

$$M_{CM} = \frac{2040.98 \times (10)^2}{8} = 25512.25 \text{kg} - \text{m}$$

### Momento por carga viva

Se establece la posición de carga debida al camión que puede ocasionar el momento máximo en la viga.

**Figura 8. Distribución de la carga viva producida por el camión.**



$$\sum Mb = 0 \quad \curvearrowright$$

$$10886(8.54) - 24494(x) + 10886(4.27) = 0$$

$$92966.44 - 24494(x) + 46397.82 = 0$$

$$139364.26 = 24494(x)$$

$$x = \frac{139364.26}{24494} = 5.70m$$

Cálculo de "a":

$$5.70 - 4.27 = 1.43m$$

$$2(a) + 1.43 = 10$$

$$a = \frac{8.57}{2} = 4.285m$$

$$\sum M_{R2} = 0 \quad \curvearrowright$$

$$-R1(10) + 10886(8.555) + 10886(4.285) + 2722(0.015) = 0$$

$$-10R1 + 92129.73 + 46646.51 + 4083 = 0$$

$$R1 = \frac{139817.07}{10} = 13981.71Kg$$

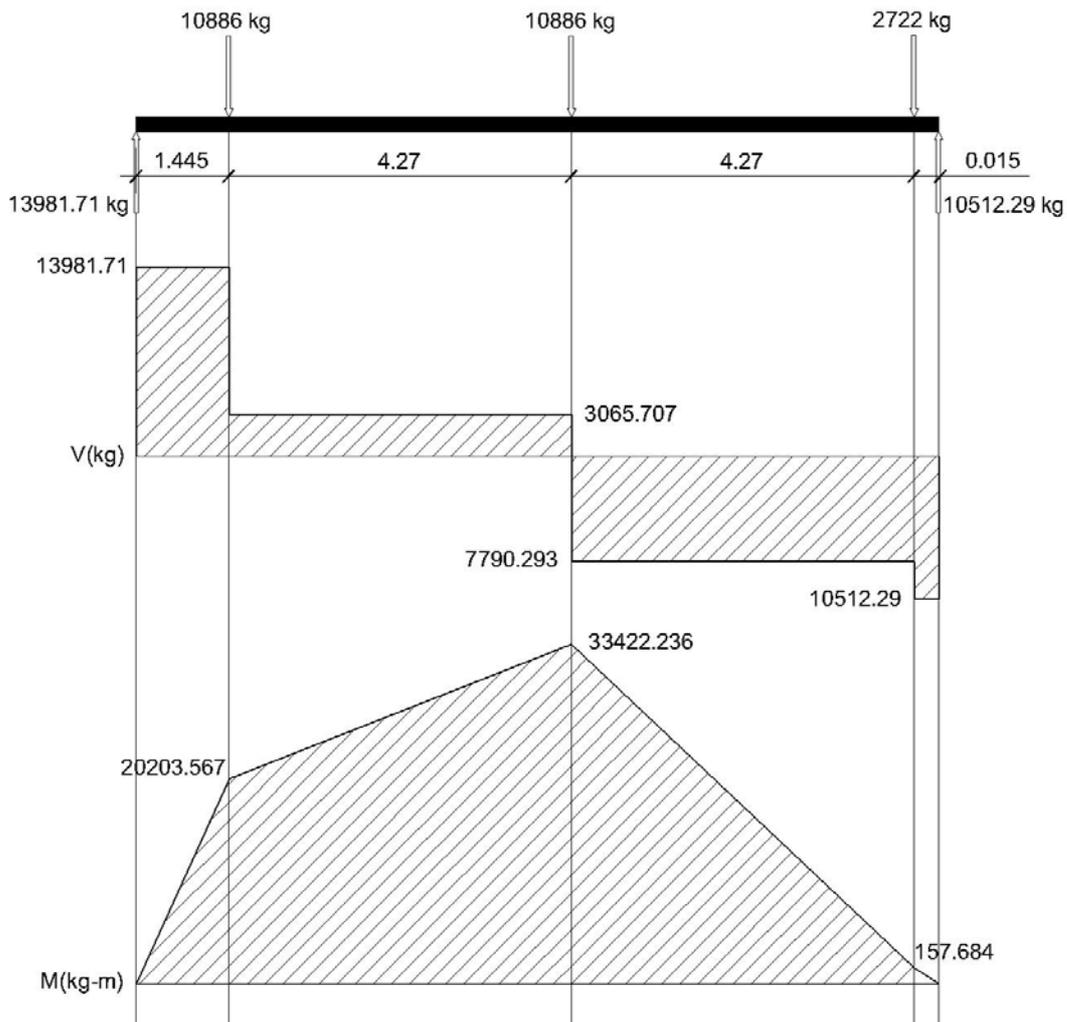
$$\sum M_{R1} = 0 \quad \curvearrowright$$

$$R2(10) - 10886(1.445) - 10886(5.715) - 2722(9.985) = 0$$

$$10R2 - 15730.27 + 62213.49 + 27179.17 = 0$$

$$R2 = \frac{105122.93}{10} = 10512.93Kg$$

**Figura 9. Diagrama de corte y momentos de la viga**



Para el momento por carga viva se debe aplicar la fracción de carga por rueda del camión según el artículo 3.23.2.2 de las normas AASHTO.

Para vigas interiores se obtiene el factor de rueda de la siguiente forma:

$$FR = \frac{S}{1.83}$$

Este factor se utiliza porque la losa esta sostenida sobre vigas de concreto y cuenta con dos carriles para el tránsito.

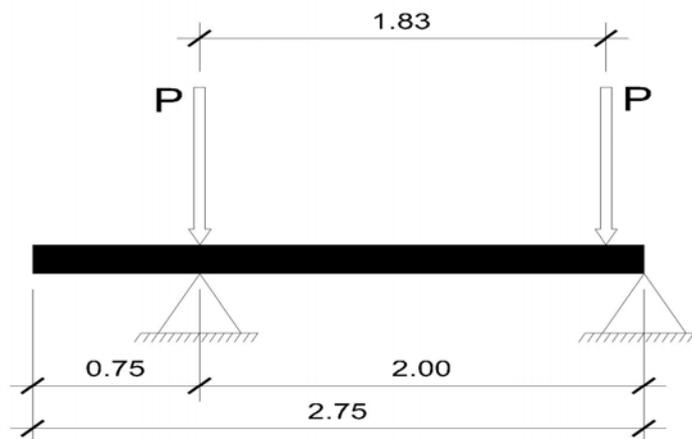
donde:

$S$  = distancia entre ejes de vigas

$$FR = \frac{2.00}{1.83} = 1.09$$

Para las vigas exteriores se hace una consideración de carga para obtener el factor de rueda.

**Figura 10. Diagrama de carga para viga exterior**



$$\sum M_B = 0 \quad \curvearrowright$$

$$P(2) - R(2) + P(0.17) = 0$$

$$R = \frac{[2P + 0.17P]}{2}$$

$$R = \frac{[2.17P]}{2}$$

$$R = P \frac{[2.17]}{2}$$

$$FR = \frac{2.17}{2} = 1.09$$

Se calcula el factor de impacto para viga como sigue:

$$I = \frac{100(15.24)}{L + 38} \quad (\text{AASHTO 3.8.2.1})$$

$$I = \frac{100(15.24)}{10 + 38} = 31.75 \geq 30\% \quad \text{Usar } 30\%$$

$$M_{CV+I} = 33422.236(1 + 0.30) = 43449.91 \text{kg} - m$$

$$M_{CV+I} \cdot xF \cdot R = 33422.236(1.09) = 47359.31 \text{kg} - m$$

### Momento último

$$M_U = 1.3M_{CM} + 2.17M_{CV}$$

$$M_U = 1.3(25512.25) + 2.17(47359.31)$$

$$M_U = 33165.92 + 102769.70 = 135935.62 \text{kg} - m$$

## Refuerzo a tensión

Datos:

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

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_U = 13593562 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento} = 5 \text{ cm}$$

$$d = 73.21 \text{ cm}$$

$\phi = 0.90$  para elementos sometidos a flexión

$$A_s = \frac{0.85 \times 281 \times 40 \times 73.21}{4200} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 13593562}{0.85 \times 0.90 \times 281 \times 40 \times (73.21)^2}} \right] = 59.89 \text{ cm}^2$$

Se emplea un armado de 6 varillas No. 11, colocadas en la cama inferior.

## Refuerzo a compresión

Se utiliza un valor del 33% del acero a tensión por efectos de sismo y se chequea con el acero mínimo.

$$A_s = 33\% A_s \text{ tensión}$$

$$A_s = 0.33(59.89) = 19.76 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1}{4200} \times 40 \times 73.21 = 9.83 \text{ cm}^2$$

El área de acero encontrada cumple con el requerimiento mínimo, por lo que el área de acero necesaria es de  $19.76 \text{ cm}^2$

Se emplea un armado de 5 varillas No. 7, colocadas en la cama superior.

### Refuerzo intermedio

Debe colocarse acero intermedio porque la distancia entre las dos camas es mayor de 30 cm.

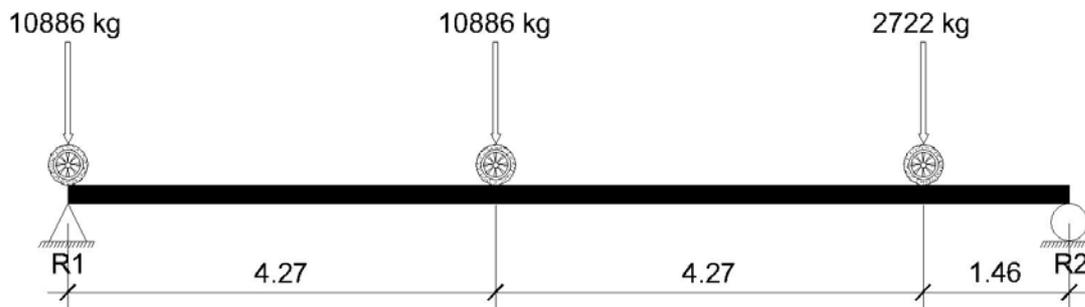
$$A_s = 5.29(0.8) = 4.232\text{cm}^2$$

Se emplea un armado de 2 varillas No. 5, colocadas en la cama intermedia.

### Refuerzo a corte

Se hacen consideraciones de carga para que se produzca el esfuerzo a corte máximo, la posición de la carga para tal efecto se muestra en la figura.

**Figura 11. Diagrama de cargas para esfuerzo cortante máximo.**



$$\sum M_{R2} = 0 \quad \curvearrowright$$

$$10886(10) - R1(10) + 10886(5.73) + 2722(1.46) = 0$$

$$108860 - 10R1 + 62376.78 + 3974.12 = 0$$

$$R1 = \frac{175210.90}{10} = 17521.09kg$$

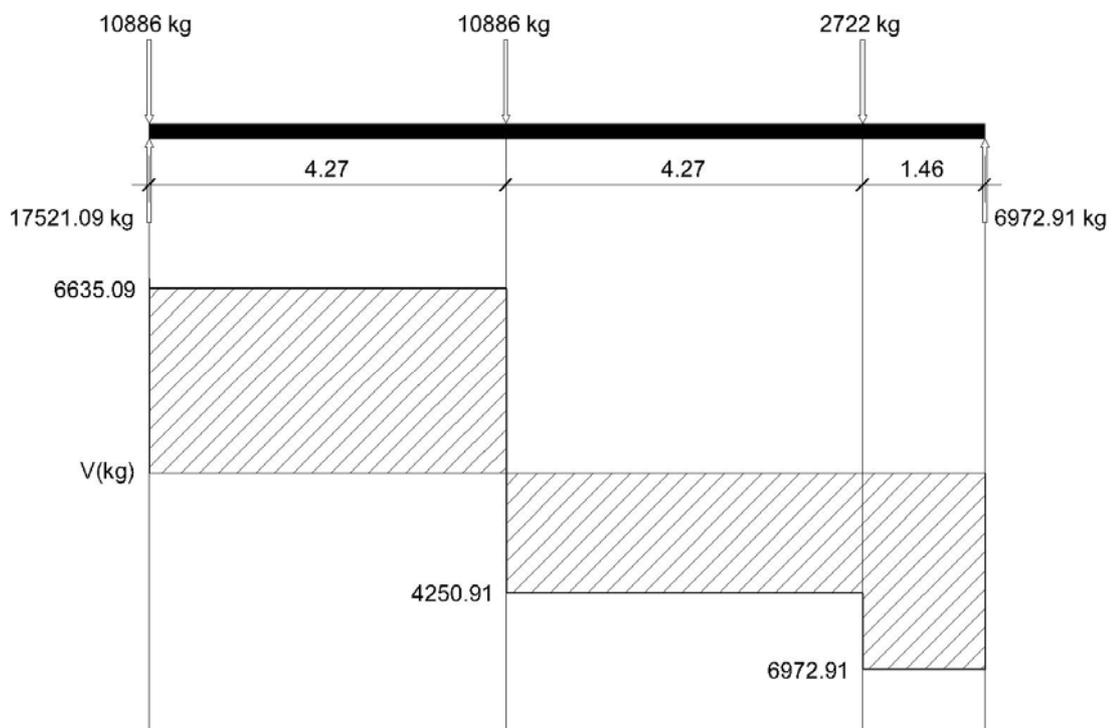
$$\sum M_{R1} = 0 \quad \curvearrowright$$

$$R2(10) - 2722(8.54) - 10886(4.27) = 0$$

$$10R2 - 23245.88 + 46483.22 = 0$$

$$R2 = \frac{69729.10}{10} = 6972.91kg$$

**Figura 12. Diagrama de corte carga viva**



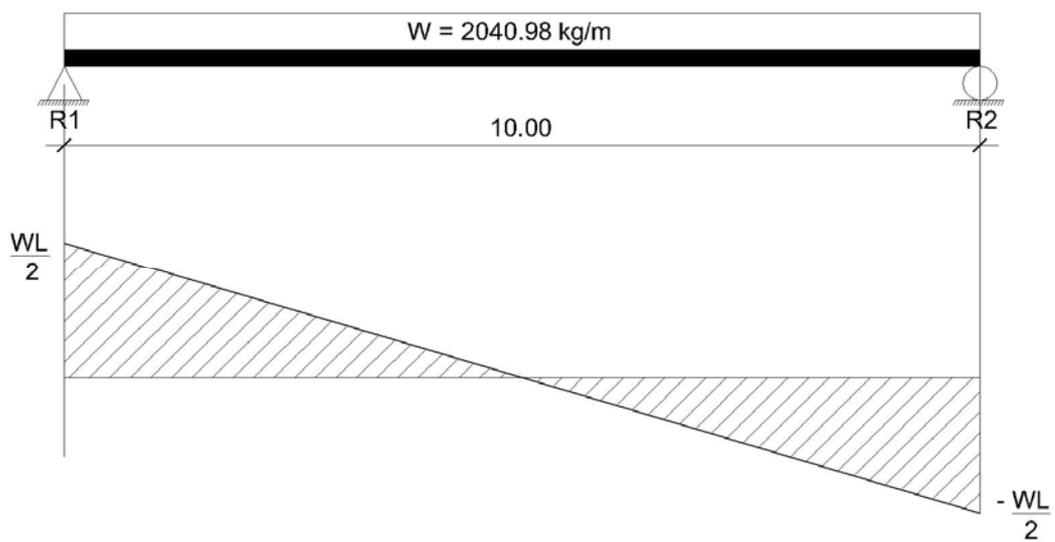
$$V_{CV} = R1$$

$$V_{CV} = 17521.09kg$$

Este valor se debe amplificar por impacto.

$$V_{CV+I} = (1.3) \times 17521.09 = 22777.42kg$$

**Figura 13. Diagrama de corte carga muerta**



El esfuerzo cortante se determina de la siguiente forma:

$$V_{CM} = \frac{WL}{2}$$

$W$  = carga muerta para cada viga

$$W = 2040.98 \text{ kg/m}$$

$$V_{CM} = \frac{2040.98 \times 10}{2} = 10204.90 \text{ kg}$$

El esfuerzo último que debe de resistir es:

$$V_U = 1.3V_{CM} + 2.17V_{CV+I}$$

$$V_U = 1.3(10204.90) + 2.17(22777.42)$$

$$V_U = 13266.37 + 49427.00 = 62693.37 \text{ kg}$$

Espaciamiento de cada estribo se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$S = \frac{Avx f_y \times d}{(Vn - Vc)}$$

$$Av = 2x \text{Área de la varilla} \quad (\text{Se utilizarán varillas No. 4})$$

$$Av = 2x1.27 = 2.54 \text{ cm}^2$$

$$Vn = \frac{V_U}{0.85}$$

$$Vn = \frac{62693.37}{0.85} = 73756.91 \text{ kg}$$

$$Vc = 0.53x\sqrt{f'_c} \times b \times d$$

$$V_c = 0.53x\sqrt{281}x40x73.21 = 26017.13kg$$

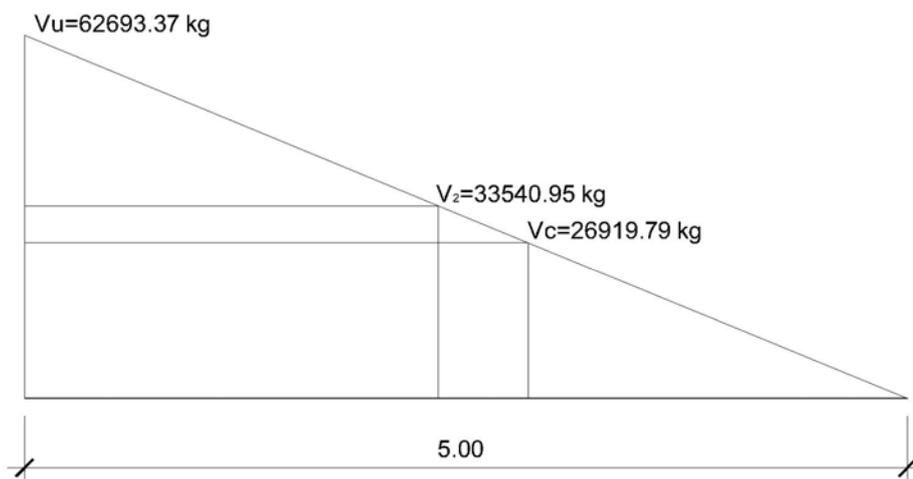
$$S = \frac{2.54x4200x73.21}{(73756.91 - 26017.13)} = 16.36cm$$

$$S_{max} = \frac{d}{2} = \frac{73.21}{2} = 36.61cm$$

Se escoge un primer espaciamiento entre estribos de 15 cm.

Del diagrama de corte se obtiene la distancia que cubre el concreto por esfuerzos de corte:

**Figura 14. Diagrama de corte de la viga**



$$X = \frac{V_c (L/2)}{V_u}$$

$X$  = distancia que cubre el concreto a corte.

$$X = \frac{26919.79(10/2)}{62693.37} = 2.147m$$

La distancia que falta cubrir por corte es:

$$D = (L/2) - X$$

$$D = (10/2) - 2.147 = 2.856m$$

El primer estribo se colocara a una distancia  $S / 2$ .

$$\frac{S}{2} = \frac{15}{2} = 7.5cm$$

Se colocaran 15 estribos @ 15 cm, cubriendo una distancia de 2.325 m.

Con esta distancia se encuentra un segundo valor de esfuerzo cortante  $V_2$ , requerido para encontrar un segundo espaciamiento para los estribos.

$$\frac{62693.37}{5.00} = \frac{V_2}{2.675}$$

$$V_2 = 33540.95kg$$

$$S = \frac{Avxf_y \cdot xd}{(Vn - Vc)}$$

$$Av = 2 \times 1.27 = 2.54cm^2 \quad (\text{Se utilizarán varillas No. 4})$$

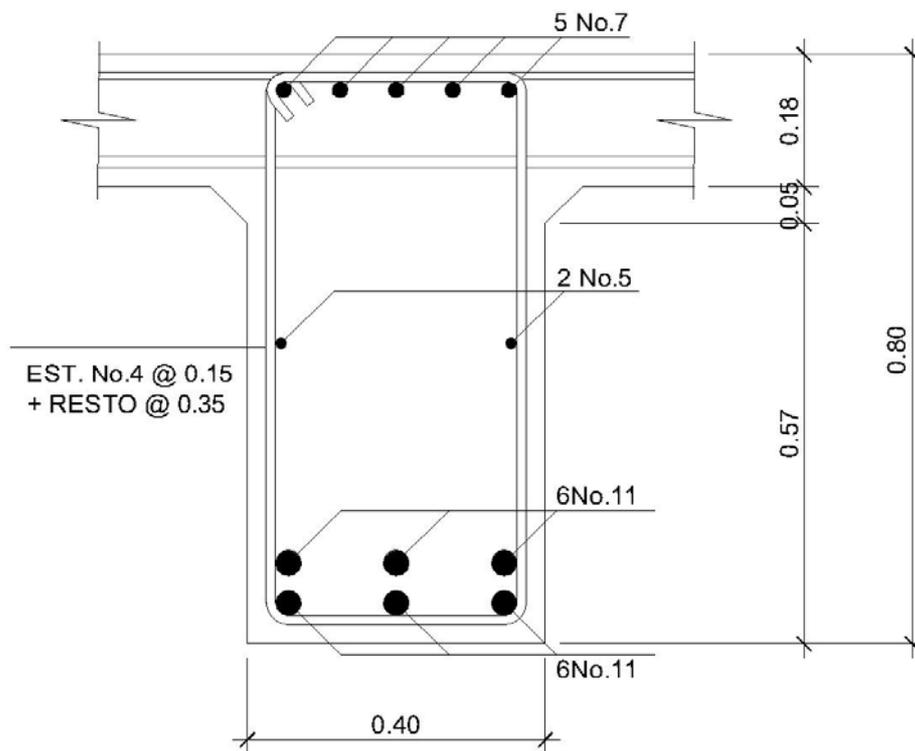
$$Vn = \frac{33540.95}{0.85} = 39459.94kg$$

$$V_c = 0.53x\sqrt{281x40x73.21} = 26017.13kg$$

$$S = \frac{2.54x4200x73.21}{(39459.94 - 26017.13)} = 58.10cm$$

Colocar resto de estribos @ 35 cm.

**Figura 15. Detalle del armado de la viga**

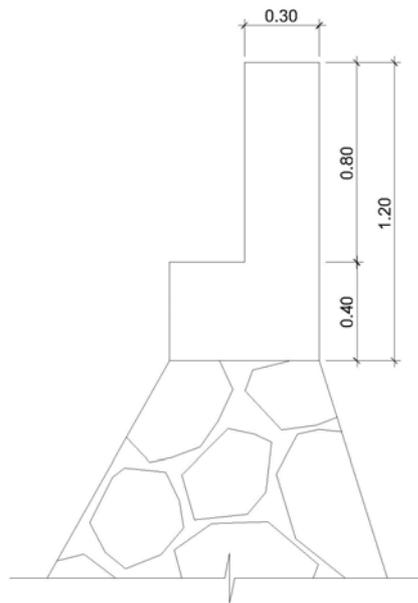


## 2.7 Diseño de la subestructura

### 2.7.1 Análisis y diseño de las estructuras de apoyo

La sección geométrica que tendrá la cortina y la viga de apoyo se muestran en la figura.

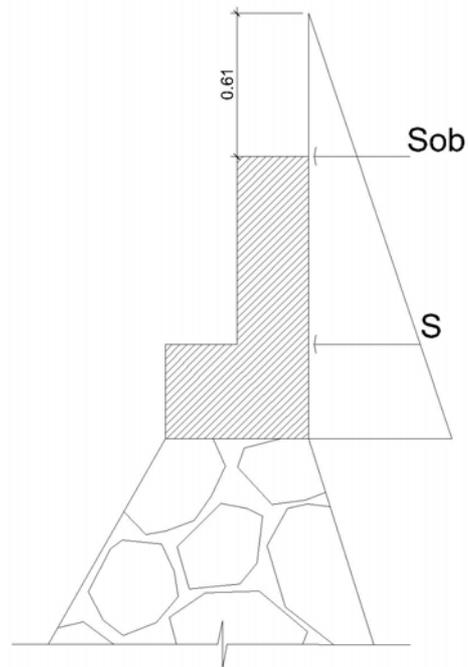
**Figura 16. Dimensionamiento de la viga de apoyo y cortina**



### Cortina

Se considera sobrecarga de equivalente líquido = 2' (0.61 cm) con presión de  $480 \text{ kg/m}^3$  ( $30 \text{ lb/pe}^3$ ) según las normas AASHTO.

**Figura 17. Diagrama de presiones en la cortina**



$$Esob = (Hsob \times 480) \times H$$

$$Esob = (0.61 \times 480) \times 0.8 = 234.24 \text{ kg}$$

$$Es = (H \times 480) \times H / 2$$

$$Es = (0.8 \times 480) \times 0.8 / 2 = 153.60 \text{ kg}$$

$$\text{Empuje} = Esob + Es$$

$$\text{Empuje} = 234.24 + 153.60 = 387.84 \text{ kg}$$

### **Fuerza Longitudinal**

Debe ser un 5% de la carga viva y su centro de gravedad a 1.83 m sobre la capa de rodadura según el artículo 1.2.13 de las normas AASHTO.

$$P_{\text{camión de rueda}} = 5443\text{kg}$$

$$P_{\text{camión por eje}} = 2 \times 5443 = 10886\text{kg}$$

$$CV = 5\%(P \text{ de eje}) = 544.30\text{kg}$$

$$FL = \frac{CV}{1.83} \quad (\text{para un metro de largo})$$

$$FL = \frac{544.30}{1.83} = 297.43\text{kg}$$

Esta fuerza actúa a 6 pies sobre la cortina.

$$\text{Brazo} = 6' + H_{\text{CORTINA}}$$

$$\text{Brazo} = 1.829 + 0.8 = 2.63\text{m}$$

### **Fuerza de sismo (S)**

Se aplica un factor de sismo de 12% al centro de la cortina.

$$CM \text{ de cortina} = 0.3 \times 0.8 \times 2400 = 576\text{kg}$$

$$S = 12\% CM \quad (\text{para un metro de largo})$$

$$S = 0.12 \times 576 = 69.12\text{kg}$$

$$\text{Brazo} = H / 2$$

$$\text{Brazo} = 0.8 / 2 = 0.40\text{m}$$

## Grupos de carga

Los grupos de carga a usar son: I, III, VII, para calcular el momento máximo de empotramiento según la AASHTO en el artículo 1.2.22

### Grupo I

$$M = \text{Empujexb}$$

$$M = Esobxb + Esxb$$

$$M = Esob(H / 2) + Es(H / 3)$$

$$M = 234.24(0.8 / 2) + 153.60(0.8 / 3) = 134.66\text{kg} - m$$

### Grupo III

$$M = 1.3(\text{Empujexb} + FLxb)$$

$$M = 1.3(134.66 + 297.43 \times 2.63) = 1191.58\text{kg} - m$$

### Grupo VII

$$M = 1.3(\text{Empujexb} + Sxb)$$

$$M = 1.3(134.66 + 69.12 \times 0.4) = 211\text{kg} - m$$

$M_{\text{max}}$  = el mayor del grupo de cargas

$$M_{\text{max}} = 1191.58\text{kg} - m$$

## Refuerzo a flexión

Datos:

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

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

$$M_U = 119158 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$b = 80 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento} = 5 \text{ cm}$$

$$d = 24.21 \text{ cm}$$

$\phi = 0.90$  para elementos sometidos a flexión

$$A_s = \frac{0.85 \times 281 \times 80 \times 24.21}{2810} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 119158}{0.85 \times 0.90 \times 281 \times 80 \times (24.21)^2}} \right] = 1.96 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1}{2810} \times 80 \times 24.21 = 9.72 \text{ cm}^2 \quad \text{Usar } A_{s \text{ min}}$$

Se emplea un armado de 4 varillas No.5 + 2 varillas No.4.

## Refuerzo a corte

Se utilizan los grupos de carga I, III, y VII, para encontrar el valor de esfuerzo cortante máximo:

### Grupo I

$$V = \text{Empuje} = 387.84 \text{ kg}$$

### Grupo III

$$V = 1.3(\text{Empuje} + LF)$$

$$V = 1.3(387.84 + 297.43) = 890.85\text{kg}$$

### Grupo VII

$$V = 1.3(\text{Empujexb} + S)$$

$$V = 1.3(387.84 + 69.12) = 594.05\text{kg}$$

$V_{\text{max}}$  = el mayor del grupo de cargas

$$V_{\text{max}} = 890.85\text{kg}$$

$$V_n = \frac{V_U}{0.85}$$

$$V_n = \frac{890.85}{0.85} = 1048.06\text{kg}$$

$$V_c = 0.53x\sqrt{f'_c}xbxd$$

$$V_c = 0.53x\sqrt{281}x80x24.21 = 17207.34\text{kg}$$

$$S = \frac{Avxf_y \cdot xd}{(V_n - V_c)}$$

$Av = 2x$  Área de la varilla (Se utilizarán varillas No. 2)

$$Av = 2x0.32 = 0.64\text{cm}^2$$

$$S = \frac{0.64 \times 2810 \times 24.21}{(1048.06 - 17207.34)} = -2.58 \text{ cm}$$

Como  $V_c > V_n$  el concreto absorbe todo el esfuerzo, se debe colocar el espaciamiento máximo.

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{24.21}{2} = 12.11 \text{ cm}$$

Colocar estribos @ 10 cm.

### **Viga de apoyo**

Para dimensionar la viga de apoyo se toman los siguientes criterios:

Base =  $X$  + ancho de cortina

$X = 2 \text{ cm}$  por cada metro de longitud del puente

$X = 2 \times 10.00 = 20 \text{ cm}$  Usar 30 cm

Base =  $30 + 30 = 60 \text{ cm}$

Altura = 40 cm

Largo = 6.00 m

La viga de apoyo no se ve sometida a esfuerzos de flexión y se diseña únicamente por aplastamiento. El refuerzo longitudinal se calcula con el requerimiento de acero mínimo.

## **Carga muerta**

$$Carga\ total\ distribuida = 6122.94kg / m$$

$$Carga\ total = Carga\ distribuida \times L$$

$$Carga\ total = 6122.94 \times 10 = 61229.40kg$$

$$Carga\ muerta\ para\ cada\ viga\ de\ apoyo = 30614.70kg$$

$$C_M = Carga\ para\ cada\ viga\ de\ apoyo / L_{viga\ de\ apoyo}$$

$$C_M = 30614.70 / 6 = 5102.45kg / m$$

$$C_{MCortina} = 0.3 \times 0.8 \times 2400 = 576kg / m$$

$$C_{Mtotal} = 5102.45 + 576 = 5678.45kg / m$$

## **Carga viva**

$$C_V = Carga\ de\ eje\ de\ camión$$

$$C_V = 10886kg$$

Se calcula la carga viva distribuida a lo largo de la viga de apoyo:

$$C_V = Carga\ de\ camión / L_{viga\ de\ apoyo}$$

$$C_V = 10886 / 6 = 1814.33kg / m$$

Para los componentes de la subestructura no se deben de considerar factor de impacto según el artículo 3.8.1.2 de las normas AASHTO.

### Carga última

$$C_U = 1.3C_{CM} + 2.17C_{CV}$$

$$C_U = 1.3(5678.45) + 2.17(1814.33)$$

$$C_U = 7381.98 + 3937.10 = 11319.08 \text{ kg/m} \quad (\text{Para un metro de largo})$$

### Refuerzo a corte

Datos:

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

$$b = 60 \text{ cm}$$

$$d = 34.21 \text{ cm}$$

$$V_n = \frac{V_U}{0.85}$$

$$V_n = \frac{11319.08}{0.85} = 13316.56 \text{ kg}$$

$$V_c = 0.53x\sqrt{f'_c}xbxd$$

$$V_c = 0.53x\sqrt{281}x60x34.21 = 18236.16 \text{ kg}$$

$$S = \frac{Avx f_y \cdot xd}{(V_n - V_c)}$$

$$Av = 2x \text{Área de la varilla} \quad (\text{Se utilizarán varillas No. 3})$$

$$Av = 2x0.71 = 1.42 \text{ cm}^2$$

$$S = \frac{1.42x2810x34.21}{(1336.56 - 18236.16)} = -8.08 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = \frac{d}{2} = \frac{34.21}{2} = 17.11 \text{ cm}$$

Se colocaran los estribos @ 20cm.

### Refuerzo longitudinal

Datos:

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

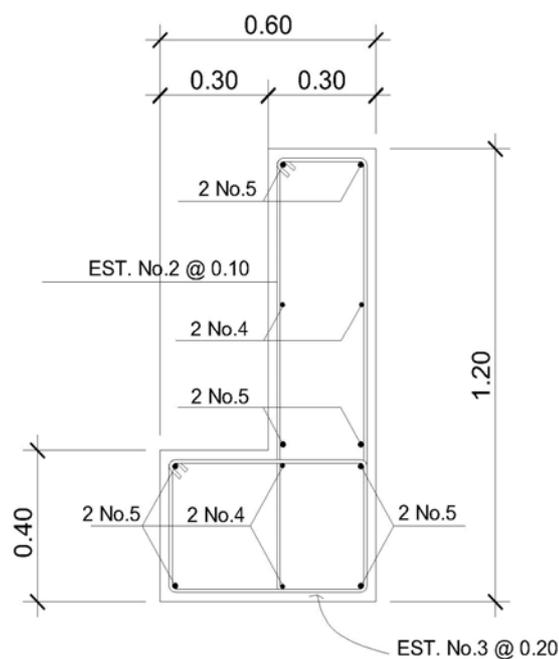
$$b = 60 \text{ cm}$$

$$d = 34.21 \text{ cm}$$

$$A_{s \min} = \frac{14.1}{2810} \times 60 \times 34.21 = 10.30 \text{ cm}^2$$

Se emplea un armado de 4 varillas No.5 + 2 No.4.

**Figura 18. Detalle del armado de cortina y viga de apoyo**



### 2.7.2 Análisis y diseño de los estribos

Para el diseño del puente se utilizarán estribos de gravedad fabricados con concreto ciclópeo, ya que este tipo de estribo resulta más económico y el análisis del mismo es más simple que el de cualquier otro tipo.

Para el análisis de los estribos se verifican tres condiciones:

#### Estabilidad de la estructura al volcamiento

$$\frac{Me}{Mv} > 1.5$$

#### Estabilidad de la estructura al deslizamiento

$$0.5 \left[ \frac{We}{Wv} \right] > 1.5$$

**Esfuerzos en el terreno menores o iguales que los esfuerzos admisibles del terreno.**

$$P = \frac{W}{A} \left[ 1 \pm \left( \frac{6e}{b} \right) \right] < V_s$$

donde:

ME = momento estabilizante

MV = momento de volteo

W = fuerzas horizontales

E = fuerza resistente

e = excentricidad

Vs = valor soporte del suelo

Estas tres consideraciones se deben realizar para tres tipos de carga: carga producida por el estribo solo, carga producida por el muro con la superestructura junto a la carga viva y la que es producida por efectos de sismo en el que no se considera la carga viva.

datos:

Peso de concreto armado =  $2400 \text{ kg/m}^3$

Peso de concreto ciclópeo =  $2700 \text{ kg/m}^3$

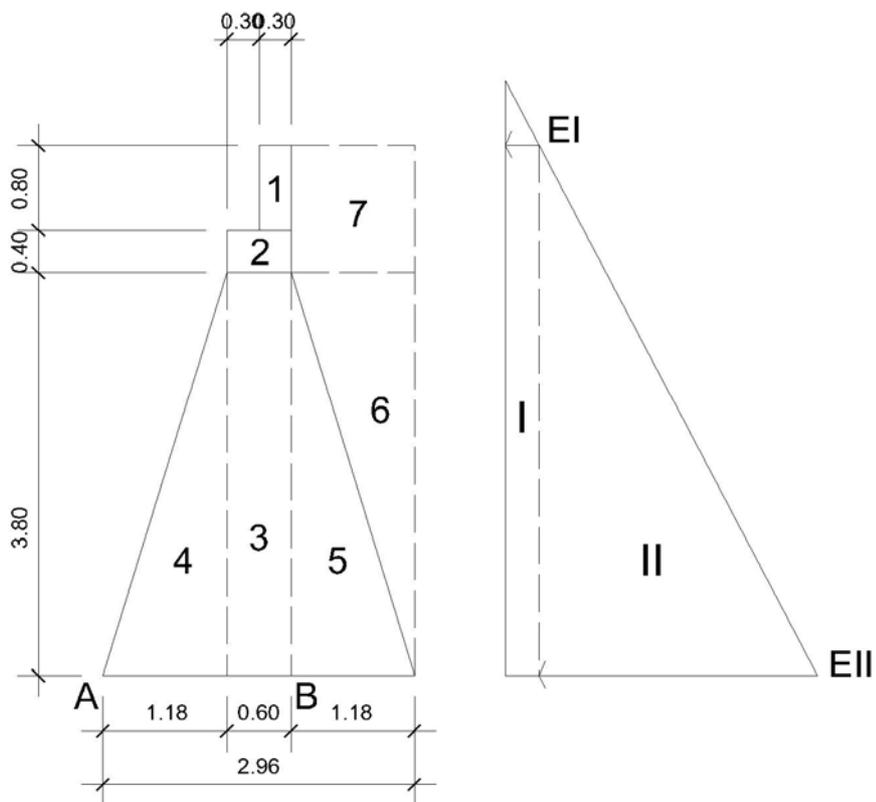
Peso del suelo =  $2810 \text{ kg/m}^3$

Valor soporte =  $20000 \text{ kg/m}^3$

Equivalente líquido =  $480 \text{ kg/m}^3$

Altura de sobrecarga de relleno =  $0.61 \text{ m}$

**Figura 19. Sección del estribo y diagrama de presiones**



El análisis se hace para un metro de longitud en el sentido transversal del puente.

### Momento de volteo (Mv)

$$EI = 480 \times H_{sobrecarga}$$

$$EI = 480 \times 0.61 = 292.80 \text{ kg/m}^2$$

$$EII = 480 \times H_{total}$$

$$EII = 480 \times 5.00 = 2400.00 \text{ kg/m}^2$$

**Tabla IV. Momento de volteo**

Sección	Altura (m)	Presión (kg/m <sup>2</sup> )	Empuje Wv(kg)	Brazo (m)	Momento Mv(kg-m)
I	5.00	292.80	1464.00	2.50	3660.00
II	2.50	2400.00	6000.00	1.67	10000.00
$\sum W_v$			7464.00	$\sum M_v$	13660.00

### Momento estabilizante (Me)

**Tabla V. Momento estabilizante**

Sección	Dimensiones (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Pe (kg/m <sup>3</sup> )	We (kg)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	0.30	0.80	0.24	2400	576.00	1.63	940.03
2	0.60	0.40	0.24	2400	576.00	1.48	853.63
3	0.60	3.80	2.28	2700	6156.00	1.48	9123.19

4	1.18	3.80	2.25	2700	6063.66	0.79	4778.16
5	1.18	3.80	2.25	2700	6063.66	2.18	13194.52
6	1.18	3.80	2.25	2180	4895.84	2.57	12582.32
7	1.18	1.20	1.42	2180	3092.11	2.37	7337.58
$\sum W_e$					40776	$\sum M_e$	48809.45

### Chequeo del estribo sin superestructura

#### Estabilidad de la estructura al volcamiento

$$\frac{M_e}{M_v} = \frac{48809.45}{13660.00} = 3.57 > 1.5 \quad \text{OK}$$

#### Estabilidad de la estructura al deslizamiento

$$0.5 \left[ \frac{W_e}{W_v} \right] = 0.5 \left[ \frac{27423.28}{7464.00} \right] = 1.84 > 1.5 \quad \text{OK}$$

#### Esfuerzos en el terreno menores o iguales que los esfuerzos admisibles del terreno

$$a = \frac{M_e - M_v}{W_e}$$

$$a = \frac{48809.45 - 13660.00}{27423.28} = 1.28$$

$$3a = 3(1.28) = 3.85m > 2.96m$$

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

$$e = \frac{2.96}{2} - 1.28 = 0.20m$$

Las presiones se verifican de la siguiente forma:

$$P = \frac{W}{A} \left[ 1 \pm \left( \frac{6e}{b} \right) \right] \langle V_s \rangle$$

donde:

$W$  = peso de la estructura

$A$  = área de la base

$e$  = excentricidad

$b$  = base

$$P_{MAX} = \frac{27423.28}{2.96 \times 1.00} \left[ 1 + \left( \frac{6(0.20)}{2.96} \right) \right] = 13002.83kg / m^2 \langle 20000kg / m^2 \rangle \quad OK$$

$$P_{MAX} = \frac{27423.28}{2.96 \times 1.00} \left[ 1 - \left( \frac{6(0.20)}{2.96} \right) \right] = 5501.41kg / m^2 \rangle 0 \quad OK$$

### **Chequeo del estribo con superestructura y carga viva**

Se convierte la carga viva y muerta de la superestructura en carga distribuida dividiéndola por la longitud de la viga de apoyo, para calcular por un metro de largo del estribo.

$$W_2 = \frac{10886 + 30614.70}{6} = 6916.78kg$$

$$\text{Brazo} = \text{base estribos} / 2$$

$$\text{Brazo} = 2.96 / 2 = 1.48m$$

### Momento estabilizante

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

$$Me_2 = 6916.78 \times 1.48 = 10250.67kg - m$$

$$Me_{total2} = Me_2 + Me$$

$$Me_{total2} = 10250.67 + 48809.45 = 59060.12kg - m$$

### Volteo

$$V = Me_{total2} / Mv$$

$$V = 59060.12 / 13660.00 = 4.32 > 1.50 \quad \text{OK}$$

### Deslizamiento

$$D = 0.5 \left[ \frac{(W_2 + We)}{Wv} \right]$$

$$D = 0.5 \left[ \frac{(6916.78 + 27423.28)}{7464.00} \right] = 2.30 > 1.50 \quad \text{OK}$$

### Presiones

$$a = \frac{(Me_{total2} - Mv)}{(W_2 + We)}$$

$$a = \frac{(59060.12 + 13660.00)}{(6916.78 + 27423.28)} = 1.32m$$

$$3a = 3(1.32) = 3.96m > 2.96m$$

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

$$e = \frac{2.96}{2} - 1.32 = 0.16$$

$$P = \frac{W}{A} \left[ 1 \pm \left( \frac{6e}{b} \right) \right] \langle V_s \rangle$$

$$P_{MAX} = \frac{(27423.28 + 6916.78)}{2.96 \times 1.00} \left[ 1 + \left( \frac{6(0.16)}{2.96} \right) \right] = 15336.43 \text{ kg/m}^2 < 20000 \text{ kg/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$P_{MIN} = \frac{(27423.28 + 6916.78)}{2.96 \times 1.00} \left[ 1 - \left( \frac{6(0.16)}{2.96} \right) \right] = 7835.00 \text{ kg/m}^2 > 0 \quad \text{OK}$$

### **Chequeo del estribo por efectos de sismo sin carga viva**

$$W_{subestructura} = 27423.28 \text{ kg}$$

$$W_{supereestructura} = 30614.70 / 6 = 5102.45 \text{ kg}$$

$$W_{total3} = W_{sub} + W_{sup}$$

$$W_{total3} = 27423.28 + 5102.45 = 35525.73 \text{ kg}$$

$$Brazo_3 = 1.48 \text{ m}$$

### Momento estabilizante

$$Me_3 = W_{sup} + Brazo_3$$

$$Me_3 = 5102.45 \times 1.48 = 7561.83 \text{ kg} - m$$

$$Me_{total3} = Me_3 + Me$$

$$Me_{total3} = 7561.83 + 48809.45 = 56371.28 \text{ kg} - m$$

### Fuerza horizontal

$$FH = 1.08 \times W_w + 0.08 \times W_{total3}$$

$$FH = 1.08(7464.00) + 0.08(32525.73) = 10663.18 \text{ kg}$$

### Momento de volteo por sismo

Tabla VI. Momento de volteo por sismo

Sección	Dimensiones (m)		Área (m <sup>2</sup> )	Pe (kg/m <sup>3</sup> )	We (kg)	Brazo (m)	Momento (kg-m)
1	0.30	0.80	0.24	2400	576.00	4.60	2649.60
2	0.60	0.40	0.24	2400	576.00	4.00	2304.00
3	0.60	3.80	2.28	2700	6156.00	1.90	11696.40
4	1.18	3.80	2.25	2700	6063.66	1.27	7680.64
5	1.18	3.80	2.25	2700	6063.66	1.27	7680.64
6	1.18	3.80	2.25	2180	4895.84	2.53	12402.80
7	1.18	1.20	1.42	2180	3092.11	4.40	13605.29
$\sum We$					27423.28	$\sum Mv$	58019.37

$$MS = 0.08xMv_3$$

$$MS = 0.08(58019.37) = 4641.55kg - m$$

$$M_{volteo3} = 1.08xMv + 0.08xW_{sup}xh'$$

$$h' = H - h_{cortina} = 5.00 - 0.80 = 4.20m$$

$$M_{volteo3} = 1.08(13660.00) + 0.08(5102.45)x4.20 = 16467.22kg - m$$

$$Mv_{total3} = MS + M_{volteo3}$$

$$Mv_{total3} = 4641.55 + 16467.22 = 21108.77kg - m$$

## Volteo

$$V = Me_{total3} / Mv_{total3}$$

$$V = 56371.28 / 21108.77 = 2.67 > 1.50$$

## Deslizamiento

$$D = 0.5 \left[ \frac{W_{total3}}{FH} \right]$$

$$D = 0.5 \left[ \frac{35525.73}{10663.18} \right] = 1.53 > 1.50$$

## Presiones

$$a = \frac{(Me_{total3} - Mv_{total3})}{W_{total3}}$$

$$a = \frac{(56371.28 - 21108.77)}{32525.73} = 1.08m$$

$$3a = 3(1.08) = 3.24m < 2.96m$$

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

$$e = \frac{2.96}{2} - 1.08 = 0.40m$$

$$P = \frac{W}{A} \left[ 1 \pm \left( \frac{6e}{b} \right) \right] < V_s$$

$$P_{MAX} = \frac{(35525.73)}{2.96 \times 1.00} \left[ 1 + \left( \frac{6(0.40)}{2.96} \right) \right] = 19811.51 kg/m^2 < 20000 kg/m^2 \quad OK$$

$$P_{MIN} = \frac{(35525.73)}{2.96 \times 1.00} \left[ 1 - \left( \frac{6(0.40)}{2.96} \right) \right] = 2135.67 kg/m^2 > 0 \quad OK$$

## 2.8 Planos

Los planos elaborados son los siguientes:

1. Planta general y perfil del terreno
2. Subestructura
3. Superestructura
4. Detalles

## 2.9 Presupuesto

Tabla VII. Presupuesto del puente vehicular de la aldea Las Pozas.

<b>Integración Precios</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Directo</b>
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIEZA GENERAL	m <sup>2</sup>	200	Q 7.56	Q 1,512.64
1.2	TRAZO Y ESTAQUEADO	ml	10	Q 15.94	Q 159.38
1.3	EXCAVACIÓN	m <sup>3</sup>	117	Q 94.18	Q 11,018.79
1.4	RELLENO	m <sup>3</sup>	193	Q 113.97	Q 21,997.06
1.5	HERRAMIENTA	Global			Q 6,750.00
	SUB-TOTAL				Q 41,437.86
<b>2</b>	<b>SUBESTRUCTURA</b>				
2.1	ESTRIBOS + ALETONES	m <sup>3</sup>	140	Q 744.33	Q104,205.92
2.2	VIGA Y CORTINA DE APOYO	ml	12	Q 1,139.90	Q 13,678.77
	SUB-TOTAL				Q117,884.69
<b>3</b>	<b>SUPESTRUCTURA</b>				
3.1	VIGA PRINCIPAL	ml	30	Q 1,277.21	Q 38,316.43
3.2	DIAFRAGMAS	ml	6.4	Q 452.14	Q 2,893.69
3.3	LOSA	m <sup>2</sup>	56	Q 840.23	Q 47,053.02
3.4	ACERA	ml	20	Q 364.85	Q 7,296.93
3.5	BARANDAL	ml	20	Q 312.59	Q 6,251.88
	SUB-TOTAL				Q 101,811.95
	<b>TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>Q 261,134.51</b>
					<b>\$ 33,913.57</b>

Tipo de Cambio Q 7.7

Tabla VIII. Programa de trabajo del puente vehicular de la aldea Las Pozas

2.10 Programa de trabajo

		Cronograma de actividades																				
No.	REGLÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10											
		L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
1	Trabajos preliminares	████████████████████																				
2	Estribos		████████████████████																			
3	Viga y cortina de apoyo				████████████████████																	
4	Viga principal					████████████████████																
5	Diafragmas						████████████████████															
6	Losa							████████████████████														
7	Acera									████████████████████												
8	Barandal										████████████████████											

## **3. DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CANTÓN CANOAS**

### **3.1 Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia.

Se realizaron los levantamientos siguientes:

- Planimétrico, utilizando el método de conservación del azimut.
- Altimétrico, utilizando una nivelación simple.

### **3.2 Condiciones generales**

La cantidad de agua que utilizan los habitantes del cantón Canoas, del municipio y departamento de Jutiapa, una vez servida la conducen a la calle, creando con ello un ambiente de mucha contaminación, por no contar con un sistema adecuado de evacuación de aguas servidas.

Ésta razón es suficiente para que el agua servida sea transportada por medio de un sistema de alcantarillado, para lograr así un ambiente sano; justificándose de ésta forma la construcción de un alcantarillado sanitario.

### **3.3 Período de diseño**

Se utilizara un período de diseño de 25 años.

### 3.4 Fórmula para el cálculo hidráulico

#### 1) Fórmula de Chezy

$$V = C \times \sqrt{R \times S}$$

donde:

$V$  = velocidad en m / s

$R$  = radio hidráulico

$S$  = pendiente en porcentaje %

$C$  = coeficiente

El tipo de tubería a utilizar para el presente proyecto es de PVC. Las velocidades máxima y mínima de caudal sanitario, son: 0.40 a 3.00 m/s.

#### 2) Fórmula de Manning

$$C = \frac{R^{2/3}}{n}$$

donde:

$R$  = radio hidráulico

$n$  = coeficiente de rugosidad

$C$  = coeficiente de Manning

Después de sustituir en la fórmula de Chezy el coeficiente de Manning, queda así:

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

### 3) Fórmula de continuidad

$$Q = V \times A$$

donde:

$Q$  = caudal en  $m^3 / s$

$V$  = velocidad en  $m / s$

$A$  = área en  $m^2$

El área de tubería circular es:

$$A = \frac{D^2 \times \pi}{4}$$

donde:

$\pi$  = 3.1416 constante pi

$D$  = diámetro de la tubería en m

$A$  = área de la tubería en  $m^2$

### 3.5 Pendientes

Las pendientes se seleccionaran de una manera que se ajusten a la topografía del terreno, y que cumpla con las velocidades permisibles para el caudal de diseño de cada tramo.

### 3.6 Determinación del caudal de sanitario

a) Caudal domiciliar (  $Q_{dom}$  )

$$Q_{dom} = \frac{(No.hab) \times (dotación) \times (F.R)}{86,400}$$

donde:

*No.hab* = número de habitantes

*Dotación* = agua en lts/hab/día

*F.R* = factor de retorno en %

*Qdom* = caudal domiciliar lts / s

b) Caudal de conexiones ilícitas ( *Q con-ilí* )

$$Q_{con-ilí} = 5 - 10\% Q_{dom}$$

donde:

*Qdom* = caudal domiciliar lts / s

*Qcon-ilí* = caudal de conexiones ilícitas lts / s

Los caudales comercial e industrial, en el presente estudio no se tomaron en consideración, porque no existían en el área del proyecto. Mientras que el caudal de infiltración no se tomara en cuenta porque utilizaremos tubería de PVC.

c) Caudal Sanitario (*Q san*)

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{con-ilí}$$

donde:

*Qdom* = caudal domiciliar

*Qcon-ilí* = caudal de conexiones ilícitas

*Qsan* = caudal sanitario

d) Factor de caudal medio

$$Fqm = \frac{Qsan}{No.hab}$$

donde:

$Qsan$  = caudal sanitario lts / s

$No.hab$  = número de habitantes

$Fqm$  = factor de caudal medio

e) Factor de Harmon

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

donde:

$P$  = población a servir en miles

$F.H.$  = factor de Harmon

f) Caudal de diseño (  $Q_{dis}$  )

La fórmula para el cálculo del caudal de diseño es:

$$Qdis = No.hab \times Fqm \times F.H$$

donde:

$No.hab$  = número de habitantes

$Fqm$  = factor de caudal medio

$F.H.$  = factor de Harmond

$Qdis$  = caudal de diseño lts / s

### 3.7 Diseño y cálculo hidráulico

Se diseñara el tramo inicial del pozo de visita 1 al pozo de visita 2, el cual se encuentra en el ramal 1 comprendido de la estación 0 a la estación 18.

Datos:

Cota inicio = 1000.0 m

Cota final = 999.2 m

Distancia horizontal = 79.0 m

$$\text{Pendiente del terreno (\%)} = \frac{(1000.0 - 999.2)}{79.0} \times 100 = 1.01\%$$

En base al plano de densidad de vivienda, se tienen en el tramo 6 casas, por criterio se toma 6 hab/viv para el diseño y una tasa de crecimiento poblacional de 5%.

No. de habitantes (actual) =  $No.casas \times densidad$

No. de habitantes (actual) =  $6viv \times 6hab / viv = 36hab$

No. de habitantes (futuro) =  $P_{actual}(1+i)^n$

No. de habitantes (futuro) =  $36(1+0.05)^{20} = 122hab$

#### Calculo del caudal de diseño:

**Población actual:**

$$Q_{dom} = \frac{(No.hab) \times (dotación) \times (F.R)}{86,400} = \frac{36 \times 120 \times 0.8}{86400} = 0.04 \text{ lts/s}$$

$$Q_{con - ilí} = 10\% Q_{dom} = 0.1(0.04) = 0.004 \text{ lts / s}$$

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{con - ilí} = 0.04 + 0.04 = 0.044 \text{ lts / s}$$

$$F_{qm} = \frac{Q_{san}}{No.hab} = \frac{0.044}{36} = 0.0012 \quad \text{Por criterio utilizaremos 0.003}$$

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{36}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{36}{1000}}} = 4.34$$

$$Q_{dis} = No.hab \times F_{qm} \times F.H. = 36 \times 0.003 \times 4.34 = 0.47 \text{ lts / s}$$

### **Población futura:**

$$Q_{dom} = \frac{(No.hab) \times (dotación) \times (F.R)}{86,400} = \frac{122 \times 120 \times 0.8}{86400} = 0.1356 \text{ lts / s}$$

$$Q_{con - ilí} = 10\% Q_{dom} = 0.1(0.1356) = 0.01356 \text{ lts / s}$$

$$Q_{san} = Q_{dom} + Q_{con - ilí} = 0.1356 + 0.01356 = 0.149 \text{ lts / s}$$

$$F_{qm} = \frac{Q_{san}}{No.hab} = \frac{0.149}{122} = 0.0012 \quad \text{Por criterio utilizaremos 0.003}$$

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{\frac{122}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{122}{1000}}} = 4.22$$

$$Q_{dis} = No.hab \times F_{qm} \times F.H. = 122 \times 0.003 \times 4.22 = 1.54 \text{ lts / s}$$

Se propone un diámetro de 6" por ser tramo inicial y por utilizar tubería de PVC y la pendiente de la tubería preferiblemente igual a la del terreno de 1.01%, utilizando la formula de Manning, se determina el caudal y la velocidad del flujo a sección llena:

$$V = \frac{\left(\frac{0.0254 \times 6}{4}\right)^{2/3} \times (0.0101)^{1/2}}{0.010} = 1.14 \text{ m/s}$$

$$A = \left(\frac{(0.0254 \times 6)^2 \times \pi}{4}\right) = 0.018 \text{ m}^2$$

$$Q = V \times A = 1.14 \times 0.018 = 0.02078 \times 1000 = 20.78 \text{ lts/s}$$

Verificamos relaciones hidráulicas:

**Población actual:**

$$\frac{Q_{dis}}{Q} = \frac{0.47}{20.78} = 0.02256$$

Con la ayuda de tablas se determinan las siguientes relaciones:

$$\frac{v}{V} = 0.41 ; \text{ donde } v = 0.41 \times 1.14 = 0.47 \text{ m/s}$$

$$\frac{d}{D} = 0.10$$

**Población futura:**

$$\frac{Q_{dis}}{Q} = \frac{1.54}{20.78} = 0.07424$$

Con la ayuda de tablas se determinan las siguientes relaciones:

$$\frac{v}{V} = 0.59 ; \text{ donde } v = 0.41 \times 1.14 = 0.67 \text{ m/s}$$

$$\frac{d}{D} = 0.18$$

Todos los tramos están diseñados con las pendientes de las tuberías lo más ajustadas a la topografía del terreno, para evitar pozos de visita de grandes profundidades, logrando con ello una disminución en el presupuesto y de igual manera un buen funcionamiento del sistema.

Las cotas invert se calculan de la siguiente manera:

$$CIE = C_{\text{terreno}} - HP$$

$$CIE = 1000 - 1.40 = 998.60 \text{ m}$$

$$CIS = CIE - \frac{(S * DH)}{100}$$

$$CIS = 998.60 - \frac{(1.01 * 79.0)}{100} = 997.80 \text{ m}$$

Para el volumen de excavación utilizamos la siguiente formula:

$$Vol = \frac{(hf + fi)}{2} \times DH \times Ancho = \frac{(1.40 + 1.40)}{2} \times 79.0 \times 0.60 = 66.36m^3$$

### Parámetros de diseño:

Densidad de vivienda	6 hab/viv
Tasa incremento	5 %
Período de diseño	25 años
Factor caudal medio	0.003
Tubería pvc	6" min
Vel.min.	0.4m/seg
Vel.max	3.0m/seg
$n$	0.010 tubería PVC
Dotación	120 lts/hab/día

DE	PV	A	COTAS TERR.		DH (mts)	S(%) TERR.	No. CASAS		HAB.SERVICIOS		FQM	FACT. HARM		Qd.(L/s)		DIAM. (Pig)	S(%) TUBO
			INICIO	FINAL			LOCAL	ACUM	ACT.	FUT.		ACT.	FUT.	ACT.	FUT.		
1	2	1000,0	999,2	79,0	1,01	6	6	36	122	0,003	4,34	4,22	0,47	1,54	6	1,01	
2	3	999,2	998,4	79,0	1,01	6	12	72	244	0,003	4,28	4,12	0,92	3,01	6	1,01	
3	4	998,4	998,1	43,0	0,70	6	18	108	366	0,003	4,23	4,04	1,37	4,43	6	0,70	
4	5	998,1	997,7	88,0	0,45	9	27	162	549	0,003	4,18	3,95	2,03	6,51	6	0,45	
5	6	997,7	997,5	50,0	0,40	11	38	228	772	0,003	4,13	3,87	2,82	8,96	6	0,40	
6	7	997,5	997,5	68,0	0,00	11	49	294	996	0,003	4,08	3,80	3,60	11,35	8	0,29	
7	8	997,5	997,4	60,0	0,17	20	69	414	1402	0,003	4,02	3,70	4,99	15,56	8	0,25	
8	9	997,4	997,7	88,0	-0,34	13	82	492	1666	0,003	3,98	3,65	5,87	18,22	8	0,23	
9	10	997,7	997,9	70,0	-0,29	14	96	576	1951	0,003	3,94	3,59	6,81	21,03	8	0,36	
10	11	997,9	997,7	52,8	0,38	3	99	594	2011	0,003	3,93	3,58	7,01	21,63	8	0,38	
11	12	997,7	997,5	52,8	0,38	3	102	612	2072	0,003	3,93	3,57	7,21	22,22	8	0,38	
12	13	997,5	996,7	40,0	2,00	2	104	624	2113	0,003	3,92	3,57	7,34	22,61	8	0,50	
13	14	996,7	996,6	11,5	0,87	2	106	636	2154	0,003	3,92	3,56	7,48	23,01	8	0,87	
14	15	996,6	995,0	79,3	2,02	2	108	648	2194	0,003	3,91	3,55	7,61	23,40	8	1,64	
15	16	995,0	993,8	80,0	1,50	20	128	768	2601	0,003	3,87	3,49	8,92	27,26	8	1,25	
16	17	993,8	993,3	57,0	0,88	4	132	792	2682	0,003	3,86	3,48	9,18	28,03	8	0,88	
17	18	993,3	992,4	53,0	1,70	0	132	792	2682	0,003	3,86	3,48	9,18	28,03	8	1,51	
18	19	992,4	991,7	68,0	1,03	10	142	852	2885	0,003	3,84	3,46	9,82	29,92	8	1,03	
20	20	997,5	997,2	40,0	0,75	2	2	12	41	0,003	4,41	4,33	0,16	0,53	6	2,62	
21	21	997,2	996,9	58,5	0,51	15	17	102	345	0,003	4,24	4,05	1,30	4,20	6	0,51	
22	22	996,9	996,6	58,5	0,51	2	19	114	386	0,003	4,23	4,03	1,45	4,67	6	0,51	
23	23	996,6	997,0	68,0	-0,59	13	32	192	650	0,003	4,15	3,91	2,39	7,63	6	0,37	
24	24	997,0	996,8	95,0	0,21	12	44	264	894	0,003	4,10	3,83	3,25	10,27	6	0,32	
25	25	996,8	996,2	43,0	1,40	2	46	276	935	0,003	4,09	3,82	3,39	10,71	6	0,35	
26	26	996,2	996,5	73,0	-0,41	6	52	312	1057	0,003	4,07	3,78	3,81	12,00	8	0,27	
27	27	996,5	996,1	65,0	0,62	9	61	366	1239	0,003	4,04	3,74	4,44	13,90	8	0,23	
28	28	996,1	996,0	78,0	0,13	8	69	414	1402	0,003	4,02	3,70	4,99	15,56	8	0,19	
29	29	996,0	995,4	61,0	0,98	3	72	432	1463	0,003	4,01	3,69	5,19	16,18	8	0,25	
30	30	995,4	993,8	61,4	2,61	18	90	540	1829	0,003	3,96	3,62	6,41	19,84	8	0,49	
31	31	993,8	993,7	18,0	0,56	3	93	558	1890	0,003	3,95	3,60	6,61	20,43	8	0,56	
32	32	993,7	993,2	23,5	2,13	2	95	570	1930	0,003	3,94	3,60	6,74	20,83	8	0,43	
33	33	993,2	991,9	37,9	3,43	3	98	588	1991	0,003	3,94	3,59	6,94	21,43	8	1,58	
34	34	991,9	990,8	33,9	3,24	3	101	606	2052	0,003	3,93	3,58	7,14	22,02	8	3,24	
35	35	990,8	990,0	34,0	2,35	2	103	618	2093	0,003	3,93	3,57	7,28	22,42	8	2,35	

SECCION LLENA VEL. (m/s)	RELACION q/Q		RELACION v/v		RELACION d/D		VELOCIDAD (m/s)		COTAS INVERT		PROF. POZO		EXC. m3
	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	
1,14	20,78	0,02256	0,41	0,59	0,10	0,18	0,47	0,67	998,60	997,80	1,40	1,40	66,36
1,14	20,78	0,04448	0,50	0,71	0,14	0,26	0,57	0,81	997,80	997,00	1,40	1,40	66,36
0,95	17,25	0,07952	0,60	0,84	0,19	0,35	0,56	0,79	997,00	996,70	1,40	1,40	36,12
0,76	13,93	0,14589	0,71	0,98	0,26	0,48	0,54	0,75	996,70	996,30	1,40	1,40	73,92
0,72	13,06	0,21609	0,80	1,08	0,32	0,61	0,57	0,77	996,30	996,10	1,40	1,40	42,00
0,74	24,12	0,14925	0,72	0,98	0,26	0,48	0,53	0,73	996,10	995,90	1,40	1,60	81,60
0,69	22,24	0,22421	0,81	1,08	0,32	0,62	0,55	0,74	995,90	995,75	1,60	1,65	78,00
0,65	21,21	0,27687	0,85	1,12	0,36	0,71	0,56	0,74	995,75	995,55	1,65	2,15	133,76
0,82	26,58	0,25624	0,84	1,11	0,35	0,67	0,69	0,91	995,55	995,30	2,15	2,60	133,00
0,84	27,38	0,25611	0,84	1,11	0,35	0,67	0,71	0,94	995,30	995,10	2,60	2,60	109,82
0,84	27,38	0,26339	0,81	1,11	0,35	0,68	0,71	0,94	995,10	994,90	2,60	2,60	109,82
0,97	31,45	0,23347	0,81	1,09	0,33	0,63	0,79	1,05	994,90	994,70	2,60	2,00	73,60
1,28	41,48	0,18023	0,76	1,03	0,29	0,53	0,97	1,31	994,70	994,60	2,00	2,00	18,40
1,76	56,95	0,13359	0,69	0,95	0,25	0,45	1,22	1,67	994,60	993,30	2,00	1,70	117,36
1,53	49,73	0,17934	0,76	1,02	0,29	0,53	1,16	1,57	993,30	992,30	1,70	1,50	102,40
1,28	41,66	0,22032	0,80	1,07	0,32	0,60	1,03	2,99	992,30	991,80	1,50	1,50	68,40
1,69	54,65	0,16795	0,74	1,01	0,28	0,51	1,25	1,70	991,80	991,00	1,50	1,40	61,48
1,39	45,13	0,21769	0,80	1,07	0,32	0,59	1,11	1,49	991,00	990,30	1,40	1,40	76,16
1,83	33,46	0,00474	0,25	0,37	0,05	0,09	0,47	0,67	995,10	994,05	2,40	3,15	66,60
0,81	14,79	0,08774	0,28385	0,62	0,20	0,36	0,50	0,70	994,05	993,75	3,15	3,15	110,57
0,81	14,79	0,09775	0,31551	0,63	0,21	0,39	0,51	0,72	993,75	993,45	3,15	3,15	110,57
0,69	12,52	0,19108	0,60942	0,77	0,30	0,56	0,53	0,72	993,45	993,20	3,15	3,80	141,78
0,64	11,61	0,27988	0,88521	0,86	0,36	0,73	0,55	0,72	993,20	992,90	3,80	3,90	219,45
0,67	12,20	0,27786	0,87773	0,86	0,36	0,73	0,57	0,75	992,90	992,75	3,90	3,45	94,82
0,72	23,28	0,16367	0,51521	0,74	0,27	0,51	0,53	0,72	992,75	992,55	3,45	3,95	216,08
0,66	21,37	0,20760	0,65043	0,79	0,31	0,59	0,52	0,70	992,55	992,40	3,95	3,70	198,90
0,60	19,51	0,25564	0,79790	0,84	0,34	0,68	0,50	0,67	992,40	992,25	3,70	3,75	232,44
0,68	22,06	0,23538	0,73366	0,82	0,33	0,64	0,56	0,74	992,25	992,10	3,75	3,30	172,02
0,96	31,09	0,20616	0,63795	0,79	0,31	0,58	0,75	1,02	992,10	991,80	3,30	2,00	130,17
1,02	33,15	0,19940	0,61635	0,78	0,30	0,57	0,80	1,07	991,80	991,20	2,50	2,50	36,00
0,89	29,02	0,23244	0,71798	0,81	0,33	0,63	0,73	0,97	991,20	991,10	2,50	2,10	43,24
1,73	55,97	0,12409	0,38288	0,68	0,24	0,43	1,17	1,61	991,10	990,50	2,10	1,40	53,06
2,47	80,13	0,08916	0,27484	0,62	0,20	0,36	1,52	2,11	990,50	989,40	1,40	1,40	37,97
2,10	68,23	0,10665	0,32853	0,65	0,22	0,39	1,37	1,88	989,40	988,60	1,40	1,40	38,08

## **3.8 Componentes de la red**

### **3.8.1 Ramales**

Consta de 2 ramales principales, el ramal 1 comprendido de la estación 0 a la estación 18 y ramal 2 de la estación 10 a la estación 34, colocados al centro de la calle y por donde se transportan las aguas servidas.

### **3.8.2 Pozos de visita**

Se construirán 35 pozos de visita, los que servirán para operación, mantenimiento, revisiones, reparaciones, ventilación, etc, del sistema de drenaje.

Se construirán con paredes de ladrillo, serán impermeabilizadas con repello y luego un cernido liso; la tapadera y el brocal serán de concreto armado y en el fondo se dejara la pendiente necesaria para la conducción del agua.

#### **Criterios que se utilizaron para la ubicación de pozos de visita:**

- En el inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o mas tuberías
- Donde exista cambio de diámetro
- En distancias no mayores a 100 metros

### **3.8.3 Diámetros**

El diámetro mínimo utilizado en el sistema es de 6" en tubería de PVC basada en la norma 3034, cumpliendo con el mínimo de las normas del INFOM.

También se utilizara tubería de PVC de 8", según lo requiera el tramo.

### **3.8.4 Conexiones domiciliarias**

Se construirán 245 conexiones domiciliarias, por medio de las cuales se conducirán las aguas servidas al ramal principal.

Serán construidas con tubería de cemento de 16" de diámetro, colocada en forma vertical, a la cual se le conectara una tubería de PVC de 4" con un ángulo horizontal de 45° y una pendiente de 2%, esta ira conectada al ramal principal por medio de una silleta "T", colocada en la parte superior de la tubería con lo que evitaremos el retorno de las aguas servidas a la conexión domiciliar, se le construirá tapadera de concreto armado para facilidad en su inspección y mantenimiento.

### **3.9 Descargas**

De acuerdo con la topografía del área, se selecciono las partes más bajas para la ubicación de las plantas de tratamiento, para que el sistema trabaje por gravedad.

Será necesaria la construcción de 2 plantas de tratamiento, ya que la topografía del terreno no permite un solo lugar de descarga, una planta recolectara los caudales provenientes de la estación 0 a la estación 18, tendrá una cota de 991.70 y servirá a 142 casas, mientras que la otra recolectara los caudales de la estación 10 a la estación 34, tendrá una cota de 990.00 y servirá a 103 casas.

## **Planta de tratamiento**

La información para la planta de tratamiento ha sido proporcionada por la empresa Amanco de Guatemala. El sistema propuesto es un sistema biológico, aeróbico de aeración extendida "Lodos Activados" con régimen completamente mezclado, que se utiliza para tratar aguas residuales que contienen materia orgánica biodegradable.

Con esta modalidad de aireación extendida, se lograrán afluentes de calidad, con baja producción de lodos y alto grado de oxidación y estabilización de la materia, adicionándole un sistema de cloración para la seguridad en el rehúso del líquido en irrigación de jardines, redes independientes de abastecimiento de inodoros, riego de áreas de terracería, etc. Este proceso involucra básicamente las siguientes etapas.

1. Una y/o varias etapas de acción en tanques de aireación, donde se suministra aire por difusión en el fondo, lo que permite el crecimiento de microorganismos que requieren de oxígeno para vivir, la materia presente servirá para alimentar las bacterias aeróbicas quienes transformarán los contaminantes en materia celular y energía para crecer y reproducirse, lo que originara los flóculos que son conocidos como lodos activados. El elemento básico en este proceso es el soplador.
2. Dependiendo del volumen de agua a tratar se requieren de mas compartimientos para un complemento de aireación al proceso con los fines anunciados en la etapa anterior y que complementa el oxigeno necesario.

3. Los flóculos pasarán al tanque de clarificación secundaria, lugar donde sedimentan por gravedad los lodos, el sobrenadante es vertido al área de cloración y los lodos depositados se recirculan para retroalimentar el sistema, el exceso de lodos se depositará en un tanque de lodos para su estabilización, ya estabilizado se deposita al área de secado de lodos, que puede ser un filtro y un pequeño patio de secado de lodos y/o un área de secado de lodos mayor para sistemas tradicionales de secado.
4. El agua clarificada, es tratada para su desinfección por medio de un sistema de cloración a base de tabletas de hipoclorito de calcio, cuando se descarga directamente a un cuerpo de agua, previa reacción de cloro en un depósito que variará de acuerdo al volumen tratado.

### **3.10 Planos**

Los planos elaborados son los siguientes:

1. Planta general topográfica
2. Curvas de nivel
3. Densidad de vivienda
4. Localización de pozos de visita
5. Planta - perfil
6. Detalle de pozos de visita
7. Conexión domiciliar

### 3.11 Evaluación socio-económica

#### 3.11.1 Valor Presente Neto ( V.P.N.)

Este es una alternativa para toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano si una inversión vale la pena o no poder realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro pérdidas.

El Valor Presente Neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

VPN<0 ;

VPN=0 ;

VPN>0

Cuando el VPN<0, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos esta alertando que el proyecto no es rentable. Cuando el VPN=0 nos esta indicando que exactamente se esta generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el VPN>0, esta indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

Las fórmulas del VPN son:

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

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

$P$  = Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente.

$F$  = Valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro.

$A$  = Valor de pago uniforme en un periodo determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso o egreso.

$i$  = Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión a una solución.

$n$  = Periodo de tiempo que pretende dura la operación.

### **Datos del proyecto:**

Costo total del proyecto = Q 2,088,801.99

Costo total del mantenimiento = Q 29,400.00

Como es un proyecto de tipo social, la municipalidad absorberá el 50% del costo total y la comunidad pagara el otro 50% en un periodo de 5 años por derecho de conexiones domiciliarias. Pagando Q 852.60 anuales más una cuota de mantenimiento de Q 120.00/anual por vivienda.

Datos:

$$A_1 = 208,880.20$$

$$A_2 = 29,400.00$$

$$n = 5 \text{ años}$$

$$i = 10\%$$

$$VPN = -2,088,801.99 + 208,880.20 \left[ \frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right] - 29,400 \left[ \frac{(1+0.1)^5 - 1}{0.1(1+0.1)^5} \right]$$

$$VPN = -1,408,430.82$$

$$i = -25\%$$

$$VPN = -2,088,801.99 + 208,880.20 \left[ \frac{(1 - 0.25)^5 - 1}{-0.25(1 - 0.25)^5} \right] - 29,400 \left[ \frac{(1 - 0.25)^5 - 1}{-0.25(1 - 0.25)^5} \right]$$

$$VPN = 218,589.55$$

### 3.11.2 Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)

Es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1	VPN (+)
TIR	VPN = 0
Tasa 2	VPN (-)

$$TIR = \left[ \frac{(Tasa1 - Tasa2)(0 - VPN(-))}{(VPN(+)) - (VPN(-))} \right] + Tasa2$$

$$TIR = \left[ \frac{(-25 - 10)(0 - (-1,408,430.82))}{(218,589.55) - (-1,408,430.82)} \right] + 10 = -20.29\%$$

La Tasa Interna de Retorno es -20.29% anual, lo cual nos indica que el proyecto no es rentable debido a la tasa negativa.

### 3.12 Presupuesto

Tabla IX. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoas.

<b>Integración Precios</b>					
	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Directo</b>
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIEZA GENERAL	m <sup>2</sup>	1968	Q 2.32	Q 4,562.26
1.2	TRAZO Y ESTAQUEADO	ml	1968	Q 1.45	Q 2,851.56
1.3	EXCAVACIÓN	m <sup>3</sup>	4181	Q 94.18	Q 393,756.91
1.4	RELLENO	m <sup>3</sup>	3041	Q 66.53	Q 202,328.01
1.5	HERRAMIENTA	Global			Q 6,750.00
	SUB-TOTAL				Q 610,248.73
<b>2</b>	<b>POZOS DE VISITA</b>				
	POZOS DE VISITA	Unidad	35	Q 4,956.78	Q 173,487.24
<b>3</b>	<b>TUBERIA DE LA RED</b>				
	TUBERIA DE LA RED	ml	1968	Q 191.54	Q 376,948.98
<b>4</b>	<b>CONEXIÓN DOMILIAR</b>				
	CONEXIÓN DOMILIAR	Unidad	245	Q 1,418.85	Q 347,617.04
<b>5</b>	<b>PLANTAS DE TRATAMIENTO</b>				
5.1	P.T 145 CASAS	Unidad	1	Q324,000.00	Q 324,000.00
5.2	P.T 103 CASAS	Unidad	1	Q256,500.00	Q 256,500.00
	SUB-TOTAL				Q 580,500.00
	<b>TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>Q 2,088,801.99</b>
					<b>\$ 271,272.95</b>

Tipo de Cambio Q 7.70

Tabla X. Programa de trabajo del sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoa.

3.13 Programa de trabajo

Cronograma de actividades													
No.	REGLÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
		L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D	L M M J V S D
1	Trabajos preliminares												
2	Pozos de visita												
3	Tubería de la red												
4	Conexión domiciliar												
5	Plantas de tratamiento												

## 4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Marco Legal

#### CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

#### DECRETO NÚMERO 68-86

**Artículo 8.-** (Reformado por el Decreto del Congreso Número 1-93). Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, **será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación del impacto ambiental**, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del Medio Ambiente.

El Funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto Ambiental de conformidad con este Artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto Ambiental será sancionado con una multa de Q.5,000.00 a Q.100,000.00. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

### 4.2 Impactos ambientales

#### **Impacto negativo en la ejecución:**

En el momento de la ejecución de obra de los proyectos desarrollados en la aldea Las Pozas y cantón Canoas se verán repercutidos por efectos negativos

en contra del medio ambiente, dentro de los que se pueden citar:

- La degradación de la calidad del agua superficial debido a erosión durante la construcción o a la descarga excesiva de contaminantes.
- La alteración de las características de las aguas subterráneas debido a construcción.
- El aumento en la generación de concentraciones de contaminantes visuales y ruidos en el ambiente.

#### **Impacto positivo en la ejecución:**

Dentro de los impactos positivos de mayor relevancia en la ejecución de los proyectos para la aldea Las Pozas y cantón Canoas tenemos:

- El crecimiento económico para la aldea Las Pozas y sus aledaños gracias a la ejecución de un puente que beneficiara la circulación vial en el sector tanto en época de verano como de invierno.
- El tratamiento de focos de contaminación, mediante la eliminación sustancial de aguas superficiales y estancamientos producidos en el cantón Canoas; que a su vez provocan criaderos de zancudos y enfermedades de tipo gastrointestinal.

Existe gran diferencia entre los impactos positivos y negativos que se verán influenciados en la ejecución de los proyectos, siendo los primeros los predominantes brindando beneficio común que conllevan los mismos. De

manera que el enfoque ambiental debe brindarse con el fin de obtener un equilibrio entre el desarrollo y el medio ambiente que nos rodea.

### **4.3 Plan de gestión ambiental**

Los impactos potenciales considerables para la evaluación del puente vehicular para la aldea Las Pozas y del sistema del alcantarillado sanitario del cantón Canoas son las siguientes:

- Perturbación del curso de canales, hábitat de plantas y animales.
- Alteraciones en el balance de las aguas superficiales.
- Degradación de las comunidades por donde atraviesan las aguas servidas o que reciben el flujo.
- Deterioro de aguas blancas que reciben el efluente de aguas servidas.
- Riesgos a la salud en la comunidad del curso de las aguas servidas.
- Contaminación del suelo en los sitios de aplicación.
- Falla en la conducción y recepción de las aguas residuales.
- Malos olores.
- Criaderos de fauna nociva (ratas, cucarachas, zancudos).
- Molestias y riesgos a la salud pública.
- Impacto adverso al paisaje.

### **4.4 Medidas de mitigación**

Es necesario tomar en cuenta todos los factores importantes en cuanto al control que se pueda brindar en todas las fases de trabajo, ya sea preliminar, de campo y de ejecución, en cuanto a las medidas a optar, con finalidad de disminuir cualquier tipo de riesgo, entre estos podemos citar las medidas de mitigación para la seguridad personal (habitantes y trabajadores), proceso suelo-agua, flora, salud humana.

#### **4.4.1 En construcción**

- Diseñar tratando de adecuarse al entorno existente.
- En el momento de iniciar la construcción, señalar el área.
- Repoblar con árboles de nativos de la región, las áreas libres.
- Restringir uso de maquinaria pesada a horas diurnas.
- Utilizar rutas alternas al centro de la población.
- Enterrar las bolsas (envases de cemento y cal) en vez de quemarlas.
- Fundir y trasladar materiales de construcción en días no festivos o días de plaza.
- 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, limitar el mover tierra solo durante la estación seca.
- Compactar la tierra removida.
- Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajadores.
- Garantizar uso de equipo adecuado de trabajo (guantes, botas, mascarillas, cascos).
- Diseñar drenaje para la evacuación de las aguas servidas con materiales compatibles con el medio ambiente.
- Incluir botiquín de primeros auxilios.

#### **4.1.2 En operación**

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

## CONCLUSIONES

1. El diseño del puente vehicular para la aldea Las Pozas, y el sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoas, fueron las necesidades prioritarias, surgidas dentro de las comunidades, después de los planteamientos hechos por los Consejos de Desarrollo Comunitarios.
2. En el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, que tiene una longitud de 1968.10 metros, las pendientes de la tubería son bajas porque el terreno es plano, por lo que para evitar pozos de visita de grandes profundidades, en la mayor parte de los tramos se utilizó la misma pendiente del terreno para la tubería.
3. Con la realización de proyectos de tipo social, como el puente vehicular, aunque no son rentables para las instituciones que los ejecutan, se deben realizar, ya que éstos proporcionarán a los habitantes un beneficio, puesto que contribuyen a mejorar la comunicación vial y ayudan al crecimiento económico-social de las comunidades.
4. Se establecieron los impactos negativos, tales como: la degradación de la calidad del agua superficial, la alteración de las características de las aguas subterráneas y el aumento en la generación de contaminantes; asimismo los impactos positivos, como: el crecimiento económico y la eliminación de focos de contaminación; con el fin de ejecutar los proyectos en la aldea Las Pozas y el cantón Canoas, del municipio y departamento de Jutiapa.



## RECOMENDACIONES

1. Es importante tomar en cuenta que si los proyectos no son ejecutados a corto plazo, es necesario actualizar los precios presentados en los presupuestos, ya que los materiales tienden a subir de precio, y dentro del mercado cada día están sujetos a cambios.
2. Establecer buena supervisión, en cuanto al control de la ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario, respetando de esta manera medidas y material, siendo necesario para el proyecto, debido a la poca pendiente del terreno, una nivelación con instrumento, ya que de una manera manual es difícil proporcionar las pendientes requeridas para el diseño.
3. Es necesario que los habitantes de la aldea Las Pozas, se organicen para realizar inspecciones al cause del río, evitando en lo posible la sustracción de material como arena y piedra con lo que se evitará la socavación de los estribos del puente, además solicitar a la municipalidad de Jutiapa la revisión de la estructura por un profesional, ya que de esta forma se prolongará la vida útil del mismo.
4. Cerciorarse que durante la ejecución de los proyectos, ya estando establecidos los impactos positivos y negativos, las medidas de mitigación tanto en construcción como en operación adoptadas proporcionen la seguridad necesaria a trabajadores y habitantes, así como al medio ambiente.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar Estrada, Hugo Elfego. Diseño y ejecución de drenaje sanitario, 14ª. avenida "B" zona 5 y diseño de acueducto aldea Agua Caliente, del municipio de San Marcos. Tesis de graduación. Facultad de Ingeniería, USAC 1997.
2. Vásquez, Luis Alberto. Diseño de la red de alcantarillado sanitario para el asentamiento Monja Blanca del municipio de Villa Canales, departamento de Guatemala. Tesis de graduación. Facultad de Ingeniería, USAC 2004.
3. Guzmán Escobar, Ernesto Salvador. Diseño de puentes. Tesis de graduación. Facultad de Ingeniería, USAC 1997.
4. Marroquín Navarro, Leonel Alfredo. Diseño de dos puentes, aldea San Martín Jilotepeque y San Juan Comalapa, Chimaltenango. Tesis de graduación. Facultad de Ingeniería, USAC 2005.
5. Instituto de Fomento Municipal (INFOM). Normas generales para diseño de alcantarillado. Guatemala 2001.



## APÉNDICE



**PROYECTO:** DISEÑO DE SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.

**UBICACIÓN:** CANTÓN CANOAS, DEL MUNICIPIO Y DEPARTAMENTO DE JUTIAPA.

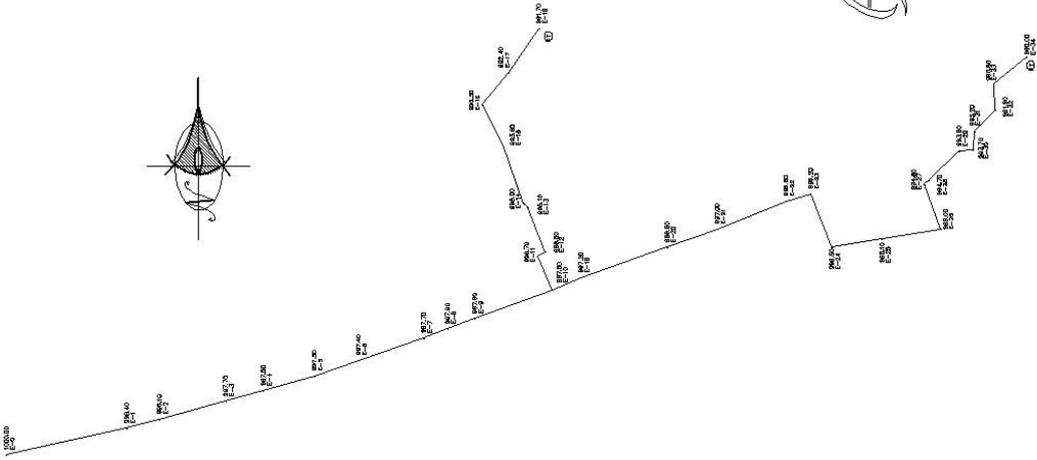
**Tabla XI. Libreta topográfica del sistema de alcantarillado sanitario del cantón Canoas.**

EST.	P.O	AZIMUT			ANGULO VERTICAL			HILOS		
		GRA.	MIN.	SEG.	GRA.	MIN.	SEG.	SUP.	MED.	INF.
<b>RAMAL.1 EST.No.1 A EST.No.18</b>										
	NORTE	0	0	0						
	0									
0	1	167	40	20	90	30	20	2.580	1.790	1.00
1	2	164	41	40	91	1	20	1.430	1.215	1.00
2	3	164	52	0	90	24	20	1.880	1.440	1.00
3	4	164	16	40	90	37	0	1.500	1.250	1.00
4	5	163	55	40	90	21	0	1.680	1.340	1.00
5	6	160	36	20	90	21	20	1.600	1.300	1.00
6	7	161	18	0	89	57	40	1.880	1.440	1.00
7	8	159	10	20	90	30	40	1.330	1.165	1.00
8	9	159	18	0	90	47	20	1.370	1.185	1.00
9	10	158	32	29	90	15	20	2.056	1.528	1.00
10	11	245	59	0	91	50	30	1.400	1.200	1.00
11	12	328	24	20	93	40	0	1.115	1.058	1.00
12	13	248	36	0	91	45	40	1.610	1.305	1.00
13	14	222	51	40	91	58	0	1.184	1.092	1.00
15	16	69	59	0	91	2	0	1.800	1.400	1.00
16	17	62	43	40	90	50	20	1.570	1.285	1.00
17	18	129	58	20	90	53	40	2.030	1.765	1.50
18	19	124	44	20	89	10	40	3.680	3.340	3.00
<b>RAMAL.2 EST.No.10 A EST.No.34</b>										
10	19	156	44	0	91	10	40	1.400	1.200	1.00
19	20	160	41	20	90	18	0	2.170	1.585	1.00
20	21	160	2	0	89	57	0	1.680	1.340	1.00
21	22	157	55	40	90	11	40	1.960	1.485	1.01
22	23	163	46	0	91	20	20	1.430	1.215	1.00
23	24	248	17	20	90	0	20	1.730	1.365	1.00
24	25	170	38	0	90	37	20	1.650	1.325	1.00
25	26	170	34	20	90	15	0	1.780	1.390	1.00
26	27	69	47	40	91	25	20	1.610	1.305	1.00
27	28	143	2	40	95	11	40	1.075	1.038	1.00
28	29	136	28	20	91	15	20	1.540	1.270	1.00
29	30	173	45	20	92	15	40	1.180	1.090	1.00
30	31	94	33	40	92	24	20	1.235	1.118	1.00
31	32	134	23	0	92	40	40	1.380	1.190	1.00
32	33	86	29	20	92	32	20	1.340	1.170	1.00
33	34	141	22	20	92	10	0	1.340	1.170	1.00

Continuación

EST.	P.O	A.I.	D.I	D.A.	COTA	Xp	Yp	Xt	Yt	Zt
<b>RAMAL.1 EST.No.1 A EST.No.18</b>										
	NORTE									
	0			0.0	1000.0			0.0	0.0	1000.0
0	1	1.630	158.0	158.0	998.4	33.7	-154.3	33.7	-154.3	998.4
1	2	1.590	43.0	201.0	998.1	11.3	-41.5	45.1	-195.8	998.1
2	3	1.670	88.0	289.0	997.7	23.0	-84.9	68.1	-280.8	997.7
3	4	1.670	50.0	339.0	997.5	13.5	-48.1	81.6	-328.9	997.5
4	5	1.670	68.0	407.0	997.5	18.8	-65.3	100.4	-394.2	997.5
5	6	1.660	60.0	467.0	997.4	19.9	-56.6	120.3	-450.8	997.4
6	7	1.650	88.0	555.0	997.7	28.2	-83.4	148.6	-534.2	997.7
7	8	1.660	33.0	588.0	997.9	11.7	-30.8	160.3	-565.0	997.9
8	9	1.650	37.0	624.9	997.9	13.1	-34.6	173.4	-599.6	997.9
9	10	1.670	105.6	730.5	997.5	38.6	-98.3	212.0	-697.9	997.5
10	11	1.660	40.0	770.5	996.7	-36.5	-16.3	175.5	-714.1	996.7
11	12	1.670	11.5	782.0	996.6	-6.0	9.8	169.5	-704.4	996.6
12	13	1.670	60.9	842.9	995.1	-56.7	-22.2	112.8	-726.6	995.1
13	14	1.620	18.4	861.3	995.0	-12.5	-13.5	100.3	-740.1	995.0
15	16	1.620	80.0	941.3	993.8	75.1	27.4	175.4	-712.7	993.8
16	17	1.650	57.0	998.2	993.3	50.7	26.1	226.1	-686.6	993.3
17	18	1.670	53.0	1051.2	992.4	40.6	-34.0	266.7	-720.7	992.4
18	19	1.650	68.0	1119.2	991.7	55.9	-38.7	322.5	-759.4	991.7
<b>RAMAL.2 EST.No.10 A EST.No.34</b>										
10	19	1.630	40.0	40.0	997.2	15.8	-36.7	227.8	-734.6	997.2
19	20	1.640	117.0	157.0	996.6	38.7	-110.4	266.5	-845.0	996.6
20	21	1.650	68.0	225.0	997.0	23.2	-63.9	289.7	-908.9	997.0
21	22	1.640	95.0	320.0	996.8	35.7	-88.0	325.4	-997.0	996.8
22	23	1.670	43.0	363.0	996.2	12.0	-41.3	337.4	-1038.2	996.2
23	24	1.620	73.0	436.0	996.5	-67.8	-27.0	269.6	-1065.2	996.5
24	25	1.600	65.0	500.9	996.1	10.6	-64.1	280.2	-1129.4	996.1
25	26	1.630	78.0	578.9	996.0	12.8	-76.9	292.9	-1206.3	996.0
26	27	1.620	61.0	639.9	994.8	57.2	21.1	350.2	-1185.3	994.8
27	28	1.630	7.4	647.3	994.7	4.5	-5.9	354.6	-1191.2	994.7
28	29	1.600	54.0	701.3	993.8	37.2	-39.1	391.8	-1230.3	993.8
29	30	1.640	18.0	719.3	993.7	2.0	-17.9	393.8	-1248.2	993.7
30	31	1.630	23.5	742.8	993.2	23.4	-1.9	417.1	-1250.1	993.2
31	32	1.620	37.9	780.7	991.9	27.1	-26.5	444.2	-1276.6	991.9
32	33	1.630	33.9	814.6	990.8	33.9	2.1	478.1	-1274.5	990.8
33	34	1.630	34.0	848.6	990.0	21.2	-26.5	499.3	-1301.0	990.0

## PLANOS



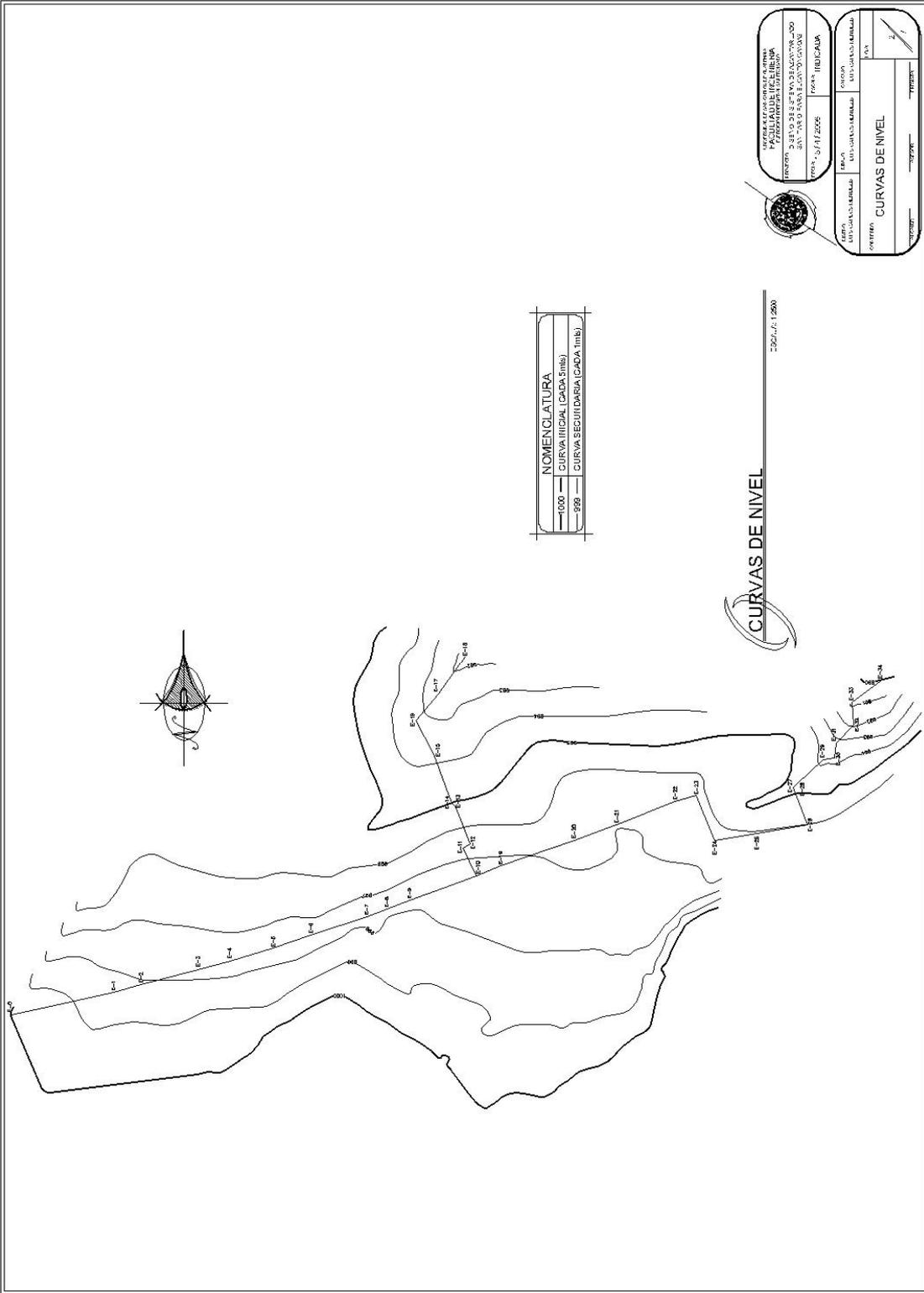
SIMBOLOGIA	
—	RAMAL 1 DE E-1 A E-18
—	RAMAL 2 DE E-10 A E-34
1000	ELEVACIÓN EN MTS
E - 0	ESTACIÓN TOPOGRÁFICA
(PT)	PLANTA DE TRATAMIENTO

PLANTA GENERAL

ESCALA: 1:200



INSTITUCIÓN EJECUTORA <b>PAQUILLAS DE INGENIERÍA</b> AV. LOS ANGELES S/N. SAN JOSÉ, C.R. TEL: (506) 2255-1111 FAX: (506) 2255-1111	
CLIENTE INSTITUCIÓN EJECUTORA	CONSULTOR INSTITUCIÓN EJECUTORA
<b>PLANTA GENERAL TOPOGRÁFICA</b>	
FECHA 15/05/2025	HOJA 1/1



INSTITUCIÓN: INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (IVIC)

PROYECTO: SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA PARA EL DISEÑO DE OBRAS DE INFRAESTRUCTURA VIAL

FECHA: 20/11/2025

PROYECTANTE: TUBELADA

ESTADO: SUCRE

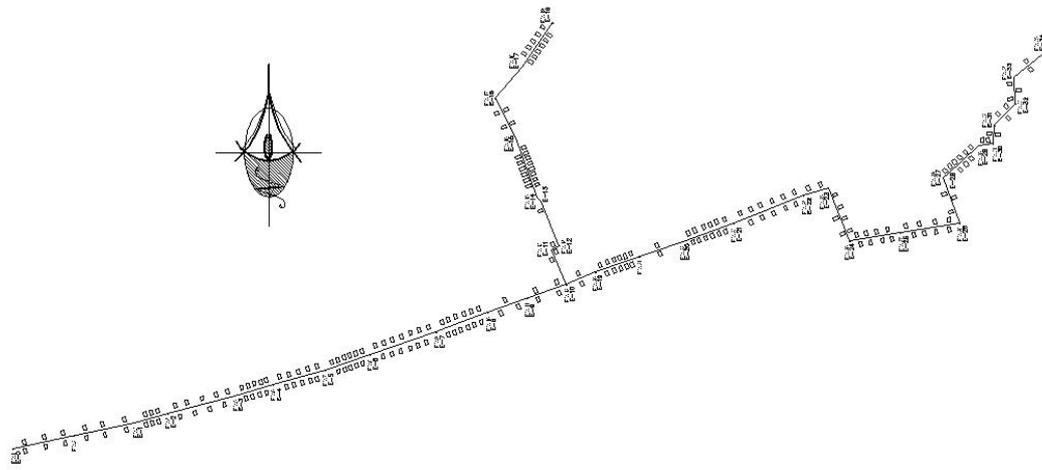
MUNICIPIO: MARIACAIBO

CANTÓN: MARIACAIBO

PARCELA: 1

PROYECTO: CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1:200



DE IV	AI IV	HO. CASAS	UM. HAB.
1	2	5	800
2	3	5	800
3	4	5	800
4	5	9	800
5	5	11	800
6	7	11	800
7	3	20	800
8	9	13	800
9	10	11	800
10	11	3	800
11	12	3	800
12	13	2	800
13	14	2	800
14	15	2	800
15	16	20	800
16	17	1	800
17	18	10	800
18	19	10	800
19	20	2	800
20	21	13	800
21	22	2	800
22	23	13	800
23	24	12	800
24	25	2	800
25	26	5	800
26	27	8	800
27	28	3	800
28	29	3	800
29	30	13	800
30	31	3	800
31	32	2	800
32	33	3	800
33	34	2	800
34	35	2	800
35	36	2	800
36	37	2	800
37	38	2	800
38	39	2	800
39	40	2	800
40	41	2	800
41	42	2	800
42	43	2	800
43	44	2	800
44	45	2	800
45	46	2	800
46	47	2	800
47	48	2	800
48	49	2	800
49	50	2	800
50	51	2	800
51	52	2	800
52	53	2	800
53	54	2	800
54	55	2	800
55	56	2	800
56	57	2	800
57	58	2	800
58	59	2	800
59	60	2	800
60	61	2	800
61	62	2	800
62	63	2	800
63	64	2	800
64	65	2	800
65	66	2	800
66	67	2	800
67	68	2	800
68	69	2	800
69	70	2	800
70	71	2	800
71	72	2	800
72	73	2	800
73	74	2	800
74	75	2	800
75	76	2	800
76	77	2	800
77	78	2	800
78	79	2	800
79	80	2	800
80	81	2	800
81	82	2	800
82	83	2	800
83	84	2	800
84	85	2	800
85	86	2	800
86	87	2	800
87	88	2	800
88	89	2	800
89	90	2	800
90	91	2	800
91	92	2	800
92	93	2	800
93	94	2	800
94	95	2	800
95	96	2	800
96	97	2	800
97	98	2	800
98	99	2	800
99	100	2	800
100	101	2	800
101	102	2	800
102	103	2	800
103	104	2	800
104	105	2	800
105	106	2	800
106	107	2	800
107	108	2	800
108	109	2	800
109	110	2	800
110	111	2	800
111	112	2	800
112	113	2	800
113	114	2	800
114	115	2	800
115	116	2	800
116	117	2	800
117	118	2	800
118	119	2	800
119	120	2	800
120	121	2	800
121	122	2	800
122	123	2	800
123	124	2	800
124	125	2	800
125	126	2	800
126	127	2	800
127	128	2	800
128	129	2	800
129	130	2	800
130	131	2	800
131	132	2	800
132	133	2	800
133	134	2	800
134	135	2	800
135	136	2	800
136	137	2	800
137	138	2	800
138	139	2	800
139	140	2	800
140	141	2	800
141	142	2	800
142	143	2	800
143	144	2	800
144	145	2	800
145	146	2	800
146	147	2	800
147	148	2	800
148	149	2	800
149	150	2	800
150	151	2	800
151	152	2	800
152	153	2	800
153	154	2	800
154	155	2	800
155	156	2	800
156	157	2	800
157	158	2	800
158	159	2	800
159	160	2	800
160	161	2	800
161	162	2	800
162	163	2	800
163	164	2	800
164	165	2	800
165	166	2	800
166	167	2	800
167	168	2	800
168	169	2	800
169	170	2	800
170	171	2	800
171	172	2	800
172	173	2	800
173	174	2	800
174	175	2	800
175	176	2	800
176	177	2	800
177	178	2	800
178	179	2	800
179	180	2	800
180	181	2	800
181	182	2	800
182	183	2	800
183	184	2	800
184	185	2	800
185	186	2	800
186	187	2	800
187	188	2	800
188	189	2	800
189	190	2	800
190	191	2	800
191	192	2	800
192	193	2	800
193	194	2	800
194	195	2	800
195	196	2	800
196	197	2	800
197	198	2	800
198	199	2	800
199	200	2	800
200	201	2	800
201	202	2	800
202	203	2	800
203	204	2	800
204	205	2	800
205	206	2	800
206	207	2	800
207	208	2	800
208	209	2	800
209	210	2	800
210	211	2	800
211	212	2	800
212	213	2	800
213	214	2	800
214	215	2	800
215	216	2	800
216	217	2	800
217	218	2	800
218	219	2	800
219	220	2	800
220	221	2	800
221	222	2	800
222	223	2	800
223	224	2	800
224	225	2	800
225	226	2	800
226	227	2	800
227	228	2	800
228	229	2	800
229	230	2	800
230	231	2	800
231	232	2	800
232	233	2	800
233	234	2	800
234	235	2	800
235	236	2	800
236	237	2	800
237	238	2	800
238	239	2	800
239	240	2	800
240	241	2	800
241	242	2	800
242	243	2	800
243	244	2	800
244	245	2	800
245	246	2	800
246	247	2	800
247	248	2	800
248	249	2	800
249	250	2	800
250	251	2	800
251	252	2	800
252	253	2	800
253	254	2	800
254	255	2	800
255	256	2	800
256	257	2	800
257	258	2	800
258	259	2	800
259	260	2	800
260	261	2	800
261	262	2	800
262	263	2	800
263	264	2	800
264	265	2	800
265	266	2	800
266	267	2	800
267	268	2	800
268	269	2	800
269	270	2	800
270	271	2	800
271	272	2	800
272	273	2	800
273	274	2	800
274	275	2	800
275	276	2	800
276	277	2	800
277	278	2	800
278	279	2	800
279	280	2	800
280	281	2	800
281	282	2	800
282	283	2	800
283	284	2	800
284	285	2	800
285	286	2	800
286	287	2	800
287	288	2	800
288	289	2	800
289	290	2	800
290	291	2	800
291	292	2	800
292	293	2	800
293	294	2	800
294	295	2	800
295	296	2	800
296	297	2	800
297	298	2	800
298	299	2	800
299	300	2	800
300	301	2	800
301	302	2	800
302	303	2	800
303	304	2	800
304	305	2	800
305	306	2	800
306	307	2	800
307	308	2	800
308	309	2	800
309	310	2	800
310	311	2	800
311	312	2	800
312	313	2	800
313	314	2	800
314	315	2	800
315	316	2	800
316	317	2	800
317	318	2	800
318	319	2	800
319	320	2	800
320	321	2	800
321	322	2	800
322	323	2	800
323	324	2	800
324	325	2	800
325	326	2	800
326	327	2	800
327	328	2	800
328	329	2	800
329	330	2	800
330	331	2	800
331	332	2	800
332	333	2	800
333	334	2	800
334	335	2	800
335	336	2	800
336	337	2	800
337	338	2	800
338	339	2	800
339	340	2	800
340	341	2	800
341	342	2	800
342	343	2	800
343	344	2	800
344	345	2	800
345	346	2	800
346	347	2	800
347	348	2	800
348	349	2	800
349	350	2	800
350	351	2	800
351	352	2	800
352	353	2	800
353	354	2	800
354	355	2	800
355	356	2	800

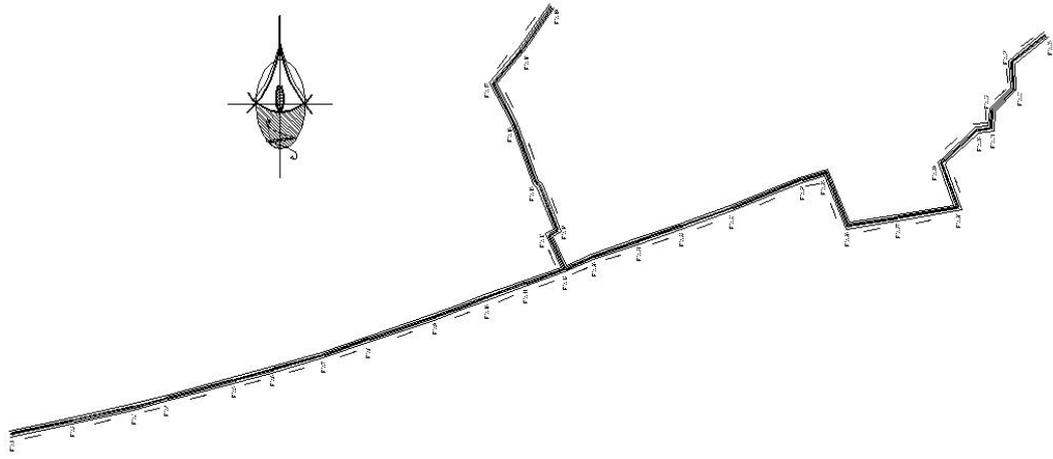


FIG. IV	COIA	ALLINA	CIL	CIE
1	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
2	0007.00	7.00	0007.00	0007.00
3	0007.00	7.00	0007.00	0007.00
4	0007.00	7.00	0007.00	0007.00
5	0007.00	7.00	0007.00	0007.00
6	0007.00	7.00	0007.00	0007.00
7	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
8	0007.00	7.00	0007.00	0007.00
9	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
10	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
11	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
12	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
13	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
14	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
15	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
16	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
17	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
18	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
19	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
20	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
21	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
22	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
23	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
24	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
25	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
26	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
27	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
28	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
29	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
30	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
31	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
32	0007.00	7.00	0003.00	0003.00
33	0007.00	7.00	0003.00	0003.00

POZOS DE VISITA

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

PROYECTO: 3.0110 DE ESTIMA DE CANTIDAD DE MATERIALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE JALISCO, ESTADO DE GUANAJUATO

FECHA: 21/11/2005

PROYECTISTA: J. H. GARCÍA

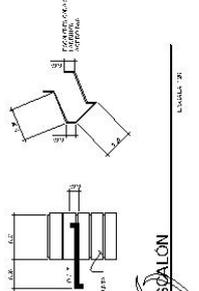
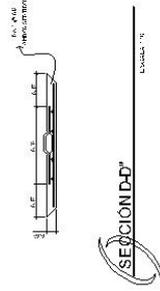
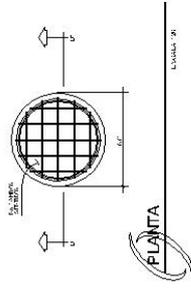
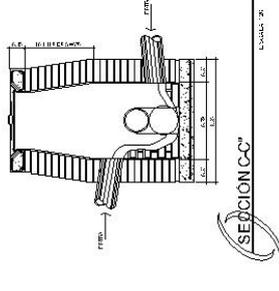
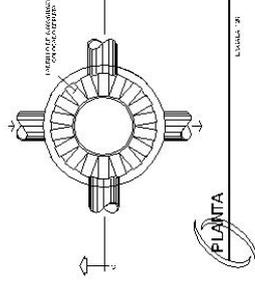
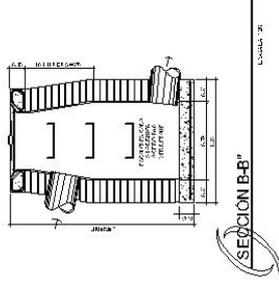
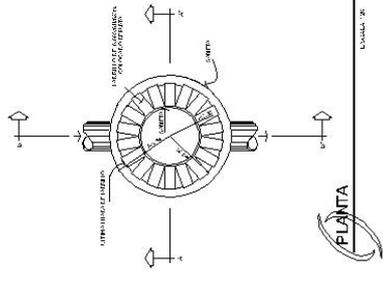
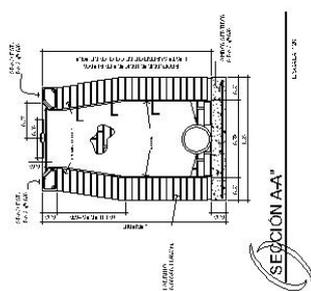
CLIENTE: SEMAR

ESCALA: 1:500

POZOS DE VISITA

P. 1

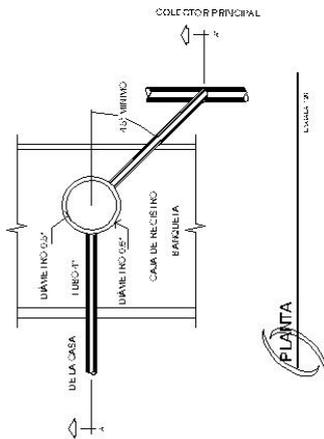




- ### ESPECIFICACIONES
1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
  2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN  $F_c = 217 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCIÓN 1:2:3.  
(10 SACOS DE CEMENTO, 4,5 CARRETTAS DE AREJA, 7 CARRETTAS DE PIEDRA, POR CADA M<sup>3</sup>).
  3. EL ALICADO DEBERÁ TENER UNA PROPORCIÓN 1:1:2.  
(13 SACOS DE CEMENTO, 4 SACOS DE CAL, 7 CARRETTAS DE AREJA, POR CADA M<sup>3</sup>).
  4. LA MEZCLA PARA PEGADO DE LADRILLOS DEBERÁ TENER UNA PROPORCIÓN 1:3.  
(8 SACOS DE CAL, 12 CARRETTAS DE AREJA, POR CADA M<sup>3</sup>).
  5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ  $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$ .
  6. EL LADRILLO A UTILIZAR SERÁ TAYUO DE 0,060x0,11x0,23M.

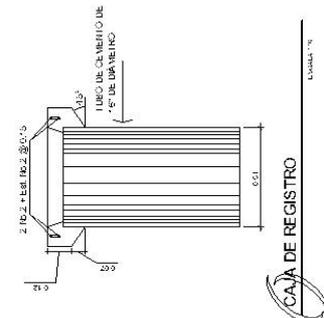
EMPRESA S.R.L. CON SU OFICINA CENTRAL EN LA AV. DE LA PATAGONIA 1000, SAN CARLOS DE BARRIO, SAN CARLOS DE BARRIO, SAN CARLOS DE BARRIO.  
 C.P. 3117 ZONAS  
 TEL: 0341 4211111  
 FAX: 0341 4211111

**DETALLE DE POZOS DE VISITA**  
 ESCALA: 1:10  
 AUTORES: [Nombres]  
 DISEÑADOR: [Nombre]  
 INGENIERO: [Nombre]



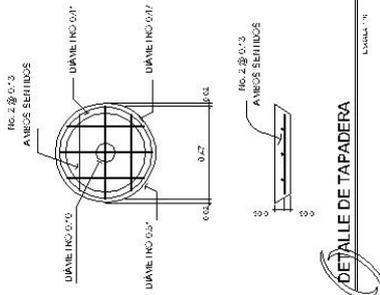
PLANITA

ESCALA: 2X



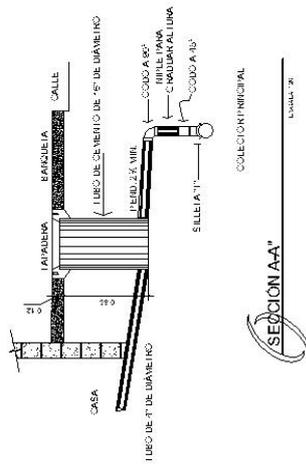
CAJA DE REGISTRO

ESCALA: 1X



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1X



SECCION AA'

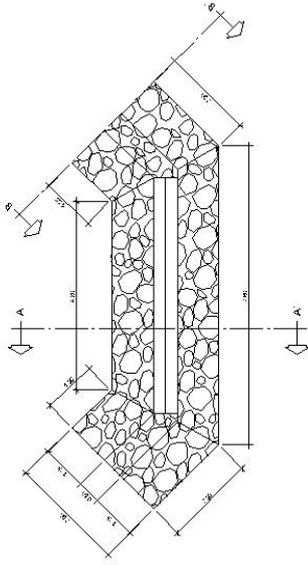
ESCALA: 2X

ESPECIFICACIONES

1. LA TUBERIA PARA LA CONECCION DOMICILIAR DEBE SER DE 4\"/>
2. EL CONCRETO PARA LA TAPADERA Y BASE DEBERA TENER UN F'c = 217 Kg/cm<sup>2</sup> CON UN TIPO PROPORCION 1:2:3. (110 SACOS DE CEMENTO, 4.8 CARRETAS DE AREIA, 7 CARRETAS DE PIEDRA, POR CADA M<sup>3</sup>).
3. LA CAJA DE REGISTRO SERA UN TUBO DE CEMENTO DE 18\"/>
4. EL ACERO A UTILIZAR SERA F'c = 2810 Kg/cm<sup>2</sup>.

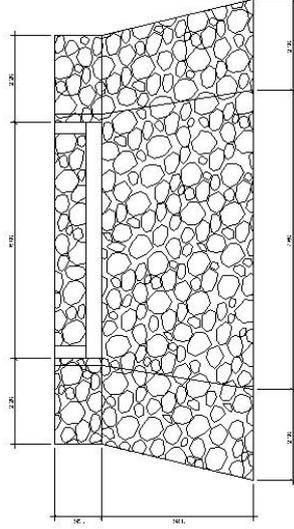
INSTITUCION DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO	
FECHA: 21/11/2006	PROYECTO: REDECA
TIPO DE OBRAS: REDES ACTIVIDAD: REDES ESTADIO: REDES	SECCION: ACTIVIDAD: REDES
<b>CONEXION DOMICILIAR</b>	
PÁGINA: 1 TOTAL: 1	





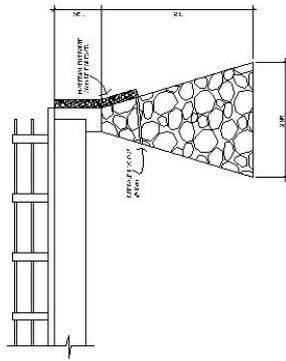
PLANTA DE SUBESTRUCTURA

250x1/150



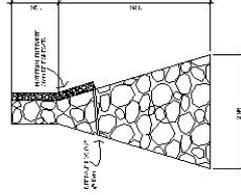
ELEVACIÓN FRONTAL

250x1/150



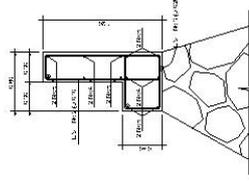
SECCIÓN A-A

250x1/150



SECCIÓN B-B

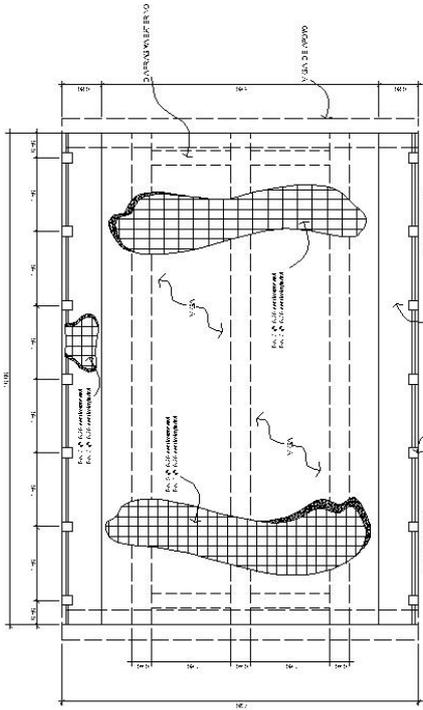
250x1/150



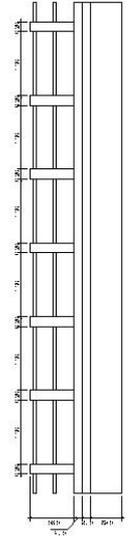
DETALLE CORTINA+VIGA

250x1/150

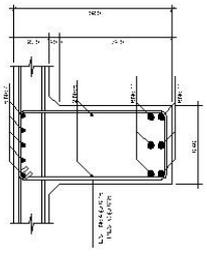
<p>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  <b>PÁBULO DE VICELINO</b>          INGENIERO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL          CARRERA Nº 147/2002</p>		<p>PROYECTO: PUENTE          ESCALA: 1/100</p>	
<p>FECHA: 15/03/2014</p>	<p>PROYECTO: PUENTE</p>	<p>FECHA: 15/03/2014</p>	<p>PROYECTO: PUENTE</p>
<p>CONTENIDO: DETALLES DE SUBESTRUCTURA</p>		<p>FECHA: 15/03/2014</p>	<p>PROYECTO: PUENTE</p>
<p>FECHA: 15/03/2014</p>		<p>PROYECTO: PUENTE</p>	<p>PROYECTO: PUENTE</p>



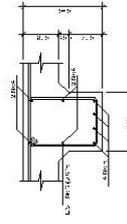
**PLANTA SUPERESTRUCTURA**  
ESCALA: 1:40



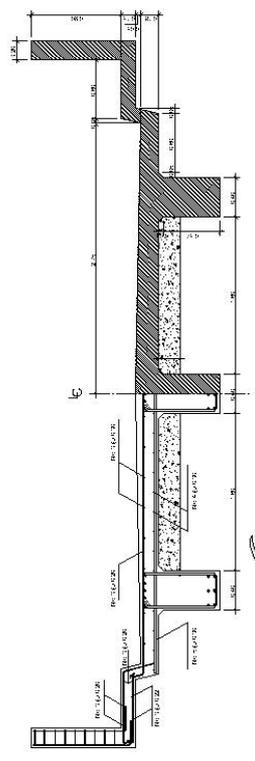
**ELEVACIÓN PUENTE**  
ESCALA: 1:40



**CANTONERA**  
ESCALA: 1:40



**CANTONERA EXTERIOR**  
ESCALA: 1:40



**SECCIÓN TRANSVERSAL**  
ESCALA: 1:20

INSTITUCIÓN EJECUTORA <b>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</b>		INSTITUCIÓN FINANCIADORA <b>INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS</b>	
FECHA DE ELABORACIÓN <b>12/11/2005</b>		TIPO DE DIBUJO <b>INDICADA</b>	
AUTORES <b>ING. CARLOS ALBERTO GARCÍA</b>		CALIFICACIÓN <b>ING. CARLOS ALBERTO GARCÍA</b>	
TÍTULO <b>DETALLES DE SUPERESTRUCTURA</b>		PÁGINA <b>3</b>	
VOLUMEN <b>INDICADA</b>		HOJA <b>INDICADA</b>	



