



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

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PILAR Y  
DRENAJE SANITARIO PARA LAS COLONIAS EL ESFUERZO Y  
LA UNIÓN, DEL MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA**

**JOB MOISÉS ARRIOLA LEMUS**

**ASESORADO POR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA**

**GUATEMALA, JULIO DE 2005**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PILAR Y  
DRENAJE SANITARIO PARA LAS COLONIAS EL ESFUERZO Y  
LA UNIÓN, DEL MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JOB MOISÉS ARRIOLA LEMUS**

ASESORADO POR ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, JULIO DE 2005

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahan Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Inga. Marcia Ivonne Véliz

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuel Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Gordillo García
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Luis G. Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

## **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 EL PILAR Y DRENAJE SANITARIO PARA LAS COLONIAS EL ESFUERZO Y LA UNIÓN, DEL MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 4 de agosto de 2004.

Job Moisés Arriola Lemus

## AGRADECIMIENTO A:

Dios	Por brindarme la oportunidad de vivir, la sabiduría y el entendimiento para alcanzar esta meta.
Mi madre	Por su amor, esfuerzo, comprensión y apoyo incondicional.
Mi abuela	Por ser una fuente de inspiración en mi vida.
Mi papa Güicho	Porque desde siempre he tenido tu entera confianza.
Mís tíos abuelos	Por sus sabios consejos y buenos deseos para mi vida.
Mi familia	Gracias a su apoyo y motivación.
Mis compañeros y amigos	Por la cooperación brindada en todo momento.
Ing. Alfredo Arrivillaga	Por su valiosa colaboración en el desarrollo del presente trabajo.
La facultad de Ingeniería	
La Universidad de San Carlos de Guatemala	

## ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Mis abuelos

Zoila Violeta Rivera Lemus Vda. de Arriola  
José Luis Arriola Mota(Q.E.P.D)

Mi madre

Juana Herlinda Arriola Lemus

Mi hermano

Kevin

Mi esposa e hijo

Kimberly Ebea y Moisés André

Mis tíos abuelos

Juana Sic (Q.E.P.D)  
Tito Rivera (Q.E.P.D)

Mis tíos

Armando(Q.E.P.D), Rubén, Arturo,  
Alfonso Sic, Calixto Sic, Felipe, Virginia,  
Delia, Sheny, Rosaura, Maura, y Gladys; en  
especial a mi Papa Guicho y Miriam.

Mis primos

Roxana, Armando, Cristian, Ruby, Kizzy,  
Mariíta, Tania, Juan Carlos, Marielos,  
Kendall y en Especial a Luis Juan, Boris,  
Guicho, Ligia y Manuel.

Mis sobrinos

En especial Kaleth, Kelly, Allan, Vanesa,  
Brandon, e Imanol.

Mis amigos y amigas

Sami, Alberto, Marlon, Oswaldo, Chepe,  
Mari, Ana, Elvira, Fito, Byron, Juanito,  
Walter, Edwin Herrera, Esdras, Diego;  
En especial Lic. Freddy Sutuc, Ing. William  
Romero, Ing. William Rivera, Byron Tercero,  
Hugo Zeceña, Ing. Julio Pirir



# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	III
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	IX
<b>RESUMEN</b>	XI
<b>OBJETIVOS</b>	XIII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XV
<b>1. INVESTIGACIÓN</b>	
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	1
1.1.4 Clima	2
1.1.5 Población e idioma	2
1.1.6 Servicios públicos	3
1.1.7 Suelo y topografía	3
1.2 Investigación diagnóstica sobre necesidades y servicios básicos de infraestructura	4
1.2.1 Descripción de las necesidades	4
1.2.2 Justificación social	4
<b>2. PUENTE VEHICULAR</b>	
2.1 Descripción del proyecto	5
2.2 Levantamiento topográfico	10
2.3 Cálculo de caudales máximos	11



2.4	Especificaciones de diseño	11
2.5	Diseño de la estructura	12
2.6	Diseño de la subestructura	37
2.7	Presupuesto	53
<b>3.</b>	<b>DRENAJE SANITARIO</b>	
3.1	Aspectos generales del proyecto drenaje sanitario	55
3.2	Consideraciones en la planificación y diseño	57
3.3	Tipos de sistema de alcantarillado	65
3.4	Partes de un sistema de alcantarillado	65
3.5	Obras complementarias para alcantarillado	68
3.6	Diseño de drenaje sanitario para las colonias El Esfuerzo y la Unión	69
3.7	Presupuesto	82
<b>4.</b>	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
4.1	Importancia de una evaluación de impacto ambiental	85
4.2	Definición de estudio de evaluación de impacto ambiental	85
4.3	Impactos en la ejecución	86
4.4	Plan de mitigación	88
4.4.1	Status social-seguridad personal	88
4.4.2	Características físicas y químicas	89
4.5	Plan de seguridad humana	90
4.6	Identificación del área de influencia	91
	<b>CONCLUSIONES</b>	93
	<b>RECOMENDACIONES</b>	95
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	97
	<b>ANEXOS</b>	99

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Partes que conforman un puente (perfil).	7
2.	Partes que conforman un puente (planta).	8
3.	Partes que conforman un puente (sección).	9
4.	Esquema final armado de losa.	19
5.	Diafragma exterior.	24
6.	Diafragma interior.	25
7.	Diagrama cuerpo libre de carga viva para hallar X y A.	26
8.	Diagrama cuerpo libre para corte en la viga.	29
9.	Diagrama cuerpo libre carga muerta de viga.	30
10.	Diagrama cuerpo libre carga muerta para corte.	32
11.	Triángulo de corte.	36
12.	Diagrama de confinamiento.	37

13.	Triángulo de presiones.	38
14.	Diagrama viga de apoyo.	42
15.	Refuerzo en la cortina y viga de apoyo.	44
16.	Geometría de subestructura.	45
17.	Localización relativa de colectores.	55
18.	Caja de registro.	65
19.	Caja de inspección.	66

## **TABLAS**

I.	Resumen de momentos.	33
II.	Resumen de corte.	33
III.	Momentos de volteo.	46
IV.	Cálculo de momento estabilizante.	47
V.	Momento de volteo de muro con sismo.	51
VI.	Presupuesto de puente.	53

VII.	Demanda bioquímica de oxígeno-velocidad mínima.	61
VIII.	Material-velocidad máxima.	62
IX.	Zona-profundidad.	63
X.	Parámetros de diseño de drenaje sanitario.	72
XI.	Cálculos preliminares en el diseño drenaje sanitario.	73
XII.	Cálculo factor de caudal medio.	74
XIII.	Resumen de diseño sanitario.	75
XIV.	Resumen de presupuesto diseño sanitario.	81



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>AASTHO</b>	<i>American Association Transportation of Highway Officials.</i>
<b>t</b>	Peralte.
<b>cm</b>	Centímetro.
<b>d</b>	Peralte efectivo.
<b>kg</b>	Kilogramo.
<b>Lb</b>	Libra.
<b>mm</b>	Milímetro.
<b>F<sub>c</sub></b>	Esfuerzo de compresión.
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	Kilogramo por centímetro cuadrado.
<b>ton/m<sup>2</sup></b>	Tonelada por metro cuadrado.
<b>σ</b>	Esfuerzo de flexión.
<b>L</b>	Luz de viga.

<b>h</b>	Altura de viga.
<b>Mcm</b>	Momento carga última.
<b>Mcv</b>	Momento carga viva.
<b>Mu</b>	Momento último.
<b>As<sub>mín</sub></b>	Área de acero mínimo.
<b>As<sub>máx</sub></b>	Área de acero máximo.
<b>q<sub>m</sub>, q<sub>mactual</sub>, Q</b>	Caudal de diseño.
<b>f<sub>qm</sub></b>	Factor de caudal medio.
<b>∅</b>	Diámetro de tubería.
<b>S%</b>	Porcentaje de Pendiente de tubería.
<b>v</b>	Velocidad de diseño.
<b>n</b>	Coefficiente de fricción de Hazen Williams.
<b>Lts/seg</b>	Litros por segundo.
<b>Q</b>	Caudal.

## GLOSARIO

<b>Aguas servidas</b>	Agua que se desecha después de haber servido para un fin, pueden ser domésticas, comerciales o industriales.
<b>Superestructura</b>	Parte de la estructura de un puente, la cual permite el tránsito de vehículos, transmitiendo las cargas a la subestructura.
<b>Subestructura</b>	Parte de la estructura de un puente, constituida por los estribos, siendo éstos los apoyos extremos de la superestructura.
<b>Concreto ciclópeo</b>	Material de construcción que se compone de una mezcla de cemento, arena, piedra y agua; a diferencia del concreto hidráulico los áridos son mucho más gruesos.
<b>Carga de diseño</b>	Carga última, que se utiliza en el diseño de los elementos estructurales de una edificación.



<b>Concreto reforzado</b>	Material de construcción, obtenido de una mezcla homogénea proporcionada de arena, cemento, grava y agua, combinado con acero
<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual un sistema de drenaje, agua potable, o en general una obra de infraestructura prestará un servicio eficiente.
<b>Cota invert</b>	Cota o altura de la parte inferior interior del tubo ya instalado a el nivel del terreno natural.
<b>Factor de caudal medio</b>	Relación entre la suma de caudales y los habitantes a servir.

## **RESUMEN**

Para la realización del diseño del puente vehicular se realizaron estudios para determinar varios factores tales como necesidades de la población en cuanto a vías de acceso hacia su comunidad, transporte de cultivos, que con el diseño y la posterior construcción de dicho puente beneficiaría en gran parte a la comunidad para mejoras en sus condiciones de vida, ya que ayudaría a mejorar sus ingresos. Además del estudio económico y social de la población, se procedió a realizar los estudios técnicos correspondientes para el diseño del puente, tales como verificar las condiciones del suelo, dirección de flujo del río, perfiles del terreno, ancho de rodadura, banco de materiales existentes en el lugar.

Además del estudio realizado en el campo, se procedió a una visita en la Dirección General de Caminos, para recavar información necesaria relacionada al ancho de rodadura que se puede utilizar para el diseño de un puente vehicular en el área rural, así como diversos criterios técnicos empleados por la normativa AASHTO y otros por la institución mencionada.

De la misma manera, para el diseño del sistema de drenaje sanitario para las colonias el Esfuerzo y la Unión, se conversó con representantes de la comunidad acerca de la necesidad que existe, para la construcción de un sistema de drenaje sanitario, ya que beneficiaría de gran manera a la población a prevenir enfermedades en especial a los niños que son los más afectados. También en este caso se realizó un estudio técnico para tomar los criterios de diseño tales como, ubicación de los pozos de visita, colector, candelas, entre otros.



## **OBJETIVOS**

### **General**

1. Diseñar un puente vehicular para la aldea El Pilar y el drenaje sanitario para las colonias El Esfuerzo y La Unión, del municipio de La Democracia, del departamento de Escuintla

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación monográfica y una investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares objeto de este estudio, así también capacitar a los miembros del comité de las colonias El Esfuerzo y Las Unión sobre los aspectos de funcionamiento y mantenimiento del sistema de drenaje sanitario.
2. Proporcionar un informe para que la comunidad pueda realizar la construcción.
3. Planificar la estructura del puente en base a los criterios formados de los estudios previos, tomando en cuenta funcionalidad y costo.



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se emplea el sistema de analizar las condiciones topográficas, hidráulicas y económicas para elegir el lugar más adecuado para la construcción de un puente, prácticamente se requiere que el lugar para colocar un puente tenga un buen alineamiento con el trazo general del camino y que el suelo de cimentación sea adecuado para resistir los esfuerzos a que vaya a estar sometido.

Es necesario tomar en cuenta al diseñar una estructura, cada una de las especificaciones que existen para la construcción de la misma, esto para evitar las fallas que se pudieran presentar en la estructura, así como para que su vida útil sea óptima.

El presente trabajo de graduación presenta el diseño de un puente vehicular en la comunidad de la aldea El Pilar y un drenaje sanitario para las colonias El Esfuerzo y La Unión. Siguiendo especificaciones, recomendaciones, así como algunas consideraciones necesarias para efectuar un diseño adecuado de las estructuras.

# **1. INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Monografía del lugar**

### **1.1.1 Localización y ubicación**

La cabecera municipal de la Democracia se encuentra a una distancia de 32.5 kilómetros de la cabecera departamental de Escuintla; ocupa una extensión territorial de 320 kilómetros cuadrados y esta ubicada a una altitud de 165 metros sobre el nivel del mar, con una latitud de 14°13'44" y longitud de 90°56'52".

### **1.1.2 Colindancias**

Al norte con Siquinalá; al este con Escuintla, Masagua y San José; al sur con San José y La Gomera; al oeste con La Gomera y Santa Lucía Cotzumalguapa (todos del departamento de Escuintla).

### **1.1.3 Vías de acceso**

Por la carretera interamericana del Pacífico CA-2 de la cabecera departamental de Escuintla en dirección al oeste tiene 24 ½ Km. a la cabecera municipal de Siquinalá, donde entronca con la ruta departamental Escuintla 2, asfaltada, que 8 Km. al sur conduce a la cabecera de la Democracia, de allí siempre al sur son aproximadamente 23 Km. A la cabecera Municipal de la Gomera del departamento de Escuintla.

También La Democracia cuenta con carreteras municipales, roderas y veredas que unen a sus poblados entre si y con los municipios vecinos.

#### **1.1.4 Clima**

El clima es cálido y húmedo. La temperatura media oscila alrededor de los 25 grados centígrados y la humedad es de aproximadamente 84 por ciento. Aquí, las nubes atrapadas se convierten en persistente lluvia. Las zonas llanas, antes cubiertas de selvas tropicales, hoy poseen ecosistemas abiertos de sabana. Por condición natural, la sabana es húmeda, con árboles aislados de conacaste, ceiba y palo blanco.

#### **1.1.5 Población e Idioma**

La población por grupo étnico se estima que el 95% de la misma es de tipo no indígena, y el 5% restante es indígena migrante, según fuentes consultadas entre estas INE, Municipalidad de La Democracia, con lo que se reporta una población total de 14,990 habitantes.

Considerando la población anterior, la densidad de población asciende a 47 habitantes por kilómetro cuadrado de territorio; Con los datos se puede observar que el 70% de la población reside en el área rural y un 30% en el área urbana del Municipio.

Por la composición étnica de la población que reside en el Municipio de la Democracia, se expone que no existe lengua indígena predominante, el idioma que se habla en el lugar es el español.



### **1.1.6 Servicios públicos**

**Agua potable**, el área urbana cuenta con este servicio de vital líquido, así dos comunidades más.

**Drenajes**, el tipo de sistema sanitario es combinado en las comunidades que poseen este servicio.

**Energía eléctrica**, un 80% de las comunidades posee el servicio.

**Comunicación**, correos y telégrafos, teléfono, los habitantes de el municipio cuentan con estos servicios.

**Transporte**, la población de la democracia utiliza transporte por carretera, la cual consiste en autobuses extraurbanos, los cuales cubren la ruta de Guatemala-Escuintla-Siquinala-La Democracia; bici-taxi y pick-ups para el transporte de carga, y pasajeros hacia el área rural.

**Otros**, también en el Municipio se cuenta con escuelas, centro de salud, una Casa de la Cultura la cual promovió la construcción de un museo arqueológico bajo los auspicios del Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), salón de cine, campos deportivos, las estaciones de ferrocarril: Cancún, Charcón, Chichical, Obispo, Palestina y San Víctor.

### **1.1.7 Suelo y Topografía**

La topografía de el municipio de la Democracia es levemente suave con una pendiente nominal máxima del 2%, en su jurisdicción se encuentran cinco montañas, ocho ríos, cinco riachuelos, diez y seis zanjones y siete quebradas. El tipo de suelo en su mayoría es limo-arenoso, bien drenado.

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

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

Entre las necesidades básicas y prioritarias de el Municipio, se encuentran proporcionar agua potable la cual sea sanitariamente segura, proveer sistemas para la disposición de desechos tanto líquidos(aguas negras), como sólidos(basura), así también mejorar el acceso por via terrestre a las comunidades.

### **1.2.2 Justificación Social**

La falta de vías de comunicación afecta el desarrollo social y cultural de una población, por lo que la Aldea el Pilar como principal beneficiario y comunidades adyacentes están siendo afectada al no poder moverse libremente debido a la falta de un puente vehicular que pueda intercomunicarlos, debido a que el puente que existía en el lugar no fue lo suficientemente amplio y cedió ante el cauce del río, por lo que es necesario construir una estructura mas grande longitudinalmente para poder brindar solución ala problemática de movilización actual en la comunidad.

Así también en el análisis de salubridad en las colonias El Esfuerzo y la Unión se evidencia que el mayor deterioro de la salud es debido a causas relacionadas por la contaminación del medio ambiente, por el manejo inadecuado de excretas, por lo que en beneficio de eliminar los focos de contaminación en estos lugares es necesario proveer de un sistema de saneamiento sanitario.

## 2. PUENTE VEHICULAR PARA LA ALDEA EL PILAR MUNICIPIO DE LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA

### 2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un puente vehicular de concreto, reforzado de un carril, para soportar una carga viva AASHTO H15-44, con una longitud de 20 m, con un ancho de rodadura de 3.50m.

Se puede definir un puente como una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías. Según su función puede ser puente para carretera, puente para ferrocarril, puente móvil. Según sus materiales de construcción, los puentes podrán ser de: Madera, Mampostería, Acero Estructural, Concreto Armado, Concreto Presforzado. Y dependiendo del tipo de estructura, los puentes podrán ser: Librementes Apoyados, Tramos continuos, Colgantes, Doble Voladizos.

La infraestructura de un puente se divide en tres partes que son:

**La subestructura:** que se define como un conjunto de elementos estructurales, que transmiten las cargas al suelo, y que brinda estabilidad a toda la estructura. Está formada por los estribos o pilares extremos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos.

**La superestructura:** consistente en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables, o bóvedas y arcos

que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos. Además, la superestructura de un puente es la unidad que cubre la luz, sobre la que se transportan vehículos, camiones, personas y otros.

**Aproches y Obras de Protección:** Los aproches también llamados terraplenes son unidades que sirven por lo general como relleno para alcanzar el nivel de rasante; así las obras de protección tales como gaviones se utilizan para proteger los bases del puente y evitar la socavación, por lo tanto, el colapso de la estructura. Algunas de las obras de protección consisten, básicamente, en muros que protegen los taludes, de la erosión y deslizamientos del terreno.

Las partes que forman un puente son:

- **En la Superestructura:** Diafragmas, Sistemas de piso (Losas), Elementos portantes (Generalmente vigas principales).
- **En la subestructura:** Sistemas de apoyo Pilas y estribos. En la cimentación Zapatas de cimentación, Pilotes; dependiendo de las condiciones del suelo y del tipo de muro a utilizar.
- **Otros elementos de la superestructura:** Juntas de dilatación, Sistemas de drenaje, Barandales, Banquetas, Señalizaciones.

Fig. 1: Partes que conforman un puente (perfil)

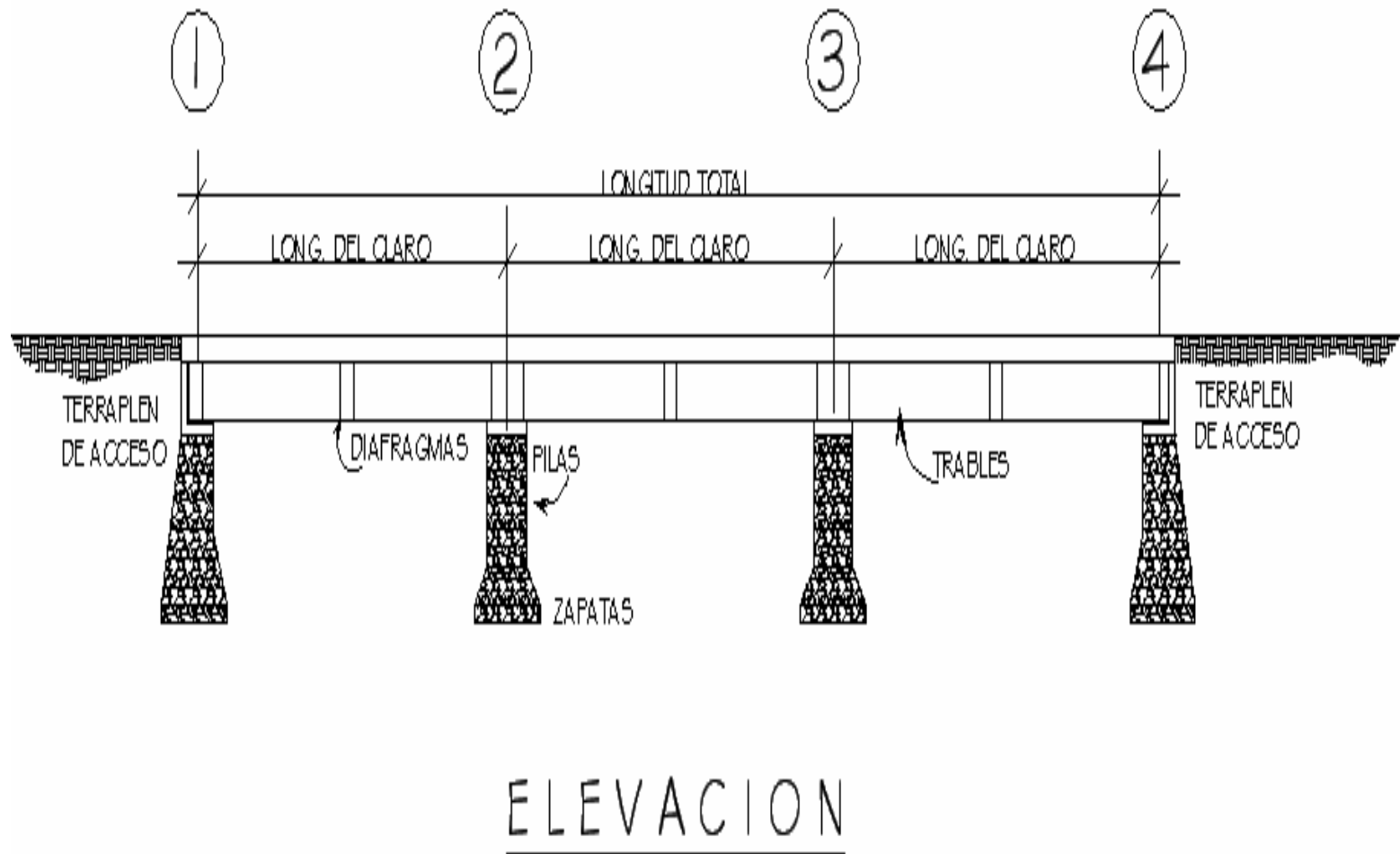


Fig. 2: Partes que conforman un puente (planta)

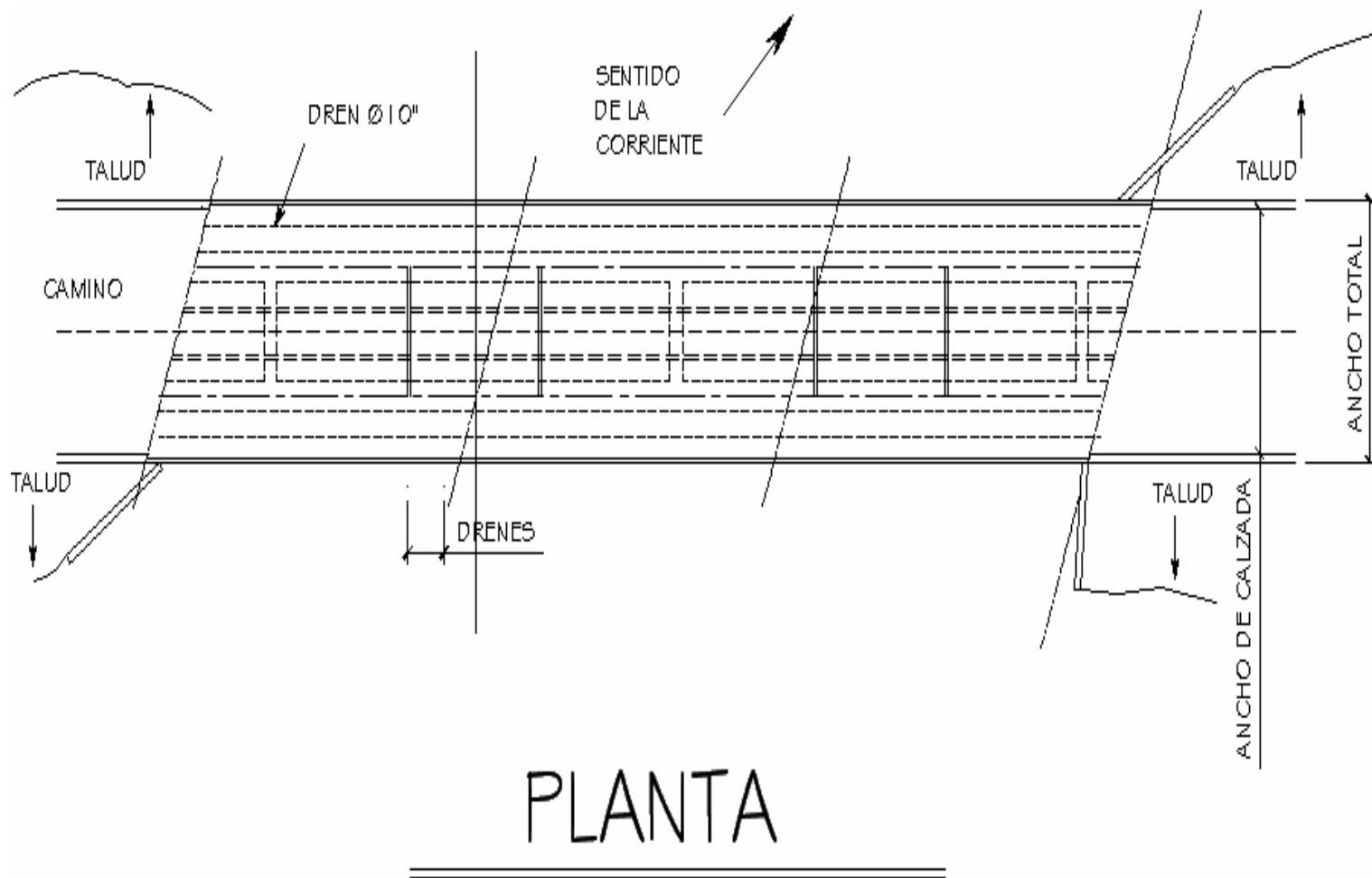
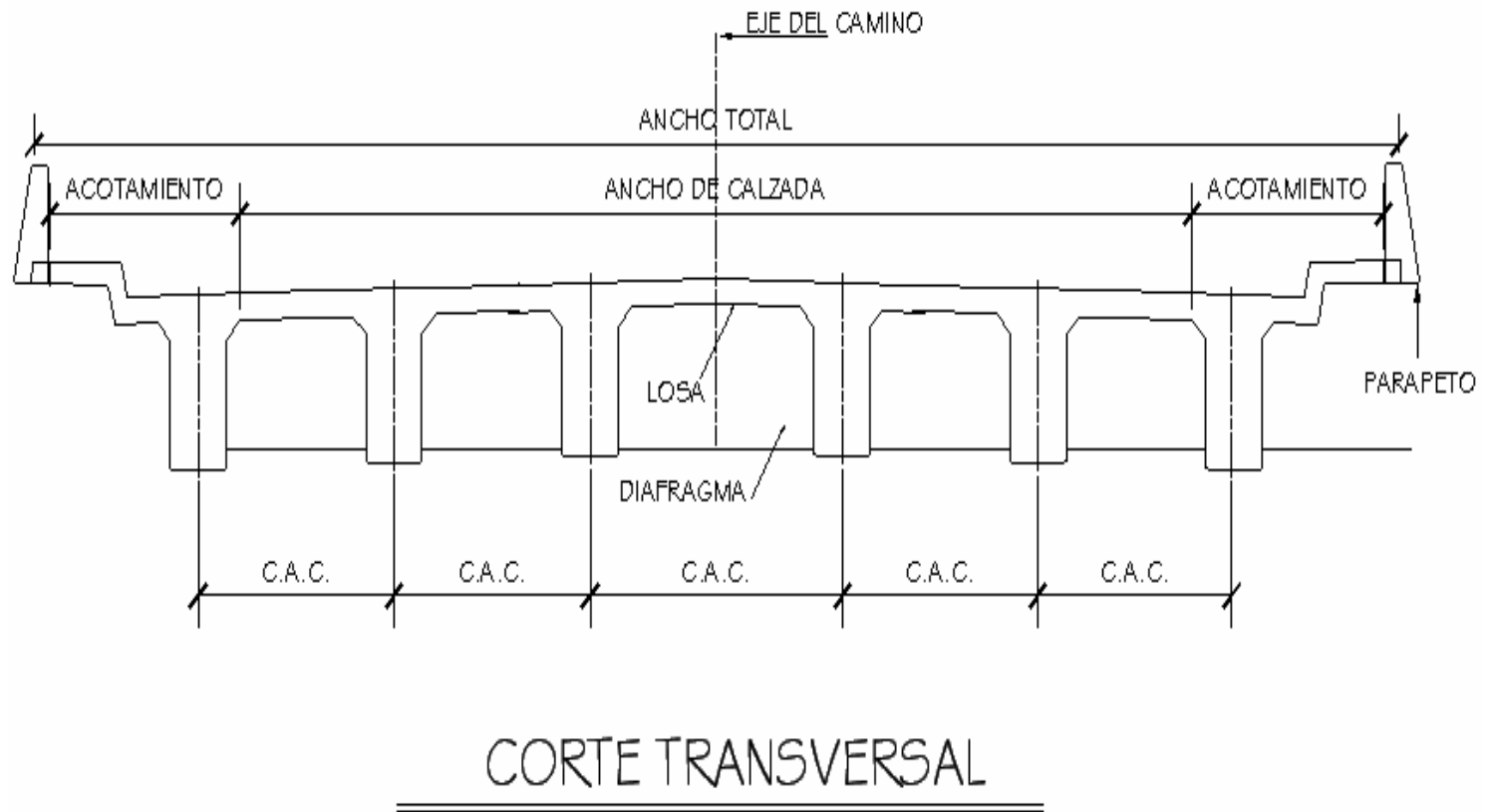


Fig. 3 Partes que conforman un puente (sección)



## 2.2 Levantamiento topográfico

El éxito en el diseño de cualquier estructura, depende en buena medida de la realización de un levantamiento topográfico exacto, ya que esto permite representar gráficamente los posibles puntos de localización de la obra, por lo que es necesario tener un perfil y una topografía especial de la zona. Para poder realizar el levantamiento topográfico del presente trabajo, se utilizó el siguiente equipo:

- Teodolito marca Wild (1 Unidad)
- Cinta métrica de 75.00m (1 Unidad)
- Estadal de 6.00m de longitud (1 Unidad)
- Brújula (1 unidad)
- Estacas (1 juego)
- Plomada (2 Unidades)

El levantamiento fue de primer orden y consistió en lo siguiente:

- **Planimetría:** se localizó el puente dentro de la sección del río, con el propósito de ubicarlo.
- **Altimetría:** se trazó un eje central, tomando como referencia 100 m río arriba y 100 m río abajo, luego se trazaron secciones transversales a cada 10 m.

Con los datos obtenidos de la topografía, se dibujó el eje central, curvas de nivel y perfil. (Ver planos adjuntos al final)



### **2.3 Cálculo de caudales máximos**

La crecida máxima extraordinaria ocurre en épocas de tormentas u otros fenómenos naturales; para el cálculo de la misma existen varios métodos entre ellos: El método de Sección-pendiente, Racional, y de comparación.

En el caso del presente trabajo se recabo información entre los habitantes de la región, y se efectuó una medición de la creciente máxima observada en el lugar, obteniendo el valor de 2.90 m sobre el espejo de agua.

### **2.4 Especificaciones para el diseño**

Es de mucha importancia para el diseñador ajustarse a ciertas especificaciones que normalicen el proyecto a ejecutarse, dentro de las especificaciones tomadas en cuenta en el presente diseño se encuentran las normas de la ASSHTO, ACI, ASTM.

- **Carga viva:**

Se uso una carga viva de diseño de un H15-44 (AASHTO) equivalente a 15 Kips.

- **Recubrimientos:**

AASHTO 8.22 recomienda para cimientos y muros 8 cm, losa 5 cm cama superior, 2.5 para cama inferior, y 5 cm para columnas y vigas.

- **Traslapes**

Según AASHTO 8.25 (DGC 509.080), se calculará con base en la longitud de desarrollo establecida en cada caso. Se recomienda el uso de uniones mecánicas para las barras No. 11, de tal manera que desarrollen un

125% del  $f_y$  nominal de la barra, siguiendo la especificación de la AASHTO 8.33, y así evitar localizarlas en los puntos donde se producen esfuerzos de tensión críticos y nunca en una misma línea; deberán colocarse alternos a cada 60 cm.

- **Ganchos**

AASHTO 8.23.2.2. Los dobleces deberán ser hecho en un equivalente a 6 diámetros en su lado libre, cuando se trata de 180 grados o 12 diámetros, cuando se trate de 90 grados.

## **2.5 Diseño de la súper estructura**

### **2.5.1 Consideraciones generales**

- **Carga de diseño**

La carga de diseño seleccionado para puentes depende primordialmente de la importancia, de la proyección económica y social que tendrá la carretera, así como del tipo de transporte que tendrá acceso a la estructura, por lo cual, la carga seleccionada para este proyecto es AASHTO H15-44.

- **Dimensionamiento y descripción de la superestructura**

El Dimensionamiento consiste en la determinación del ancho de rodadura y de la sección de vigas. Para puentes, el ancho usual de vía es de 12 pies. En cuanto al diseño de vigas se sugiere un peralte de  $L/16$ , esto es para no chequear deflexión; la base esta dada por  $2/5$  del peralte como mínimo.

## 2.5.2 Diseño de losa

En este caso, la losa trabaja en un solo sentido, debido a la relación  $m = \frac{a}{b} \leq 0.5 \approx m = \frac{3.5}{20} \leq 0.5$ ; por lo tanto trabaja en el sentido corto, el refuerzo principal de la losa es perpendicular al tráfico.

- **Espesor de losa**

El espesor de losas para puentes de concreto reforzado va desde 15 cm hasta 25 cm máximo, según especifica AASHTO; para este proyecto en particular, se selecciono un espesor (t) de 18 cm, equivalente a 0.59 pies.

- **Integración de cargas:**

Se tiene la carga muerta, carga viva y de impacto; esta ultima es aplicada directamente al momento producido por la carga viva.

### **Carga muerta**

Se calculó mediante la fórmula siguiente:

Donde:

$W_m$  : Carga muerta

t : Espesor de losa

$\gamma_{con}$ : peso específico del concreto

$$W_m = t \times \gamma_{con}$$

$$W_m = 150 \frac{lb}{pie^3} \times 0.59 pie$$

$$W_m = 88.5 \frac{lb}{pie^2}$$

## **Carga viva**

Se toma puntual según H15-44

P camión = 15000.lb.

P camión (eje delantero) = 3000.lb.

P camión (eje trasero) = 12000.lb.

- **Momentos para cargas muertas**

Se opta por usar:

Donde:

Mcm : Momento carga muerta

W: Carga muerta

L: Distancia entre ejes  
de vigas principales

$$Mcm = \frac{1}{10} \times WL^2$$

$$Mcm = \frac{1}{10} \times \left(88.5 \frac{lb}{pie}\right) \times (7.35 pie)^2$$

$$Mcm = 478.10 lb - pie$$

- **Momento para carga viva**

Donde:

Mcv : Momento carga viva

s: Espaciamiento entre  
vigas (pies)

P: Eje trasero de  
Camión (lbs)

$$M_{cv} = 0.80 \times \left( \frac{s+2}{32} \right) \times P$$

$$M_{cv} = 0.80 \times \left( \frac{7.35+2}{32} \right) \times 12000$$

$$M_{cv} = 2805.00 \text{ lb} - \text{pie}$$

### **Carga por impacto (AASHTO 3.8.2.1)**

Es el incremento que se le hace al momento producido por la carga viva, y tiene que ser menor o igual que al 30% del momento de la carga viva

Donde:

I : Momento por impacto

s: Espaciamiento entre vigas(pies)

$$I = \frac{50}{(s+125)} \leq 30\%$$

$$I = \frac{50}{7.35+125} \leq 30\%$$

$$I = 38.00\%$$

Debido a que no cumple con lo requerido entonces se aplica la siguiente fórmula:

$$I = 0.30 \times M_{cv}$$

$$I = 0.30 \times 2805 \text{ lb} - \text{pie}$$

$$I = 841.50 \text{ lb} - \text{pie}$$

### Momento último (AASHTO 1.2.22)

La formula que integra los momentos para dar el momento ultimo es :

Donde:

Mcm : Momento por carga muerta

Mcv : Momento por carga viva

I : Momento por impacto

$$Mu = \frac{1}{3} \times M_{cm} + \frac{5}{3} \times (M_{cv} + I)$$

$$Mu = \frac{1}{3} \times 478.10 + \frac{5}{3} \times (2805 + 841.50)$$

$$Mu = 8522.15 \text{ lb} - \text{pie}$$

### Cálculo de refuerzo en losa

Donde:

Mu : Momento último, 8522.15 lb-pie = 1180.08 kg/cm<sup>2</sup>

F'c : Resistencia del Concreto, 280 kg/cm<sup>2</sup>

F'y : Resistencia del acero, 2810 kg/cm<sup>2</sup>

b : Longitud unitaria, 100 cm

t : espesor de losa, 18 cm

Valuando en la formula del área de acero (As)

$$As = \left( bt - \sqrt{bt^2 - \frac{Mu \times b}{0.003825 F'c}} \right) \left( 0.85 \frac{F'c}{fy} \right)$$

$$As = \left( (100 \times 18) - \sqrt{(100 \times 18)^2 - \frac{1180.08 \times 100}{0.003825 \times 280}} \right) \left( 0.85 \times \frac{280}{2810} \right)$$

$$As = 2.62 \text{ cm}^2$$

Calculando área de acero mínimo ( $A_s \text{ min.}$ )

$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{f_y} \times (bt)$$

$$A_s \text{ min} = 9.03 \text{ cm}^2$$

Calculando área de acero máximo ( $A_s \text{ max.}$ )

$\rho \text{ max}$  = porcentaje de acero máximo

$$\rho \text{ max} : \frac{0.5 \times 0.85 \times 0.85 \times F'_c \times 6090}{F'_y(6090 + f_y)}$$

$$\rho \text{ max} : 0.0185$$

Valuando la fórmula de área de acero máximo:

$$A_s \text{ max} = \rho \text{ max} \times b \times t$$

$$A_s \text{ max} = 44.32 \text{ cm}^2$$

### Proponiendo acero

Hallando espaciamiento entre varillas:

Donde:

$A_s$  : Área de acero requerido

$A_v$  : Área de la varilla a utilizar

El espaciamiento entre varillas, se calcula según la siguiente relación:

$$S = \frac{A_v \times 100 \text{ cm}}{A_s}$$

Valuando en fórmula se obtiene:

$$S = \frac{1.98 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ cm}}{9.03 \text{ cm}^2}$$

$$S = 21.92 \text{ cm} \approx 20.00 \text{ cm}$$

Con los datos obtenidos, se concluye que se necesitan 1No.5 G40 @ 20cm, lo cual es acero para el área transversal de la cama inferior.

**Calculando el acero longitudinal o paralelo al camión para la cama inferior, según la AASHTO 3.24.1.2**

$$A_s = 0.002 \times bt$$

$$A_s = 3.6cm^2$$

Hallando el espaciamiento entre cada varilla:

$$S = \frac{0.71cm^2 \times 100cm}{3.60cm^2}$$

$$S = 19.72cm \approx 19.00cm$$

Con los datos obtenidos, se concluye que necesitamos 1No.3 G40@ 19 cm, esto es acero para el área longitudinal de la cama inferior.

**Calculando  $A_s$  longitudinal cama superior**

Según la AASHTO, recomienda para la ecuación siguiente, que no sobrepase el 67%

$$A_s = \frac{220}{s^{1/2}} \leq 67\%$$

$$A_s = 81.14 \geq 67\%$$



Debido a que el cálculo de acero longitudinal para la cama superior sobrepasa el 67% normalizado por AASHTO entonces se procede a tomar el 67% del área de acero.

$$A_s = 9.03\text{cm}^2 \times 67\%$$

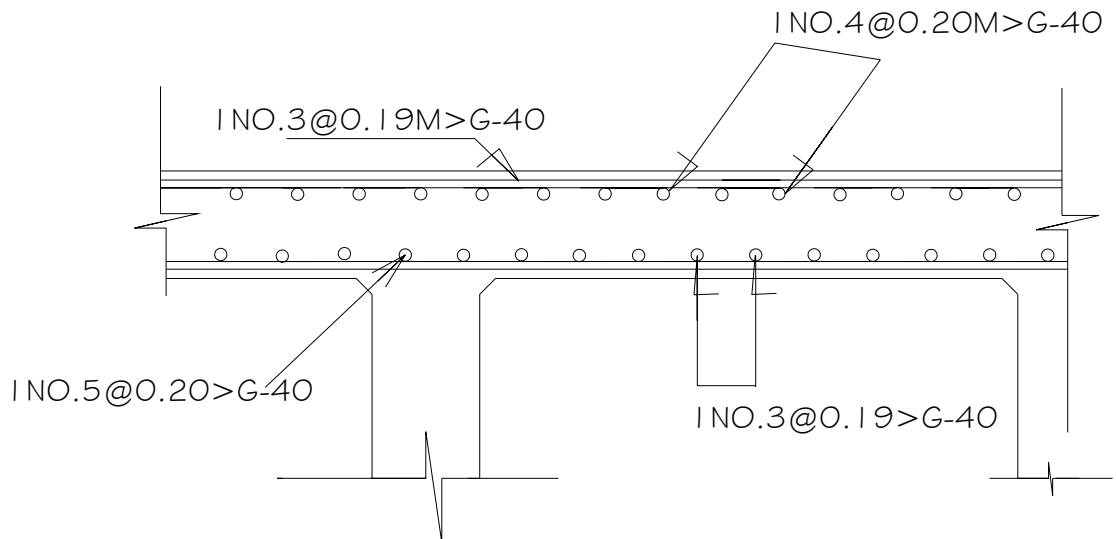
$$A_s = 6.05\text{cm}^2$$

$$S = \frac{0.71\text{cm}^2 \times 100\text{cm}}{6.05\text{cm}^2}$$

$$S = 20.99\text{cm} \approx 20.00\text{cm}$$

Con los datos obtenidos, se concluye que se necesitan 1No.4 @ 20 cm; esto es acero para el área longitudinal de la cama superior.

Fig. 4: Esquema final armado de losa



### 2.5.3 Diseño de pasamanos

Están formados por unidades longitudinales, que funcionan para la protección de los peatones, soportados por postes de concreto reforzado, que se diseñan para una carga de  $P/4$  de la carga estandarizada por AASHTO. La altura mínima que deben poseer los postes de los pasamanos es de 42 pulgadas. Además de la carga del camión estandarizado, AASHTO recomienda para el diseño de los postes una carga vertical de 100 lb/pie, una carga horizontal de 300 lb/pie; que son producto de los peatones que circulan por la acera.

Donde:

$b$  : Base transversal de la banqueta, 0.65m

$h$  : Altura de banqueta, 0.15m

$A$  : Área transversal

Calculando el área transversal

$$A = b \times h$$

$$A = 0.65 \times 0.15$$

$$A = 0.10m^2$$

#### Carga Muerta

$$W_{\text{bordillo}} = 2400kg / m^3 \times A$$

$$W_{\text{bordillo}} = 240.00kg / m$$

$$W_{\text{pasamanos + poste}} = 45.00kg / m$$

$$W_{\text{tubo}} = 46kg / m$$

$$W_{\text{Total}} = 331.00kg / m \approx 221.96lb / pie \times 1pie$$

### **Carga viva**

$$W_{llantacamion} = 8000.00 \frac{lb}{pie} \times 1 pie$$

Finalmente sé tendrá que la carga viva es la carga extra de la llanta de un camión.

### **Diseño a corte**

Debido a que la resistencia a tensión del concreto es considerablemente menor que la de compresión, se reforzara a corte.

Hallando el corte actuante del concreto:

$$V = 1.3(Cm. + \frac{5}{3} Cv)$$

$$V = 17621.88lb \cong 8009.95kg$$

Hallando el corte que resiste el concreto:

$$V_{cu} = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{F_c} \times bd$$

$$V_{cu} = 6365.16kg$$

Hallando el espaciamiento que habrá entre cada estribo:

$$S = \frac{2 \times Av \times F' y \times d}{(V - V_{cu})}$$

$$S = 36.39cm \approx 35cm$$

Para cubrir corte, se necesita estribos No. 3 @ 35 cm

#### 2.5.4 Diseño de diafragma en losa

Los diafragmas se utilizan al centro y/o en los tercios de la luz, lo cual depende del criterio del diseñador, estos proveen rigidez a las vigas principales y evitan el alabeo de las mismas. El ancho usual de los mismos es de 30 centímetros, la altura de los interiores es  $\frac{3}{4}$  de la altura de las vigas principales, si se colocan diafragmas en los extremos, los cuales podrán ser de  $\frac{1}{2}$  de la altura de las vigas principales.

Los diafragmas exteriores transmiten su peso a los apoyos interiores de las vigas como cargas puntuales P.

Para este proyecto, se usaran tres diafragmas, de los cuales dos serán exteriores y uno será interior.

#### Diafragma Interior

Donde:

d :  $\frac{3}{4}$  de la altura viga principal

b : base como mínimo 1 pie

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

$$d = \frac{3}{4}(115) = 86.25\text{cm} \approx 85.00\text{cm}$$

$$As \text{ min} = \frac{14.1}{fy} \times bd$$

$$As \text{ min} = 12.80\text{cm}^2$$

Para cubrir esta área de acero, se propone utilizar 6No.5G40

Para hallar el espaciamiento entre estribos, se usa la siguiente fórmula:

Donde:

d : Peralte

r : Recubrimiento 4 cms

s : Espaciamiento entre estribos

$$s = \frac{(d - r)}{2}$$

$$s = 40.5cm \approx 40.00cm$$

Adicionalmente por cada pie de altura que se tenga, se recomienda un refuerzo extra de  $0.25 \text{ plg}^2 = 1.61 \text{ cm}^2$  con el objeto de evitar grietas en el concreto. En este caso, se usara 2 No. 4 G40 para evitar las grietas.

Con los datos obtenidos, se concluye que se necesita 6 No. 5 G40, 2 No. 4 G40. y estribos No. 3 @ 40 cm.

### **Diafragma exterior**

Donde:

d :  $\frac{1}{2}$  de la altura viga principal

r : Recubrimiento 5cms

b : base como mínimo 1 pie

$$b = 30.00cm$$

$$d = \frac{1}{2} \times 115cm$$

$$A_s \text{ min} = \frac{14.1}{f_y} \times (bd)$$

$$A_s \text{ min} = 9.78cm^2$$

Para cubrir esta área de acero, se propone utilizar 4No.5G40

Hallando el espaciamiento entre estribos:

$$s = \frac{(d - r)}{2}$$
$$s = (65 - 5) / 2$$
$$s = 30.00\text{cm}$$

Con los datos obtenidos, se concluye que se necesita 4No.5 G40, y estribos No. 3 G40 @ 40 cm.

Fig. 5: Diafragma exterior

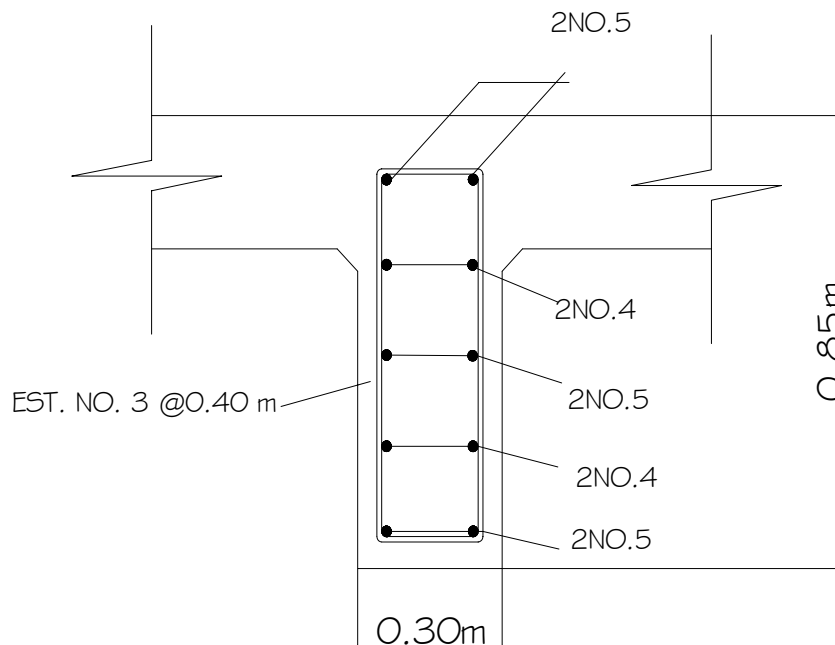
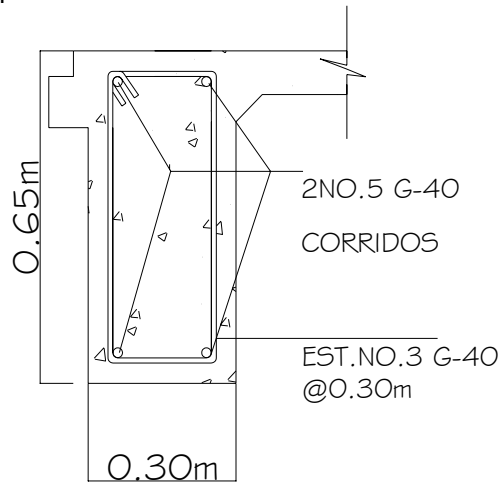


Fig. 6: Diafragma interior



### 2.5.5 Diseño de vigas

Las vigas son los elementos estructurales más importantes de la superestructura, ya que estas transmiten cargas externas transversales hacia los apoyos, tanto carga muerta como carga viva, que provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes. Además las vigas de concreto para superestructuras de puentes pueden ser vigas reforzadas para vigas cortas y preesforzadas para luces grandes; la cantidad de vigas que se diseñan dependerá del ancho de rodadura del puente; en este proyecto en particular, se diseñarán dos vigas por ser el puente de un solo carril. Para no chequear deflexiones; se toma el peralte como  $L/16$

Datos:

$$t = 20/16 = 1.25m \approx 125cm$$

W eje de trasero = 12.00 kips

W eje delantero = 3.00 kips

b = 50cm

S = 14 pie (distancia entre ejes de camión)

Lv = 65.62 pie (Longitud de viga)

- **Carga viva**

Se trabajara la carga del camión como critica, debido a la luz que se tiene. Debe utilizarse la tabla 3.23.1 de AASHTO, para determinar la distribución de la carga de camión en las vigas.

Según la tabla 3.23.1 se tiene la siguiente distribución

- **Factor de distribución**

$$\text{Puente de una vía} = \frac{S}{6.5} \text{ si } S \leq 6 \text{ pies}$$

$$\text{Puente de dos vías} = \frac{S}{6.0} \text{ si } S \leq 10 \text{ pies}$$

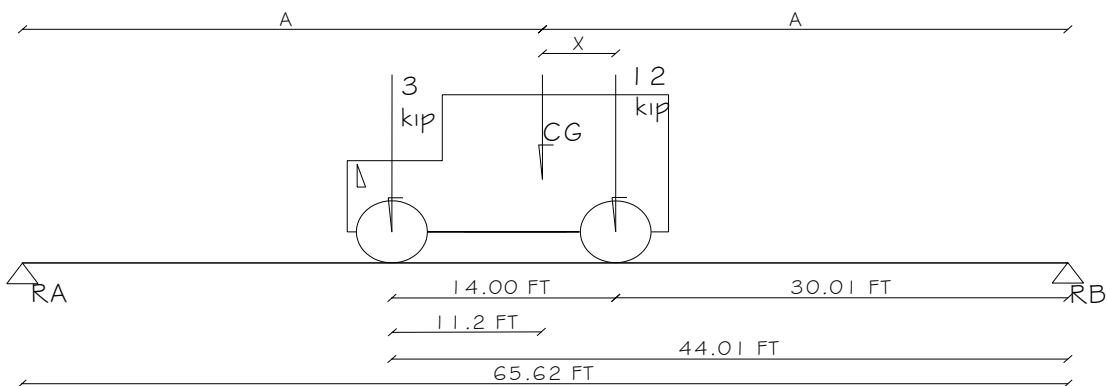
S = separación entre vigas desde ejes

Como en este puente la separación entre vigas  $S \leq 10 \text{ pies}$ , se calcula

Fd (factor de distribución)

$$Fd = \frac{S}{6.5} = \frac{7.35}{6.5} = 1.13$$

Figura 7. Diagrama cuerpo libre de carga viva para hallar X y A





A: es la longitud que existe de cada apoyo al centroide.

Cg: centro de gravedad

$M_{cg} = 0$  esto se hace para encontrar el valor de "X"

$$3(14 - X) = 12X$$

$$X = 2.80 \text{ pie} = 0.85 \text{ m}$$

El valor de "A" esta dado por la siguiente formula:

$$A = \frac{65.62 \text{ pies}}{2}$$

$$A = 32.81 \text{ pies} = 10.00 \text{ m}.$$

### Encontrando reacciones en los apoyos

Para encontrar las reacciones en cada apoyo, primero se tiene que hacer sumatoria de momentos en cada una de las reacciones:

$$M = 0$$

$$MRB = 0 \oplus$$

$$(65.62 \times RA) - (44.01 \times 3) - (30.01 \times 12) = 0$$

$$RA = 7.5 \text{ kips} = 7500.00 \text{ lb} \uparrow$$

### Hallando el momento máximo

Se hace un corte en la sección donde se aplica la carga mayor y se procede a hacer el análisis del momento

$$M_{mx} = (RA \times (X + A)) - (P \times a')$$

Donde

RA: reacción en el punto A

X: distancia del centroide al eje trasero (2.8 pies)

A: distancia del centroide a cada apoyo

P: carga viva del eje delantero. (3 kips)

a': distancia entre eje delantero y trasero (14 pies)

$$M \max = ((7.5 \text{kips} \times (2.8 \text{pies} + 32.81 \text{pies})) - (3 \text{kips} \times 14 \text{pies}))$$

$$M \max = 225.08 \text{kips} - \text{pie}$$

- **Carga de Impacto**

La aplicación de las cargas dinámicas, producida por camiones a puentes, no se efectúa de manera suave y gradual, sino violenta, lo cual produce incrementos notables en las fuerzas internas de la estructura; por esta razón, se deben considerar cargas adicionales, denominadas cargas de impacto, las cuales se calculan como una fracción de la carga viva que la incrementa en un porcentaje que, según AASHTO 1.2.12, se calcula de la siguiente forma:

$$I = \frac{50}{L + 25}$$

Donde:

L: luz del puente (65.62 ft o 20 m)

$$I = \frac{50}{65.62 + 125}$$

$$I = 0.26 = 26\%$$

$$I = 26\% (M \max Cv)$$

$$I = 1.26(225.08)$$

$$I = 283.60 \text{kip} - \text{ft}$$

Figura 8. diagrama cuerpo libre carga viva para corte en la viga



- **Carga de ejes afectadas por factor de distribución (1.64)**

Se encuentran las reacciones afectadas por el factor de distribución, hallada con anterioridad, según la tabla 3.23.1 de AASHTO

$$Pejetrasero = 12kip$$

$$Pejedelantero = 3kip$$

$$Pejetrasero = 12(1.13) = 13.56kip$$

$$Pejedelantero = 3(1.13) = 3.39kip$$

El valor de la reacción encontrada va hacer el mismo que, el de corte afectado por el factor de distribución

$$MB = 0$$

$$RA = \frac{((12 \times 65.62) + (3 \times (65.62 - 14)))}{65.62}$$

$$RA = 14.36kip$$

$$RA = V_{cv}$$

$$RA = (14.36)(1.13) = 16.23kip$$

Entonces se concluye que el valor de la RA es el mismo para el corte de carga viva (Vcv), debido a que el eje trasero esta actuando sobre la RA.

$$V_{cv} = 16.23 \text{kip}$$

- **Corte por impacto**

Por ser el impacto un incremento en la carga viva, se tiene que afectar el corte por carga viva con la carga de impacto, de la siguiente forma:

Donde:

VI : Corte por impacto

Vcv: Corte por carga viva (16.23kips)

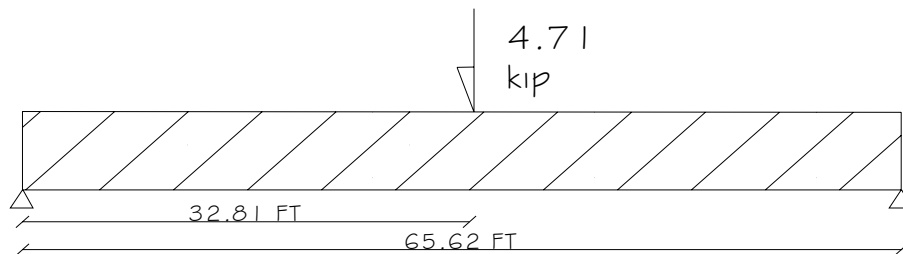
I: Impacto 29%

$$VI = 16.23 \times 1.29$$

$$VI = 20.94 \text{kip}$$

- **Momento carga muerta**

Figura 9. diagrama cuerpo libre carga muerta de viga



### Carga que ejerce el diagrama interior sobre la viga (p')

P' = carga del diafragma interior

$$P' = 1.4(2400 \times 0.85 \times 0.3 \times 2.5)$$

$$P = 21.42 \text{kg.} = 4.71 \text{kip}$$

Carga de losa mas viga (w)

$$W_{\text{losa}} = \frac{2400 \times 0.18 \times 4.30}{2}$$

$$W_{\text{losa}} = 928.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{viga}} = (2400 \times 0.5 \times 1.25)$$

$$W_{\text{viga}} = 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{total}} = 1.4(W_{\text{losa}} + W_{\text{viga}})$$

$$W_{\text{total}} = 1.4(928.8 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}})$$

$$W_{\text{total}} = 3400.32 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 2.28 \frac{\text{kips}}{\text{pie}}$$

Datos

$$W = 2.28 \frac{\text{kip}}{\text{pie}}$$

$$L = 65.62 \text{pie}$$

$$P' = 4.71 \text{kips}$$

$$A = 32.81 \text{pies}$$

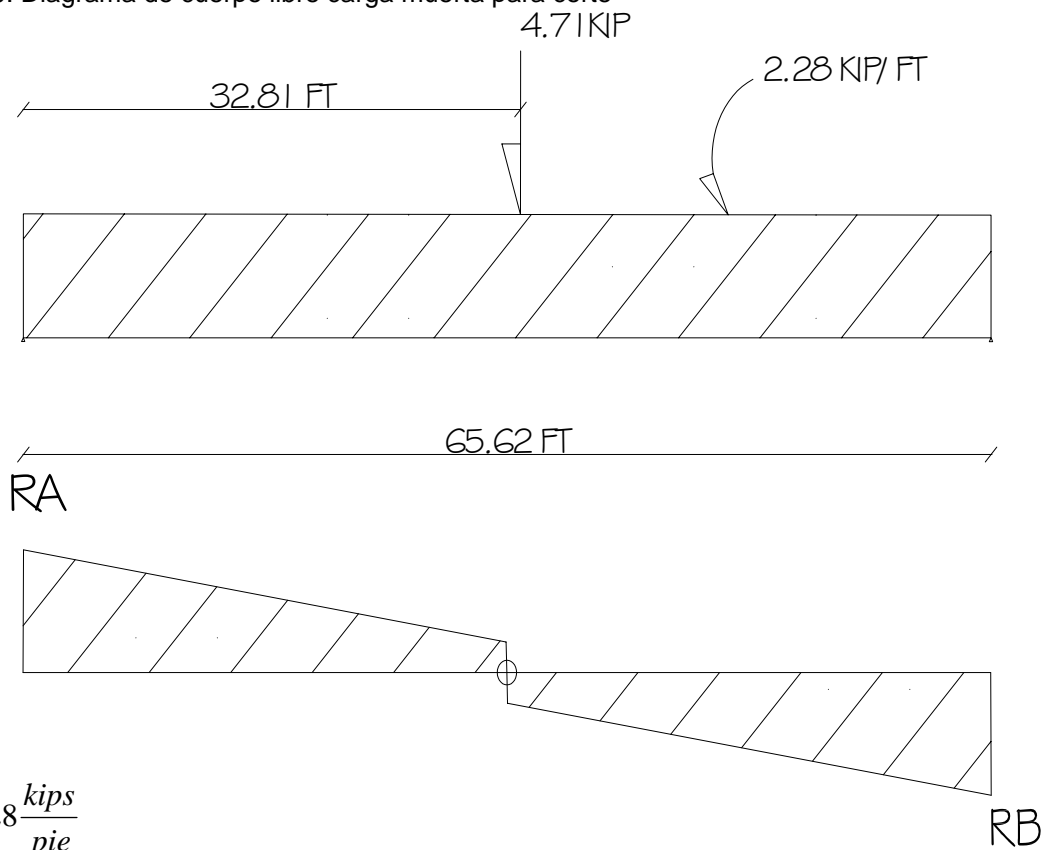
$$M_{\text{max}} = \frac{W \times L^2}{8} + P' A$$

$$M_{\text{max}} = 1381.74 \text{kips} - \text{pie}$$

- **Corte**

El corte máximo se da en los apoyos, cuando la carga mayor del camión esta sobre uno de estos. Para la carga muerta, es necesario hacer un diagrama de corte.

Figura 10. Diagrama de cuerpo libre carga muerta para corte



Datos:

$$W = 2.28 \frac{\text{kips}}{\text{pie}}$$

$$L = 65.62 \text{ pies}$$

$$P = 4.71 \text{ kips}$$

- **Diseño estructural**

Tabla I. Resumen de momentos

Momento carga muerta	Momento de carga viva
1381.74 kips-pie	283.60 kip-pie
191429.64 Kg.-m	39291.49 Kg.-m

Tabla II. Resumen de corte

Corte carga muerta	Corte carga viva mas impacto
77.16 kips	20.94 kip
35072.73 Kg.	9518.20 Kg.

**Diseño a flexión**

$$M_u = 1.3(M_{cm} + \frac{5}{3}(M_{cv} + I))$$

$$M_u = 1.3(191429.64 + \frac{5}{3} \times (39291.49))$$

$$M_u = 333990.09 \text{ Kg} - m$$

Datos para encontrar el área de acero:

$$Mu = 333990.09 \text{ Kg} - m$$

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

$$d = 120 \text{ cm}$$

$$f'c = 285 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$fy = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$As_{\text{max}} = \rho_{\text{max}} \times b \times t$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.0145$$

$$As_{\text{max}} = 0.0145 \times (120) \times (50)$$

$$As_{\text{max}} = 87.05 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{min}} = \frac{14.1}{4200} \times (50) \times (120)$$

$$As_{\text{min}} = 20.14 \text{ cm}^2$$

$$As = \left( bt - \sqrt{bt^2 - \frac{Mu \times b}{0.003825 F'c}} \right) \left( 0.85 \frac{F'c}{fy} \right)$$

$$As = 83.77 \text{ cm}^2$$

Como  $As_{\text{min}} < As < As_{\text{max}}$ , entonces proponiendo area de acero,

$$A\phi No.11 = 9.58 \text{ cm}^2; \therefore \text{No. varilla} = \frac{83.77}{9.58} = 10$$

$$As_{\text{prop}} = 10(9.58) = 95.8 \text{ cm}^2$$



- **Refuerzo por corte**

Se calcula el corte ultimo en la viga, según tabla No. II; Corte actuante, es el corte por carga viva, muerta y por impacto, que actúa en la viga.

Donde:

$V_u$  : Corte actuante

$V_{cr}$ : Corte resistente del concreto

$V_{cm}$ :Corte de la carga muerta

$V_{cv}$ : Corte de la carga viva

$I$ : Corte por impacto

$b$ : Base del elemento(50cm)

$d$ : Peralte del elemento(110cm)

$$V_u = 1.3 \left[ V_{cm} + \frac{5}{3}(V_{cv} + I) \right]$$

$$V_u = 1.3 \left[ 35072.73kg + \frac{5}{3}(9518.20kg) \right]$$

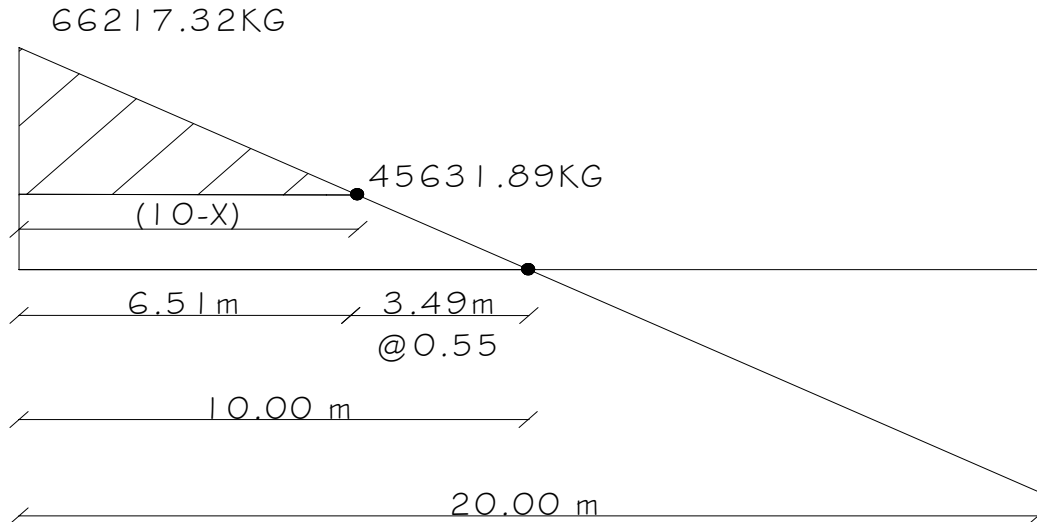
$$V_u = 66217.32kg$$

$$V_{cr} = 0.53 \times 0.85 \times (285)^{1/2} \times 50 \times 120$$

$$V_{cr} = 45631.89Kg$$

Con este resultado, se concluye que  $V_{cr} < V_u$  por lo tanto, no cumple  $s = d/2$ , mediante una relación de triángulos semejantes, donde la altura mayor es el  $V_u$  y la altura menor es el  $V_{cr}$ , por lo que se calcula la distancia que será cubierta por  $d/2$  y con la distancia restante, se encuentra el espaciamiento necesario para los estribos. Hallando distancia que cumple  $s = d/2$

Figura 11. Triangulo de corte



Mediante relación de triángulos, se encontrara la distancia donde resiste el concreto por si solo.

$$\frac{10 - X}{10} = \frac{66217.32 - 45631.89}{66217.32}$$

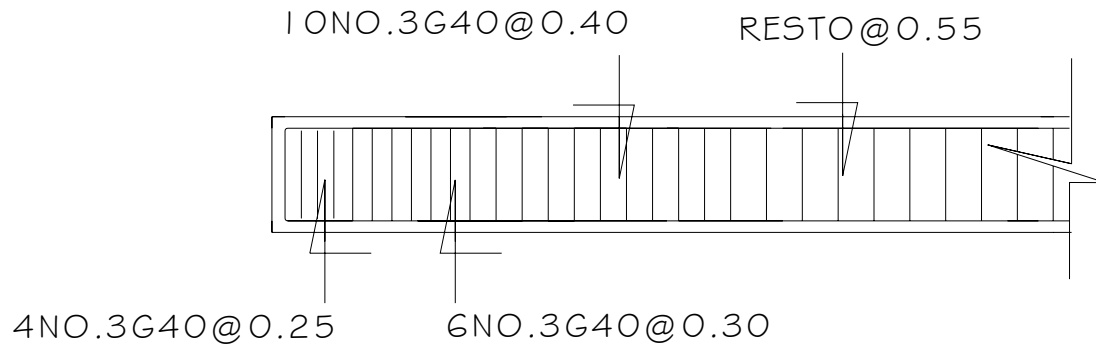
$$X = 6.89m$$

En la parte donde resiste el concreto por si solo se colocaran estribos a  $d/2$ ,  $S_{max} = 110cm/2 = 0.55cm$ ; por criterio se opta colocarlos @ 50 cm.

Por confinamiento se encuentran los espaciamientos a 1m, 2m, 3,5 m distancias tomadas desde apoyos, efectuando relaciones de triángulos a las distancias anteriormente citadas, por lo tanto:

$$S = \frac{2 \times 0.71 \times 4200}{66217.32 - 45631.89} = 0.27m \approx 0.25m$$

Figura 12. Diagrama de confinamiento



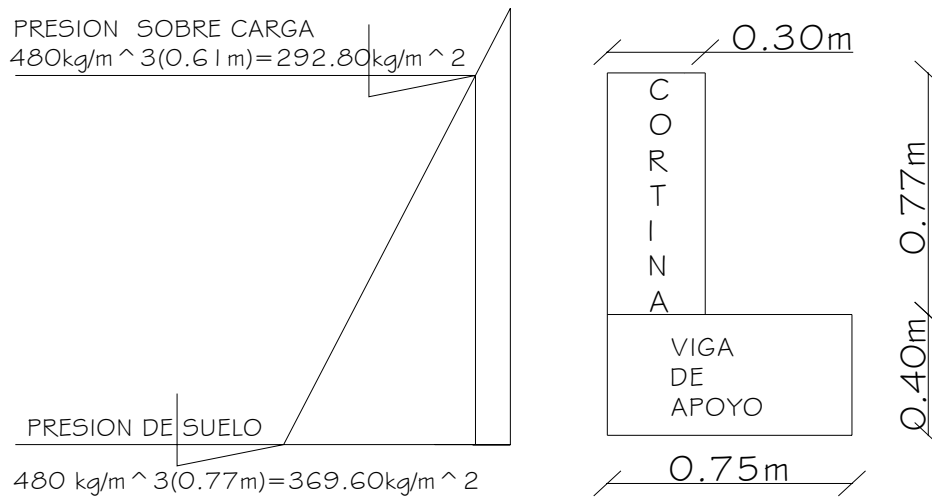
## 2.6 Diseño de la subestructura

### 2.6.1 Diseño de cortina

Sirve para detener el relleno en sentido longitudinal; se considera empotrado a la viga de apoyo, y el alto depende de la viga principal del puente.

Según AASHSTO 3.20, se deberá considerar una sobrecarga del suelo del equivalente liquido de 23 pies, con una presión de 480 Kg./m<sup>3</sup>.

Figura 13. Triangulo de presiones



Datos:

B: Base cortina; 0.40m

H: Altura de cortina; 0.77m

a: Ancho de cortina; 1.00m

P: Carga de H-15-44; 15kips

Ap: Ancho de puente; 5.20m

### Hallando presiones

Donde:

Psob: Presión de sobrecarga

Psi: Presión de suelo de equivalente liquido

$$Psob = 480kg / m^3 \times (0.61m) = 292.80kg / m^2$$

$$Ps = 480kg / m^3 \times (0.77m) = 369.60kg / m^2$$

### **Cálculo de fuerzas**

Donde:

Esob: Empuje de sobrecarga

Es: Empuje de suelo de equivalente

$$Esob = 292.80 \text{ kg} / \text{m}^2 \times (0.77 \text{ m}) = 225.46 \text{ kg} / \text{m}$$

$$Es = \frac{369.60 \times 0.77}{2} = 142.30 \text{ kg} / \text{m}$$

### **Cálculo de momento**

$$MEsob = 225.46 \times \frac{0.77}{2} = 86.80 \text{ kg} - \text{m}$$

$$MEs = 142.30 \times \frac{0.77}{2} = 54.79 \text{ kg} - \text{m}$$

### **Cálculo de fuerza longitudinal AASHTO 1.2.13**

Será producida por las llantas del camión en el terraplén o aporoche, la cual es transmitida a la viga de apoyo, se calcula de la siguiente manera:

$$LF = \frac{0.05 \times 15000}{2 \times 2.53} = 148.22 \text{ lb} \times (2 \text{ llantas}) = 296.44 \text{ lb} = 134.75 \text{ kg}$$

### **Momento de fuerza longitudinal**

$$MLF = 134.75 \text{ kg} \times (0.77 \text{ m}) = 103.76 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\text{brazo donde actúa: } H + 6' = (0.77 \text{ p} + 6 \text{ p}) \times (0.3048) = 2.60 \text{ m}$$

**Sismo:** coeficiente por sismo es igual 10% para 1.00m de ancho

$$W = b \times H \times a \times \gamma cr$$

$$W = 0.4(0.77)(1)(2400) = 739.20kg$$

$$S = 739.20(10\%) = 73.92kg$$

$$MS = 73.92kg \times \frac{0.77m}{2} = 28.46kg - m$$

Donde:

W: Peso del elemento

S: Sismo

MS: Momento de sismo

### Combinación de cargas

Siguiendo lo especificado en AASHTO 3.22.1, aplican en lo siguiente, finalmente cuando existe sismo, se deberán comparar las formulas del grupo III y VII y se tomara en cuenta, para la cuantía, el grupo con el valor mas critico.

#### Grupo III

$$M \text{ max} = 1.3(86.80 + 54.79 + 103.76) = 318.96kg - m$$

#### Grupo VII

$$M \text{ max} = 1.3(86.80 + 54.79 + 28.46) = 221.07kg - m$$

Al hacer la comparación de momentos se observa que el momento mas critico, es el del grupo III, por lo tanto se toma el momento de dicho grupo para calcular el refuerzo de la cortina.

### Refuerzo de la cortina

$$Mu = 318.96kg - m$$

$$d = 72cm$$

$$F'c = 210kg / cm^2$$

$$Fy = 2810kg / cm^2$$

$$b = 40cms$$

$$A_s = \left( bt - \sqrt{bt^2 - \frac{Mu \times b}{0.003825F'_c}} \right) \left( 0.85 \frac{F'_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = 0.18cm^2$$

$$A_{s \text{ min}} = \frac{14.1}{2810} (72)(40)$$

$$A_{s \text{ min}} = 14.45cm^2$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.0185$$

$$A_{s \text{ max}} = 0.0185(72)(40)$$

$$A_{s \text{ max}} = 53.28cm^2$$

En este caso debido a que no se cumple con la relación  $A_{s \text{ min}} < A_s < A_{s \text{ max}}$ , se tomara el  $A_{s \text{ min}}$ , y se propone como acero de refuerzo 12No.4.

### **Refuerzo a corte:**

Se tomara en cuenta, para la cuantía, el grupo con el valor mas critico:

#### **Grupo III**

$$V_{\text{max}} = 1.3(225.46 + 142.30 + 134.75) = 653.26kg$$

#### **Grupo VII**

$$V_{\text{max}} = 1.3(225.46 + 142.30 + 73.92) = 574.18kg$$

Al hacer la comparación de cortes se observa que el corte mas critico, es el del grupo III, por lo tanto se toma el corte de dicho grupo para calcular el refuerzo por corte de la cortina.

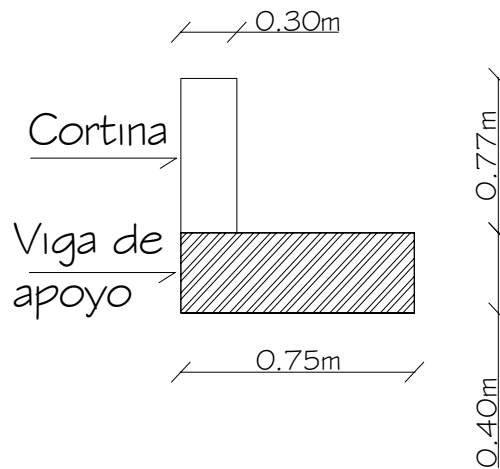
$$V_{cr} = 0.53 \times 0.85 \times \sqrt{210} \times 30 \times 72$$

$$V_{cr} = 14101.27 \text{ Kg}$$

En este caso debido a que  $V_{cr} > V_{max}$ , se tomara el espaciamiento entre estribos igual a  $d/2$ , esto es Est. No.3 @ 0.15m

### Viga de apoyo:

Figura 14. Diagrama viga de apoyo



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

Datos:

$$b = 75\text{cm}$$

$$d = 35\text{cm}$$

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

$$W_{losa} = 4420.00\text{kg}$$

$$W_{viga} = 1200.00\text{kg}$$

$$W_{bordillo} = 730.00\text{kg}$$

$$W_{cargaviva} = 6800.00\text{kg}$$

$$W_{total} = 13150.00\text{kg}$$



### **Corte actuante**

Donde:

Va : corte actuante sobre la estructura

L: ancho de rodadura (5.20 m)

W : carga total que soporta la viga (13150 kg)

$$Va = \frac{WL}{2}$$

$$Va = \frac{13150 \times 5.20}{2}$$

$$Va = 34,190.00kg$$

### **Corte resistente**

Donde:

Vr : corte resistente del concreto

b : base de la viga (75 cm)

d : altura de la viga (35 cm)

f'c : resistencia del concreto (210 kg/cm<sup>2</sup>)

$$Vr = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{f'c} \times b \times d$$

$$Vr = 0.85 \times 0.53 \times \sqrt{210} \times 75 \times 35$$

$$Vr = 17,136.96kg$$

Hallando espaciamiento de estribos:

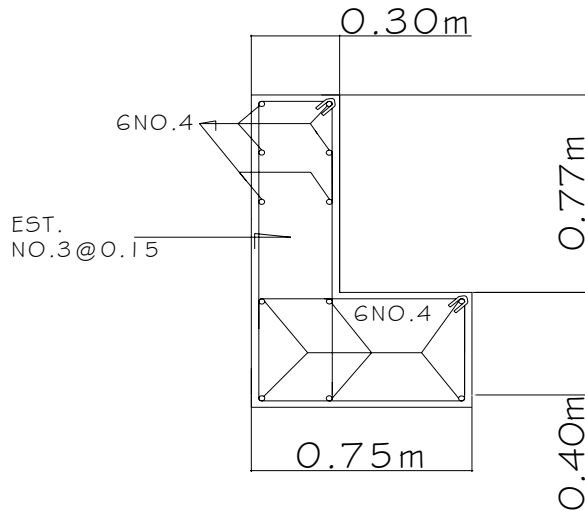
$$S = (2 * A_{var} * F_y * d) \div (V_u - V_r)$$

$$S = (2 \times 1.27 \times 2810 \times 35) \div (34190 - 17136.96)$$

$$S = 14.64cm$$

Entonces se concluye que se colocarán: 1 Est. No. 4 @ 0.14 m.

Figura 15. Refuerzo en la cortina y viga de apoyo



## 2.6.2 Diseño de estribo

Los estribos son los componentes del puente, que soportan la superestructura en los lados extremos y transmiten la carga al terreno de cimentación.

El tipo de estribo por diseñar corresponde al de un muro de gravedad de concreto ciclópeo. Se asume una sección del muro y se verifica por volteo, deslizamiento y presiones. Para el cálculo se utilizan los siguientes pesos específicos.

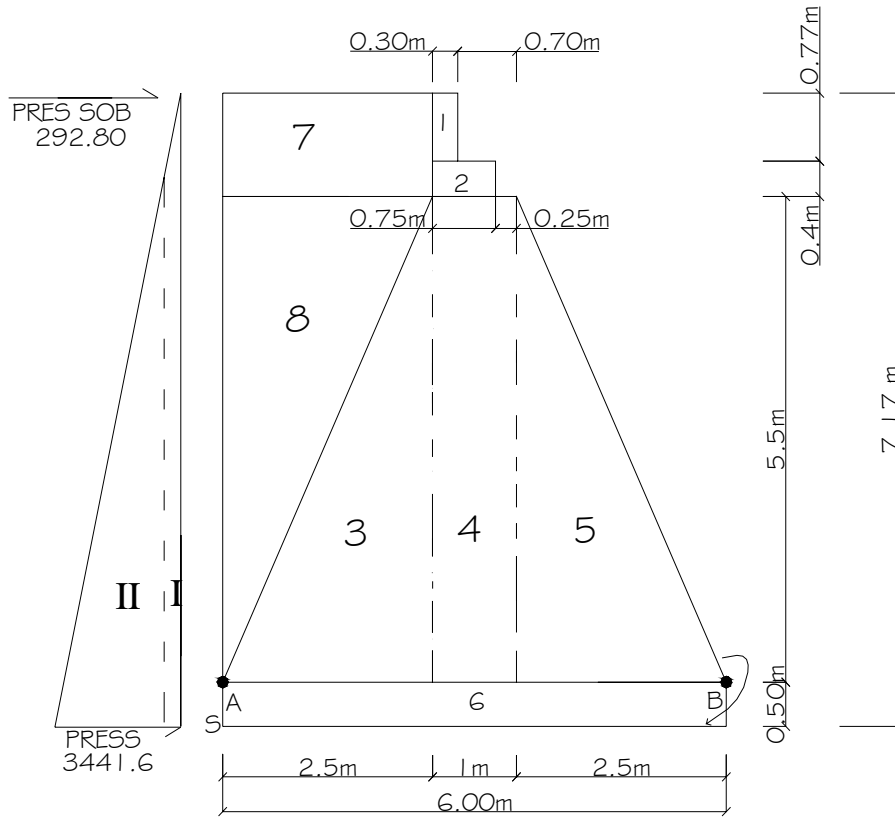
$$\gamma_{\text{concreto}} = 2400.00 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\gamma_{\text{suelo}} = 1600.00 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\gamma_{\text{concretociclopeo}} = 2700.00 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$V_s = 17000.00 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Figura 15. Geometría de subestructura



### Momento de volteo(ME)

Primero se calculan las presiones, después la fuerza de empuje y posteriormente los momentos

Donde:

Psob : Presión sobre carga

Ps : Presión de suelo

Esob: Empuje sobrepresion

Es: Empuje de suelo

$$P_{sob} = Eqv_{liq} \times 2 \pi e$$

$$P_{sob} = 480 \text{kg} / \text{m}^3 \times 0.61 \text{m}$$

$$P_{sob} = 292.80 \text{kg} / \text{m}^2$$

$$P.s = Eqv_{liq} \times H$$

$$P.s = 480 \text{kg} / \text{m}^3 \times 7.16 \text{m}$$

$$P_s = 3441.60 \text{kg} / \text{m}^2$$

$$E_{sob} = P_{sob} \times h$$

$$E_{sob} = 292.80 \text{kg} / \text{m}^2 \times 7.17 \text{m}$$

$$E_{sob} = 2099.38 \text{kg} / \text{m}$$

$$E_s = P_s \times \frac{H}{2}$$

$$E_s = 3441.60 \text{kg} / \text{m}^2 \times \frac{7.17}{2 \text{m}}$$

$$E_s = 12338.14 \text{kg} / \text{m}$$

$$ME_{sob} = E_{sob} \times \text{Centroide fig 1}$$

$$ME_{sob} = 7536.77 \text{kg} - \text{m}$$

$$ME_s = E_s \times \text{Centroide fig 2}$$

$$ME_s = 29448.15 \text{kg} - \text{m}$$

Tabla III. Momentos de volteo(Kg.-m)

Sección	Empuje(kg)	Brazo(m)	Momento(kg-m)
I	2099.38	3.59	7536.77
II	12338.14	2.39	29488.15
	<b>14437.52</b>		<b>37024.92</b>

Tabla IV. Calculo de momento estabilizante ME(Respecto AB)

Sección	Área m <sup>2</sup>	Peso esp. Kg.-m <sup>3</sup>	Peso Kg.	Brazo m	Momento (Kg -m)
1	0.23	2400.00	552.00	3.35	1849.20
2	0.30	2400.00	720.00	3.13	2253.60
3	6.88	2700.00	18576.00	4.33	80434.08
4	5.50	2700.00	14850.00	3.00	44550.00
5	6.88	2700.00	18576.00	1.67	31021.92
6	3.00	2700.00	8100.00	3.00	24300.00
7	2.93	1600.00	4688.00	4.75	22268.00
8	6.88	1600.00	11008.00	5.17	56911.36
			<b>77070.00</b>		<b>263588.16</b>

### Verificación sin superestructura

Según especificación

$$\text{Volteo} = \frac{ME}{MV} \geq 1.5 \text{ cumple}$$

$$\text{Deslizamiento} = 0.5 \times \frac{W}{E} \geq 1.5 \text{ cumple}$$

Donde:

ME: Momento estabilizante

MV: Momento de volteo

W: Peso de todo el estribo

E: Empuje total

$$\text{Volteo} = \frac{263588.16}{37024.92}$$

$$\text{Volteo} = 7.15 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

$$\text{Deslizamiento} = 0.5 \times \frac{77070}{14437.52}$$

$$\text{Deslizamiento} = 2.67 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

## Presiones

Para encontrar presiones y verificar si existen presiones negativas, primero se calcula el valor de  $a$ , luego se calcula la excentricidad, y con los datos obtenidos se aplica la fórmula de presión.

Según especificación:

$$a = \frac{ME - MV}{W}$$

$$3a > b; \text{ cumple}$$

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

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

$$P_{\max} < V_s; P_{\min} > 0; \text{ cumple}$$

### Calculo de presiones

$$a = \frac{(263588.16 - 37024.92)}{77070} = 2.94$$

$$3(2.94) > 6 \approx 8.82 > 6 \text{ cumple}$$

$$e = \frac{6}{2} - 2.94 = 0.06$$

$$P = \frac{77070}{(6 \times 1)} \pm \left( 1 \pm 6 \times \frac{0.06}{6} \right)$$

$$P_{\max} = 13615.70 < V_s$$

$$P_{\min} = 12074.30 > 0 \text{ cumple}$$

### Verificación del muro con superestructura y carga viva

Este chequeo es necesario, para verificar si el muro resiste el peso de la estructura que tendrá que soportar.

*Cargas*

$$\text{Sobrecarga} = \frac{16000}{3.5} = 4571.43 \text{ kg/m}$$

$$\text{Im pacto} = 0.3(4571.43) = 1371.43 \text{ kg/m}$$

$$\text{Banqueta} = 416.15 \text{ kg/m (AASHTO 1.2, 11 - A)}$$

$$\text{TOTAL} = 6359.01 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga Ultima} = 1.7(6359.01) = 10810.32 \text{ kg/m}$$

$$\text{Brazo} = 3.00 \text{ m}$$

$$\text{ME} = 10810.32(3) = 32430.96 \text{ kg/m}$$

$$\text{ME}_{\text{tot}} = 32430.96 + 263588.16 = 296019.12 \text{ kg/m}$$

$$\text{Volteo} = \frac{296019.12}{37024.92}$$

$$\text{Volteo} = 7.99 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

$$\text{Deslizamiento} = 0.5 \times \frac{(77070 + 10810.32)}{14437.52}$$

$$\text{Deslizamiento} = 3.04 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

### Calculo de presiones

$$a = \frac{(296019.12 - 37024.92)}{(77070 + 10810.32)} = 2.95$$

$$3(2.95) > 6 \approx 8.85 > 6 \text{ cumple}$$

$$e = \frac{6}{2} - 2.95 = 0.05$$

$$P = \frac{87880.30}{(6 \times 1)} \pm (1 \pm 6 \left( \frac{0.05}{6} \right))$$

$$P_{\max} = 15379.05 < V_s$$

$$P_{\min} = 13914.38 > 0 \text{ cumple}$$

### Verificación del muro por sismo

Se deben tomar momentos de volteo en sentido horizontal, el cálculo de los datos para la verificación por sismo en el estribo se dan a continuación:



Tabla V. Momento de volteo de muro con sismo

Sección	Área m <sup>2</sup>	Peso esp. Kg.-m <sup>3</sup>	Peso Kg.	Brazo m	Momento (Kg -m)
1	0.23	2400.00	552.00	6.40	3532.80
2	0.30	2400.00	720.00	6.20	4464.00
3	6.88	2700.00	18576.00	2.33	43282.08
4	5.50	2700.00	14850.00	3.25	48262.50
5	6.88	2700.00	18576.00	2.33	43282.08
6	3.00	2700.00	8100.00	0.25	2025.00
7	2.93	1600.00	4688.00	6.59	30893.92
8	6.88	1600.00	11008.00	4.17	45903.36
			<b>77070.00</b>		<b>221645.74</b>

$$W = 77070 + 10810.32 + 87880.32 = 175760.64 \text{ kg} / m$$

$$ME = 175760.64 + (10810.32 \times \frac{6}{2}) = 208191.6 \text{ kg} - m$$

$$F_{horizontal} = (14437.52 \times 1.08) + (87880.32 \times 1.08)$$

$$F_{horizontal} = 22622.95 \text{ kg}$$

$$MEQ = 0.08(22622.95)$$

$$MEQ = 17731.66 \text{ kg} / m$$

$$M_{volteo} = 1.08(37024.92) + 10810.32(1.08)(7.17)$$

$$M_{volteo} = 123697.71 \text{ kg} - m$$

$$\text{Volteo} = \frac{208191.60}{123697.71}$$

$$\text{Volteo} = 1.68 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

$$\text{Deslizamiento} = 0.5 \times \frac{87880.32}{22622.95}$$

$$\text{Deslizamiento} = 3.88 \geq 1.5 \text{ cumple}$$

### **2.6.3 Elaboración del presupuesto**

El presupuesto se elaboro en base a precios manejados en la región tanto de mano de obra como de materiales, elaborando de esta manera los costos unitarios de los rubros a trabajar dando como resultado el resumen proporcionado en la tabla VI (ver resumen)

Tabla VI. Presupuesto de puente

**PRESUPUESTO**

PROYECTO: **DISEÑO DE PUENTE VEHICULAR 20.00 MTS**  
 UBICACIÓN: **ALDEA EL PILAR , LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA**

No	REGLON	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	TRAZO DE PUENTE	1,00	GLOBAL	Q8.625,00	Q8.625,00
2	EXCAVACION DE CIMENTACION DE MUROS	312,88	M3	Q74,75	Q23.388,08
3	RELLENO DE APROCHES	366,94	M3	Q137,75	Q50.545,43
4	CONCRETO CICLOPEO	470,19	M3	Q652,50	Q306.800,93
5	CONCRETO TIPO 4000	53,51	M3	Q507,50	Q27.157,85
6	ARMADO DE ACERO No11	122,00	VARILLA	Q500,03	Q61.003,97
7	ARMADO DE ACERO No5	181,00	VARILLA	Q103,31	Q18.699,56
8	ARMADO DE ACERO No4	302,00	VARILLA	Q66,12	Q19.968,24
9	ARMADO DE ACERO No2	514,00	VARILLA	Q37,19	Q19.116,95
10	TUBO PARA DRENAJE	1,00	UNIDAD	Q362,50	Q362,50
11	NEOPRENO	0,40	DM3	Q3.625,00	Q1.450,00
12	MADERA	9.000,00	PT	Q9,79	Q88.087,50
13	FLETES	30,00	UNIDAD	Q2.875,00	Q86.250,00

**Costo Directo** **Q711.456,01**

INDIRECTOS

Imprevistos 10% 71.145,60

Administrativos 25% 177.864,00

Utilidad 15% 106.718,40

**Costo Indirecto** **Q 355.728,00**

<b>COSTO DEL PROYECTO</b>	<b>Q1.067.184,01</b>
---------------------------	----------------------



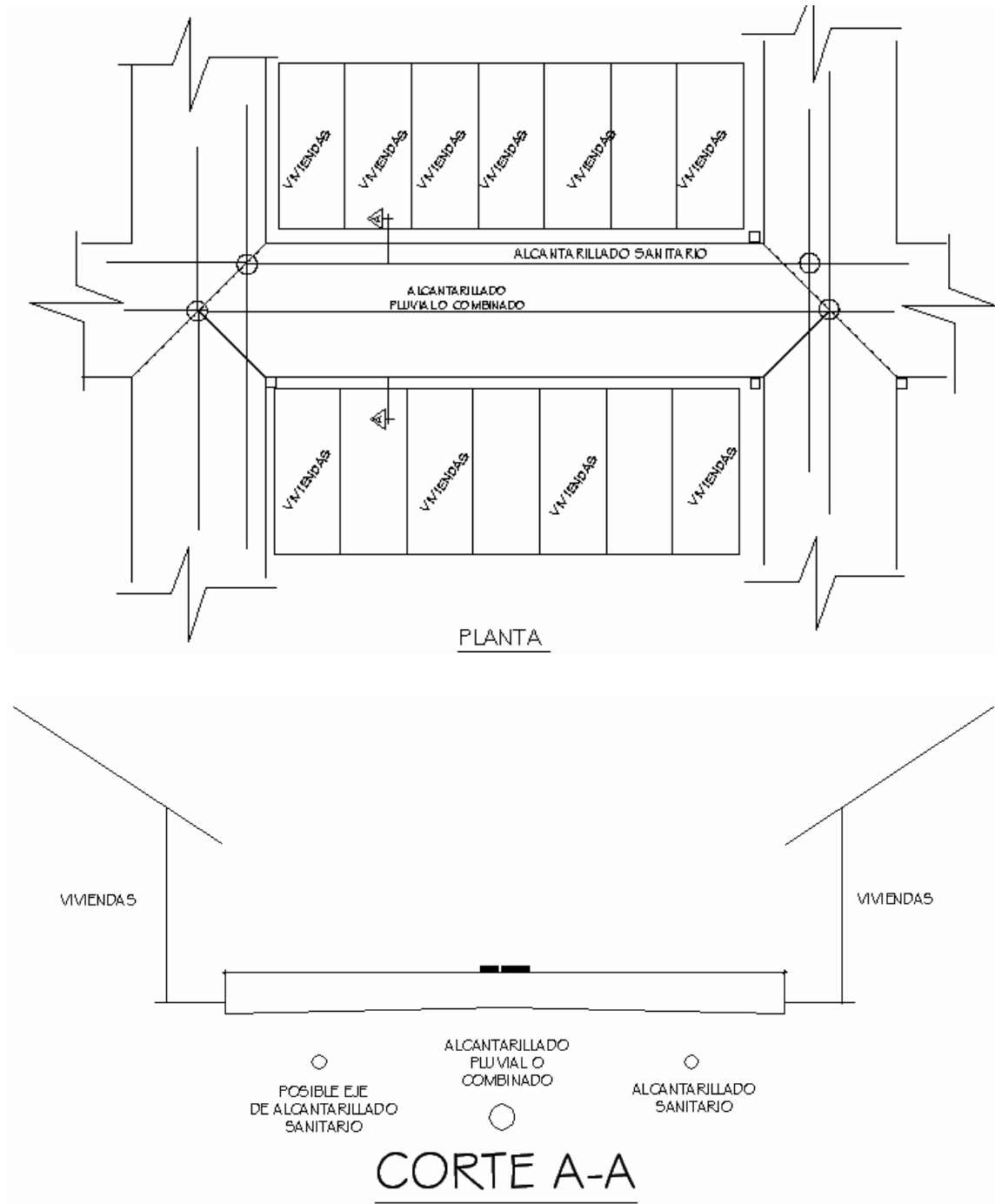
### **3. DRENAJE SANITARIO**

#### **3.1 Aspectos generales del proyecto drenaje sanitario**

Las redes de alcantarillado deben ser proyectadas por las vías públicas. De ser necesario la utilización de predios privados para el desarrollo del sistema de alcantarillado, se deberá contar con la correspondiente autorización en los términos definidos por la ley (Escritura pública).

De acuerdo con el tipo de alcantarillado proyectado se deben tener en cuenta los siguientes corredores de servicios: los sistemas de alcantarillado pluviales y combinados se localizarán en el eje de las vías (calzada o zona peatonal), y los colectores sanitarios en el centro de la media vía, ya sea en el costado izquierdo o derecho de la misma, Ver figura 16

Figura 16. Localización relativa de colectores



La distancia mínima horizontal entre alcantarillados, está condicionada a los anchos permitidos para cada uno de los colectores a instalar, los cuales garanticen condiciones de cimentación en zanja.

Con respecto a los niveles relativos en los colectores, las claves de los alcantarillados pluviales deberán estar 50 cm. por debajo de las de los colectores sanitarios.

Verificando además, que estos sistemas se proyecten por debajo y a la mayor distancia horizontal posible de las redes de distribución del acueducto.

En los alcantarillados separados se debe tener en cuenta que la localización relativa de los conductos permita la facilidad de instalación de las conexiones domiciliarias respectivas.

## **3.2 Consideraciones en la planificación y diseño**

### **1.2.3 Fórmula de Manning**

El funcionamiento hidráulico en colectores obedece a flujos no permanentes (Caudales variables en espacio y tiempo ), gradualmente variados (en lamina de agua, velocidades, etc); pero dadas las condiciones de evaluación de los caudales del proyecto (caudales picos máximos), y como simplificación del diseño de alcantarillado, el procedimiento de cálculo se basará en suponer que el flujo es permanente y uniforme en el conducto, y como tal su análisis se puede aproximar utilizando la **fórmula de Manning**, cuyas ecuaciones generales son:

$$V_o = \frac{R^{2/3} \times S^{1/2}}{N}$$

$$Q_o = V_o \times A$$

Donde:

Vo: Velocidad a tubo lleno, en m/seg.

Qo: Caudal a tubo lleno, en m<sup>3</sup>/seg.

A : Área hidráulica del conducto para condiciones a tubo lleno, en m<sup>2</sup>.

R : Radio hidráulico a tubo lleno, en metros.

S : Pendiente de batea del conducto en m/m.

N : Coeficiente de Rugosidad de Manning

Una vez conocidas las condiciones hidráulicas del colector a tubo lleno, se procede a estimar las relaciones hidráulicas para el caudal de diseño del tramo, las cuales permiten verificar las velocidades; criterio que servirá de base para el análisis hidráulico en la unión de colectores.

### **3.2.2 Coeficiente de rugosidad de Manning (n)**

El coeficiente de rugosidad (N) de la fórmula de Manning, depende de las características del conducto. Para su adopción deberán utilizarse los siguientes valores:

#### **Forma y material "n" de Manning**

Tubería de Cloruro de Polivinilo 0.010

Tubería prefabricada de asbesto-cemento 0.010

Tubería prefabricada de concreto 0.013



Tubería prefabricada de gres 0.014

Tubería de concreto reforzado, fundida in situ y con juntas elaboradas 0.015

Tubería de ladrillo común y vitrificado 0.016

Tubería de concreto reforzado, fundida in situ y con juntas rugosas 0.017

Canales, canaletas y cunetas de concreto simple o reforzado fundida in situ, con juntas rugosas 0.017

Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP) 0.010

### **3.2.3 Pendiente del conducto (S)**

La pendiente de batea del conducto deberá seleccionarse de tal manera que se ajuste a la topografía del terreno, y que cumpla con las velocidades permisibles para el caudal de diseño del tramo.

En los tramos en que la pendiente natural del terreno sea tan pronunciada que pueda ocasionar velocidades mayores, se utilizará un sistema de tramos cortos con pendientes aceptables, conectados por estructuras de caída debidamente dimensionadas.

### **3.2.4 Dimensionamiento de la sección del conducto**

El dimensionamiento de la sección del conducto se hará con base en la fórmula de Manning, utilizando los valores de caudal (Q), rugosidad (N) y pendientes (S) escogidas.

Las ecuaciones simplificadas de la fórmula general de Manning son las siguientes:

Para diámetro interno del tramo ( $do$ ), en pulgadas.

$$Q_o = \frac{0.00173755 do^{8/3} S^{1/2}}{N}$$
$$V_o = \frac{1.9735 Q_o}{do^2}$$

Para diámetro interno del tramo ( $do$ ), en metros.

$$Q_o = \frac{31.168547 do^{8/3} S^{1/2}}{N}$$
$$V_o = \frac{0.001273 Q_o}{do^2}$$

Donde:

$Q_o$ : Caudal a tubo lleno, en lts/seg.

$V_o$ : Velocidad a tubo lleno, en m/seg.

$S$  : Pendiente del tramo en porcentaje (%).

$N$  : Coeficiente de Rugosidad de Manning

La relación del caudal de diseño con la de tubo lleno  $Q/Q_o$  será de 0.90 máximo.

El diámetro mínimo en alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas, y en alcantarillados pluviales o combinados será de 10 pulgadas; esto con el fin de evitar obstrucciones en el colector ocasionado por agentes externos adicionales al caudal de escorrentía transportado (basuras y otros).

Las conexiones domiciliarias se harán en diámetro mínimo de 6 pulgadas.

En casos especiales, podrán utilizarse conductos de secciones diferentes a la circular, los cuales deberán dimensionarse de acuerdo con las características hidráulicas correspondientes.

### **3.2.5 Velocidades permisibles en los conductos**

#### **3.2.5.1 Velocidades mínimas**

La revisión de la velocidad mínima de un tramo de alcantarillado debe cumplir las siguientes condiciones:

La velocidad mínima a tubo lleno  $V_o$  en cualquier material será mayor de:

- Alcantarillados sanitarios:  $V_o = 0.6$  m/seg.
- Alcantarillados pluviales y combinados :  $V_o = 1.0$  m/seg.

Como complemento a la anterior condición, es necesario analizar la velocidad real en el conducto ( $V$ ), la cual estará afectada por la naturaleza del agua transportada (residual o pluvial), las características del material arrastrado por el agua, el caudal de diseño transportado, y el dimensionamiento del colector.

Por tal razón, se debe establecer una velocidad mínima que verifique las condiciones de auto limpieza y evite sedimentación en el tramo de alcantarillado. Este análisis puede ser desarrollado controlando la velocidad media ( $V$ ) estimada por las relaciones hidráulicas

Para alcantarillados que transporten desechos líquidos típicamente industriales, se aceptarán las velocidades mínimas a tubo lleno ( $V_o$ ) dadas en el cuadro siguiente:

Tabla VII. Demanda bioquímica de oxígeno-velocidad mínima

DBO efectiva (p.p.m.)	$V_o$ mínima (m/seg)
Menor e igual a 225	0.60
Entre 225 y 350	0.75
Entre 351 y 500	0.90
Entre 501 y 690	1.05
Entre 691 y 900	1.20

Es importante resaltar que el diseñador debe seleccionar las pendientes en el sistema de alcantarillado, que garanticen tanto las velocidades mínimas permisibles, como también la facilidad de instalación de las mismas en el proceso constructivo.

### **3.2.5.2 Velocidades máximas**

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los conductos en función del material serán los siguientes:

Tabla VIII. Material-velocidad máxima

MATERIAL	V máxima (m/seg)
a. Ladrillo común	3
b. Ladrillo vitrificado y gres	5
c. Concreto de f'c=2.000 psi.	3
d. Concreto de f'c=3.000 psi.	6
e. Concreto de f'c=4.000 psi.	10
f. Cloruro de Polivinilo	10
g. Asbesto Cemento	10

Cuando los conductos van a estar sometidos a desgastes por abrasión causadas por los sólidos transportados por el agua, las velocidades máximas permisibles deben disminuirse en un 50%.

### 3.2.6 Unión de colectores

La unión o intersección de dos o más colectores, por efecto de cambio de alineamiento en planta o perfil, o por variación en el dimensionamiento del colector, se hará con estructuras hidráulicas apropiadas denominadas estructuras-pozo. Estas estructuras se comunican a la superficie mediante los pozos de inspección.

El diseño hidráulico consiste en evaluar las pérdidas que se producen en la unión de la estructura-pozo, con el fin de estimar el nivel de salida del sistema de alcantarillado. Este análisis varía de acuerdo con el régimen del flujo tanto del colector principal como de los colectores afluentes.

### 3.2.7 Profundidades de los colectores

Los sistemas de alcantarillado deben estar a la profundidad necesaria para permitir el drenaje por gravedad de las aguas negras y pluviales de su área tributaria. La profundidad del alcantarillado con respecto a la cota exterior de la tubería, no será menor de:

Tabla IX. Zona-profundidad

ZONA	PROFUNDIDAD (m)
(a): Peatonal o verde	0.60
(b): Vehicular	0.90

Para profundidades menores a las anteriores, el diseñador deberá justificar el tipo de cimentación y las obras de protección a utilizar en la instalación de la tubería, que garantice el relleno mínimo en el colector.

De igual forma, para los caso de colectores a gran profundidad, se debe revisar la cimentación y el tipo o clase de la tubería, con el fin de evitar fallas en la misma (roturas) por sobrecargas no contempladas. Ver otras indicaciones en la sección.

### **3.3 Tipos de sistema de alcantarillado**

#### **3.3.1 Sistema separado**

Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

#### **3.3.2 Sistema combinado**

Está constituido por una red de tuberías que recoge y conduce las aguas negras y las aguas lluvia.

Para determinar cual sistema es el más conveniente para la región es importante realizar un estudio donde se tenga en cuenta la topografía del terreno, la eficiencia del sistema y la disponibilidad económica de la población.

### **3.4 Partes de un sistema de alcantarillado**

#### **3.4.1 Conexión domiciliar**

Esta conexión se realiza en la entrada de las viviendas, por ella entran al sistema todos los desechos domésticos; las aguas de lluvia y los desechos sólidos.

#### **3.4.2 Colectores**

Los colectores son tubos de cloruro de polivinilo (PVC) o de concreto según sea las necesidades de la comunidad en donde se construye el sistema del alcantarillado, que se entierran a una profundidad suficiente para recolectar las aguas sedimentadas. Limpieza y cajas de registro.

### 3.4.3 Cajas de registro para limpieza e inspección

Los registros de limpieza e inspección, así como los pozos de visita permiten el acceso a los colectores para su inspección y mantenimiento. En muchas circunstancias se prefieren los registros de limpieza antes que los pozos de visita porque cuestan menos y pueden sellarse herméticamente; se evita así la mayor parte de la infiltración y arena que comúnmente ingresan a través de las paredes y tapas de los pozos de visita. Los pozos de visita se recomiendan en los encuentros principales de los colectores, en cambios muy bruscos de dirección, o en sitios donde es difícil construir un registro, por tener muy profunda la tubería. Ver figuras 17 y 18.

Figura 17. Caja de registro

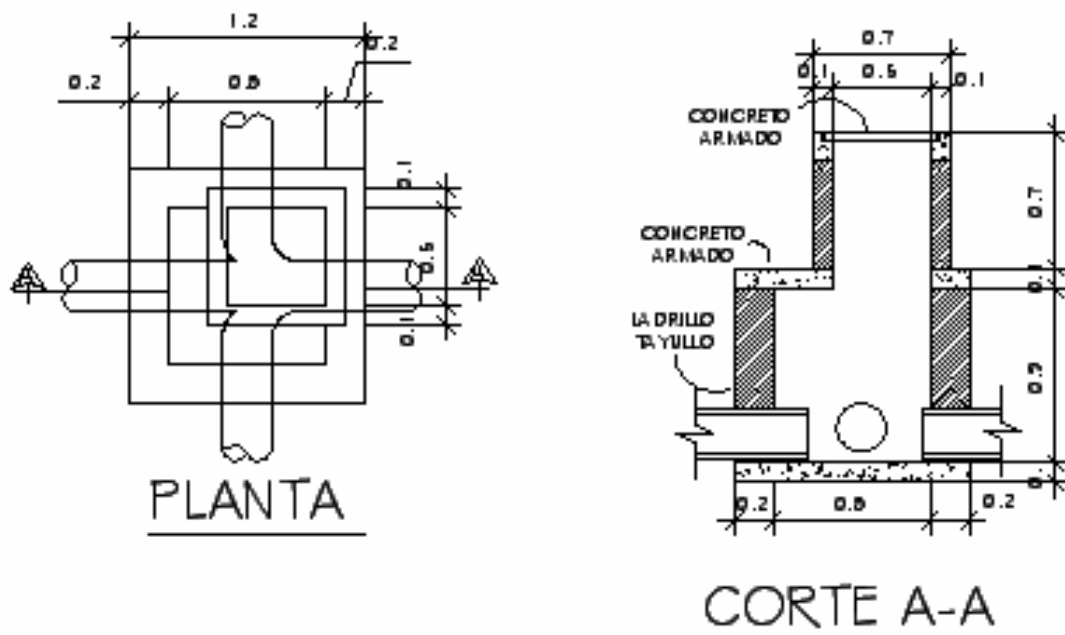
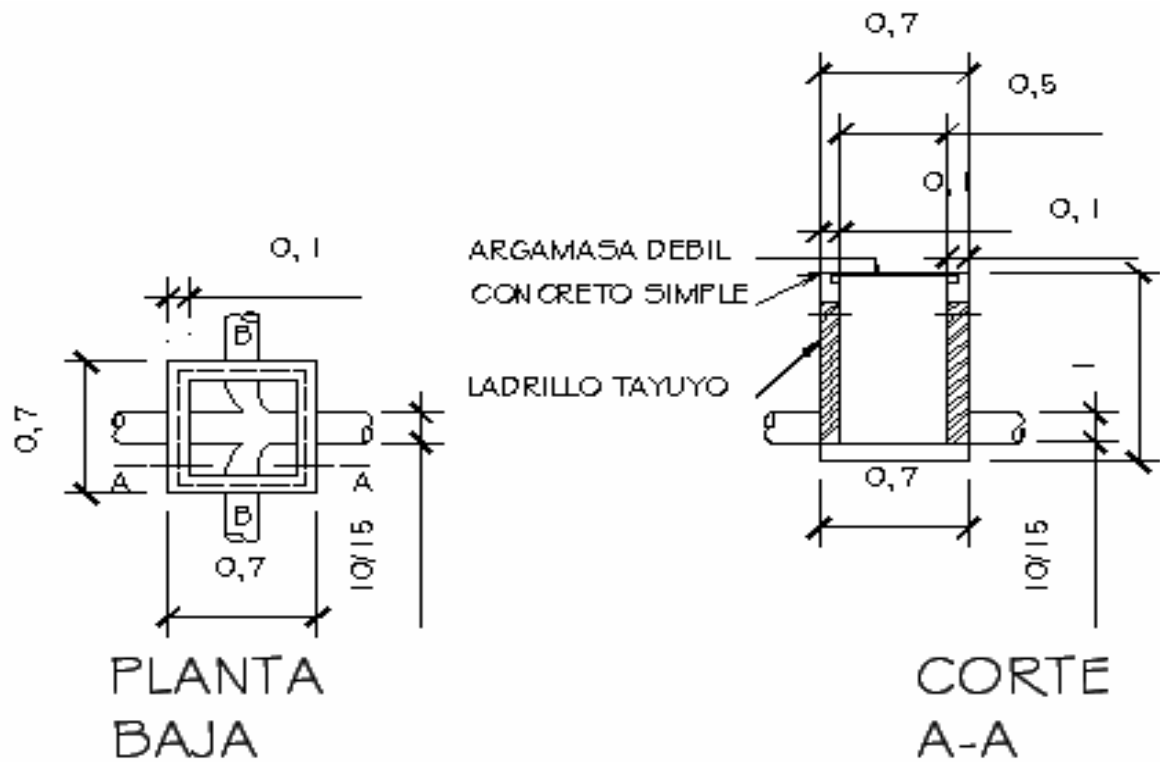




Figura 18. Caja de inspección



#### 3.4.4 Pozos de Visita

Facilitan la inspección y limpieza de los conductos del sistema y les permite una ventilación, se instalan en el comienzo de tramos, en cambios de dirección y pendiente para cambiar de diámetro.

### **3.5 Obras complementarias para alcantarillados**

#### **3.5.1 Cámara de caída**

Estructura utilizada para dar continuidad al flujo cuando una tubería llega a una altura considerable respecto de la tubería de salida.

#### **3.5.2 Sumidero o tragante**

Estructura diseñada y construida para cumplir con el propósito de captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas de las vías para entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias.

#### **3.5.3 Sifón invertido**

Estructura compuesta por una o más tuberías que funcionan a presión. Se utilizan cuando es necesario pasar las tuberías por debajo de obstáculos inevitables.

#### **3.6.1 Aliviadero**

Estructura diseñada en colectores combinados, con el propósito de separar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje de agua lluvia.

### 3.6 Diseño de drenaje sanitario para las colonias El Esfuerzo y La Unión

#### 3.6.1 Cálculo de un tramo de alcantarillado como ejemplo

Se diseñara un tramo inicial. Este tramo será del desfogue No. 1 que va del Pv17 al Pv18.

Datos:

Cota de inicio= 100.78

Cota final = 100.53

Distancia horizontal = 100m

Con lo cual obtenemos:

$$\text{Pendiente del terreno (\%)} = \frac{(100.78 - 100.53)}{100.00} \times 100 = 0.25\%$$

De acuerdo con el plano de localización de viviendas, se tienen en el tramo 6 casas; por ser tramo inicial, el total acumulado es igual a 6 casas, de la investigación se tiene que la densidad de vivienda es igual a 5.58 hab /vivienda, (620habitantes/111viviendas), por lo tanto por criterio se toma 6 hab/vivienda para el diseño y una tasa de crecimiento poblacional del 2.7%. de lo anterior se obtiene:

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

$$\text{No. de habitantes(futuros)} = 6 \times (1 + 0.027)^{20} = 10\text{hab} / \text{viv}$$

$$\text{No. de habitantes(futuros)} = 6\text{viv} \times 10\text{hab} / \text{viv} = 60\text{hab}$$

Para el caudal de diseño, se utiliza la siguiente formula:  $Q_{dis} = No.hab \times f_{qm} \times FH$

Donde:

Fqm = Factor de caudal medio (Ver bases de diseño)

FH = Factor de Harmond

Caso 1(población actual)

No. de habitantes = 36

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{36}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{36}{1000}}} = 4.34$$

$$fqm = 0.0028 \text{ lts / seg / hab}$$

$$Qdis = 36 \times 0.0028 \times 4.34 = 0.4374$$

Caso 2(población futura)

No. de habitantes = 60

$$FH = \frac{18 + \sqrt{\frac{60}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{60}{1000}}} = 4.30$$

$$fqm = 0.0028 \text{ lts / seg / hab}$$

$$Qdis = 60 \times 0.0028 \times 4.30 = 0.7224$$

Como siguiente paso, se propone un diámetro de tubería y la pendiente de la tubería (preferiblemente igual a la del terreno), en este caso por ser tramo inicial y utilizar tubos de pvc se usara tubería de 8" de diámetro, con una pendiente del 1.60%; utilizando la formula de Manning, se determina el caudal y la velocidad del flujo a sección llena:

$$Q = 56.27 \text{ lts} / \text{seg}$$

$$V = 1.74 \text{ m} / \text{seg}$$

Verificamos las relaciones hidráulicas:

Caso 1 (población actual)

$Q_{dis} / Q = 0.4374 / 56.27 = 0.007732$ , con la ayuda de nomogramas o tablas, se determina la relación  $v/V$  que para este caso es igual a 0.3486 entonces, la velocidad a sección parcialmente llena será:

$$v = 1.74 \text{ m} / \text{seg} \times 0.348 = 0.416 \text{ m} / \text{seg}; \text{ la relación } d / D = 0.1115.$$

Caso 2 (población futura)

$Q_{dis} / Q = 0.7224 / 56.27 = 0.012833$ , la relación  $v/V = 0.3463$ , entonces:

$$v = 1.74 \text{ m} / \text{seg} \times 0.3463 = 0.60 \text{ m} / \text{seg}; \text{ la relación } d / D = 0.0775.$$

En este caso tanto en la condición actual, como en la futura; las velocidades a través de la alcantarilla están debajo de 0.60 m/seg, para evitar excavaciones excesivas en los tramos posteriores. Se diseña este tramo con la pendiente y tubería descrita anteriormente.

Las cotas invert se calculan de la siguiente manera:

$$C_{ii} = C_{ti} - H_{pvi}$$

$$C_{ii} = 100.78 - 1.63 = 99.15$$

$$C_{if} = C_{ii} - S * DH / 100$$

$$C_{if} = 99.15 - 1.6 * 100 / 100 = 97.55$$

$$C_{is} = C_{if} - 0.03$$

$$C_{if} = 97.55 - .003 = 97.52$$

Para la altura de pozos se tiene

$$H_i = C_{ti} - C_{ii}$$

$$H_i = 100.78 - 99.15 = 1.63$$

$$H_f = C_{tf} - C_{is}$$

$$H_f = 100.53 - 97.52 = 3.01$$

Volumen de excavación

$$V_x = (H_f + H_i) / 2 * DH * AZ$$

$$V_x = (3.01 + 1.63) / 2 * 100 * 0.70 = 162.40 M^3$$

Las bases de diseño, y cálculos de los tramos siguientes, se resumen en los cuadros que a continuación se presentan, los planos respectivos a dichos cálculos se adjuntan en el anexo

Tabla X: Parámetros de diseño drenaje sanitario

## PARAMETROS DE DISEÑO PARA DRENAJES SANITARIOS

### VALORES *n* DE CORRUGOCIDAD DE TUBERIA

*n* = 0,015 TUBERIA DE CEMENTO

*n* = 0,013 TUBERIA DE CONCRETO

*n* = 0,010 TUBERIA DE P.V.C.

### PARAMETROS DE DISEÑO

DOTACION DOMICILIAR	120 LTS/HAB/DIA	DOT. DOM.
DOTACION COMERCIAL	0 LTS/HAB/DIA	DOT. COM.
DOTACION INDUSTRIAL	0 LTS/HAB/DIA	DOT. IND.

### FACTORES

DE INFILTRACION	10000 LTS/KM/DIA	FI
DE RETORNO PARA DOMICILIAR	0.70 A 0.80	FRD
DE RETORNO PARA PATIOS	0,2	FRP
DE RETORNO PARA TECHOS	0,4	FRT

### AREA A DRENAR

DE TECHOS POR VIVIENDA	10 M <sup>2</sup> /VIVIENDA
DE PATIO POR VIVIENDA	20 M <sup>2</sup> /VIVIENDA

### CONEXIONES ILICITAS

CONEXIONES ILICITAS 5% DEL NUMERO TOTAL DE VIVIENDAS

Tabla XI: Cálculos preliminares en el diseño drenaje sanitario

HABITANTES POR VIVIENDA								
								6 HABITANTES/VIVIENDA
METODO DE ESTIMACION DE POBLACION FUTURA								
PERIODO DE DISEÑO								EXPONENCIAL
PORCENTAJE DE CRECIMIENTO POBLACIONAL								20 AÑOS
HABITANTES FUTUROS POR VIVIENDA								2,7 %
								10,00 HABITANTES/VIVIENDA
LONGITUD DEL PROYECTO								
NUMERO DE VIVIENDAS								1356,74 MTS
NUMERO DE HABITANTES A 20 AÑOS								111 VIVIENDAS
								1110 HABITANTES
NUMERO DE COMERCIOS								
								$\frac{\# \text{ DE VIVIENDAS}}{200} = \frac{111}{200} = 0,555$
								0 COMERCIOS
NUMERO DE INDUSTRIAS								
								$\frac{\# \text{ DE VIVIENDAS}}{750} = \frac{111}{750} = 0,148$
								0 INDUSTRIAS
CALCULO DE I=INTENSIDAD DE LLUVIA								
								$\frac{1295}{t+3.25} = \frac{1295}{13,25} = 97,73585 \text{ mm/HORA}$
AREA DE PATIOS								
AREA DE TECHOS								1110 M2
								2220 M2



Tabla XII: Calculo factor de caudal medio

CAUDAL DOMICILIAR	Qd=	# HABxFRDxDOT. DOM.	=	1110,00	0,75	120,00	=	1,16	LTS/SEG
		86400			86400,00				
CAUDAL COMERCIAL	Qc=	# COMERCIOxDOT.COM.	=	0	0		=	0,00	LTS/SEG
		86400			86400,00				
CAUDAL INDUSTRIAL	Qi =	# COMERCIOxDOT.IND	=	0	0		=	0,00	LTS/SEG
		86400			86400,00				
CAUDAL DE INFILTRACION	Qinf.=	(LTI/1000)xFI	=	2022,74	10000		=	0,23	LTS/SEG
		86400			86400,00				
LONGITUD DE INFILTRACION									
LONGITUD DOMICILIAR	LD=	6 Mts. X	# DE VIVIENI	=	6	111	=	666,00	MTS
LONGITUD DEL PROYECTO								1356,74	MTS
LONGITUD TOTAL DE INFILTRACION		(LTI)						2022,74	MTS
VERANO	Qver=	Qd+Qc+Qi+Qinf	=	1,39	LTS/SEG				
CAUDAL POR PATIOS	Qpa=	FRPxlxA	=	0,2	97,73585	1110	=	0,01	M3/SEG
		360			360				
CAUDAL POR TECHOS	Qte.=	FRTxlxA	=	0,4	97,73585	2220	=	0,02	M3/SEG
CAUDAL DE LLUVIA	Qlluvia=							0,30	LTS/SEG
CONEXIONES ILICITAS	Qcon-ilic.							0,31	LTS/SEG
CALCULO DE Fqm	Fqm=	SUMATORIA DE Q	=	1,39		0,001253			
		# HABITANTES		1110					
		SUMATORIA DE Q	=	1,70		0,001529			
		# HABITANTES		1110					
	Fqm=	0,0028							
									0.0020=< Fqm =< 0.0050 SEGÚN NORMAS DE D.G.O.P.
									(Direccion General de Obras Publicas)

Tabla XIII: Resumen de diseño sanitario

FACTOR "N"	0,015	TC	FORMULA DE DISEÑO	MANNING			
FACTOR "N"	0,010	PVC	VELOCIDAD	0,6	<v<	3	
fqm=	0,0028		TIRANTE	0,1	<d/D<	0,75	
			PER.x CASA	10,00			
			ANCHO ZANJA	0,6	M		

PV INICIAL	PV FINAL	DISTANCIA HORIZONTAL	TERRENO		PENDIENTE DEL TERRENO	NUM. DE CASAS	NUM DE CASAS ACUM.	NUM. DE PERSONAS	NUMERO DE PERS. ACUM.
			COTA DE INICIO	COTA FINAL					
	<b>PV 17</b>								
<b>PV 17</b>	<b>PV18</b>	100,00	100,78	100,53	0,25	6,00	6,00	60,00	60,00
<b>PV18</b>	<b>PV19</b>	100,00	100,53	99,32	1,21	4,00	10,00	40,00	100,00
<b>PV19</b>	<b>PV20</b>	100,00	99,32	97,75	1,57	6,00	16,00	60,00	160,00
<b>PV20</b>	<b>PV21</b>	100,00	97,75	97,37	0,38	5,00	21,00	50,00	210,00
<b>PV21</b>	<b>PV22</b>	60,00	97,37	96,20	1,95	5,00	26,00	50,00	260,00
<b>PV22</b>	<b>PV 16</b>	12,00	96,20	96,71	-4,25		26,00	0,00	260,00

PV 1									
<b>PV 1</b>	<b>PV 2</b>	14,97	99,22	99,33	-0,73	1,00	1,00	10,00	10,00
<b>PV 2</b>	<b>PV 3</b>	13,00	99,33	99,84	-3,92	1,00	14,00	10,00	140,00
<b>PV 3</b>	<b>PV 5</b>	36,00	99,84	99,81	0,08	4,00	30,00	40,00	300,00
<b>PV 5</b>	<b>PV 7</b>	35,00	99,81	99,88	-0,20	4,00	46,00	40,00	460,00
<b>PV 7</b>	<b>PV 11</b>	18,50	99,88	99,74	0,76	3,00	58,00	30,00	580,00
<b>PV 11</b>	<b>PV 12</b>	37,50	99,74	99,69	0,13	5,00	69,00	50,00	690,00
<b>PV 12</b>	<b>PV 14</b>	100,00	99,69	98,38	1,31	6,00	75,00	60,00	750,00
<b>PV 14</b>	<b>PV 15</b>	100,00	98,38	96,95	1,43	7,00	82,00	70,00	820,00
<b>PV 15</b>	<b>PV 16</b>	40,00	96,95	96,71	0,60	2,00	110,00	20,00	1100,00
<b>PV 16</b>	<b>PV 23</b>	20,00	96,71	96,45	1,30	1,00	111,00	10,00	1110,00
<b>PV 23</b>	<b>PV 24</b>	52,76	96,45	95,95	0,95		111,00	0,00	1110,00

Continuación de resumen de diseño sanitario

FACTOR "N"	0,015	TC	FORMULA DE DISEÑO	MANNING			
FACTOR "N"	0,010	PVC	VELOCIDAD	0,6	<v<	3	
fqm=	0,0028		TIRANTE	0,1	<d/D<	0,75	
			PER.x CASA	10,00			
			ANCHO ZANJA	0,6	M		

PV INICIAL	PV FINAL	DISTANCIA HORIZONTAL	TERRENO		PENDIENTE DEL TERRENO	NUM. DE CASAS	NUM DE CASAS ACUM.	NUM. DE PERSONAS	NUMERO DE PERS. ACUM.
			COTA DE INICIO	COTA FINAL					
	<b>PV 4</b>								
<b>PV 4</b>	<b>PV 3</b>	80,00	100,94	99,84	1,37	12,00	12,00	120,00	120,00
	<b>PV 6</b>								
<b>PV 6</b>	<b>PV 5</b>	80,00	101,16	99,81	1,69	12,00	12,00	120,00	120,00
	<b>PV 8</b>								
<b>PV 8</b>	<b>PV 7</b>	80,00	101,41	99,88	1,91	12,00	12,00	120,00	120,00
	<b>PV 9</b>								
<b>PV 9</b>	<b>PV 10</b>	60,00	100,46	100,25	0,35	7,00	7,00	70,00	70,00
<b>PV 10</b>	<b>PV 11</b>	17,00	100,25	99,74	3,00	2,00	9,00	20,00	90,00
	<b>PV 13</b>								
<b>PV 13</b>	<b>PV 12</b>	100,00	100,32	99,69	0,63	6,00	6,00	60,00	60,00

Continuación de resumen de diseño sanitario

FACTOR "N" 0,015 TC FORMULA DE DISEÑO MANNING  
 FACTOR "N" 0,010 PVC VELOCIDAD 0,6 <v< 3  
 fqm= 0,0028 TIRANTE 0,1 <d/D< 0,75  
 PER.x CASA 10,00  
 ANCHO ZANJA 0,6 M

PV INICIAL	PV FINAL	qm ACUM.	FH	qm ACTUAL	S DE TUB.	ø DE TUB.	<i>re</i>	q/Q	v/V	d/D
	<b>PV 17</b>									
<b>PV 17</b>	<b>PV18</b>	0,17	4,30	0,722070	1,60	8,00	0,60	0,012833	0,3463	0,0775
<b>PV18</b>	<b>PV19</b>	0,28	4,24	1,188200	1,05	8,00	0,60	0,026068	0,4288	0,1100
<b>PV19</b>	<b>PV20</b>	0,45	4,18	1,873455	0,70	8,00	0,60	0,050340	0,5221	0,1525
<b>PV20</b>	<b>PV21</b>	0,59	4,14	2,434461	0,60	8,00	0,61	0,070656	0,5771	0,1800
<b>PV21</b>	<b>PV22</b>	0,73	4,10	2,987916	1,00	8,00	0,78	0,067172	0,5684	0,1750
<b>PV22</b>	<b>PV 16</b>	0,73	4,10	2,987916	0,50	8,00	0,61	0,094996	0,6304	0,2050

<b>PV 1</b>										
<b>PV 1</b>	<b>PV 2</b>	0,03	4,41	0,123610	7,50	8,00	0,60	0,001015	0,1595	0,0225
<b>PV 2</b>	<b>PV 3</b>	0,39	4,20	1,646639	0,80	8,00	0,60	0,041388	0,4926	0,1375
<b>PV 3</b>	<b>PV 5</b>	0,84	4,08	3,425910	0,45	8,00	0,61	0,114813	0,6665	0,2250
<b>PV 5</b>	<b>PV 7</b>	1,29	3,99	5,142447	0,40	8,00	0,66	0,182793	0,7606	0,2800
<b>PV 7</b>	<b>PV 11</b>	1,62	3,94	6,398888	0,40	8,00	0,70	0,227455	0,8095	0,3200
<b>PV 11</b>	<b>PV 12</b>	1,93	3,90	7,531232	0,40	8,00	0,73	0,267705	0,8471	0,3500
<b>PV 12</b>	<b>PV 14</b>	2,10	3,88	8,141892	0,40	8,00	0,75	0,289411	0,8659	0,3600
<b>PV 14</b>	<b>PV 15</b>	2,30	3,85	8,848594	0,40	8,00	0,77	0,314532	0,8853	0,3800
<b>PV 15</b>	<b>PV 16</b>	3,08	3,77	11,620628	0,40	10,00	0,82	0,227821	0,8099	0,3200
<b>PV 16</b>	<b>PV 23</b>	3,11	3,77	11,718159	0,40	10,00	0,82	0,229733	0,8117	0,3200
<b>PV 23</b>	<b>PV 24</b>	3,11	3,77	11,718159	0,40	10,00	0,82	0,229733	0,8117	0,3200

Continuación de resumen de diseño sanitario

FACTOR "N" 0,015 TC FORMULA DE DISEÑO MANNING  
 FACTOR "N" 0,010 PVC VELOCIDAD 0,6 <v< 3  
 fqm= 0,0028 TIRANTE 0,1 <d/D< 0,75  
 PER.x CASA 10,00  
 ANCHO ZANJA 0,6 M

PV INICIAL	PV FINAL	qm ACUM.	FH	qm ACTUAL	S DE TUB.	ø DE TUB.	<i>ve</i>	q/Q	v/V	d/D
	<b>PV 4</b>									
<b>PV 4</b>	<b>PV 3</b>	0,34	4,22	1,418272	1,40	8,00	0,70	0,026947	0,4332	0,1125
	<b>PV 6</b>									
<b>PV 6</b>	<b>PV 5</b>	0,34	4,22	1,418272	1,70	8,00	0,75	0,024454	0,4208	0,1075
	<b>PV 8</b>									
<b>PV 8</b>	<b>PV 7</b>	0,34	4,22	1,418272	1,90	8,00	0,78	0,023131	0,4141	0,1050
	<b>PV 9</b>									
<b>PV 9</b>	<b>PV 10</b>	0,20	4,28	0,839440	0,40	8,00	0,39	0,029839	0,4445	0,1175
<b>PV 10</b>	<b>PV 11</b>	0,25	4,26	1,072465	1,00	8,00	0,57	0,024110	0,4191	0,1050
	<b>PV 13</b>									
<b>PV 13</b>	<b>PV 12</b>	0,17	4,30	0,722070	1,60	8,00	0,60	0,012833	0,3463	0,0775

Continuación de resumen de diseño sanitario

FACTOR "N" 0,015  
 FACTOR "N" 0,010  
 fqm= 0,0028

TC  
 PVC

FORMULA DE DISEÑO

VELOCIDAD <v< 3  
 TIRANTE <d/D< 0,75  
 PER.x CASA 10  
 ANCHO ZANJA 0,6 M

PV INICIAL	PV FINAL	DISTANCIA HORIZONTAL	V	Q	ALTURA DE POZO	CIE	CIF	CIS	EXC. M <sup>3</sup>
	<b>PV 17</b>				1,63		99,15	99,12	
<b>PV 17</b>	<b>PV18</b>	100,00	1,74	56,27	3,02	97,54	97,54	97,51	139,52
<b>PV18</b>	<b>PV19</b>	100,00	1,41	45,58	2,88	96,47	96,47	96,44	176,97
<b>PV19</b>	<b>PV20</b>	100,00	1,15	37,22	2,03	95,75	95,75	95,72	147,24
<b>PV20</b>	<b>PV21</b>	100,00	1,06	34,46	2,27	95,13	95,13	95,10	129,07
<b>PV21</b>	<b>PV22</b>	60,00	1,37	44,48	1,72	94,51	94,51	94,48	71,88
<b>PV22</b>	<b>PV 16</b>	12,00	0,97	31,45	2,31	94,43	94,43	94,40	14,53
	<b>PV 1</b>				1,63		97,59	97,56	
<b>PV 1</b>	<b>PV 2</b>	14,97	3,76	121,82	2,83	96,53	96,53	96,50	20,04
<b>PV 2</b>	<b>PV 3</b>	13,00	1,23	39,79	3,47	96,40	96,40	96,37	24,57
<b>PV 3</b>	<b>PV 5</b>	36,00	0,92	29,84	3,62	96,22	96,22	96,19	76,58
<b>PV 5</b>	<b>PV 7</b>	35,00	0,87	28,13	3,86	96,05	96,05	96,02	78,57
<b>PV 7</b>	<b>PV 11</b>	18,50	0,87	28,13	3,82	95,95	95,95	95,92	42,61
<b>PV 11</b>	<b>PV 12</b>	37,50	0,87	28,13	3,94	95,78	95,78	95,75	87,32
<b>PV 12</b>	<b>PV 14</b>	100,00	0,87	28,13	3,06	95,35	95,35	95,32	210,06
<b>PV 14</b>	<b>PV 15</b>	100,00	0,87	28,13	2,05	94,93	94,93	94,90	153,37
<b>PV 15</b>	<b>PV 16</b>	40,00	1,01	51,01	2,31	94,74	94,43	94,40	52,42
<b>PV 16</b>	<b>PV 23</b>	20,00	1,01	51,01	2,16	94,32	94,32	94,29	26,85
<b>PV 23</b>	<b>PV 24</b>	52,76	1,01	51,01	1,90	94,08	94,08	94,05	64,20

Continuación de resumen de diseño sanitario

FACTOR "N" 0,015  
 FACTOR "N" 0,010  
 fqm= 0,0028

TC  
 PVC

FORMULA DE DISEÑO  
 VELOCIDAD <v< 3  
 TIRANTE <d/D< 0,75  
 PER.x CASA 10  
 ANCHO ZANJA 0,6 M

PV INICIAL	PV FINAL	DISTANCIA HORIZONTAL	V	Q	ALTURA DE POZO	CIE	CIF	CIS	EXC. M <sup>3</sup>
	<b>PV 4</b>				1,63		99,31	99,28	
<b>PV 4</b>	<b>PV 3</b>	80,00	1,62	52,63	1,69	98,18	98,18	98,15	79,76
	<b>PV 6</b>				1,63		99,53	99,50	
<b>PV 6</b>	<b>PV 5</b>	80,00	1,79	58,00	1,68	98,16	98,16	98,13	79,43
	<b>PV 8</b>				1,63		99,78	99,75	
<b>PV 8</b>	<b>PV 7</b>	80,00	1,89	61,31	1,66	98,25	98,25	98,22	78,89
	<b>PV 9</b>				1,63		98,83	98,80	
<b>PV 9</b>	<b>PV 10</b>	60,00	0,87	28,13	1,72	98,56	98,56	98,53	60,21
<b>PV 10</b>	<b>PV 11</b>	17,00	1,37	44,48	1,39	98,38	98,38	98,35	15,85
	<b>PV 13</b>				1,63		98,69	98,66	
<b>PV 13</b>	<b>PV 12</b>	100,00	1,74	56,27	2,64	97,08	97,08	97,05	128,12

Tabla XIV: Resumen de presupuesto drenaje sanitario

## PRESUPUESTO DRENAJE SANITARIO

No		DESCRIPCION DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>A</b>		<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
	A.1	TRAZO Y REPLANTEO	KM	2,00	500,00	1.000,00
	A.2	BODEGA, OFICINA Y GUARDINIA	Global	1,00	4.846,45	4.846,45
	A.3	LETRINA	Global	1,00	1.615,74	1.615,74
<b>B</b>		<b>EXCAVACION</b>				
	B.1	EXCAVACION DE ZANJA	m3	3.916,00	14,98	58.668,21
<b>C</b>		<b>COLOCACADO DE TUBERIA</b>				
	C.1	TUBERIA DE PVC Ø 8"	Unidad	226,00	973,83	220.084,86
	C.3	TUBERIA DE PVC Ø 10"	Unidad	55,50	1.705,13	94.634,54
<b>D</b>		<b>COLOCACADO DE ACOMETIDA</b>				
	D.1	COLOCACION DE TUBERIA PARA ACOMETIDA	Unidad	111,00	712,55	79.092,54
<b>E</b>		<b>CONSTRUCCIONDE POZOS DE VISTA</b>				
	E.1	BROCAL	Unidad	24,00	949,67	22.791,96
	E.2	EMBOCADURA	Unidad	24,00	1.410,90	33.861,51
	E.3	LEVANTADO DE MURO	m2	108,74	492,56	53.560,43
	E.4	BASE DE CONCRETO DEL POZO DE VISITA	Unidad	24,00	372,49	8.939,79



<b>F</b>		<b>RELLENO</b>				
	F.1	RELLENO DE ZANJA	m3	2.937,00	3,62	10.629,49
<b>G</b>		<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>				
	G.1	FOSA SEPTICA	Global	1,00	8.500,00	8.500,00
	G.2	POZOS DE ABSORCION	UNIDAD	3,00	3.150,00	9.450,00
	G.3	CAJA UNIFICADORA DE CAUDAL	UNIDAD	1,00	1.400,00	1.400,00

**Costo Directo**

**609.075,52**

INDIRECTOS

Imprevistos

10%

60.907,55

Administrativos

27%

164.450,39

Utilidad

10%

60.907,55

**Costo Indirecto**

**286.265,49**

<b>COSTO DEL PROYECTO</b>
---------------------------

<b>895.341,01</b>
-------------------



## **4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **4.1 Importancia de una evaluación de impacto ambiental**

Toda actividad humana provoca directa o indirectamente impactos en el ambiente. Algunos pueden representar riesgos para la salud pública y el ambiente, por lo que se hace necesario realizar previamente a su implementación una evaluación de impacto ambiental. Su importancia radica en que es un instrumento de planificación, gestión y control del proceso de urbanización y de ordenamiento territorial.

### **4.2 Definición de estudio de evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental es un proceso de análisis que pronostica los futuros impactos ambientales negativos y positivos de acciones humanas permitiendo seleccionar las alternativas que maximicen los beneficios y minimicen los impactos no deseados.

Tiene como propósito fundamental detectar todas las consecuencias significativas, benéficas y adversas de una acción propuesta para que quienes toman decisiones cuenten con elementos científico-técnicos que les apoyen para determinar la mejor opción.

Como principio se debe establecer un equilibrio entre el desarrollo de la actividad humana y el medio ambiente, sin pretender llegar a ser una figura negativa u obstruccionista, ni un freno al desarrollo, sino un instrumento

operativo para impedir sobreexplotación del medio natural y un freno al desarrollismo negativo y anárquico.

Cada proyecto, obra o actividad ocasionara sobre el entorno en el que se ubique una perturbación, la cual deberá ser minimizada sobre la base de los estudios de impacto ambiental que con motivo de la ejecución de las mismas se llevara acabo por técnicos pertinentes.

### **4.3 Impactos en la ejecución**

- **Impacto negativo en la ejecución**

En el momento de la ejecución de obra de los proyectos desarrollados para las comunidades tanto de El Pilar como de El Esfuerzo y La Unión se verán repercutidos por efectos negativos en pro del 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 las comunidades de El Pilar como El Esfuerzo y La Unión tenemos:

- El crecimiento económico para la comunidad de El Pilar y sus alrededores gracias a la implementación de una obra de arte como lo es un puente que beneficiara en la circulación vial en el sector tanto en época de verano como de estiaje.
- El tratamiento de focos de contaminación, mediante la eliminación sustancial de aguas superficiales y estancamientos producidos en las colonias El Esfuerzo y La Unión; que a su vez provocan criaderos de zancudos y enfermedades de tipo gastrointestinal.

En resumen según criterio propio la calificación entre los impactos negativos y positivos que se verán influenciados en la ejecución de los proyectos será de cuatro sobre diez debido a la generación de beneficio común que conllevan los mismos, de manera que el enfoque ambiental debe brindarse con el fin de obtener un equilibrio entre el desarrollo que conlleva el progreso para beneficio común y el medio ambiente que nos rodea.

#### **4.4 Plan 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 la 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. De manera que para tener una noción mas clara al respecto se especifican de la siguiente forma las medidas de anteriormente citadas.

##### **4.4.1 Status social – seguridad personal**

- A los trabajadores deberá dotarse de equipo de protección personal como mascarillas, protectores para la vista y casco protector, de acuerdo a la actividad que realicen.
- Para evitar focos de contaminación, que provoquen infección de enfermedades, tanto para los trabajadores como para los habitantes del lugar, durante la realización de la obra se deberán construir letrinas en lugares estratégicos, en donde se eviten al máximo los riesgos de contaminación a los recursos hídricos y sectores habitables.
- Se deberá colocar rótulos, cinta donde indiquen precaución, conos y cualquier otro tipo de indicación para evitar que, personas ajenas al proyecto ingresen al área de trabajo, con ello evitar que salgan lastimadas.

#### **4.4.2 Características físicas y químicas – proceso suelo y agua**

- Los residuos sólidos deberán recolectarse y reutilizarse todas las veces que sea posible dentro del mismo proyecto y, si fuese posible, almacenarlos para ser trasladados y utilizados en otros proyectos. Los residuos líquidos están constituidos por derrames de concreto líquido antes de la fundición, por lo que el manejo deberá hacerse evitando estos derrames, sobre todo en aquellos lugares en donde se encuentren afluentes superficiales.
- Se deben construir pequeños rellenos sanitarios para depositar los desechos sólidos generados por el proyecto y los trabajadores, para evitar que sea foco de contaminación para con otras áreas.
- Para realizar las operaciones de mantenimiento de la maquinaria pesada utilizada en el proyecto, se debe establecer un único lugar, evitándose al máximo los derrames de los lubricantes, tanto nuevos como usados. Los lubricantes que sean utilizados deberán ser destinados al reciclaje, para lo cual se demanda su recolección en depósitos adecuados para su posterior transporte a empresas dedicadas a tal efecto.
- Para evitar el desperdicio o derrame de concreto en el área del proyecto, se deben preparar solamente las CANTIDADES requeridas para las labores a realizar.
- El material proveniente de cortes, que por la distancia a los sitios de rellenos no puedan ser transportados a estos, será dispuesto en los botaderos de desperdicios los cuales se deben elegir evitando la generación de daño en los componentes de flora, que provoque

obstrucciones en los drenajes naturales del terreno o perjuicios de erosión en terrenos aledaños a la obra.

#### **4.5 Plan de seguridad para la salud humana**

Para asegurar el bienestar físico y mental del trabajador en la fase de construcción del proyecto, se recomienda para todo el personal (ingeniero residente, peones, maestro de obras, operadores de maquinaria, etc.), no consumir bebidas alcohólicas durante el trabajo. Durante las actividades de riesgo deben utilizarse guantes, casco protector, en algunos casos mascarillas, y si existiera la necesidad de trabajar a doble jornada, utilizar suficiente iluminación artificial, chalecos reflectivo.

La empresa promotora debe contar con botiquín de primeros auxilios, en caso de una emergencia o accidente, siendo conveniente que contenga cómo mínimo:

- Termómetro oral,
- Gasas estériles,
- Vendas elásticas,
- Aspirinas y analgésicos,
- Baja lenguas,
- Alcohol,
- Desinfectantes,
- Curitas, esparadrapo,
- Tijeras,
- Algodón y torniquete.



Reglas generales en caso de accidentes:

- Mantener la calma,
- Colocar al paciente en posición cómoda,
- No dejar sólo al paciente,
- Mantenerlo abrigado si no es insolación,
- Aflojarle las ropas,
- Observar el color de la piel y demás síntomas
- Si no se tiene mayor conocimiento hay que llevarlo al médico.

#### 4.6 Identificación del área de influencia

- **Medio Biótico:** En cuanto a los aspectos de flora y fauna se puede mencionar que el área circundante esta dedicada a labores pecuarias, agrícolas, de autoconsumo.
- **Medio Abiótico:** La estructura del aire y sus componentes es relevante en tanto los niveles de contaminación son imperceptibles y existe un clima sumamente benigno.
- **Área Protegida:** No esta circunscrita dentro del régimen de áreas protegidas del estado de Guatemala.
- **Valores Ecológicos:** La zona tiene valor ecológico en el sentido de formar parte de una relación paisajista que produce un entorno agradable y con profundos indicios de poca degradación ambiental.

## CONCLUSIONES

1. El diseño del puente representa una solución adecuada a una de las necesidades más urgentes de la aldea el Pilar en cuanto a sus vías terrestres de comunicación, contribuyendo de esta forma con el crecimiento socio-económico, tanto de la aldea El Pilar como de las comunidades adyacentes; lo que a la vez produce beneficio y crecimiento en el municipio de la Democracia, Escuintla.
2. Al contar con el servicio de alcantarillado sanitario, las colonias de El Esfuerzo y La Unión, se verán beneficiadas, ya que esto contribuirá a no tener focos de contaminación y con ello mejorar la salud de la infancia y población en general.
3. Dado que el gobierno central ha creado varias entidades para el desarrollo del país, por ejemplo FONAPAZ, CONSEJOS DE DESARROLLO, FIS, SOCEP; queda en la Oficina Municipal de Planificación de la Municipalidad de la Democracia, Escuintla, buscar los medios necesarios para la ejecución de estos proyectos de infraestructura pública.
4. Al contar las OMP's con el apoyo de estudiantes graduandos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se contribuye con la planificación sin ningún costo, de proyectos de infraestructura que llegan a beneficiar en gran manera a las comunidades más necesitadas; brindando de esta forma un apoyo al desarrollo comunitario.



## RECOMENDACIONES

1. El mantenimiento de los puentes es necesario porque de esta manera se puede verificar que en todo momento desempeñan satisfactoriamente sus funciones, por lo cual se recomienda efectuar por lo menos dos visitas anuales; así también, después de estar sometidos a crecidas o desastres naturales, limpiar o remover objetos que representen algún tipo de obstáculo al cause del río debido a que pueden provocar alteraciones en el cause.
2. En el momento de ejecución de los proyectos de diseño deberá apegarse a lo establecido en los mismos, para el buen funcionamiento de las obras de infraestructura diseñadas.
3. El mantenimiento de tipo preventivo es muy importante en las obras de infraestructura, puesto que esto contribuirá en la vida útil de los mismos.
4. Al momento de ejecución en el drenaje sanitario se recomienda mantener una constante verificación de nivelación mediante cuadrilla de topografía, debido a la poca pendiente que existe en el terreno y que mediante nivelación manual es difícil proporcionar las pendientes requeridas en el diseño.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Aguirre Roldán, Héctor David. **Diseño y Construcción del puente San Diego y diseño del puente de la 2ª. Av. Y 3ª. Calle de Malacatán**, Tesis de graduación, Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Mayo de 1990.
2. Bravo Ovalle, Edgar Edmundo. **Diseño de puente vehicular Aldea Coyoya y sistema de agua potable, Aldea Palibatz, Municipio de Joyabaj, Quiché**, Tesis de graduación, Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Noviembre de 2003.
3. Maldonado Enríquez, Jorge Félix. **Diseño de un puente en la aldea los Planes diseño y construcción de un puente en la cabecera municipal del municipio de San Antonio la Paz, Departamento de el Progreso**, Tesis de graduación, Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Octubre de 1990.
4. Ixquiac Hamaca, Carlos Rafael. **Planificación y diseño del sistema de drenaje sanitario del cantón la libertad, Olinstepeque, Quetzaltenango, y de la línea de conducción y tanque de distribución del sistema de agua potable para un sector de la zona 1 de Quetzaltenango**. Tesis de graduación, Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Enero de 1997.
5. Torres Rojas, María Yessenia. **Manual de Evaluación de Impacto Ambiental**, Tesis de graduación, Ingeniería Mecánica Industrial,

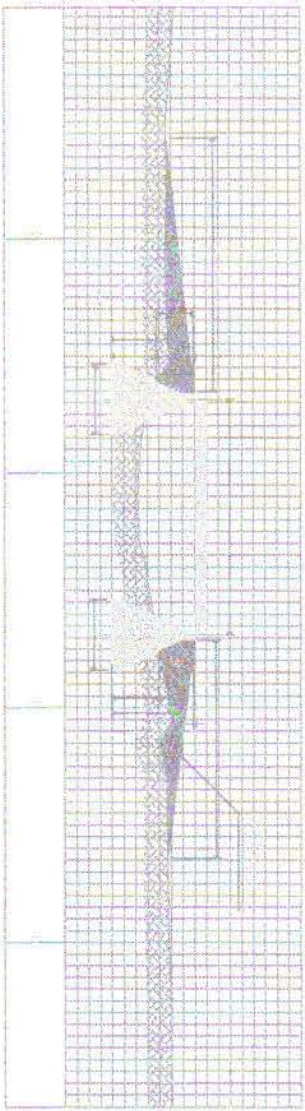
Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala,  
Guatemala, Noviembre 2003.

6. Cujcuy Colaj, Gerson Urías. **Diseño del puente vehicular de concreto en la comunidad Sajcap, municipio de San Martín Jilotepeque**, Tesis de graduación, Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Julio 2002.

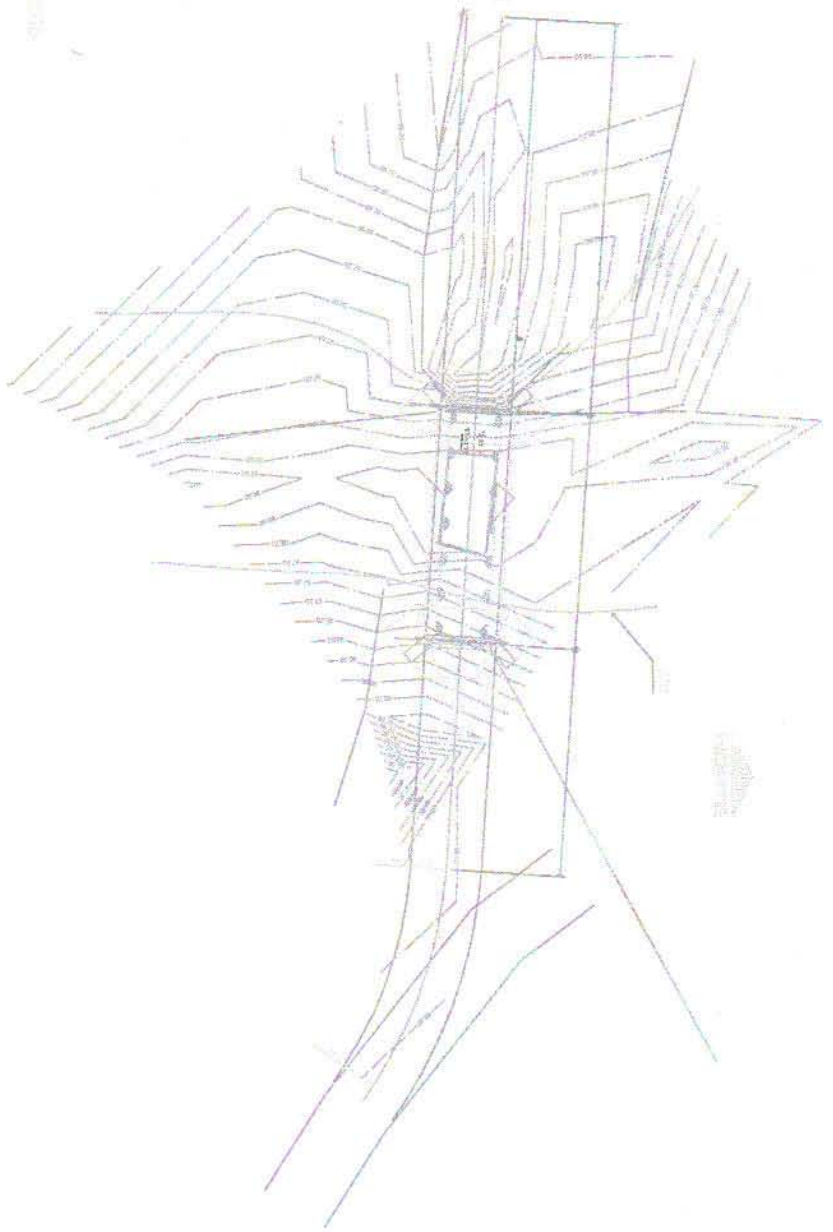
## Anexos



Plan of the site



Plan of the site



Scale 1:1000

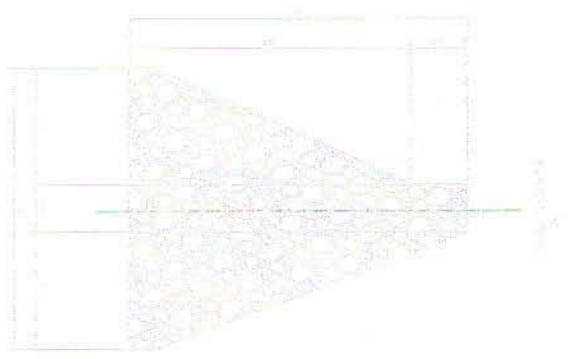
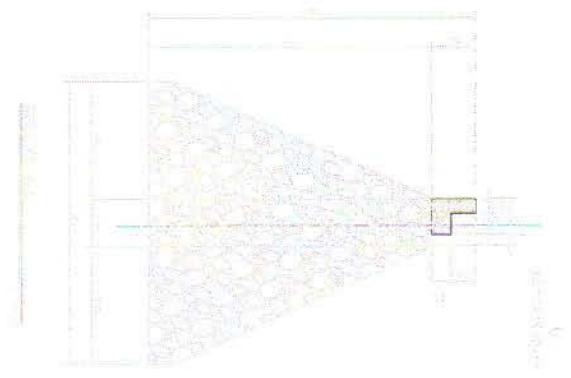
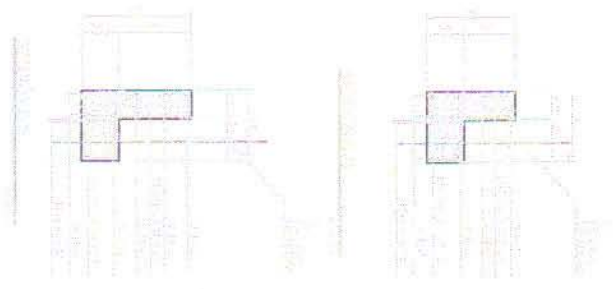
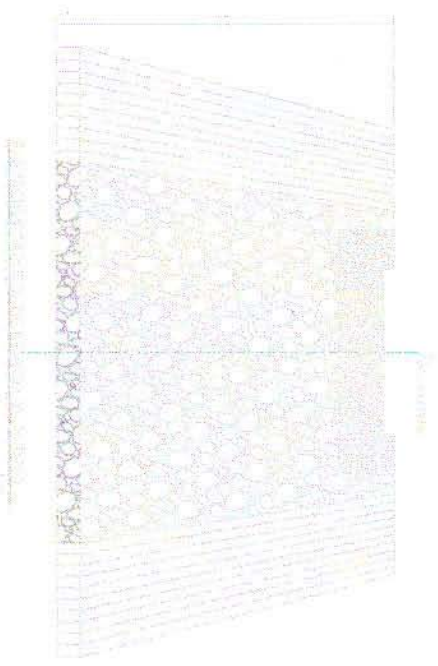
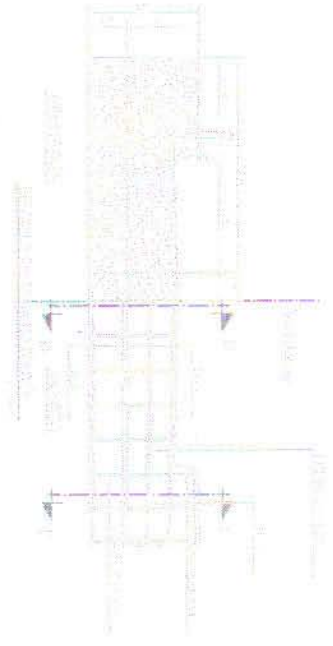
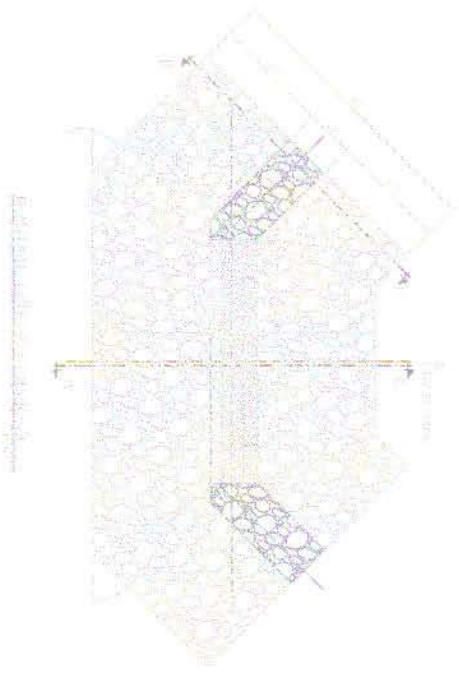
Project Name: [Illegible]

Date: [Illegible]

Author: [Illegible]

Legend

- 
- 
- 
-

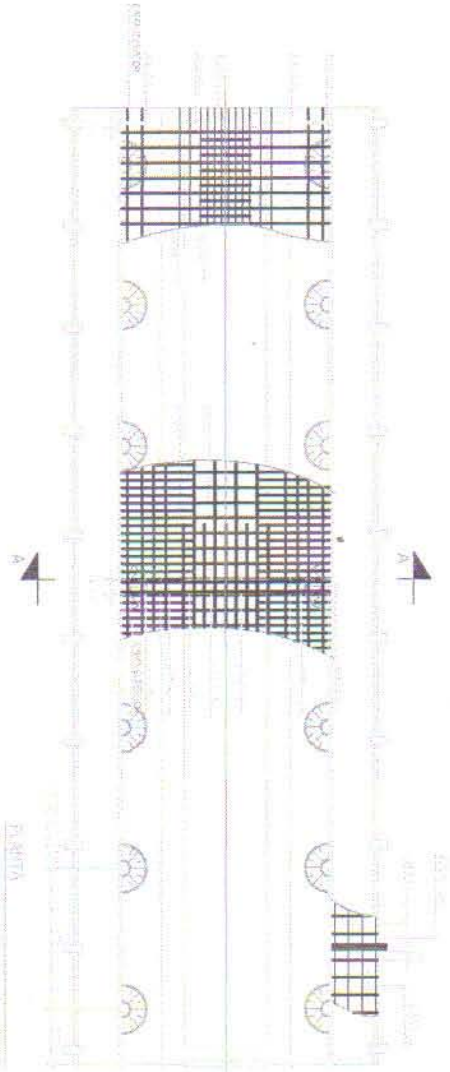
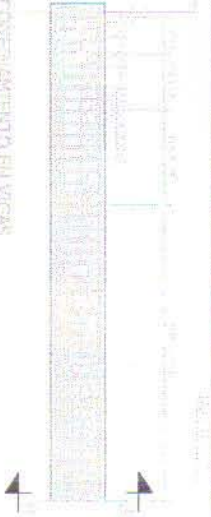


	No. 100 Date: 10/10/2020
	Signature: [Signature] Name: [Name]
	Title: [Title]



ELEVATION

GENERAL ASPECTO EN VIGAS

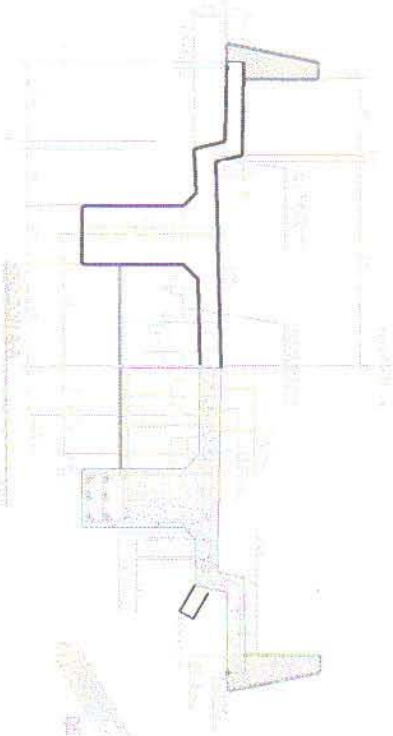


FRONTAL

SECCION D-F



DETALES, COLUMNAS E INTERIORES

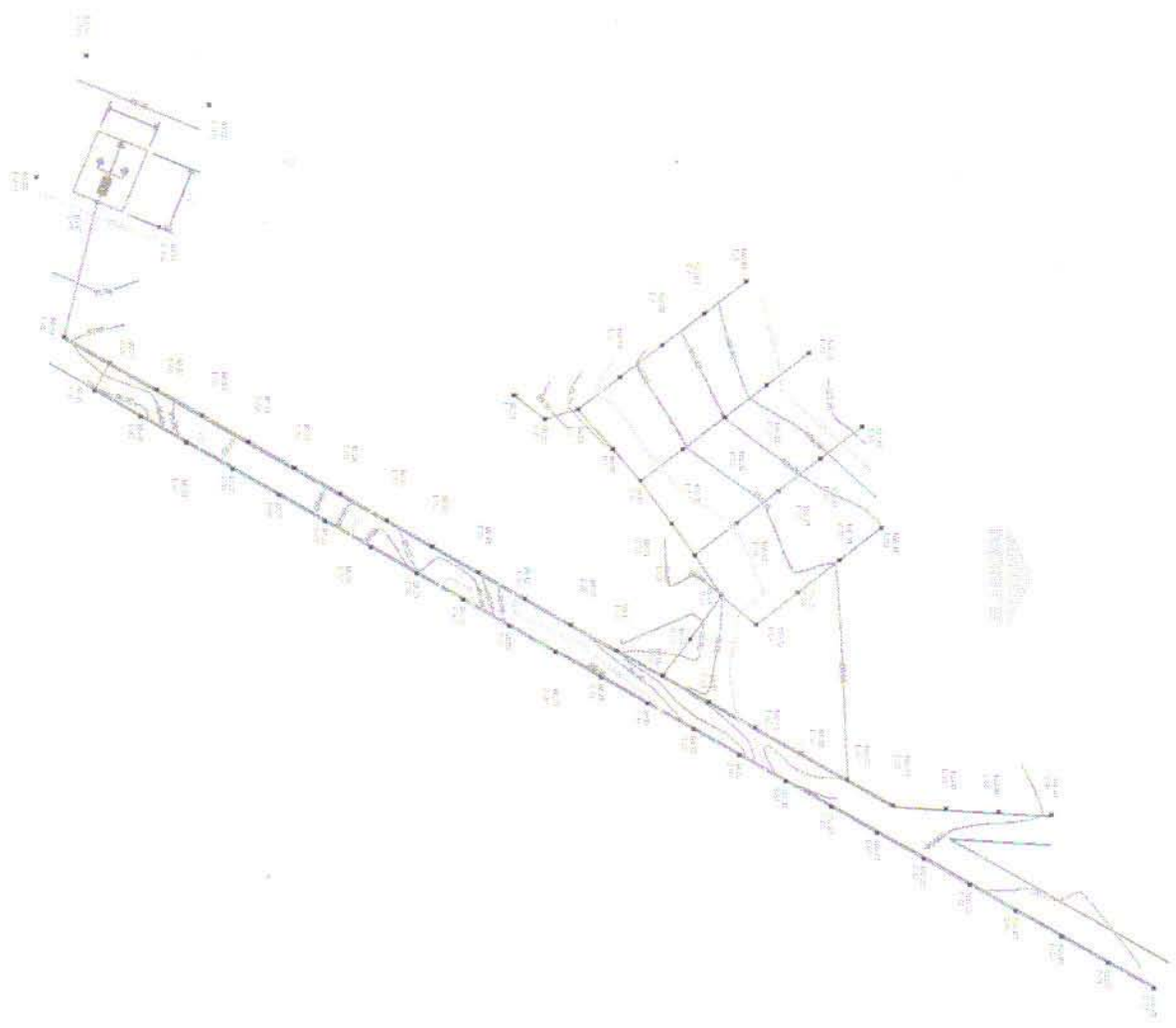


<p>PROYECTO: [Illegible]</p>	
<p>ARQUITECTO: [Illegible]</p>	
<p>ESCALA: [Illegible]</p>	
<p>FECHA: [Illegible]</p>	
<p>OTRO: [Illegible]</p>	

DETALLE DE LA VIGAS

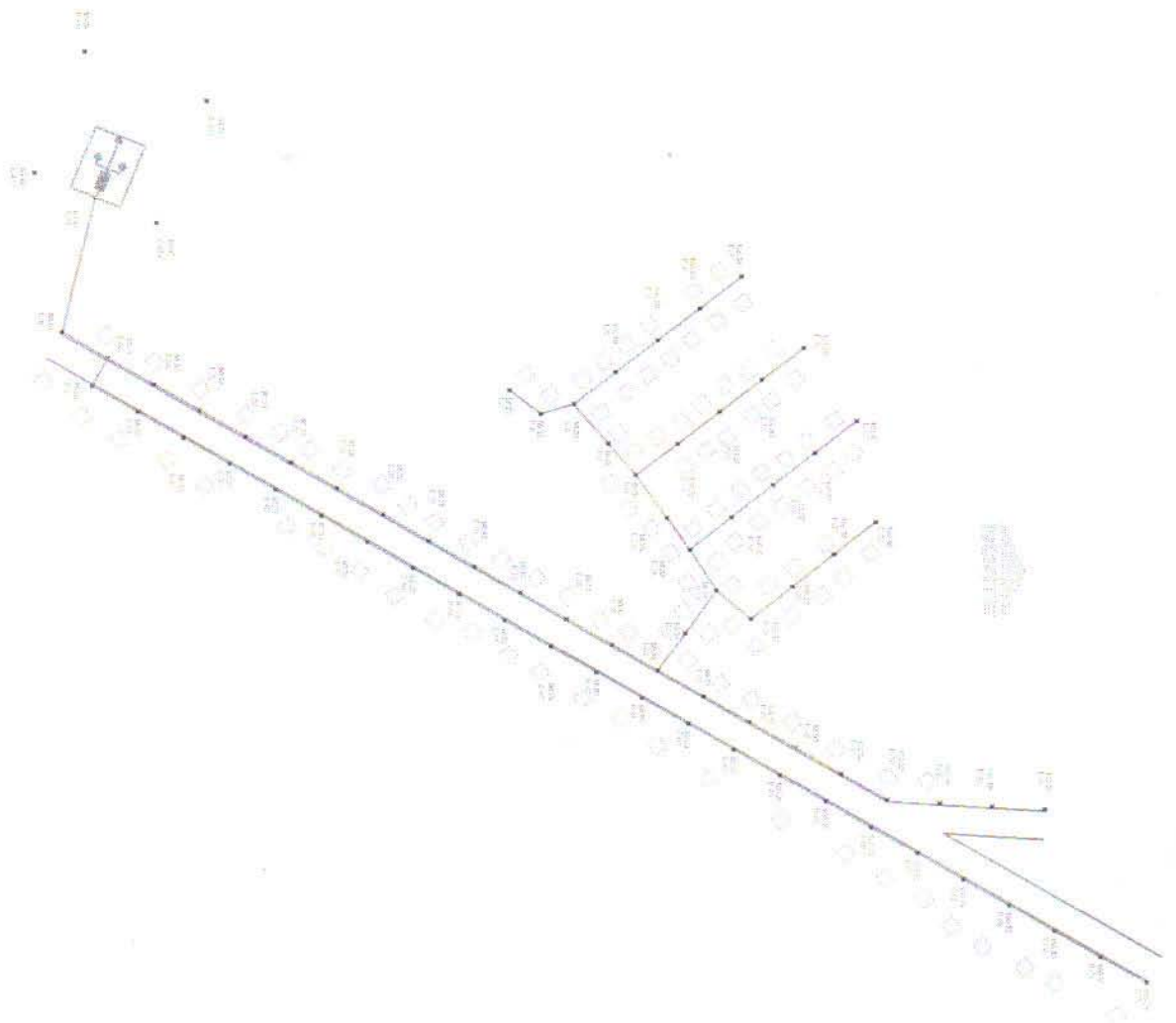


Map of the ...



	DEPARTMENT OF HIGHWAYS BANGALORE	
	ROAD NO. ... ...	
PROJECT NO. ... ...		
DRAWING NO. ... ...		
SCALE: ... ...		
DATE: ... ...		

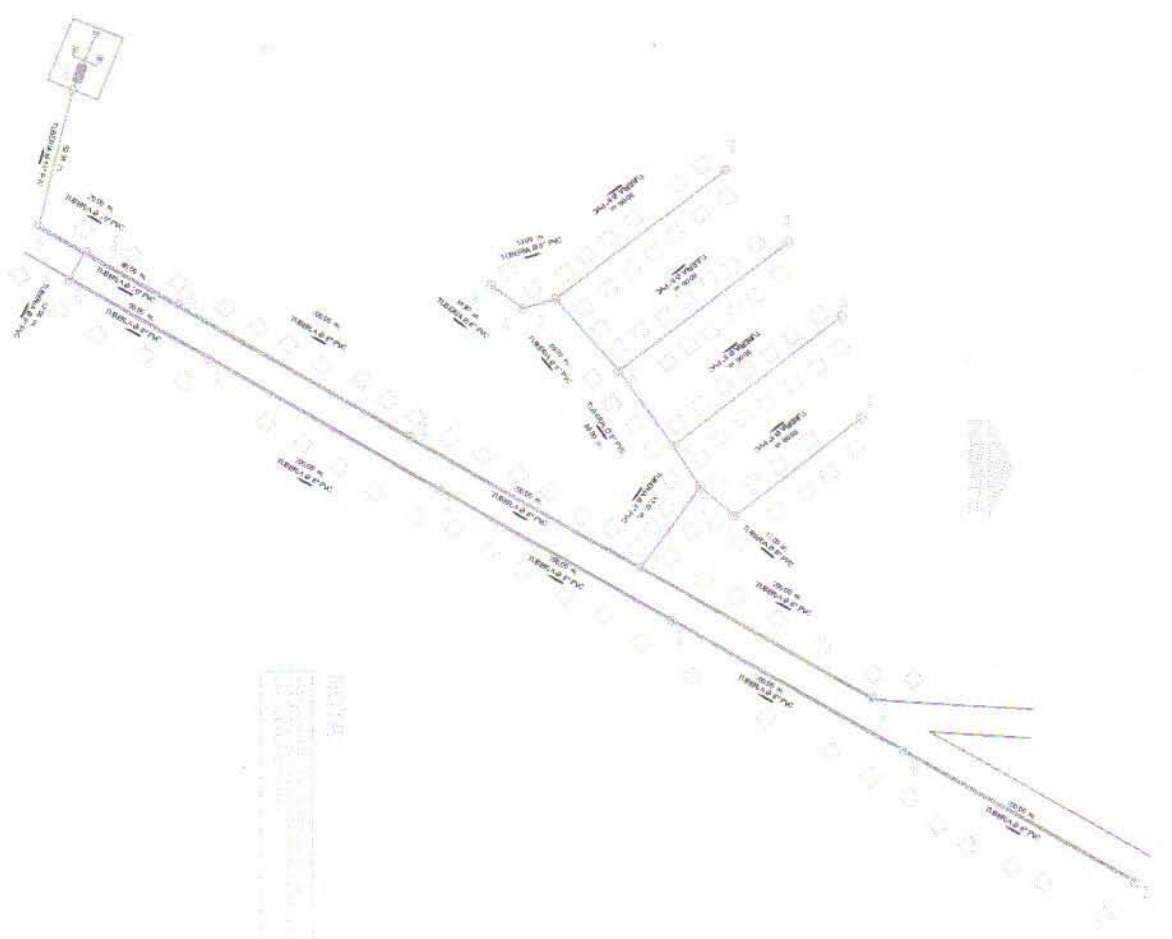
PLANO DE DISTRIBUICAO DE BARRAGENS DE ALAGAMENTO



INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO RURAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO  
 INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO RURAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO  
 INSTITUTO DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO RURAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Nome	_____	Assinatura	_____	Carimbo	_____
Matrícula	_____	Assinatura	_____	Carimbo	_____
Nome	_____	Assinatura	_____	Carimbo	_____
Matrícula	_____	Assinatura	_____	Carimbo	_____

Approved for Release by NSA on 05-08-2014 pursuant to E.O. 13526



REPLACEMENT

NAME	DATE	TIME

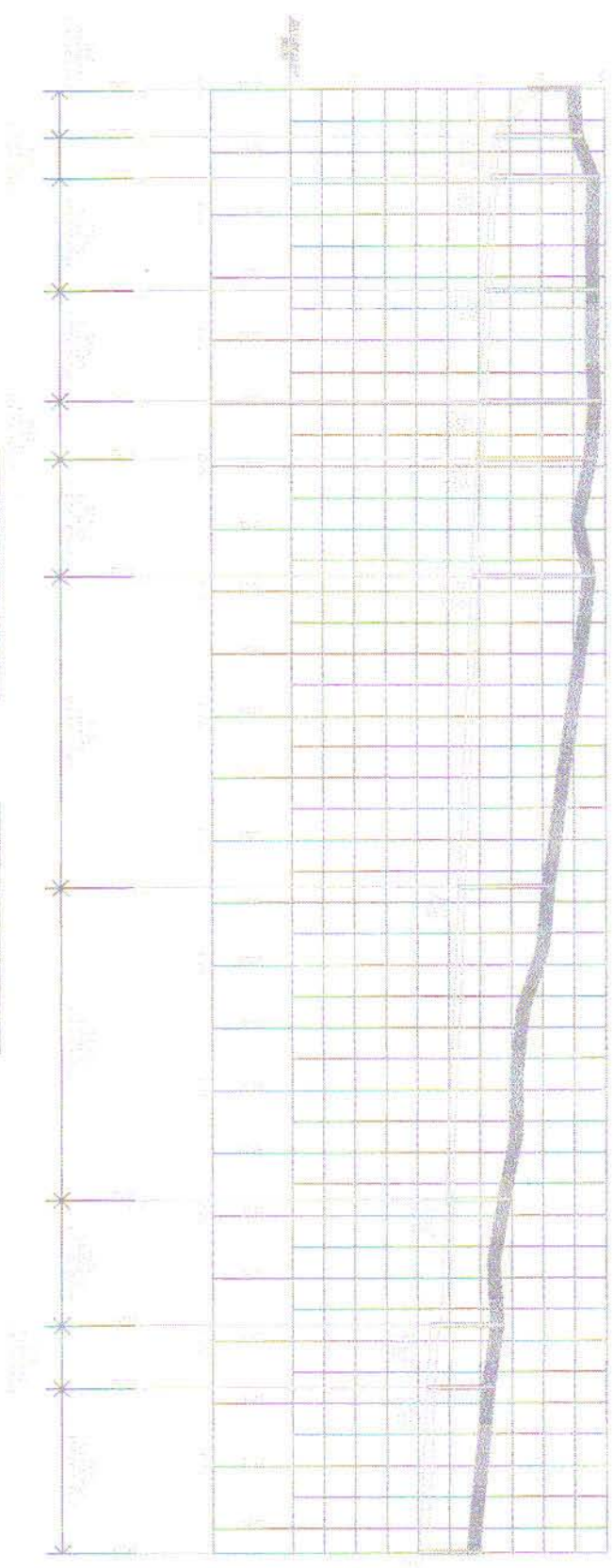
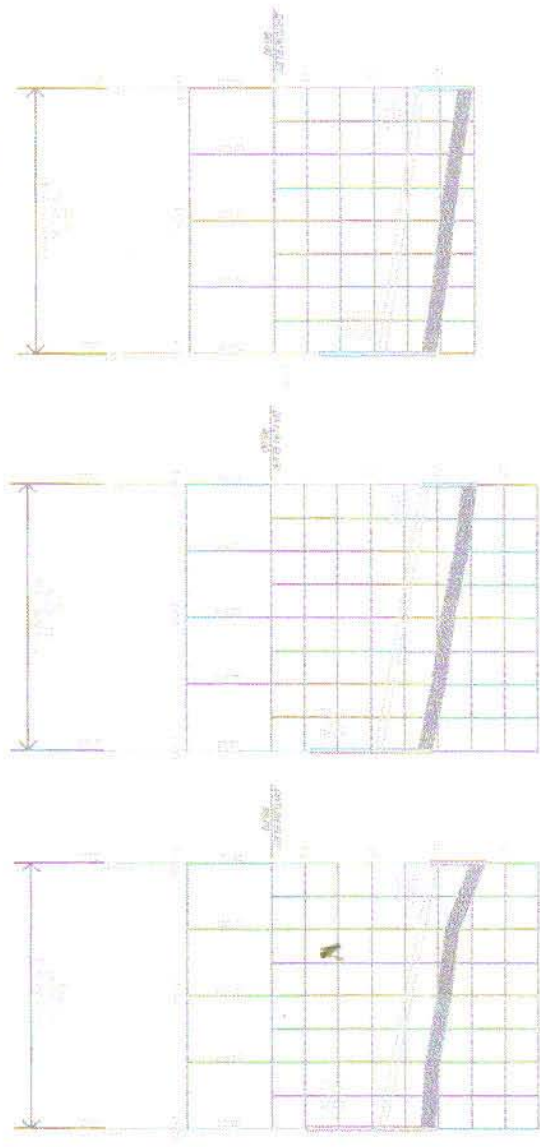
Approved for Release by NSA on 05-08-2014 pursuant to E.O. 13526

	REPUBLIC OF ALGERIA MINISTERE DE L'EDUCATION ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE UNIVERSITE ALGERI 1 FACULTE DE SCIENTES DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE LABORATOIRE DE MECANIQUE DES FLUIDES	
	N° de l'œuvre : 01 Date de l'œuvre : 2014	N° de la copie : 01 Date de la copie : 2014

UNITÉ COURS CHIMIE 230 0110104

UNIVERSITE ALGERI 1  
 FACULTE DE SCIENTES  
 DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE  
 LABORATOIRE DE MECANIQUE DES FLUIDES

2. L'axe des ordonnées est la hauteur de la section transversale du fluide.



NO	DATE	BY	FOR

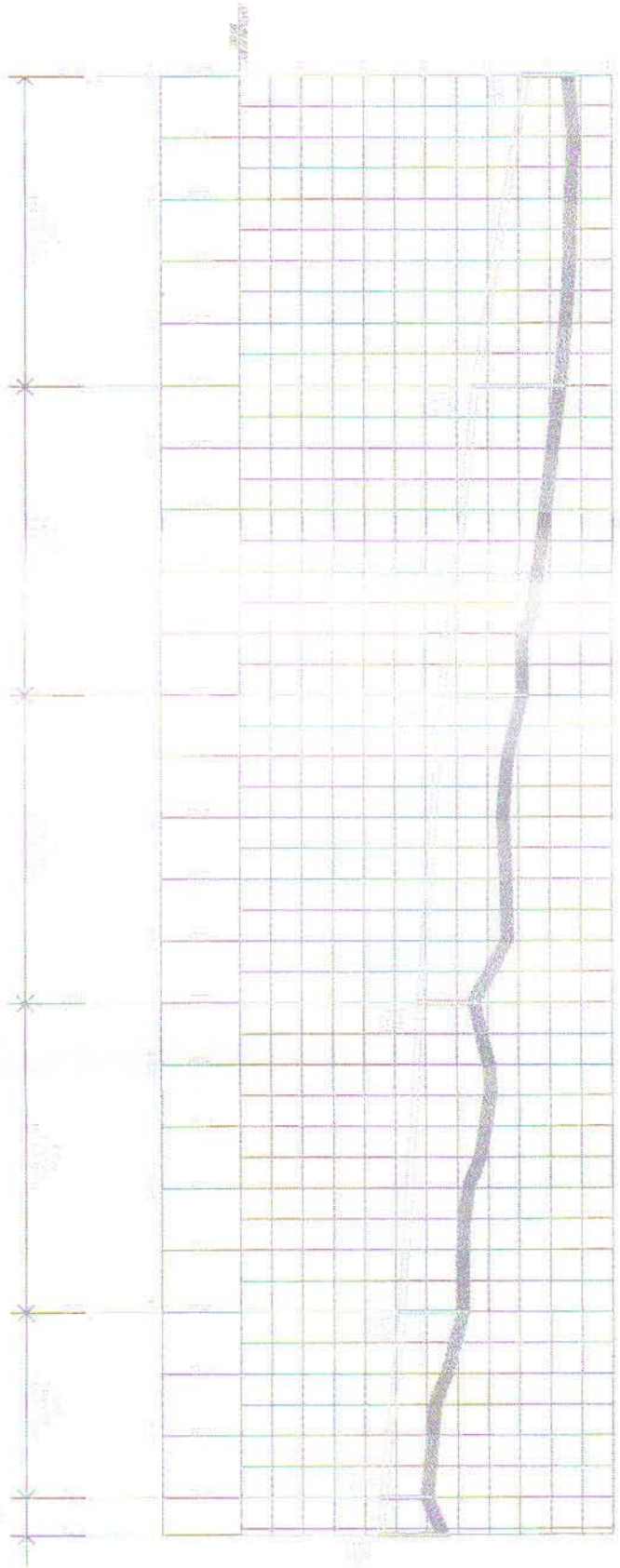
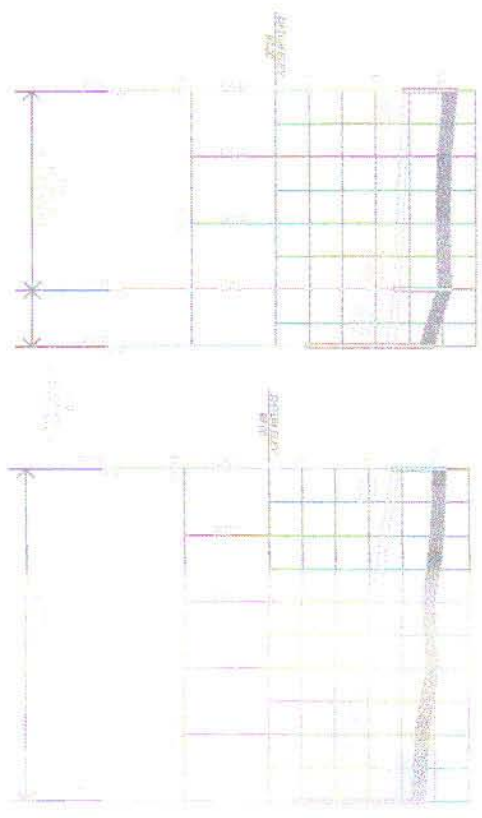
Confidential - Not to be distributed



Ministry of Health and Family Welfare  
Government of India

Figure 10: Comparison of the results of the two methods of analysis.

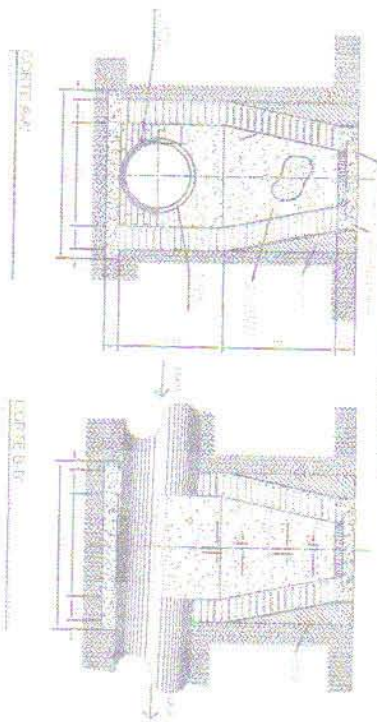
FIGURE 10



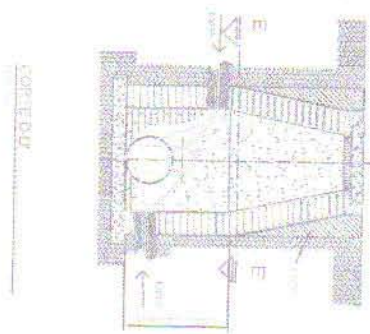
CONFIDENTIAL - NOT TO BE DISTRIBUTED



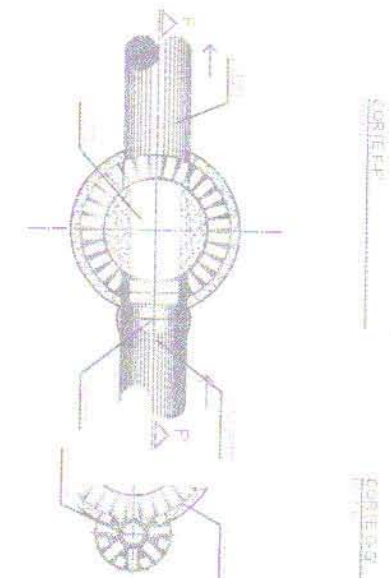
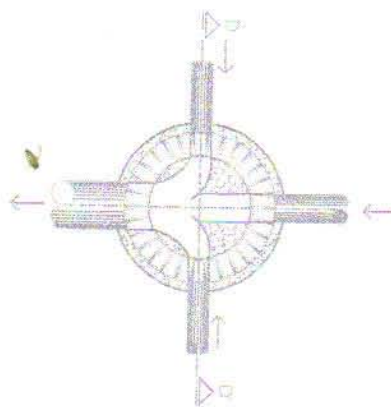
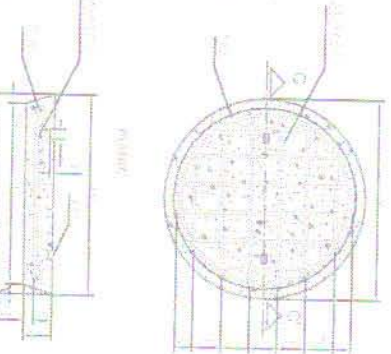
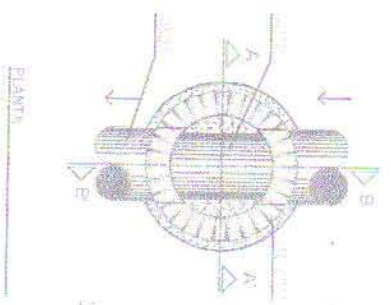
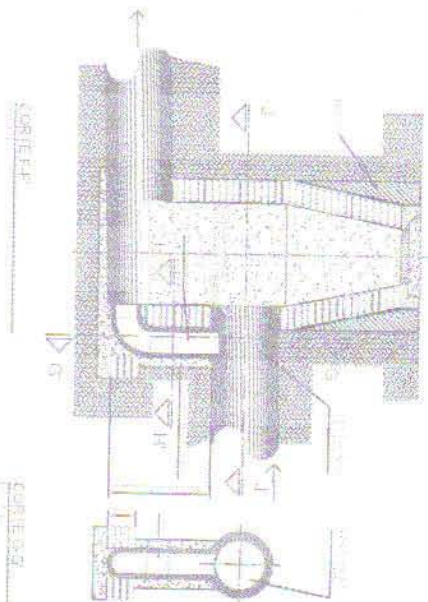
POZO DE VISITANTES



POZOS DE 3 ENTERRADOS



POZO CILINDRICO MAYOR DE 0.70 MTS

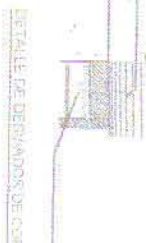
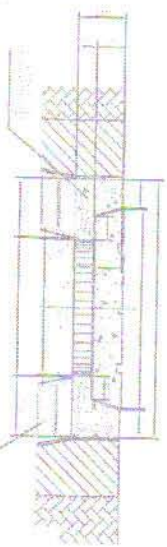
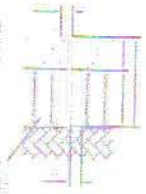
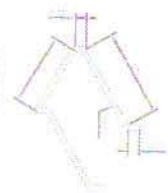


DETALLE DE LA PARED

CORTE 6-E

CORTE 6-F

CORTE 6-H

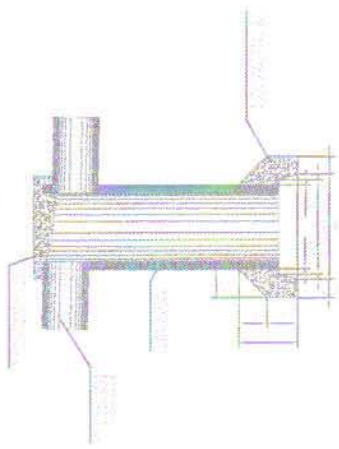
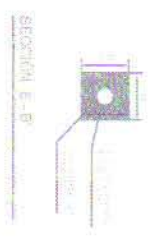
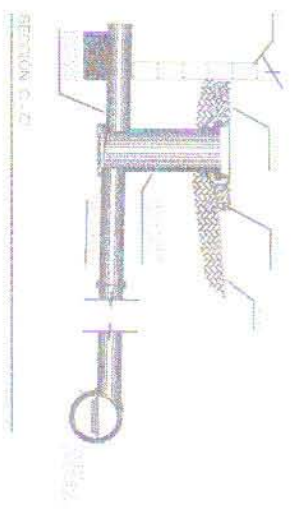
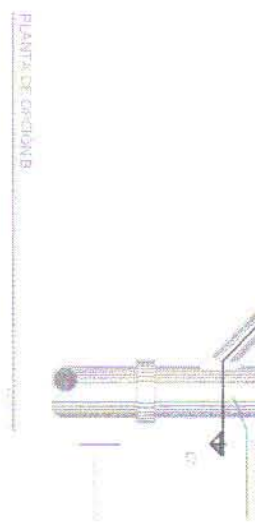
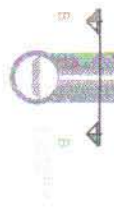
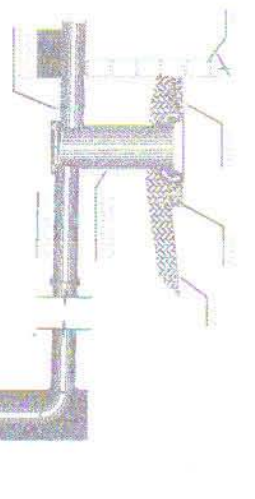
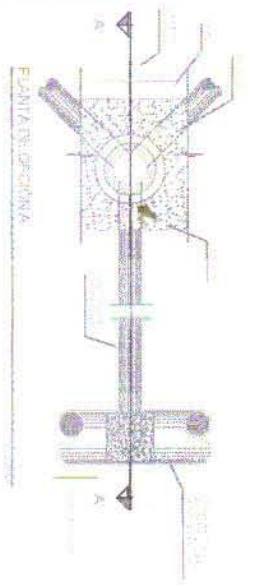


DETALLE DE DESVIADOR DE CORRIENTE



NOTA: Este pozo debe ser construido con mampostería de ladrillo macizo de 20x20x20 cm. El piso debe ser de concreto de 10 cm de espesor. La pared debe ser de ladrillo macizo de 20x20x20 cm. El borde debe ser de concreto de 10 cm de espesor. El desviador de corriente debe ser de concreto de 10 cm de espesor.

ITEM	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
1	POZO DE VISITANTES	1	UNIDAD
2	POZOS DE 3 ENTERRADOS	3	UNIDADES
3	POZO CILINDRICO MAYOR DE 0.70 MTS	1	UNIDAD

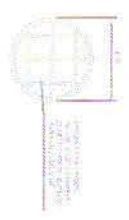
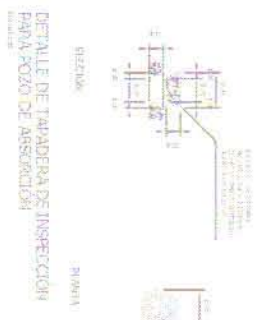
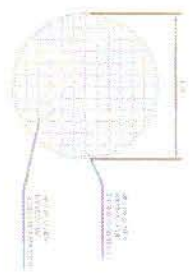
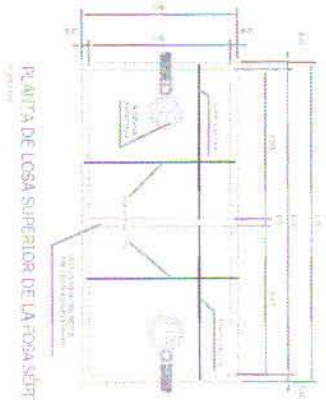
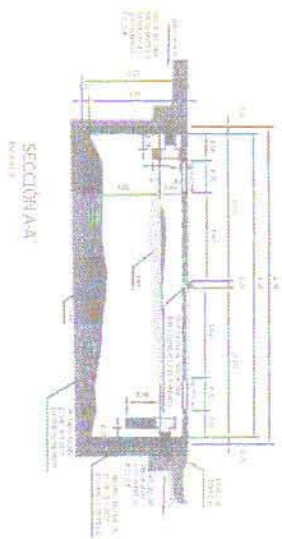
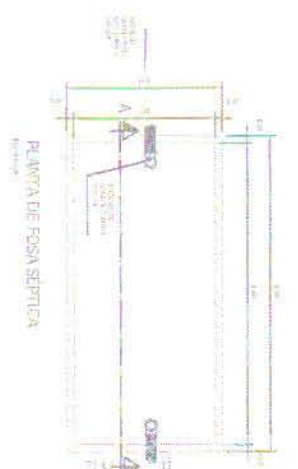
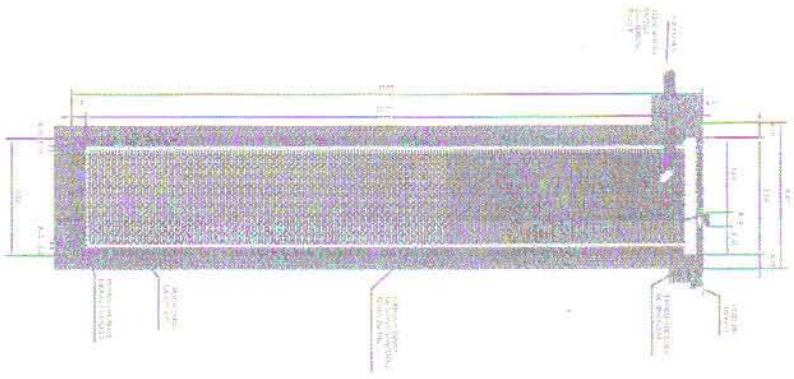
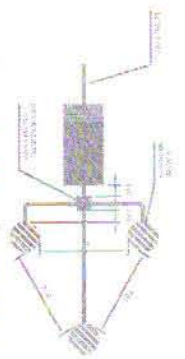


ARMADO DE BROCAL

TRABAJO DE GRUPO  
 TEMA 1: ESTRUCTURAS DE ACERO  
 EJERCICIO 1: DISEÑO DE UN BROCAL

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA  
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA DE ESTRUCTURAS  
 ALUMNO: JUAN CARLOS GARCÍA GARCÍA  
 GRUPO: 101

PROFESOR	FECHA	NOTA



**LEYENDA**

1. Muro de concreto armado con refuerzo de acero.

2. Muro de concreto simple.

3. Muro de concreto simple con refuerzo de acero.

4. Muro de concreto simple con refuerzo de acero y aislamiento térmico.

5. Muro de concreto simple con refuerzo de acero y aislamiento térmico y protección exterior.

6. Muro de concreto simple con refuerzo de acero y aislamiento térmico y protección exterior y pintura.

7. Muro de concreto simple con refuerzo de acero y aislamiento térmico y protección exterior y pintura y revestimiento.

8. Muro de concreto simple con refuerzo de acero y aislamiento térmico y protección exterior y pintura y revestimiento y revestimiento.

9. Muro de concreto simple con refuerzo de acero y aislamiento térmico y protección exterior y pintura y revestimiento y revestimiento y revestimiento.

10. Muro de concreto simple con refuerzo de acero y aislamiento térmico y protección exterior y pintura y revestimiento y revestimiento y revestimiento y revestimiento.

**PLAN DE TITULO**

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BASICO DEL MUNICIPIO DE...

ESTADO DE GUAYAMA

MUNICIPIO DE...

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO BASICO DEL MUNICIPIO DE...

ESTADO DE GUAYAMA

MUNICIPIO DE...