

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y PUENTES
PEATONALES
PARA TRES ALDEAS DE EL QUICHE**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

JULIO RAMIRO MERIDA RAMIREZ

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 1977

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 tesis titulado:

**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y PUENTES
PEATONALES
PARA TRES ALDEAS DE EL QUICHE**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil.

Julio Ramiro Mérida Ramírez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO	ING. JACK DOUGLAS IBAKRA SOLORZANO
VOCAL TERCERO	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO	Br. VICTOR RAFAEL LOBOS ALDANA
VOCAL QUINTO	Br. WAGNER GUSTAVO LOPEZ CACERES
SECRETARIO	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODZUECK
EXAMINADOR	ING. VILMER ABRAHAM MERIDA MALDONADO
EXAMINADOR	ING. FRANCISCO JAVIER QUIBONES DE LA CRUZ
EXAMINADOR	ING. OSCAR ENRIQUE FLORES SANDOVAL
SECRETARIO	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



ACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

Guatemala 12 de febrero de 1.997

Ingeniero
Juan Merck Cos
Coordinador de E.P.S.
Presente

Estimado ingeniero:

Por este medio me permito comunicarle que he revisado el trabajo de tesis del estudiante universitario Julio Ramiro Mérida Ramírez, titulado "ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y PUENTES PEATONALES PARA TRES ALDEAS DE EL QUICHE".

El trabajo fue realizado dentro del convenio de cooperación COGAAT-Facultad de Ingeniería y cumple con todos los requisitos establecidos, por lo que cuenta con mi aprobación.

Atentamente,

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Rolando Bosque M.
Supervisor, Asesor



FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.077.97

Guatemala, 17 de abril de 1,997

Señor
Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Por este medio, envío a usted, el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y PUENTES PEATONALES, PARA TRES ALDEAS DE EL QUILICHE.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **JULIO RAMIRO MERIDA RAMIREZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Hugo Rolando Bosque Morales.

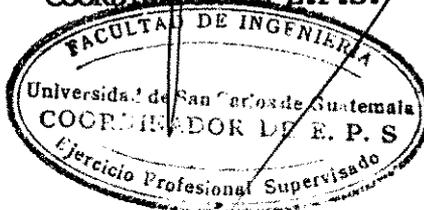
Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley, del referido trabajo, esta **COORDINACION APRUEBA SU CONTENIDO**, solicitándole el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Deferentemente,

"DID Y ENSEÑAD A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S.



JMC/lgg.

c.c.: Archivo

Anexo: El Informe mencionado.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor Ing. Jack Douglas Ibarra y del Coordinador de E.P.S., Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Julio Ramiro Mérida Ramírez, titulado ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y PUENTES PEATONALES PARA TRES ALDEAS DE EL QUICHE, da por este medio su aprobación a dicha tesis.

Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano



Guatemala, julio de 1,997.

JDIS/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



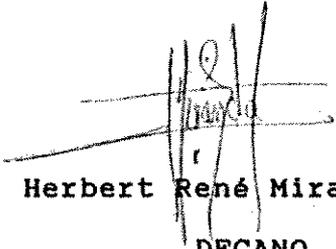
FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis **ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y PUENTES PEATONALES PARA TRES ALDEAS DE EL QUICHE**, del estudiante Julio Ramiro Mérida Ramírez, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:


Ing. Herbert René Miranda Barrios

DECANO



Guatemala, julio de 1,997

/bbdeb.

Al Creador, que me dió la
oportunidad de existir.

A mis padres, iniciadores del
camino que hoy empiezo a
concluir, y perenne ejemplo a
seguir.

A mi familia, motivadora de mi
superación y del empeño por un
mejor futuro.

Y a todos aquellos que me
instruyeron, me aconsejaron y me
impulsaron a efectuar este
trabajo.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
SIMBOLOS	1
GLOSARIO	4
INTRODUCCION	6
OBJETIVOS	7
CAPITULO I: Diseño y cálculo del abastecimiento de agua potable a la Aldea El Tizatal	8
1. Monografía de El Tizatal	8
1.1 Localización y Ubicación	8
1.2 Aspecto generales	8
1.3 Vivienda e infraestructura	8
1.4 Fuentes de ingresos	9
1.5 Recursos naturales	9
1.6 Organización	9
2. Justificación del proyecto	10
3. Sistema proyectado	10
3.1 Fuentes de Abastecimiento	10
3.2 Calidad del Agua	11
3.3 Topografía	11
3.4 Bases de diseño	12
3.4.1 Población futura	12
3.4.2 Dotación	13
3.4.3 Factor de hora máxima	14
3.4.4 Factor de día máximo	14

CONTENIDO	PAGINA
3.4.5 Tubería a utilizar	15
3.4.6 Presión máxima de diseño	15
3.4.7 Presión mínima de diseño	15
3.4.8 Longitud de diseño	16
3.5 Cálculo de caudales y almacenamiento	16
3.5.1 Caudal medio	16
3.5.2 Caudal de día máximo	16
3.5.3 Caudal de hora máximo	17
3.5.4 Volumen de tanque de distribución	17
3.6 Descripción del sistema proyectado	17
3.7 Cálculo hidráulico de la línea de conducción.	20
3.8 Cálculo hidráulico de la línea y ramales de distribución	23
3.9 Sistema de desinfección	26
4. Presupuesto	27
4.1 Cronograma de ejecución e inversión de mano de Obra	28
4.2 Cuantificación y costos de materiales	29
5. Informe de aforos	32
6. Informe bacteriológico de muestras de agua	33
7. Hipoclorador a gravedad	34
CAPITULO II : Puente peatonal en Trapichitos, Zacualpa	36
A. Consideraciones generales	36

INSTITUTO DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Facultad Central

CONTENIDO	PAGINA
A.1 Definición	36
A.2 Tipos de puentes	36
A.3 Especificaciones de diseño	36
1. Monografía de Trapichitos	38
1.1 Localización y Ubicación	38
1.2 Aspecto generales	38
1.3 Vivienda e infraestructura	38
1.4 Fuentes de ingresos	39
1.5 Recursos naturales	39
1.6 Organización	39
2. Justificación de la obra	40
3. Ubicación de la obra	40
4. Alternativas de diseño	41
4.1 Viga Te	42
4.1.1 Dimensionamiento	42
4.1.2 Cargas de diseño	43
4.1.3 Determinación de momentos	43
4.1.4 Armado de Viga	44
4.1.5 Armado de losa	45
4.2 Losa nervurada	46
4.2.1 Dimensionamiento	47
4.2.2 Cargas de diseño	48
4.2.3 Momentos a resistir	48
4.2.4 Armado de nervios	48
4.2.5 Armado de losa de distribución	50

CONTENIDO	PAGINA
4.3 Vigas rectangulares más losa	51
4.3.1 Dimensionamiento de la estructura	51
4.3.2 Diseño de losa	52
4.3.3 Diseño de vigas principales	53
4.3.4 Diseño de vigas de apoyo	56
5. Diseño de Barandal	57
6. Muros de carga	59
7. Presupuesto	61
7.1 Cronograma de ejecución e inversión de mano de Obra	62
7.2 Cuantificación y costos de materiales	63
 CAPITULO III: Puente peatonal en la aldea Las Vigas	 64
1. Monografía de Las Vigas	64
1.1 Localización y Ubicación	64
1.2 Aspecto generales	64
1.3 Vivienda e infraestructura	64
1.4 Fuentes de ingresos	65
1.5 Recursos naturales	65
1.6 Organización	65
2. Justificación de la obra	66
3. Ubicación de la obra	66
4. Alternativas de diseño	67
5. Diseño de la estructura	67
5.1 Dimensionamiento	67

CONTENIDO	PAGINA
5.2 Cargas	68
5.3 Momentos	68
5.4 Armado de nervios	69
5.4.1 Armado por momento negativo	69
5.4.2 Armado por momento positivo	69
5.4.3 Longitud de corte en el refuerzo	70
5.4.4 Armado por cortante	71
5.5 Losa de distribución	72
5.6 Diseño de vigas de apoyo	72
5.6.1 Cargas de diseño	73
5.6.2 Refuerzo por cortante	73
5.6.3 Refuerzo longitudinal	73
6. Presupuesto	74
6.1 Cronograma de ejecución e inversión de mano de Obra	75
6.2 Cuantificación y costos de materiales	76
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFIA	80
LISTADO DE PLANOS	82

SIMBOLOS

a	Profundidad de bloque equivalente
As	Area de acero
As.máx	Area de acero máxima
As.min	Area de acero mínima
As _t	Area de acero por temperatura
B	Ancho del patín
b	Ancho del alma
c	Profundidad de eje neutro
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
cm ²	Centímetros cuadrados
D	Diámetro
d	Peralte
dv	Diámetro de varilla
E	Estación topográfica
F _A	Fuerza activa
f'c	Resistencia del concreto a compresión
FD.máx	Factor de día máximo
F _f	Fuerza de fricción
FH.máx	Factor de hora máxima
F _p	Fuerza pasiva
Fs	Factor de seguridad
Fy	Resistencia del acero a tensión
H	Altura de la viga

h	Altura del alma
hab	Habitantes
HG	Hierro galvanizado
kg	Kilogramos
K_A	Coefficiente del empuje activo
K_p	Coefficiente del empuje pasivo
L	Longitud de vigas
Lc	Longitud de corte
Ld	Longitud de diseño o de desarrollo
Lt	Longitud total
l	Litros
lb	Libras
m	Metros
m^2	Metros cuadrados
m^3	Metros cúbicos
mca	Metros columna de agua
mg	Miligramos
M	Momento
M_A	Momento activo
M_p	Momento pasivo
P	Carga puntual
P_A	Presión activa
P_p	presión pasiva
P.min	Presión mínima
P.máx	Presión máxima
psi	Libras por pulgada cuadrada
PVC	Cloruro de polivinilo

QD.máx	Caudal de día máximo
QH.máx	Caudal de hora máxima
Qm	Caudal medio
S	Espaciamiento entre refuerzo
s	Espaciamiento entre nervios
t	Tonelada
t'	Espesor de patin de losa
U	Unidad
V	Volumen
V _A	Esfuerzo cortante, actuante
V _C	Resistencia al cortante del concreto
V _R	Cortante que resiste el concreto
VS	Valor soporte del suelo
W	Carga distribuida
Σ M	Sumatoria de momentos
γ _C	Peso específico del concreto
γ _S	Peso específico del suelo
φ	Factor de seguridad
φ	Angulo de fricción interna
μ	Coefficiente de fricción
#	Número
%	Porcentaje
'	Pie
"	Pulgadas

GLOSARIO

- Acero : varillas de hierro corrugado utilizadas en el concreto reforzado.
- Aforo : medición del volumen de agua que lleva una corriente por unidad de tiempo.
- Agua potable : agua que es sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
- Alma de la viga : parte rectangular central de una viga T.
- Caudal : volumen de agua escurrido en la unidad de tiempo.
- Carga muerta : peso de la estructura y otros conceptos relativamente permanentes.
- Carga viva : peso de las cargas no permanentes.
- Cloración : método de desinfección del agua a base de cloro.
- Concreto : mezcla de arena, grava y cemento; amasado con agua.
- Conducción : infraestructura utilizada para conducir el agua desde la fuente al tanque de distribución.
- Consumo : Caudal de agua utilizado por la población dada.
- Cota de terreno : altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
- Cota piezométrica : altura de presión de agua que se tiene en un punto dado.
- Crecida máxima : aumento de caudal que se da en una corriente de agua.
- Demanda de agua : cantidad total de agua que requerirá una población.
- Distribución : infraestructura que se utiliza para conducir el agua del tanque de distribución a las viviendas.

- Dotación : volumen de agua que se asigna en el diseño, al consumo de un habitante durante un día.
- Esfuerzo : fuerza aplicada por unidad de área.
- Estación : punto de referencia de una línea topográfica.
- Estribos : varillas transversales de hierro que resisten los esfuerzos de corte en el alma de la viga.
- Luz del puente : longitud existente entre los muros de la estructura del puente.
- Momento: Producto de la intensidad de una fuerza por la distancia a un punto.
- Nacimiento : lugar en el cual un acuífero aflora o brota a la superficie del terreno.
- Patin : parte de la estructura que sobresale lateralmente del alma de las vigas T.
- Peralte : altura de la viga
- Peralte efectivo : distancia del centroide la varilla extrema de refuerzo al borde de la estructura.
- Presión : Relación existente entre la intensidad de una fuerza, y el área de la superficie sobre la cual actúa.
- Presión activa : presión resultante debido al empuje de la tierra, sobre la parte en voladizo de un muro.
- Presión pasiva : presión resultante debido al empuje de la tierra, sobre la parte enterrada de un muro.
- Punto de consumo : Lugar en el cual, para efectos de diseño, se concentran los consumos de agua de las viviendas a su alrededor.

INTRODUCCION

Este trabajo es el resultado de lo efectuado dentro del ejercicio profesional supervisado (EPS), de la facultad de Ingeniería y el respaldo económico de la institución de Cooperación Guatemalteca-Alemana de Alimentos por Trabajo (COGAAT).

Dentro del trabajo realizado en la mencionada institución, se encuentra la supervisión de proyectos en ejecución, tales como: cocinas escolares, escuelas, caminos rurales, salones de usos múltiples, introducción de agua potable, puentes colgantes y puentes peatonales de concreto.

También se elaboraron los proyectos de:

- Introducción de agua potable a la aldea El Tizatal, Chinique de las Flores.
- Puente peatonal para la aldea Trapichitos, Zacualpa.
- Puente peatonal para la aldea Las Vigas, Chinique de las Flores.

Dentro de la parte docente de la práctica, se realizó un curso de albañilería básica a trabajadores de la institución y personas interesadas en el mismo. También se enseñó dibujo de topografía y se supervisó la práctica de estudiantes de bachillerato en construcción.

Todo lo anterior se enmarca dentro de la proyección social que la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de sus estudiantes próximos a egresar de la misma, debe realizar con las comunidades más necesitadas del país.

OBJETIVOS

1. Objetivos generales

- Colaborar con el desarrollo de las poblaciones más necesitadas, al poner al servicio de unas de éstas, los conocimientos técnicos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil.

- Poner en práctica y transmitir los conocimientos teóricos aprendidos en las aulas de la facultad de ingeniería, supervisando y ejecutando proyectos de infraestructura.

- Desarrollar de la mejor manera posible el trabajo encomendado por el programa de Cooperación Guatemalteco-Alemana de Alimentos por Trabajo (COGAAT), para lograr un crecimiento personal y dar una buena imagen del estudiante de la Universidad de San Carlos De Guatemala, ante la población guatemalteca y los profesionales de la república Alemana.

2. Objetivos específicos

- Elaborar en el transcurso del EPS, los siguientes proyectos:

a) Introducción de agua potable a la aldea El Tizatal.

b) Puente peatonal en la aldea Las Vigas.

c) Puente peatonal en la aldea Trapichitos.

- Impartir un curso de albañilería básica, con una duración de veinticuatro (24) horas.

- Supervisar las obras construcción, en la región de Chiché, Zacualpa y Chinique de las Flores.

- Supervisar las prácticas de dos estudiantes de la carrera de bachillerato en construcción.

CAPITULO I
DISEÑO Y CALCULO DEL ABASTECIMIENTO
DE AGUA POTABLE
A LA ALDEA " EL TIZATAL "

1. MONOGRAFIA

1.1 LOCALIZACION Y UBICACION

La comunidad de El Tizatal pertenece al municipio de Chinique de las Flores, del departamento de El Quiché.

Se encuentra localizada en los quince grados, dos minutos de latitud norte y en los noventa y un grados, un minuto de longitud oeste (ver plano de localización). Con una elevación promedio de 1,500 metros sobre el nivel del mar y colindante con la población del municipio de Chinique.

1.2 ASPECTOS GENERALES

Esta comunidad está catalogada como Aldea. Su única vía de comunicación es un camino de terracería, transitable en toda época del año, que atraviesa toda la aldea y llega a las calles principales de Chinique.

1.3 VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA

En la aldea existen un total de 34 casas de habitación, las cuales en su totalidad son de paredes de adobe, con techo de teja y piso de tierra.

Se encuentra en construcción un edificio de usos múltiples y por la cercanía con Chinique de las Flores, no cuenta con escuela propia ni centro de salud.

Tampoco tienen sistemas de drenajes, ni energía eléctrica.

1.4 FUENTES DE INGRESO

Como en casi todo el sector, es la agricultura la principal actividad económica. Los cultivos existentes son los tradicionales maíz y frijol.

Otro ingreso monetario es el que obtienen mediante la crianza y venta de aves de corral, así como de porcinos.

Después de la época de la cosecha varios habitantes de la población emigran a trabajar a las fincas de la costa sur del país.

1.5 RECURSOS NATURALES

La topografía de la aldea es semiplana, poco boscosa por la deforestación sufrida en los terrenos que se dedican a la siembra.

Las especies de árboles predominantes son el pino y el encino.

En su territorio no existen ríos ni nacimientos de agua, por lo que sus habitantes tuvieron que comprar una propiedad fuera de la aldea que contara con tal recurso.

1.6 ORGANIZACION

A la comunidad llegan a trabajar organizaciones de desarrollo, tanto gubernamentales como no gubernamentales, que organizan grupos de trabajo, entre ellas se tienen a el Ministerio de Desarrollo (MINDES), Cooperación Alemana Guatemalteca de Alimentos por Trabajo (COGAAT), Instituto Nacional de Electrificación (INDE), Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) y Saneamiento Rural.

Entre los comités formados están los de agua potable, de electricidad y letrización; las mujeres forman grupos para la introducción de estufas mejoradas del tipo Lorena.

2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO

La falta de agua potable en las distintas comunidades de Guatemala es un factor determinante para situarlo entre los países con mayor mortandad de niños debido a enfermedades de origen gastrointestinal.

La no existencia del vital líquido en los poblados, conlleva también a que éstos no se desarrollen económica y socialmente, y por ende el país en general.

Por lo anteriormente expuesto, los proyectos de introducción de agua potable son de suma importancia, y los involucrados de una o de otra forma en la elaboración de los mismos tienen la obligación de poner todos los recursos disponibles para que éstos sean realizados de la mejor forma.

Dado que la aldea El Tizatal no cuenta con sistema de abastecimiento de agua potable, los vecinos del lugar formaron un comité, el cual se encargó de hacer los trámites y solicitudes necesarias para poder desarrollar en su comunidad un proyecto que solucionará el problema antes mencionado. Una de las solicitudes fue presentada al programa de Cooperación Guatemalteco-Alemana de alimentos por trabajo (COGAAT), y esta institución tomando en cuenta la importancia de este tipo de proyectos, decidió proporcionar para el efecto los materiales de construcción y la ayuda técnica necesaria, para desarrollar el mismo.

3. SISTEMA PROYECTADO

3.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Dado el alto costo que implica perforar pozos para la obtención de agua, el comité de la aldea El Tizatal decidió

comprar un terreno que cuenta con dos nacimientos de agua, ubicado en el caserío Paquinac a cinco kilómetros al nor-oeste de esta población, con una cota de altura promedio de doscientos veinte metros (220 m.) sobre los terrenos de la misma. Lo anterior permitirá hacer un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad.

Los nacimientos de Paquinac fueron aforados por los encargados de Saneamiento Rural de El Quiché el 15 de marzo de 1991. Los resultados obtenidos en dicho aforo son:

Nacimiento No.1 = 0.16 l/s

Nacimiento No.2 = 0.19 l/s

Producción total = 0.35 l/s

Tomando en cuenta la fecha en que fué realizado el anterior aforo, se puede tomar el valor de 0.36 l/s como el caudal mínimo que producirán los nacimientos.

El informe presentado por Saneamiento Rural puede verse en la página No.32 de esta tesis.

3.2 CALIDAD DEL AGUA

Para establecer la calidad del agua se tomaron muestras de la misma en los dos nacimientos y se efectuaron análisis bacteriológicos de éstas por el encargado del laboratorio del Distrito de Salud Pública No.1 de El Quiché.

El informe de la prueba concluye que el agua de los nacimientos de Paquinac es apta para el consumo humano. Dicho informe se puede apreciar en la página No 33 de esta tesis.

3.3 TOPOGRAFIA

La planimetría y altimetría sobre la línea de conducción y los

ramales de distribución, fue elaborada por los topógrafos de Saneamiento Rural de Santa Cruz de El Quiché. El trabajo anterior se realizó utilizando brújula de agrimensor y nivel de mano, ya que no se contó con el equipo especializado.

La topografía en sí del lugar es bastante irregular como se puede apreciar en los planos adjuntos al proyecto. La línea de conducción pasará por varias depresiones; en dos de ellas corren ríos de regular caudal, por lo que será necesario hacer pasos de tubería en puente colgante.

3.4 BASES DE DISEÑO

Para obtener un resultado óptimo en la utilización del caudal que proporcionarán los nacimientos de Paquinac, se establecieron los siguientes parámetros de diseño:

3.4.1 POBLACION FUTURA

Es necesario para el diseño de proyectos de agua el poder establecer el número de habitantes actuales y futuros a abastecer dentro de los próximos veinte años, tiempo que se considera para la vida útil del proyecto.

Para poder hacer un cálculo estimado de la población futura, existen varios métodos tales como: crecimiento aritmético, crecimiento geométrico, análisis de regresión (recta de mínimos cuadrados, curva geométrica, curva semi logarítmica, exponencial, transformación logarítmica del tiempo), pronóstico de migración neta y de incremento natural, etc.

En este proyecto no se tomaron en cuenta los valores de población futura que arrojan los métodos anteriormente mencionados, ya que se pudo establecer que tomando en cuenta los censos

oficiales de los años 1950, 1964, 1973 y 1981 los resultados que se obtienen para la actual fecha no coinciden en nada con los datos de población reales, a tal punto que la población según censo de 1973 es mayor que la existente en 1989, según censo el efectuado por Salud Rural en este último año. Lo anterior se considera como un efecto de la emigración y deceso de habitantes por causa del enfrentamiento armado, que se agudizó en esta zona, en la década de los años ochenta.

Debido a lo anterior se decidió tomar como un dato más cercano a la realidad, el proporcionado por Saneamiento Rural de El Quiché, el cual indica que la población de la zona de El Tizatal está incrementándose en los últimos años a una razón promedio del tres por ciento anual y dado a que el censo de población para 1991 reporta un número de habitantes de 152, para efectos de cálculo se utilizará el método geométrico, el que se formula así:

Población futura = $Pa \cdot (1+k)^n$ en donde,

Pa = población actual

k = tasa de crecimiento geométrico

n = número de años

Población futura = $152 \cdot 1.03^{20} = 274$ habitantes

3.4.2 DOTACION

Se llama dotación a la cantidad promedio de agua que se supone consumirá un habitante por día. Este dato se debería establecer mediante un estudio con medidores de caudal en poblaciones con características semejantes a la aldea El Tizatal. Debido a que en comunidades de la zona de Chinique que cuentan con agua potable, aún no tienen medidores de caudal, para el

presente proyecto se tomó la norma establecida por Saneamiento Rural del Quiché, la cual establece el valor de dotación para la zona de El Tizatal en:

$$\text{Dotación} = 100 \text{ l/habitante/día}$$

3.4.3 FACTOR DE HORA MAXIMA (FH.máx)

El factor de hora máxima es el valor que permitirá establecer cuál es la cantidad máxima de caudal para el cual deberán estar diseñadas las tuberías de la red de distribución, debido a las fluctuaciones en el consumo horario de la población.

Para determinar su valor real sería necesario contar con estudios de medición de consumos vrs. tiempo, en la zona aledaña al proyecto a realizar; dado a que no se cuenta con éstos, se asumirá para este proyecto el valor recomendado por la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR) para poblaciones de pocos habitantes, siendo éste:

$$\text{FH.máx} = 2.5$$

3.4.4 FACTOR DE DIA MAXIMO (FD.máx)

El consumo diario de una población varía, dependiendo de la época y las costumbres del lugar, por lo que para el diseño de la línea de conducción es necesario establecer un valor máximo de caudal diario, para determinar este caudal se multiplica el caudal medio por el factor llamado de día máximo. Para definir el FD.máx es necesario hacer macromedición en la salida de tanques de distribución que abastezcan proyectos de características semejantes al presente. Como en los casos anteriores este tipo de estudio no se ha realizado en la zona, por lo que el valor asumido es el recomendado por la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales

(UNEPAR) para poblaciones pequeñas, siendo éste:

$$FD.máx = 1.5$$

3.4.5 TUBERIA A UTILIZAR

Todo material de construcción tiene que ser de alta calidad, durabilidad y de fácil instalación, por lo que en proyectos de introducción de agua potable es recomendable utilizar tubería de cloruro de polivinilo (P.V.C.).

En este proyecto se usarán los siguientes tipos de tubería:

- Diámetros de 2", 1^{1/2}", 1" con tubería PVC de 160 psi
- Diámetro de 3/4" con tubería PVC de 250 psi
- Diámetro de 1/2" con tubería PVC de 315 psi
- En los puntos indicados en los planos se instalará tubería de H.G. tipo mediano.

3.4.6 PRESION MAXIMA DE DISEÑO (P.Máx)

Las presiones estáticas son las máximas que se pueden dar en un sistema de agua potable por gravedad. Estas son causadas por el no consumo o no movimiento de flujo en las tuberías del sistema.

Para el diseño del proyecto se tiene que establecer un valor límite sobre el cual la presión estática no sobrepase, para asegurar que la tubería y los accesorios domiciliarios no sufran rupturas y desperfectos por efecto de dicha presión. Tomando en cuenta el tipo de tubería a emplear se decidió asumir un valor de presión máxima de diseño de:

$$P.Máx = 80 \text{ MCA.}$$

3.4.7 PRESION MINIMA DE DISEÑO (P.Min)

Para el diseño de tubería en los puntos críticos tanto de la línea de conducción como los de la red de distribución (partes

altas del terreno, acometida de domiciliarios y sectores más lejanos de la red), es necesario determinar un valor mínimo de presión dinámica para garantizar el buen funcionamiento del sistema. El valor asumido de presión mínima de diseño para este proyecto es:

$$P.Min = 10.MCA$$

3.4.8 LONGITUD DE DISEÑO (Ld)

Debido a lo irregular de la topografía de la zona, se incrementará el valor de la longitud topográfica (Lt), para obtener un valor de longitud de diseño; éste se calculará así:

$$Ld = Lt * 1.03$$

3.5 CALCULO DE CAUDALES Y VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

3.5.1 CAUDAL MEDIO (Qm)

Este parámetro se refiere al valor promedio de consumo diario que se espera tendrá la población. Para la aldea El Tizatal se estima:

$$Qm. = \text{Dotación} * \text{No. habitantes}$$

$$Qm. = 100 \text{ l/hab/día} * 274 \text{ hab}$$

$$Qm. = 27400 \text{ l/día}$$

$$Qm. = \frac{27400 \text{ l/día}}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Qm. = 0.317 \text{ l/s}$$

3.5.2 CAUDAL DIA MAXIMO (QD.máx)

Este valor se refiere al consumo diario máximo que se espera en un año de servicio, por lo tanto será el valor con el cual se diseñará la línea de conducción del proyecto. Este parámetro se determina así:

$$QD \text{ máx.} = Qm * FD.máx$$

$$QD \text{ máx.} = 0.317 \text{ l/s} * 1.5$$

$$QD \text{ máx.} = 0.476 \text{ l/s}$$

3.5.3 CAUDAL DE HORA MAXIMO (QH.máx)

Se considera como el valor de la demanda promedio máxima que se espera de consumo en un día. Este dato será entonces el utilizado para hacer el diseño hidráulico de la red de distribución, o sea el que determine los diámetros de tubería a utilizar. La forma de determinar este parámetro es la siguiente:

$$QH \text{ máx.} = Qm * FH.máx$$

$$QH \text{ máx.} = 0.317 \text{ l/s} * 2.5 = 0.793 \text{ l/s}$$

3.5.4 VOLUMEN DE TANQUE DE DISTRIBUCION

El volumen del tanque de distribución tendrá que ser lo suficiente para poder almacenar y abastecer a la población en las horas de consumo pico. Para el efecto, los especialistas en el medio consideran que se debe utilizar un volumen entre el 30% al 40% del consumo medio diario.

Par este caso se tomará el 35%, por lo que se tendrá:

$$V = 35\% \text{ de } Qm$$

$$V = 0.35 * 27400 \text{ lt} = 9590 \text{ l}$$

$$V = 9.6 \text{ m}^3$$

Se tomará para el proyecto un volumen de tanque de:

$$V = 10 \text{ m}^3 \text{ (ver plano 5/7)}$$

3.6 DESCRIPCION DEL SISTEMA PROYECTADO

Los componentes más importantes que constituyen este proyecto son:

a) Captación:

En cada uno de los dos nacimientos se construirán estructuras

especiales para filtrar y reunir el agua como se indica en los planos adjuntos. Las estructuras contarán básicamente con sello hidráulico, cuneta periférica, filtro de grava, instalaciones de desagüe y conducción del flujo.

Se construirá además una caja unificadora de los caudales provenientes de los dos nacimientos. De ésta dará inicio la línea de conducción hacia el tanque de distribución (ver plano 1/7).

b) Línea de Conducción

Se define así a la tubería que se instalará de la caja unificadora de caudales al tanque de distribución.

Tendrá una longitud aproximada de 2,262 metros, debiéndose colocar en su trayectoria cinco válvulas de aire y cinco válvulas de limpieza, tal y como se indica en los planos, para un buen funcionamiento en la conducción.

Se deberán construir también dos cajas rompepresión en los puntos señalados, para lograr que las presiones no sobrepasen los valores máximos de diseño permisibles.

c) Tanque de distribución

El tanque de distribución se encargará de que exista un abastecimiento regular a la aldea, con presiones aceptables, tendiendo que absorber las fluctuaciones de consumo debido al incremento de la demanda de fluido en las horas pico.

Se construirá de concreto ciclópeo, debido a la facilidad que la comunidad tiene de aportar piedra bola y arena, así como a la falta de mano de obra calificada para elaborarlo de concreto armado. Contará con un volumen de almacenamiento de diez metros cúbicos y en él se instalará un sistema de cloración del agua, ya

que aunque en el nacimiento el líquido es potable, es posible que sufra de contaminación en el transcurso de su conducción o distribución.

d) Línea y red de distribución

La red de distribución será la instalada entre el tanque de distribución y las casas de la aldea. Dada la topografía del lugar y la forma en que están distribuidas las casas, la red será de ramales abiertos y por el tipo de vivienda existente se instalarán conexiones prediales en cada casa. Tendrá una longitud aproximada de 4,842 metros.

Se deberán construir sobre la línea dos puentes colgantes para el paso aéreo de la tubería, con una longitud de 18 metros cada uno. Además contará con una caja rompe presión para que en el tramo final, situado en la parte más baja de la aldea, no existan presiones que sobrepasen los parámetros establecidos.

Para su buen funcionamiento deberán colocarse las válvulas de aire y limpieza que indican los planos, así como las válvulas de compuerta que sectorizan la red y así facilitar el que se puedan reparar defectos en la tubería, sin tener que cortar el flujo a todo el sistema.

e) Conexiones prediales

Se tiene contemplado dentro del proyecto la instalación inicial de treinta y cuatro (34) conexiones prediales. Al final de cada una de las mismas se deberá colocar un chorro como se indica en el plano 7/7.

Dado a que la aldea no cuenta con drenajes, no se recomiendan conexión dentro de la vivienda, ya sea para duchas o inodoros.

3.7 CALCULO HIDRAULICO DE LA LINEA DE CONDUCCION

En el cálculo hidráulico de la líneas y de la red, se utilizó la fórmula de Hazen-Williams. Esta en su forma general está dada por:

$$H = \frac{1743.811 * L * Q^{1.855}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

En donde:

H = pérdida de carga en metros

L = longitud del tramo en estudio en metros

Q = caudal en l/s

C = coeficiente de rugosidad (=140 para PVC)

D = diámetro de la tubería en pulgadas.

A continuación se resumen los resultados obtenidos del diseño hidráulico entre las diferentes estaciones del caminamiento, en donde se tiene:

L_d = la longitud de diseño

P_i = piezométrica en la estación.

E-1 a E-4

$$L_d = (153 - 27) * 1.03 = 129.78 \text{ m}$$

$$Q = 0.476 \text{ l/s}$$

$$D = 1''$$

$$H = 5.34 \text{ m}$$

$$P_i = 489.01 \text{ m}$$

E-4 a E-9

$$L_d = (458 - 153) * 1.03 = 314.15 \text{ m}$$

$$Q = 0.476 \text{ l/s}$$

$$D = 1''$$

$$H = 12.93 \text{ m}$$

$$P_9 = 476.08 \text{ m}$$

E-9 a E-11A

$$L_d = (668 - 458) * 1.03 = 216.30 \text{ m}$$

$$Q = 0.476 \text{ l/s}$$

$$D = 3/4''$$

$$H = 36.13 \text{ m}$$

$$P_{11A} = 439.93 \text{ m}$$

En E-11A con caminamiento 0+668 se colocará una caja rompe presión con cota 405.

E-11A a E-20

$$L_d = (1194 - 668) * 1.03 = 541.78 \text{ m}$$

$$Q = 0.476 \text{ l/s}$$

$$D = 1 \frac{1}{2}''$$

$$H = 3.10 \text{ m}$$

$$P_{20} = 401.09 \text{ m}$$

E-20 a E-22A

$$L_d = (1322.42 - 1194) * 1.03 = 132.27 \text{ m}$$

$$Q = 0.476 \text{ l/s}$$

$$D = 1 \frac{1}{2}''$$

$$H = 0.76 \text{ m}$$

$$P_{22A} = 401.14 \text{ m}$$

E-22A a E-27

$$L_d = (1550 - 1322.42) * 1.03 = 234.41 \text{ m}$$

$$Q = 0.476 \text{ l/s}$$

$$D = 1''$$

$$H = 9.64 \text{ m}$$

$$P_{27} = 391.50 \text{ m}$$

E-27 a E-30A

$$L_d = (1824.47 - 1550) * 1.03 = 282.70 \text{ m}$$

$$Q = 0.476 \text{ l/s}$$

$$D = 1''$$

$$H = 11.63 \text{ m}$$

$$P_{30A} = 379.87 \text{ m}$$

E-30A a E-36

$$L_d = (2169 - 1824.47) * 1.03 = 354.87 \text{ m}$$

$$Q = 0.476 \text{ l/s}$$

$$D = 3/4''$$

$$H = 59.27 \text{ m}$$

$$P_{36} = 320.60 \text{ m}$$

En la estación E-36 con caminamiento 2+169 se colocará el tanque de distribución con cota de salida igual a 315.60. También tendrá que construirse en el mismo lugar una caja rompedor de presión comunicada al tanque con una tubería de derivación, para que funcione cuando se tenga que hacer reparaciones o limpieza al tanque (cada seis meses), y de esa manera no interrumpir el abastecimiento de agua a la población.

3.8 CALCULO HIDRAULICO DE LA LINEA Y RED DE DISTRIBUCION

Para la obtención del caudal de diseño se calcularon consumos o gastos, por tramo de tubería, en la cual se instalarán domiciliarios (1,909 m); delimitados estos tramos por nudos, en los cuales se concentran dichos consumos. Tomando en cuenta el caudal de diseño y el total de tubería anteriormente mencionada se tiene:

$$\text{Consumo} = \text{Longitud entre nudos} * 0.793 / 1909$$

El caudal de diseño, entre nudos, se determinó restando al caudal del tramo anterior el valor del consumo concentrado en el nudo final del mencionado tramo.

Los resultados obtenidos, se pueden observar en la tabla siguiente :

Tramo	Nudo @ Nudo	Ln. consumo	consumo	Q.dis
1	1 (Tan) @ 2 (E-78A)	0.00	0.000	0.793
2	2 (E-78A) @ 3 (E-82)	379.92	0.150	0.793
3	3 (E-82) @ 4 (E-A4)	285.00	0.113	0.113
4	3 (E-82) @ 5 (E-87)	326.51	0.129	0.503
5	5 (E-87) @ 6 (E-88A)	85.34	0.034	0.401
6	6 (E-88A) @ 7 (E-89)	16.63	0.001	0.367
7	7 (E-89) @ 8 (E-B2)	76.00	0.003	0.030
8	7 (E-89) @ 9 (E-91)	195.70	0.077	0.330
9	9 (E-91) @ 10 (E-64)	180.00	0.071	0.071
10	9 (E-91) @ 10 (E-C4)	103.00	0.041	0.182
11	11 (E-93) @ 12 (E-94)	82.40	0.033	0.033
12	11 (E-93) @ 13 (E-99)	273.98	0.108	0.108
	TOTALES	2004.48	0.793	

A continuación se resumen los resultados, de los cálculos hidráulicos entre los diferentes nudos:

Nudo 1 (E-36A) a Nudo 2 (E-78A)

$$L_d = 2752.31 \text{ m}$$

$$Q = 0.793 \text{ l/s}$$

$$D = 2''$$

$$H = 9.97 \text{ m}$$

$$P_{78A} = 304.03 \text{ m}$$

Nudo 2 (E-78A) a Nudo 3 (E-82)

$$L_d = 379.92 \text{ m}$$

$$Q = 0.793 \text{ l/s}$$

$$D = 1\frac{1}{2}''$$

$$H = 5.58 \text{ m}$$

$$P_{82} = 298.45 \text{ m}$$

Nudo 3 (E-82) a Nudo 4 (E-A4)

$$L_d = 285 \text{ m}$$

$$Q = 0.105 \text{ l/s}$$

$$D = \frac{3}{4}''$$

$$H = 2.90 \text{ m}$$

$$P_{A4} = 295.55 \text{ m}$$

Nudo 3 (E-82) a Nudo 5 (E-87)

$$L_d = 326.51 \text{ m}$$

$$Q = 0.562 \text{ l/s}$$

$$D = 1\frac{1}{2}''$$

$$H = 2.54 \text{ m}$$

$$P_{87} = 295.91 \text{ m}$$

Nudo 5 (E-87) a Nudo 6 (E-88A)

$L_d = 85.34 \text{ m}$
 $Q = 0.437 \text{ l/s}$
 $D = 1\frac{1}{2}''$
 $H = 0.42 \text{ m}$
 $P_{88A} = 295.49 \text{ m}$

Nudo 6 (E-88A) a Nudo 7 (E-89)

$L_d = 16.63 \text{ m}$
 $Q = 0.437 \text{ l/s}$
 $D = 1''$
 $H = 0.58 \text{ m}$
 $P_{89} = 294.91 \text{ m}$

Nudo 7 (E-89) a Nudo 8 (E-B2)

$L_d = 76 \text{ m}$
 $Q = 0.058 \text{ l/s}$
 $D = \frac{3}{4}''$
 $H = 0.26 \text{ m}$
 $P_{B2} = 294.65 \text{ m}$

Nudo 7 (E-89) a Nudo 9 (E-91)

$L_d = 195.7 \text{ m}$
 $Q = 0.358 \text{ l/s}$
 $D = 1''$
 $H = 4.75 \text{ m}$
 $P_{91} = 290.16 \text{ m}$

Nudo 9 (E-91) a Nudo 10 (E-C4)

$$L_d = 180 \text{ m}$$

$$Q = 0.080 \text{ l/s}$$

$$D = 3/4''$$

$$H = 1.11 \text{ m}$$

$$P_{C4} = 289.05 \text{ m}$$

Nudo 9 (E-91) a Nudo 11 (E-93)

$$L_d = 103 \text{ m}$$

$$Q = 0.204 \text{ l/s}$$

$$D = 3/4''$$

$$H = 3.58 \text{ m}$$

$$P_{93} = 286.58 \text{ m}$$

Nudo 11 (E-93) a Nudo 13 (E-99)

$$L_d = 356.38 \text{ m}$$

$$Q = 0.174 \text{ l/s}$$

$$D = 1''$$

$$H = 2.58 \text{ m}$$

$$P_{99} = 269.92 \text{ m}$$

3.9 SISTEMA DE DESINFECCION:

Es necesario que en todo sistema de abastecimiento de agua potable exista un equipo para desinfectar el agua a distribuir; ya que aunque el agua en el nacimiento sea potable, ésta puede sufrir algún tipo de contaminación a lo largo de su conducción y distribución.

Dadas las características del proyecto, se recomienda instalar en el tanque de abastecimiento, un hipoclorador hidráulico por gravedad y carga constante.

Un esquema de los componentes de hipoclorador, se muestra en la página 34 de esta tesis.

El desinfectante a utilizar será el hipoclorito de calcio al 70 %.

Se recomienda utilizar una dosis de 2 mg/l.

Para el manejo del hipoclorador se deberá consultar con el manual que la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR) tiene para el efecto.

4.0 PRESUPUESTO

El costo total de la obra, asciende a un total de ciento tres mil ochocientos diecisiete quetzales, con sesenta y cuatro centavos.

En los cuadros siguientes, se puede apreciar el desglose de los diferentes gastos de mano de obra y materiales de construcción para la ejecución del proyecto.

Resumiendo los datos mencionados anteriormente, se tiene:

Mano de obra	.....	43,983.00
Materiales	.....	<u>59,834.64</u>
Total	.....	103,817.64

4.1 CRONOGRAMA DE EJECUCION E INVERCION DE MANO DE OBRA

PROYECTO:

Introducción de agua potable a "EL TIZATAL"

Actividad	Cantidad	Unidad	1er. mes				2o. mes				3er. mes				4to. mes				Personal		Mano de Obra		
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Albañil	Peon			
CAPTACION	2	U																	1	6	2,331.00		
Limpia y chapco de fuente	150	m ²																					
Muros de captación	5.5	m ³																					
Filtro de captación	10	m ³																					
Sello sanitario	8	m ²																					
Caja unificadora	1	U																					
Instalación tubería y accesorios 3/4"	50	m																					
Cerco perimetral	240	m																					
ZANJE Y COMPACTACION																							
Zanjo	2500	m ³																			1	15	27,569.00
Compactación	2480	m ³																					
TUBERIAS DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION																							
Instalación tubería 2" PVC	2674	m																			1	4	5,390.00
Instalación tubería 1 1/2" PVC	1428	m																					
Instalación tubería 1" PVC	1485	m																					
Instalación tubería 3/4" PVC	1229	m																					
Instalación tubería 1/2" PVC	1905	m																					
Instalación tubería 2" HG	35	m																					
Instalación tubería 1 1/2" HG	18	m																					
Instalación tubería 1" HG	12	m																					
Instalación tubería 3/4" HG	41	m																					
Instalación tubería 1/2" HG	99	m																					
TANQUE DE DISTRIBUCION																							
PASOS AEREOS	1	U																			1	5	4,158.00
CAJAS ROMPE PRESION	2	U																			1	2	1,050.00
CAJAS PARA VALVULAS	3	U																			1	2	1,323.00
CONEXIONES DOMICILIARES	19	U																			1	2	1,280.00
	34	U																			1	2	882.00
TOTAL																					TOTAL		43,983.00

4.2 CUANTIFICACION Y COSTOS DE MATERIALES

PROYECTO: Introducción de agua potable a la aldea EL TIZATAL, Chinique

ARTICULO	Unidad	Captación	Tanque de distribución	Cajas Rompe P.	Pasos Aéreos	Cajas de válvulas	Línea de Conducción	Línea de Distribución	Conexión Domiciliar	Totales	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	sacos	32.0	111.0	20.0	8.0	33.0			30.0	234.0	15.00	3,510.00
Arena de río	m ³	3.5	7.5	1.5	1.0	2.0			2.0	17.5	45.00	787.50
Piedra	m ³	2.5	9.0	1.5	0.5	3.0			2.5	19.0	60.00	1,140.00
Piedra bola	m ³	12.0	19.0	1.0	2.0	4.0				38.0	50.00	1,900.00
Hierro No. 2	varillas	5.0	1.0	3.0		12.0				21.0	4.54	95.34
Hierro No. 3	varillas	11.0	21.0	13.0		38.0				83.0	7.75	643.25
Hierro No. 4	varillas	1.0	1.0	1.0						3.0	18.94	56.82
Hierro No. 6	varillas		2.0	2.0						4.0	26.90	107.60
Alambre de amarre	lb.	6.0	5.0	4.0		12.0				27.0	1.96	52.92
Tabla de pino	Pie T.	200.0	630.0							830.0	1.10	913.00
Parales de 2"x6"x6"	U	16.0	28.0							44.0	4.00	176.00
Parales de 6"x6"x6"	U	53.0		27.0						80.0	14.40	1,152.00
Clavo de 2 1/2"	lb	8.0	10.0	6.0						24.0	2.50	60.00
Alambre espigado	m	240.0	120.0	50.0						410.0	2.00	820.00
Grapa	lb	1.0	3.0	0.5						4.5	2.00	9.00
Candados	U	3.0	1.0	3.0						7.0	40.00	280.00
Cable de acero de 1/4"	pies				82.0					82.0	2.00	164.00
Cable de acero de 1/2"	pies				148.0					148.0	6.00	888.00
Abrazadera p/cable de 1/4"	U				16.0					16.0	1.25	20.00
Abrazadera p/cable de 1/2"	U				8.0					8.0	5.00	40.00
Tubo de PVC de 2"	U							459.0		459.0	36.67	16,831.53
Tubo de PVC de 1 1/2"	U						113.0	132.0		245.0	23.48	5,752.60
Tubo de PVC de 1"	U						160.0	95.0		255.0	13.24	3,376.20
Tubo de PVC de 3/4"	U						104.0	107.0		211.0	8.69	1,833.59
Tubo de PVC de 1/2"	U							14.0	313.0	327.0	5.95	1,945.65
Tubos de HG de 2"	U							6.0		6.0	319.70	1,918.20

CUANTIFICACION Y COSTOS DE MATERIALES

PROYECTO: Introducción de agua potable a El TIZATAL, Chimique

ARTICULO	Unidad	Captación	Tanque de distribución	Cajas Rompe P. Aéreos	Pasos Aéreos	Cajas de válvulas	Línea de Conducción	Línea de Distribución	Conexión Domiciliar	Totales	Costo Unitario	Costo Total
Tubos de HG de 1 1/2"							3.0			3.0	224.25	672.75
Tubos de HG de 1"							1.0	1.0		2.0	159.85	319.70
Tubos de HG de 3/4"		1.0	1.0	2.0	3.0					7.0	125.35	877.45
Tubos de HG de 1/2"									17.0	17.0	100.00	1,700.00
Válvula de cuenta. 2" Br.Ex.	U		1.0					5.0		6.0	333.50	2,001.00
Válvula de cuenta. 1 1/2" Br.Ex.	U						3.0	2.0		5.0	177.00	885.00
Válvula de cuenta. 1" Br.Ex.	U	1.0					2.0			3.0	107.33	321.99
Válvula de cuenta. 3/4" Br.Ex.	U	4.0	2.0	6.0				3.0		15.0	97.27	1,459.05
Válvula de cuenta. 1/2" Br.Ex.	U							1.0		1.0	13.75	13.75
Válvula de aire de 2"xl/2"	U							3.0		3.0	400.00	1,200.00
Válvula de aire de 1 1/2"xl/2"	U						2.0			2.0	350.00	700.00
Válvula de aire de 1"xl/2"	U						2.0			2.0	300.00	600.00
Válvula de aire de 3/4"xl/2"	U						1.0			1.0	250.00	250.00
Válvula de flote de 3/4"	U			3.0						3.0	100.00	300.00
Válvula de paso 1/2" Br.	U								34.0	34.0	25.00	850.00
Llave de cierre 1/2" Br.	U								34.0	34.0	30.00	1,020.00
Codo a 90° de 2" PVC	U		1.0							1.0	6.45	6.45
Codo a 90° de 3/4" PVC	U	8.0	1.0	6.0						15.0	1.22	18.30
Codo a 90° de 3/4" HG	U		1.0	6.0						7.0	4.60	32.20
Codo a 90° de 1/2" HG	U								68.0	68.0	4.20	285.60
Codo a 45° de 3/4" HG	U		2.0	3.0						5.0	4.86	24.30
Tee de 2" de PVC	U		1.0							1.0	7.92	7.92
Tee de 3/4 de PVC	U	3.0	1.0	3.0						7.0	1.55	10.85
Reductor de 2 @ 1 1/2 PVC	U							1.0		1.0	4.40	4.40
Reductor de 1 1/2 @ 1 PVC	U						1.0			1.0	2.37	2.37
Reductor de 1 @ 3/4 PVC	U						2.0			2.0	1.22	2.44

CUANTIFICACION Y COSTOS DE MATERIALES

PROYECTO: Introducción de agua potable a El TIZATAL, Chimique

ARTICULO	Unidad	Captación	Tanque de distribución	Cajas Rompe P.	Pasos Aéreos	Cajas de válvulas	Línea de Conducción	Línea de Distribución	Conexión Domiciliar	Totales	Costo Unitario	Costo Total
Reductor de 1 @ 1/2 PVC	U						2.0			2.0	1.22	2.44
Adaptador macho 2" PVC	U		2.0					16.0		18.0	4.07	73.26
Adaptador macho 1 1/2" PVC	U						6.0	4.0		10.0	2.85	28.50
Adaptador macho 1" PVC	U						2.0			2.0	1.82	3.64
Adaptador macho 3/4" PVC	U	13.0	6.0	6.0				8.0		33.0	1.02	33.66
Adaptador macho 1/2" PVC	U						4.0	1.0	68.0	73.0	0.51	37.23
Adaptador hembra 2" PVC	U						3.0			3.0	4.28	12.84
Adaptador hembra 1 1/2" PVC	U						2.0			2.0	3.06	6.12
Adaptador hembra 1" PVC	U						2.0	1.0		3.0	1.63	4.89
Adaptador hembra 3/4" PVC	U	3.0	1.0	6.0			1.0			11.0	1.43	15.73
Adaptador hembra 1/2" PVC	U								34.0	34.0	1.02	34.68
Unión Giboult de 2"	U							4.0		4.0	47.61	190.44
Unión Giboult de 1 1/2"	U						2.0	1.0		3.0	45.00	135.00
Unión Giboult de 1"	U						1.0			1.0	40.00	40.00
Unión Giboult de 3/4"	U	3.0	1.0	6.0						10.0	35.00	350.00
Abrazadera de 1 1/2"	U								5.0	5.0	7.90	39.50
Abrazadera de 1"	U								9.0	9.0	5.00	45.00
Abrazadera de 3/4"	U								20.0	20.0	4.00	80.00
Copla de 1/2" HG	U								34.0	34.0	8.00	272.00
Curva a 180° de 2" HG	U		1.0							1.0	30.00	30.00
Pichacha de 2" Br.	U		1.0							1.0	10.00	10.00
Pichacha de 1 1/2" Br.	U			1.0						1.0	8.00	8.00
Pichacha de 1" Br.	U			1.0						1.0	6.00	6.00
Pichacha de 3/4" Br.	U			3.0						3.0	5.00	15.00
TOTAL											58.5155	

5. INFORME DE AFOROS

Santa Cruz del Quiché,

8 de octubre de 1,991.-

Señor

Julio Merida

Ing. Infieri Cogaat Area Quiché

Su Despacho

Atentamente me dirijo a Ud, presentándole por este medio--
algunos datos relacionados con el proyecto de Introducción de Agua-
Potable del caserío "Tizatal, del municipio de Chinique Depto. de-
El Quiché, el cuál tiene Ud, a su cargo en lo referente al estudio-
técnico. Los datos en mención comprende lo siguiente: Aforo de los --
dos (2) nacimientos que se captaran para el proyecto, un pequeño --
croquis de la ubicación de los mismos y cobertura correspondiente--
al número de viviendas.

Nac. No. 1 aforo: 0.16 L/S.

Suma de los aforos: 0.35 L/S.

Nac. No. 2 aforo: 0.19 L/S.

Sin otro Particular, y en espera de que los datos reporta--
dos le sean de utilidad, me suscribo de Ud, como su deferente--
servidor.



Roberto Anibal Girón de León
Roberto Anibal Girón de León

Técnico Profesional II.

Saneamiento Rural Quiché.-

NOTA: Los aforos fueron realizados el 15 de marzo de 1,991.-

6. INFORME BACTERIOLOGICO DE MUESTRAS DE AGUA

INFORME MENSUAL DE ANALISIS BACTERIOLOGICO DE MUESTRAS DE AGUA.

AREA DE SALUD DE: EL QUICHE.-

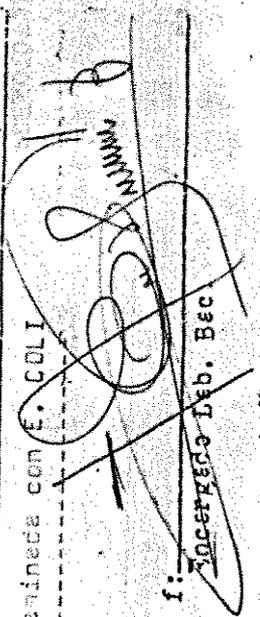
MES: Diciembre

AÑO: 1,991.- RESPONSABLE: Alejandro Puac H.-

PROCEDENCIA LUGAR	MUNICIPIO	TIPO Y NOMBRE DE LA FUENTE	SITIO DE CAPTACION	HORA EN QUE SE:		TIEMPO DE INCUBACION	NUMERO DE MEMBRANAS	NUMERO DE COL/100ml	RESUL- TADO.
				CAPTO:	RECIBIO ANALIZO				
Paquines	Sta. Cruz Guiche.	TIZATAL	Nacimiento	08.00	11.00	24 hrs	1	0	BUENA.
Paquines	Sta. Cruz Guiche	TIZATAL	Nacimiento	08.00	11.00	24 hrs	1	0	BUENA.
			Ultima Linea						

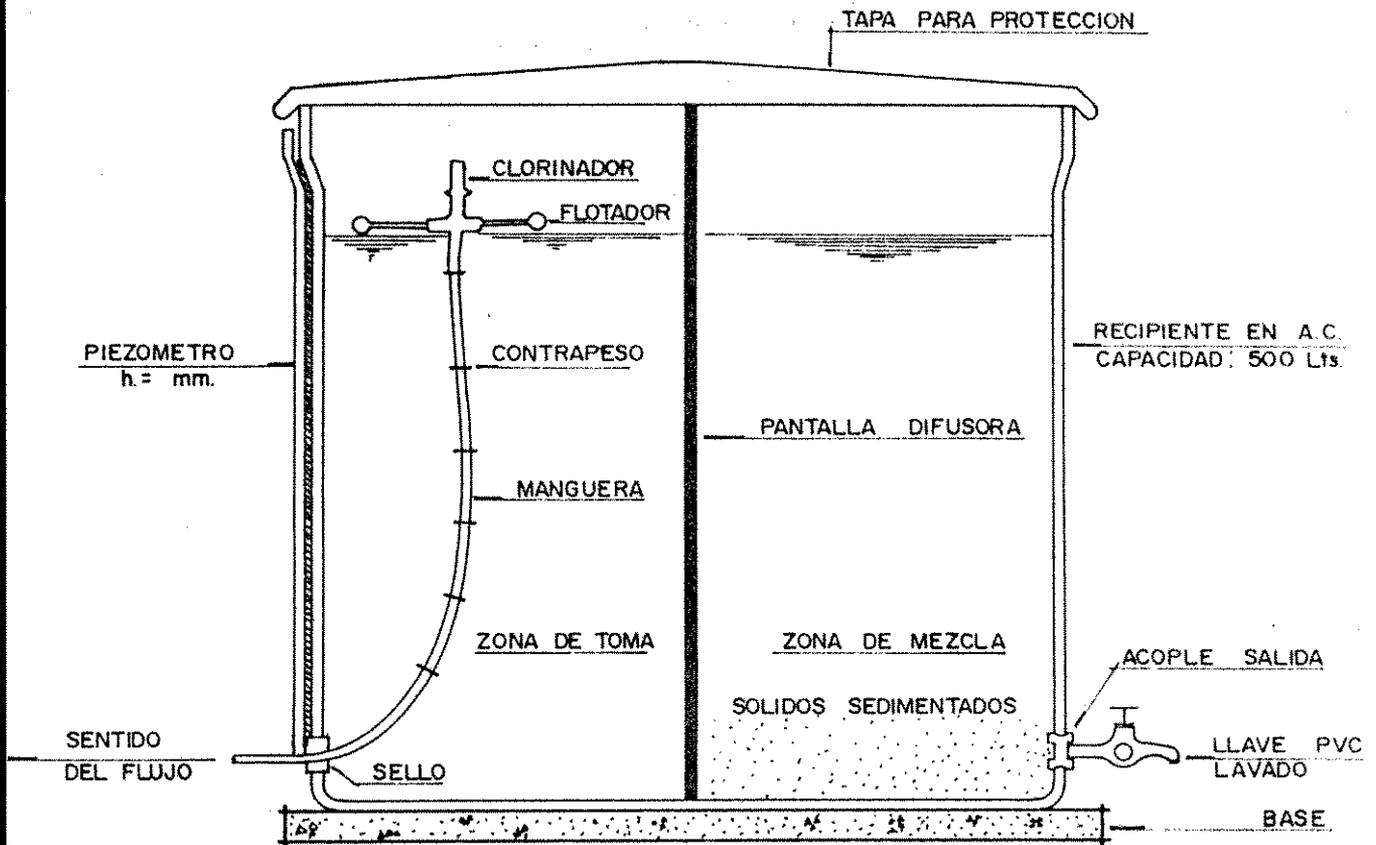
OBSERVACIONES: El agua analizada de estos nacimientos no se encuentra contaminada con E. COLI por lo que se considera apta para el consumo humano.

DISTRITO DE SALUD N.º 1
Santa Cruz del Quiché
Area Quiché

f: 
Encargado Lab. Bec

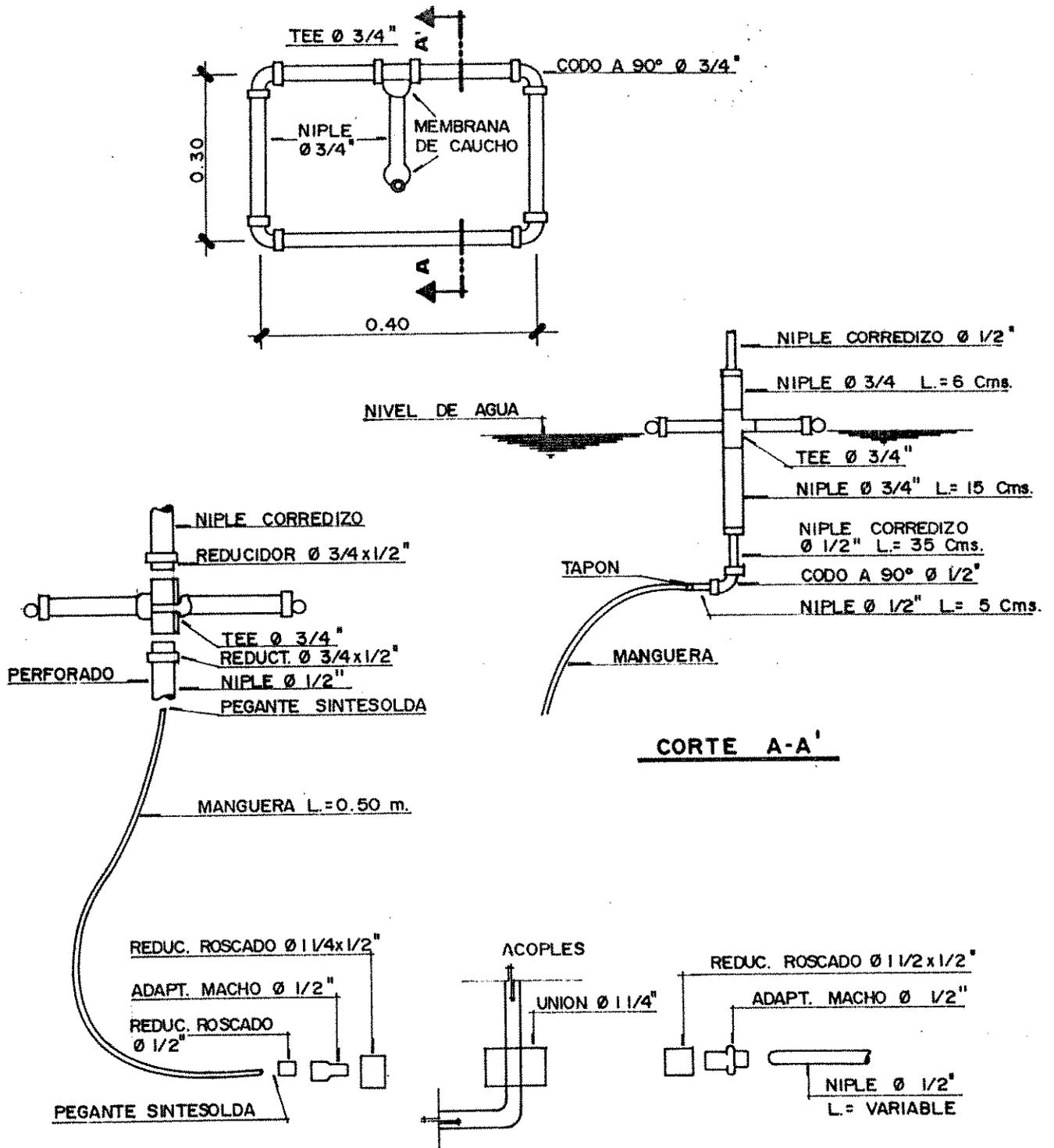
ERV/1sa.

7. HIPOCLORADOR A GRAVEDAD



DETALLE DE RECIPIENTE PARA DISOLUCION DE LA SOLUCION

FLOTADOR EN PVC



DETALLE DE FLOTADOR EN PVC

CAPITULO II
PUENTE PEATONAL
EN TRAPICHITOS, ZACUALPA

A. CONSIDERACIONES GENERALES

A.1 DEFINICION

Un puente es una estructura que facilita el movimiento de personas, animales o materiales sobre obstáculos naturales o artificiales.

A.2 TIPOS DE PUENTES

En forma general los puentes se pueden clasificar como: fijos o movibles.

Además también se pueden agrupar dependiendo de sus características, tales como:

- a) Por el servicio que prestan (puentes carreteros, ferroviarios, de canales, peatonales, para tuberías)
- b) Por su localización (puentes sobre carreteras, vías ferreas, sobre ríos, bahías, lagos o en cruces de valles)
- c) Por su geometría (puentes curvos o rectos, a escuadra o esviajados)
- d) Por su sistema estructural (puentes de claro simple o de viga continua, de arcos, colgantes o de marco rígido)
- e) Por sus materiales de construcción (puentes de madera, mampostería, concreto o de acero)

A.3 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Es recomendable que los diseños de puentes de concreto o acero para carreteras o vías ferreas, se basen en las Especificaciones

Estandar para puentes, de la American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO).

La selección del sistema estructural, de los materiales de construcción y detalles de dimensiones, depende de las necesidades de seguridad estructural, economía de fabricación, facilidad de construcción, operación y mantenimiento, así como de consideraciones de estética.

Los puentes de acero son recomendados para claros de tamaño mediano, y favorables para puentes de claros largos. Su principal desventaja, la susceptibilidad a la corrosión, está siendo eliminada con la aparición de aditivos químicos o por el mejoramiento de los recubrimientos.

Los puentes colgantes son recomendados para claros grandes y compiten con los otros tipos, en claros medianos. Tienen una gran apariencia estética. Es necesario utilizar vigas rigidizantes para evitar cargas concentradas y reducir las deflexiones locales.

Los puentes de concreto reforzado son los más usados en autopistas, debido a su economía en claros cortos y medianos, a su durabilidad, bajo costo de materiales y fácil adaptabilidad a las curvaturas verticales y horizontales.

Los principales tipos de elementos de soporte colados en campo son la losa reforzada y la viga T. En la construcción con elementos precolados, en general presforzados, se emplea con frecuencia una viga I.

Dadas las características topográficas del lugar en el que se proyectará la estructura (cañón formado por río), se optó por un puente de forma recta. Tomando en cuenta que la luz a salvar es

de ocho metros, la estructura que se recomienda, es de claro simple o viga continua; de concreto armado. Las necesidades actuales de la comunidad dan la pauta para diseñar el puente para cruce peatonal y de ganado con un ancho de 1.4 m.

1. MONOGRAFIA DE TRAPICHITOS

1.1 LOCALIZACION Y UBICACION

La comunidad de "Trapichitos" pertenece al municipio de Zacualpa en el departamento de El Quiché.

Se encuentra localizada en las inmediaciones de las coordenadas: quince grados dos minutos de latitud norte y a los noventa grados tres minutos de longitud oeste; colinda a norte con el municipio de Zacualpa.

1.2 ASPECTOS GENERALES

Esta comunidad está catalogada como aldea. Existe una carretera de terracería que comunica la comunidad con Zacualpa y cuenta con caminos de herradura que la comunican con otras aldeas.

En invierno la aldea queda incomunicada por las crecidas del río Trapichitos, sobre el cual se proyecta construir el puente peatonal.

1.3 VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA

La aldea no cuenta con calles definidas, sus casas son todas de paredes de adobe, piso de tierra y techos de lámina y teja. En total existen 39 casas de habitación, de las que sólo 20 cuentan con energía eléctrica. No tienen agua potable ni drenajes.

Por su cercanía con Zacualpa, la aldea no tiene centro de salud, escuela, salón de usos múltiples u otro edificio de uso comunal.

1.4 FUENTES DE INGRESO

Como en la mayoría de comunidades del departamento, la principal actividad económica es la agricultura. Los cultivos principales son el maíz y el frijol. Existe en menor escala el cultivo de legumbres y frutas las que comercializan en el mercado de Zacualpa.

La artesanía que prevalece, es la hechura y venta de blusas bordadas a mano por las mujeres de la comunidad.

Luego de la cosecha de los cultivos, parte de los habitantes de la aldea, se traslada a trabajar como peones en las fincas de la costa sur del país.

1.5 RECURSOS NATURALES

Debido a la siembra del maíz, la mayoría del territorio de la aldea se encuentra deforestado. La topografía del lugar es bastante accidentada.

El río Trapichitos pasa por sus tierras y sirve de límite territorial con Zacualpa.

No posee nacimientos de agua potable.

1.6 ORGANIZACION

Los habitantes del lugar, son temerosos de agruparse en comités de desarrollo y sólo existe el comité para la construcción del Puente.

Los hombres están agrupados en la patrullas de auto defensa civil PAC.

Existen varias entidades gubernamentales y no gubernamentales que forman grupos de trabajo con los habitantes, tales como el Instituto Nacional de Transformación Agraria (INTA), Dirección

General de Servicios Agrícolas (DIGESA), Instituto Nacional de Electrificación (INDE) y el programa de Cooperación Guatemalteco-Alemano de Alimentos por Trabajo (COGAAT).

2. JUSTIFICACION DE LA OBRA

La falta de vías de comunicación entre las diferentes comunidades, trae consigo el que éstas no se desarrollen debidamente, ya que no podrán tener un fluido intercambio, tanto comercial como cultural. Por lo anterior cualquier obra de infraestructura que agilice este intercambio será de gran beneficio para las comunidades del país.

La aldea Trapichitos tiene problemas de acceso a la cabecera municipal, Zacualpa, al no contar con un puente para atravesar el río, y en tiempo de invierno imposibilita a sus habitantes y a los de las aldeas contiguas el poder vender sus productos agrícolas y comprar productos de consumo básico en el mercado de Zacualpa.

También se afecta la educación de los niños ya que al no contar con escuela en la aldea, tienen que asistir a la de Zacualpa.

El comité de vecinos de Trapichitos solicitó a el programa de Cooperación Guatemalteco-Alemano de Alimentos por Trabajo (COGAAT) la ayuda técnica y material para la construcción de un puente peatonal, y dada su importancia para la región, esta institución accedió a la solicitud y asignó a la unidad de infraestructura para la elaboración y supervisión de ejecución del proyecto en mención.

3. UBICACION DE LA OBRA

Para la construcción del puente se buscó un punto en el cual el río no se encontrara displayado, con lo que se evitará grandes

luces. Se escogió construir el puente en la parte más alta de un cañón formado por el río y que se encuentra cercano al camino de terracería que conduce a la aldea.

Con la colaboración de los habitantes más ancianos del lugar, se estableció el nivel de la crecida máxima del río, sobre el cual se dejará un margen de aproximadamente dos metros, lo que definirá la altura de la estructura del puente para evitar que sea arrastrado por una próxima crecida.

Dado a que las paredes del cañón no son rocosas, se determinó hacer muros de concreto ciclópeo para asentar la estructura. La altura óptima de los muros en mención, deberá ser de cinco metros sobre el nivel del río en reposo.

En el punto escogido para la construcción del puente, se deberá salvar una luz de aproximadamente ocho metros de largo.

4. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Para el diseño y construcción del puente se tienen tres posibles formas estructurales:

- a) Viga T
- b) Losa Nervurada
- c) Vigas individuales más losa

Las diferencias entre las estructuras anteriores, para este caso, tal como se demostrará posteriormente, son mínimas por lo que se considera aceptable cualquiera de éstas para la ejecución del proyecto.

La escogencia final del sistema de vigas individuales más losa, se debe a que dará la oportunidad de que el encargado de la obra aprenda la forma correcta de interpretar planos y armar losas

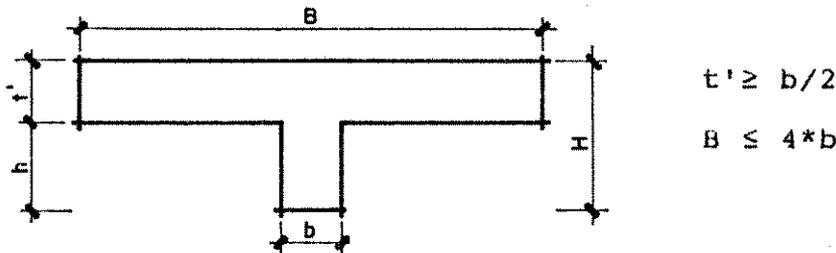
en un sentido, ya que por lo observado, en la supervisión de obras en construcción de la región, el armado que se realiza en las losas no cumple con los requerimientos necesarios.

A continuación se presentan los diferentes cálculos efectuados para los tres tipos de estructuras.

4.1 VIGA T

4.1.1 DIMENSIONAMIENTO

Según el reglamento de las construcciones de concreto reforzado, ACI 318-83, se tienen los siguientes parámetros mínimos para el diseño de una viga T aislada.



Por requisito de construcción se tomará $B = 1.40$ m, de donde se tendrá que $1.4 \leq 4 \cdot b$. Por lo anterior $b = 0.35$ m.

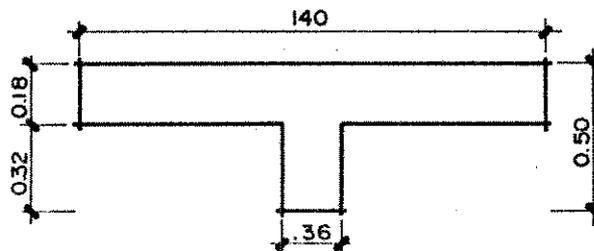
Para este caso se tomará $b = 0.36$ m.

Con lo anterior se tiene que $t' \geq 0.36/2$ o sea $t \geq 0.18$ m.

El código ACI indica que el peralte mínimo de vigas simplemente apoyadas deberá ser $d \leq (8/16)$ o sea $d \leq 0.40$ m.

Para que se cumplan los requisitos calculados anteriormente se dejará $d = 0.45$ m, con lo que $H = 0.50$ m.

En el esquema siguiente se ubican las medidas seleccionadas



Para la seguridad de los peatones se colocará un bordillo de 0.10 m. y además, el barandal que constará de cinco postes y dos pasamanos por lado, como se aprecia en los planos.

4.1.2 CARGAS DE DISEÑO:

Volumen del alma = $0.36 * 0.32 * 8.0 = 0.922$
Volumen del patín = $0.18 * 1.40 * 8.0 = 2.020$
Volumen de postes = $10 * 0.1 * 0.1 * 0.9 = 0.090$
Volumen de pasamanos = $4 * 0.05 * 0.1 * 8.0 = 0.160$
Volumen de barandal = $2 * 0.1 * 0.1 * 8.0 = \underline{0.160}$
Volumen Total de la estructura = 3.352 m^3
Peso de la estructura = $3.352 * 2400 = 8044.8 \text{ kg.}$
Carga Muerta = $8044.8 / 8$
C.M. = 1005.6 kg / m

Para la carga viva, las especificaciones estandar para puentes de la American Association of State Highway (ASHTO) recomienda utilizar un valor de

$$C.V. = 415 \text{ kg / m}^2$$

$$C.V. = 415 * 1.4 = 581 \text{ kg / m}$$

La carga última se determinará así :

$$C.U. = 1.4 * C.M + 1.7 * C.V$$

$$C.U. = 2395.54 \text{ kg / m}$$

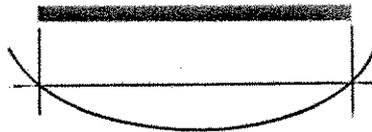
4.1.3 DETERMINACION DE MOMENTOS:

La viga estará simplemente apoyada sobre los muros de carga en sus dos extremos por lo que no existirá momento negativo en los mismos.

El valor adoptado para el momento positivo de diseño es:

$$W \cdot l^2 / 8$$

$$W = 2395.54 \text{ kg/m}$$



M(+)

$$M (+) = 2395.54 \cdot 8^2 / 8$$

$$M (+) = 19,164.32 \text{ kg - m}$$

4.1.4 ARMADO DE VIGA:

Primero se considerará la viga como si fuera rectangular, de sección $B \cdot H$. Teniendo los datos de diseño siguientes:

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

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

$$B = 1.40 \text{ m}$$

$$H = 0.50 \text{ m}$$

$$d = 0.44 \text{ m}$$

Calculando el área de acero que resistirá el momento positivo se tiene:

$$A_s(+)= 18.5 \text{ cm}^2$$

La profundidad del bloque equivalente a la fuerza de compresión se determina utilizando la fórmula siguiente.

$$a = A_s \cdot F_y / (0.85 \cdot f'c \cdot B)$$

$$a = 18.5 \cdot 2810 / (0.85 \cdot 210 \cdot 140)$$

$$a = 2.08 \text{ cm}$$

La profundidad del eje neutro se establece así

$$c = a / 0.85$$

$$c = 2.08 / 0.85 = 2.45 \text{ cm}$$

Como el espesor del patin "t", es mayor que "c", se confirma la suposición de que la viga trabajará como una rectangular de

sección B*H.

Calculando el área de acero mínimo, se tiene:

$$A_{s_{\min.}} = 14.1 / F_y * b * d$$

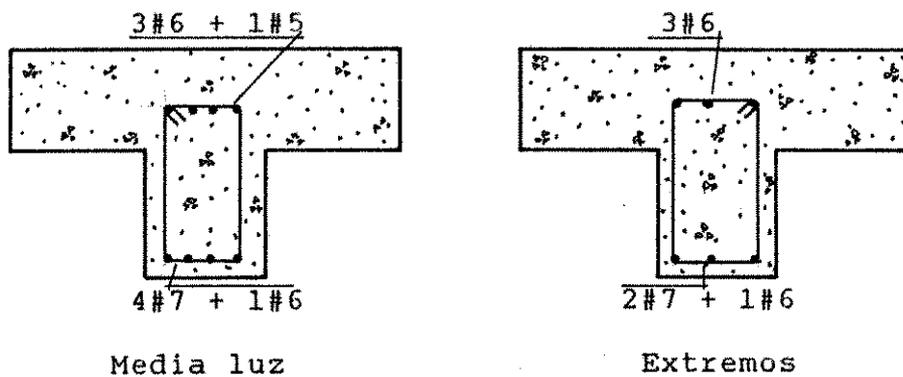
$$A_{s_{\min.}} = 14.1 / 2810 * 36 * 44$$

$$A_{s_{\min.}} = 8.07 \text{ cm}^2$$

La viga deberá tener un armado de acero corrido, no menor que el valor mayor entre el $A_{s_{\min.}}$ o el 50% del $A_s(+)$ = 9.25 cm^2

Se propone armar corrido con 2 varillas No 7 + 1 No 6

El refuerzo para completar el área de acero necesaria, se armará con 2 varillas No 7.



4.1.5 ARMADO DE LOSA

La losa de distribución es el patín de la viga T y para efectos de cálculo se considerará como una losa en voladizo.

$$\text{Espesor} \geq L/10$$

$$\text{Espesor} \geq 57/10 = 5.7 \text{ cm}$$

Como el patín de la viga T es mayor que el espesor calculado, se puede asumir como válido un espesor de losa de 18 cm.

CARGAS

$$\text{Peso propio} = 0.18 * 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$$

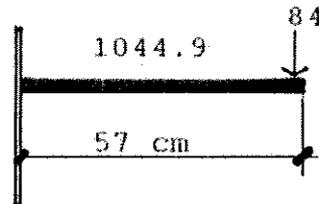
$$\text{Peso de barandal} = 60 \text{ kg}$$

$$\text{Carga viva} = 415 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última distribuida} = 1.4*240 + 1.7*415$$

$$\text{Carga última distribuida} = 1044.9 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última puntual} = 1.4*60 = 84 \text{ kg}$$



MOMENTOS

$$M = W \cdot l^2 / 2 + P \cdot l$$

$$M = 1044.9 \cdot 0.57^2 / 2 + 84 \cdot 0.57$$

$$M = 217.62 \text{ kg-m}$$

ESPECIFICACIONES

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

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

$$d = 7.5 \text{ cm}$$

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

CALCULOS

$$A_s = 1.16 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 1.15 \text{ cm}^2$$

$$S = 0.61 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 30 \text{ cm}$$

ARMADO DEL ACERO

Se propone un armado de la losa de distribución con varillas # 3 @ 0.30 m en ambas direcciones.

4.2 LOSA NERVURADA

Las losas nervuradas son básicamente un conjunto de vigas T,

colocadas en una o dos direcciones, según la necesidad de diseño.

Para el presente caso se calculará una losa nervurada en un sentido, ya que la estructura estará apoyada sobre los muros.

4.2.1 DIMENSIONAMIENTO

Para losas nervradas sin relleno se tienen las siguientes especificaciones:

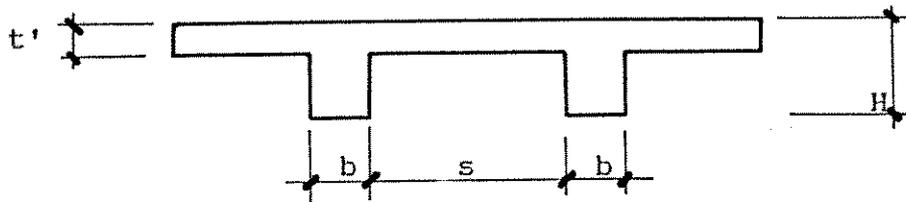
s , menor o igual que $12 \cdot t'$

s , menor que 75 cm

$b_{\min} = 10$ cm

H , menor o igual a $3.5 \cdot b$

H , mayor o igual a $L/20$



Tomando en cuenta que la luz que debe cubrir el puente es de 8.00 m se tiene:

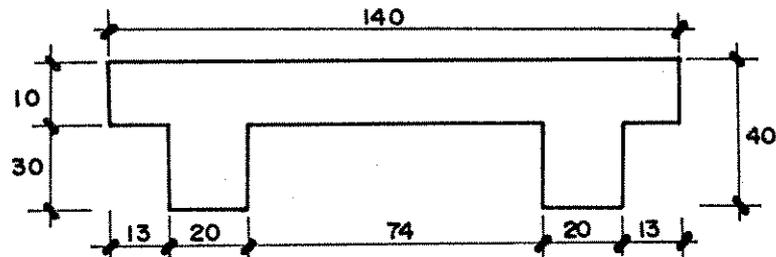
$$H = 8/20 = 0.40 \text{ m}$$

$$b = H/3.5 = 0.4/3.5 = 0.114 \text{ m}$$

Si se toma un valor de $s = 0.74$ m, se puede por conveniencia utilizar un ancho de nervio $b = 0.20$ cm

Para t' se tomará un valor de $t' = 0.10$ m

Con las medidas anteriores, el puente queda dimensionado así:



4.2.2 CARGAS DE DISEÑO

Peso del nervio = $0.3 \times 0.2 \times 2400 = 114 \text{ kg/m}$

Peso del patin = $0.1 \times 0.7 \times 2400 = 168 \text{ kg/m}$

Peso del barandal + bordillo = 62 kg/m

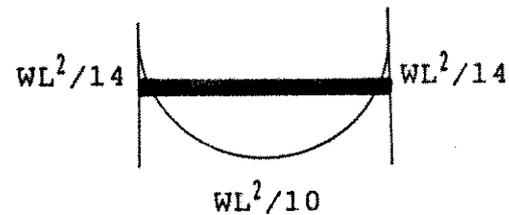
CARGA MUERTA ----- = 344 Kg/m

CARGA VIVA = $415 \times 0.70 = 290.5 \text{ Kg/m}$

CARGA ULTIMA = $1.4 \times 344 + 1.7 \times 290.5$

CARGA ULTIMA = 975.45 Kg/m

4.2.3 MOMENTOS A RESISTIR



$M(-) = 975.45 \times 8^2 / 14$

$M(-) = 4459.2 \text{ kg-m}$

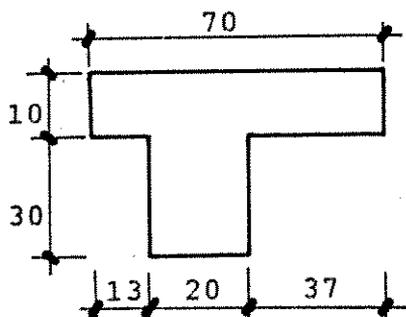
$M(+) = 975.45 \times 8^2 / 10$

$M(+) = 6242.88 \text{ kg-m}$

4.2.4 ARMADO DE NERVIOS

Como ya se mencionó anteriormente, los nervios que forman las losas nervuradas funcionan y se diseñan como si fueran vigas Te.

En el esquema siguiente se tiene dibujado un nervio típico, mostrando sus dimensiones en centímetros y sus respectivos parámetros de diseño.



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

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

$d = 36 \text{ cm}$

Para momento negativo $M(-) = 4459.2 \text{ kg-m}$

$$As(-) = 5.32 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = 3.60 \text{ cm}^2$$

$$33\%As(-) = 1.76 \text{ cm}^2$$

Se puede entonces armar la cama superior de los nervios, de la siguiente manera:

$$3 \text{ varillas corridas } \# 4 = 3.81 \text{ cm}^2 +$$

$$1 \text{ varilla de refuerzo } \# 5 = \underline{1.98 \text{ cm}^2}$$

$$5.79 \text{ cm}^2$$

Para efectuar el cálculo del refuerzo del momento positivo $M(+) = 6242.88 \text{ kg-m}$, primero se asumirá que el nervio es una viga rectangular de sección $0.70 \times 0.40 \text{ m}$, con lo que se tiene:

$$As(+) = 7.01 \text{ cm}^2$$

$$a = 1.58 \text{ cm}$$

$$c = 1.85 \text{ cm}$$

Como el valor de c , es menor que t , se toma como correcta la suposición anterior.

Calculando el área de acero mínimo As_{\min} , que para este caso será:

$$As_{\min} = 0.4 * 14 / F * B * d \text{ obtendremos}$$

$$As_{\min} = 5.02 \text{ cm}^2$$

$$50\%As(+) = 3.51 \text{ cm}^2$$

La cama inferior del nervio, se podrá armar de la siguiente manera:

$$4 \text{ varillas corridas } \# 4 = 5.08 \text{ cm}^2 +$$

$$1 \text{ varilla de refuerzo } \# 5 = \underline{1.98 \text{ cm}^2}$$

$$7.06 \text{ cm}^2$$

4.2.5 ARMADO DE LA LOSA DE DISTRIBUCION:

La losa de distribución de una estructura nervurada únicamente se refuerza con acero por temperatura. Para este caso se tiene lo siguiente:

a) Sentido perpendicular a los nervios

$$As_t = 0.002 * b * t' = 0.002 * 100 * 10 \quad As_t = 2 \text{ cm}^2$$

$$\text{Espaciamiento máximo } S_{\text{máx}} = 5 * t' = 5 * 10 = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Espaciamiento } S = \text{Area de varilla} / As_t$$

El armado será con varilla # 3 @ 0.35 m

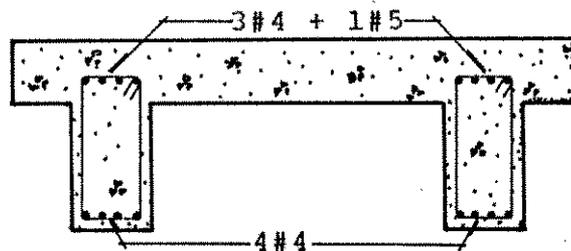
b) Sentido paralelo a los nervios

$$As_t = 0.002 * 74 * 10 = 1.48 \text{ cm}^2$$

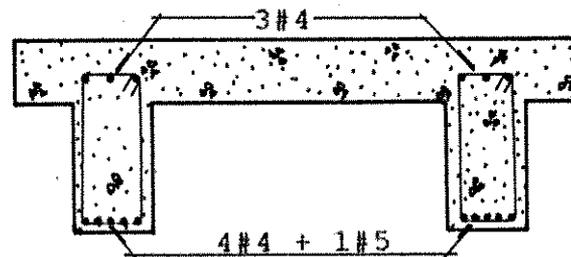
Colocar 2 varillas # 3 entre nervios.

$$As_t = 0.002 * 13 * 10 = 0.26 \text{ cm}^2$$

Colocar 1 varilla # 3 en la parte en voladizo.



EXTREMOS



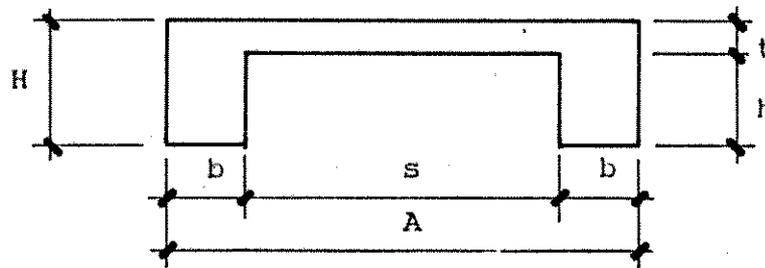
MEDIA LUZ

4.3 VIGAS RECTANGULARES MAS LOSA:

En esta alternativa, se propone la construcción de dos vigas rectangulares de borde, con una losa independiente armada en un sentido.

4.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA:

La sección transversal siguiente muestra las medidas de vigas y losa, con las que se calculará el refuerzo a emplear en el proyecto:



$$A = \text{ancho del puente} = 1.40 \text{ m.}$$

$$H = \text{peralte de viga} = 8/16 = 0.5 \text{ m.}$$

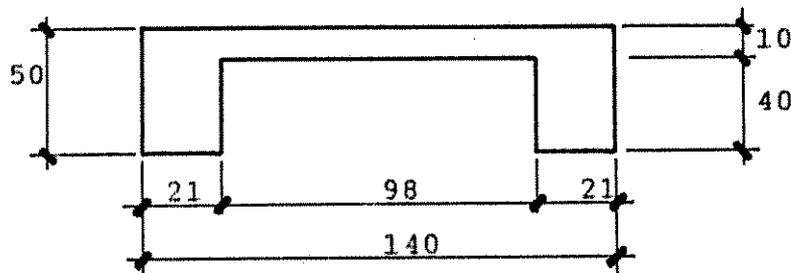
$$t_{\min} = \text{espesor de losa mínimo} = 1.4/20 = 7 \text{ cm}$$

$$\text{por armado se tomará } t' = 10 \text{ cm}$$

$$h = 0.5 - 0.1 = 0.40 \text{ m.}$$

$$s = 1.40 - 2 \times 0.21 = 0.98 \text{ m.}$$

En la sección transversal siguiente se pueden apreciar los anteriores parámetros en centímetros:



4.3.2 DISEÑO DE LOSA:

Como la longitud de la losa es más de dos veces el ancho de la misma, la relación $m = A/B$ es < 0.5 . Por lo tanto, como ya se indicó, la losa se reforzará en un sentido (lado corto); colocando en el otro sentido (lado largo) acero por temperatura.

a) Cargas

$$\text{Peso de losa} = 0.1 \cdot 2400 = 240 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso de barandal + bordillo} = \underline{88 \text{ kg/m}^2}$$

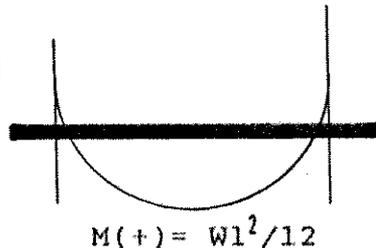
$$\text{Carga Muerta} = 328 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga viva} = 415 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Carga última} = 1164.7 \text{ kg/m}^2$$

b) Momentos

$$M(-) = Wl^2/14$$



$$M(-) = 163.06 \text{ kg-m /m}$$

$$M(+) = 190.00 \text{ kg-m /m}$$

$$M(+) = Wl^2/12$$

c) Armado de losa

$$\text{Para } M(-) \text{ el área de acero } A_s = 0.91 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } M(+) \text{ el área de acero } A_s = 1.06 \text{ cm}^2$$

$$\text{El área de acero mínimo } A_{s_{\min}} = 2.00 \text{ cm}^2$$

$$\text{El espaciamiento máximo } S_{\max} = 0.30 \text{ cm}$$

$$\text{El espaciamiento } S = 0.71/2 = 0.36 \text{ cm}$$

Se recomienda elaborar un refuerzo en la losa, como se indica a continuación:

- Sentido corto, con varillas # 3 @ 0.30 m
- Sentido largo, con 3 varillas # 3 entre vigas.

4.3.3 DISEÑO DE VIGAS PRINCIPALES:

a) Cargas

Peso de losa	$0.10 \times 0.70 \times 2400$	= 168 kg/m
Peso de barandal + bordillo		= 62 kg/m
Peso de viga	$0.4 \times 0.21 \times 2400$	= <u>201.6 kg/m</u>
CARGA MUERTA		= 431.6 Kg/m
CARGA VIVA		= 581.0 kg/m
CARGA ULTIMA		= 1098.09 Kg/m

b) Momentos

$$M(+) = w l^2 / 8$$

$$M(+) = 8784.72 \text{ kg-m /m}$$

c) Armado de viga a flexión

Los parámetros de diseño son:

$$d = 0.44 \text{ m}$$

$$b = 0.21 \text{ m}$$

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

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

Como $M(-) = 0$ el refuerzo en la cama superior deberá ser solo con el área de acero mínima:

$$A_{s_{\min}} = 4.64 \text{ cm}^2$$

Se recomienda dejar corridas 2#5 + 1#3 (= 4.67 cm²)

Para $M(+)$ se tiene $A_s(+)$ = 8.51 cm²

$$A_{s_{\min}} = 4.64 \text{ cm}^2$$

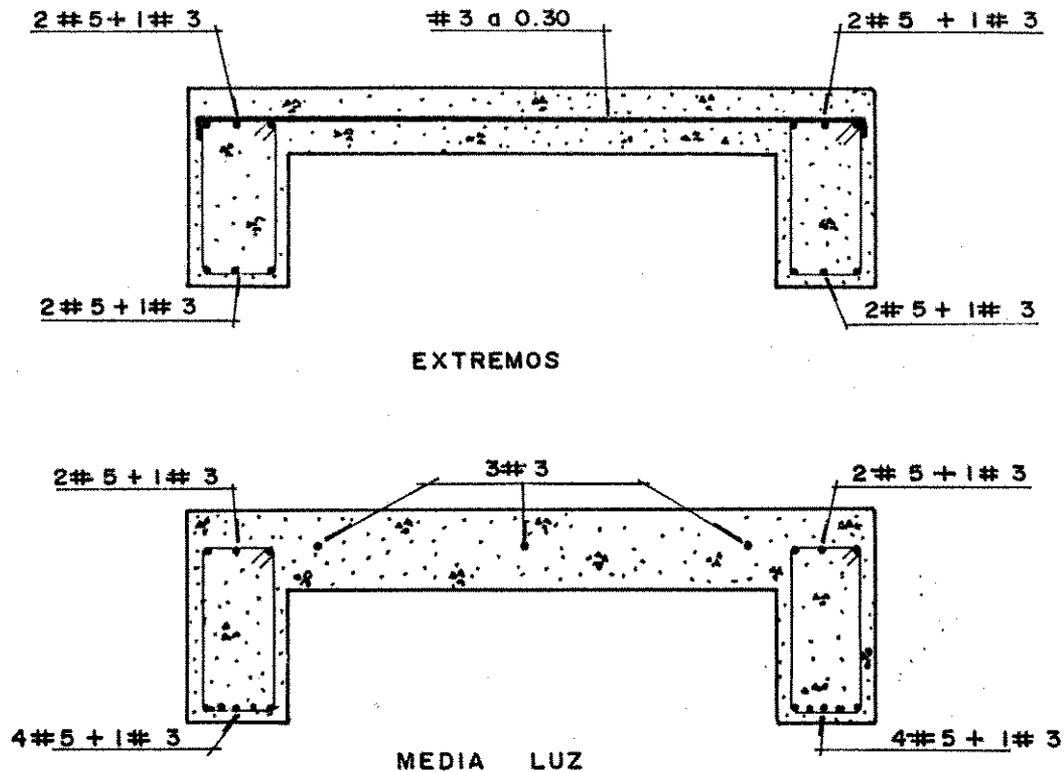
$$50\% A_s = 4.25 \text{ cm}^2$$

La cama inferior, se reforzará así:

2 # 5 + 1 # 3 corridas y

2 # 5 de refuerzo a media luz

Las secciones siguientes, muestran el armado que se recomienda:



d) Armado de vigas por cortante

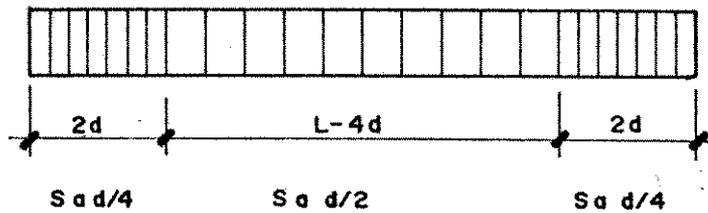
El esfuerzo cortante que resiste una sección de concreto dada, se define por $V_R = \phi * V_c * b * d$. En donde V_c , es el esfuerzo de resistencia a corte del concreto, el que se calcula con la expresión, $V_c = 0.53 \sqrt{f'c}$.

El esfuerzo cortante real, que actúa en la viga, se calcula con la forma $V_A = W * l / 2$.

$$V_R = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} * 21 * 44 = 6032.2 \text{ kg}$$

$$V_A = 1098.09 * 8 / 2 = 4392.36 \text{ kg}$$

Como se tiene que $V_R > V_A$, se armarán las vigas colocando estribos con el S_{min} , para zona sísmica, que recomienda el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318-83):



En los extremos de la viga, deberán ser colocados estribos #3 @ 11 cm.

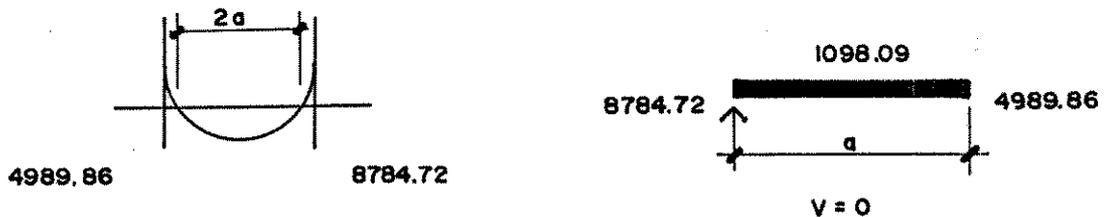
A media luz de la viga, se colocarán los estribos #3 @ 22 cm

e) Longitudes de corte en bastones de refuerzo

El bastón de refuerzo estará en la cama inferior, resistiendo el momento positivo que el acero corrido no absorbe.

Momento (+) a resistir = 8784.72 kg-m

Momento que resiste el As corrido = 4989.86 kg-m



Tomando sumatoria de momentos en 0

$$\sum M_0 = 0 \quad 8784.72 - 4989.86 - 1098.09/2 * a^2 = 0$$

$$a = 2.63 \text{ m}$$

$$2a = 5.26 \text{ m}$$

La longitud de desarrollo de la varilla #5 es:

$L_d = 0.06 * A_v * F_y / \sqrt{f'c}$ o $L_d = 0.0057 * d_v * F_y$, pero no menor de treinta centímetros.

$$L_d = 0.06 * 1.98 * 2810 / \sqrt{210} = 23.04 \text{ cm}$$

$$L_d = 0.006 * 1.59 * 2810 = 26.81 \text{ cm}$$

Se adoptará un valor de $L_d = 30 \text{ cm}$

La longitud de corte L_c , será de $2a + 2L_d$; con lo que se tendrá un total de $L_c = 5.86$ m.

Para no desperdiciar hierro, al efectuar cortes en las varillas a cada 5.86 m, se dejará para el bastón de refuerzo una varilla completa.

3.3.4 DISEÑO DE VIGAS DE APOYO:

Se deberán colocar sobre los muros de carga vigas que soporten el aplastamiento provocado, tanto por el peso de la estructura, como por el de la carga viva que soportará la misma.

a) Parámetros

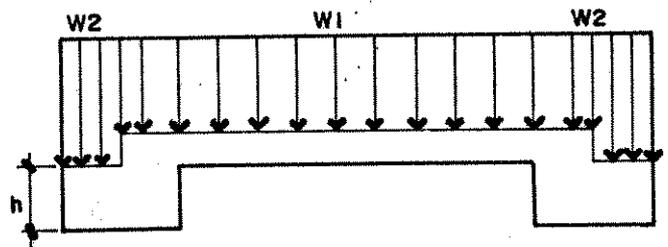
$$B = 20 \text{ cm}$$

$$h = 15 \text{ cm}$$

$$d = 12.5$$

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

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



b) Cargas a soportar

$$\text{Peso de la losa} = 0.10 \cdot 4 \cdot 2400 = 960 \text{ kg/m}$$

$$\text{Peso de vigas} = 0.50 \cdot 4 \cdot 2400 = 4800 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga viva CV} = 415 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_1 = 4800 + 1660 = 6460 \text{ kg/m}$$

$$W_2 = 960 + 1660 = 2122 \text{ kg/m}$$

c) Refuerzo por cortante para W_1

El esfuerzo máximo que resiste el concreto V_c es:

$$V_c = 0.85 \cdot 0.53 \cdot f'_c \cdot b \cdot d$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 * 210 * 20 * 12.5$$

$$V_c = 1632 \text{ kg}$$

$$S_{\min} = d/2, S_{\min} = 12.5/2 \quad S_{\min} = 6.25 \text{ cm}$$

El espaciamiento requerido para soportar el cortante está dado por:

$$S = \frac{\phi F_y * d * 2A_v}{\phi V_s}$$

$$\phi V_s = V_a - V_c \quad \phi V_s = 6460 - 1632 = 4828 \text{ kg}$$

$$S = \frac{0.85 * 2810 * 12.5 * 2 * 0.71}{4828} = 8.78 \text{ cm}$$

Tomando el valor de separación menor, se colocarán estribos No. 3 @ cada 6 cm.

d) Refuerzo cortante para W 2

$$\phi V_s = 2122 - 1632 = 490 \text{ kg}$$

$$S = \frac{0.85 * 2810 * 12.5 * 2 * 0.32}{490} = 39 \text{ cm}$$

Se colocarán estribos No. 2 @ cada 6 cm

e) Refuerzo longitudinal

Tomando en cuenta que las vigas de apoyo no soportarán flexión, se colocarán por armado: 4 varillas longitudinales No. 2

5. DISEÑO DE BARANDAL

Las especificaciones estandar para puentes de la American Association of State Highway and Transportation Official (AASHTO), recomiendan para este tipo de diseño una carga equivalente a $P = 150 \text{ kg/m}$. Tomando en cuenta que sobre el barandal, existe la posibilidad de que se le coloque sobre peso, se asumirá para este caso una carga de diseño de: $w = 200 \text{ kg/m}$.

a) Pasamanos

Luz entre postes = 1.58 m

Base = 0.05 m

d = 0.07 m

Momento = $W \cdot l^2 / 8 = 62.41 \text{ kg-m}$

$A_s = 0.35 \text{ cm}^2$

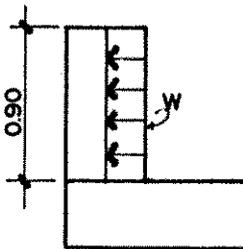
$A_{s \text{ min}} = 0.19 \text{ cm}^2$

Para el armado se colocarán 2 varillas No.3 corridas.

b) Postes

Estos estarán diseñados para que soporten momentos de flexocompresión.

Se asumirá que sobre el poste se apoya una carga distribuida de $W = 200 \text{ kg/m}$, por lo que se tendrá:



Flexión:

$$M = W \cdot l^2 / 2$$

$$M = 200 \cdot 0.9^2 / 2 = 81 \text{ kg-m}$$

$$A_s = 0.45 \text{ cm}^2$$

Por armado se dejarán 2 varillas No.3

Compresión:

$$A_s = 1.40 \text{ cm}^2$$

$$A_g = 10 \cdot 10 = 100 \text{ cm}^2$$

$$P_{\text{máx}} = 0.7 \cdot \{1.4 \cdot 2810 + 0.85 \cdot 210 \cdot (100 - 1.4)\}$$

$$P_{\text{máx}} = 15,073.57 \text{ Kg}$$

Como la $P_{\text{máx}}$ es mayor que cualquier carga de compresión que se le pueda colocar, la sección escogida es aceptada.

6. Muros de Carga

Los muros de carga, serán diseñados para que funcionen por gravedad, y se construirán de concreto cilópeo.

Tendrán aletones laterales, para evitar un choque frontal, con la corriente de agua en el río. La forma detallada de los muros se puede apreciar en los planos 4/4 adjuntos.

Para efectuar el cálculo de las dimensiones de los muros, de tal manera que éstos no fallen por volteo, no exista deslizamiento y no ocurra hundimiento, se utilizarán los siguientes parámetros:

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\gamma_s = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$\mu = 0.4$$

$$V_S = 25 \text{ T/m}^2$$

$$\text{Volumen} = 30 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso propio} = 72 \text{ T}$$

a) Presión activa P_A

$$P_A = K_A * \gamma_s * H$$

$$k_A = 1/3$$

$$P_A = 1/3 * 1600 * 4.70 = 2507 \text{ k/m}$$

$$F_A = 1/2 * 2507 * 4.70 = 5891 \text{ kg}$$

$$M_A = 5891 * 4.70 * 1/3 = 9230 \text{ kg-m}$$

b) Presión pasiva P_p

$$P_p = K_p * \gamma_s * h$$

$$K_p = 3$$

$$F_p = 3 \cdot 1600 \cdot 1 = 4800 \text{ k/m}$$

$$F_p = 4800 \cdot 1/2 = 2400 \text{ kg}$$

$$M_p = 2400 \cdot 1/3 = 800 \text{ k-m}$$

c) Chequeo por deslizamiento

$$\Sigma F_H = 0$$

$$F_f = \mu \cdot W$$

$$2400 + 0.4 \cdot 17766 - 5891 \cdot F_s = 0$$

Despejando la ecuación se tiene que $F_s = 1.61$. Como F_s es mayor que 1.1, se concluye, que el muro no se deslizará.

d) Chequeo por volteo

El momento debido al peso del muro será:

$$M = 1/2 \cdot 1.25 \cdot 4.70 \cdot 2400 \cdot (0.95 + 1.25/3)$$

$$+ 0.95 \cdot 4.7 \cdot 2400 \cdot 0.95/2 +$$

$$1/2 \cdot 1.25 \cdot 4.70 \cdot 1600 \cdot (0.95 + 1.25 \cdot 2/3)$$

$$M = 24,576 \text{ kg-m}$$

$$\Sigma M_o = 0$$

$$800 + 24576 - 9230 \cdot F_s = 0$$

$$F_s = 2.75$$

Como el factor de seguridad es mayor que 1.5 no existirá volteo.

e) Chequeo de presión sobre el suelo

$$R = W$$

$$a = \frac{M_p + M + M_A}{W}$$

$$a = \frac{800+24576-9230}{17766} = 0.91$$

3a = 2.73; como 3a ≥ b se tiene:

$$P = \frac{W}{B} \pm \frac{6W (B/2-a)}{B^2}$$

$$P = \frac{17766}{2.2} \pm \frac{6*17766*(2.2/2-0.91)}{2.2^2}$$

$$P = 17281.47 \text{ \& } P = -1130.56$$

Como la presión sobre el suelo P, es menor que el valor soporte del suelo, no existirá hundimiento del muro.

7.0 PRESUPUESTO

El costo total de la obra, asciende a un total de once mil ochocientos ochenta y dos quetzales con treinta y dos centavos.

En los cuadros siguientes, se puede apreciar el desglose de los diferentes gastos de mano de obra y materiales de construcción, para la ejecución del proyecto.

Resumiendo los datos mencionados anteriormente, se tiene:

Mano de obra	:...	2,225.00
Materiales	.....	<u>9,657.32</u>
Total	.....	11,882.32

7.1 CRONOGRAMA DE EJECUCION E INVERSION DE MANO DE OBRA

PROYECTO : Puente peatonal " TRAPICHITOS "

Actividad	Cantidad	Unidad	1er. mes				2o. mes				Personal		Mano de Obra			
			1	2	3	4	1	2	3	4	Albafil	Ayudante				
Excavación	50	m ³											1	2	560.00	
Formaleta de muros	30	m ²											1	1	156.00	
Fundición de muros	86	m ³											1	1	273.00	
Armado de vigas de apoyo	2	U											1	1	39.00	
Fundición de vigas de apoyo	0.13	m ³											1	1	39.00	
Armado de vigas principales	2	U											1	1	117.00	
Formaleta del puente	12	m ²											1	2	392.00	
Armado de losa	12	m ²											1	1	78.00	
Fundición de puente	2.5	m ³											1	10	242.00	
Formaleta de pasamanos	32	m.l.											1	1	39.00	
Armado de pasamanos	4	U											1	1	39.00	
Fundición de pasamanos	0.16	m ³											1	1	39.00	
Desencofrado de pasamanos	32	m.l.											1	1	39.00	
Desencofrado de puente	12	m ²											1	2	56.00	
Acabados finales	30	m ²												1	1	117.00
											TOTAL		2,225.00			

7.2 CUANTIFICACION Y COSTOS DE MATERIALES

PROYECTO : Puente peatonal "TRAPICHITOS"

ARTICULO	Unidad	Totales	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	sacos	206	15.00	3,090.00
Arena de río	m ³	17	45.00	765.00
Piedrín de 3/4'	m ³	23	60.00	1,380.00
Piedra bola	m ³	45	50.00	2,250.00
Hierro No. 2	varillas	20	4.54	90.80
Hierro No. 5	varillas	16	18.94	303.04
Hierro No. 6	varillas	54	26.90	1,452.60
Alambre de amarre	lb.	28	1.96	54.88
Tabla de pino 1" x 12" x 10"	Pie Tabla	50	1.10	55.00
Parales de 3" x 3" x 10"	Unidad	45	4.00	180.00
Clavo de 2 1/2"	lb	2	2.50	5.00
Clavo de 4"	m	6	2.50	15.00
Niples L=1/2' y diámetro de 1"	Unidad	8	2.00	16.00
COSTO TOTAL DE MATERIALES			.....	9,657.32

CAPITULO III
DISEÑO Y CALCULO DEL PUENTE PEATONAL
"LAS VIGAS"

1. MONOGRAFIA DE "LAS VIGAS"

1.1 LOCALIZACION Y UBICACION

La comunidad de "Las Vigas" pertenece al municipio de Chinique de las Flores, en el departamento de El Quiché.

Se encuentra localizada en los quince grados, cero minutos y treinta segundos de latitud norte y noventa y un grados, un minutos de longitud oeste. A cinco kilómetros de su cabecera municipal.

1.2 ASPECTOS GENERALES

La comunidad en mención está catalogada, como Aldea.

Cuenta con una vía de acceso de terracería, transitable por vehículos únicamente en verano. Este camino, comunica a la aldea con la carretera asfaltada, entre Chiché y Chinique, en el kilómetro 17. Cuenta también con un camino de herradura, sobre el cual se proyecta la ejecución del puente peatonal, que comunica directamente la aldea con Chiché.

1.3 VIVIENDA E INFRAESTRUCTURA

Las casas existentes en la comunidad son de techo de teja, con paredes de adobe y piso de tierra. La aldea cuenta con un total de 70 casas.

Todas la viviendas cuentan con agua potable, y tienen electricidad un 35% de ellas.

Se encuentra en construcción un edificio, que se destinará

para usos múltiple.

Cuentan con escuela primaria; no tienen iglesia, centro de salud, ni drenajes.

1.4 FUENTES DE INGRESOS

La principal actividad económica que desarrolla la comunidad es la agricultura. Los cultivos principales son maíz y frijol.

Otra actividad es la crianza y venta de ganado vacuno, aves de corral y porcino.

Además de las anteriores actividades los pobladores también se dedican a la elaboración de artesanías principalmente juegos pirotécnicos a base de pólvora.

El complemento de ingresos económicos lo adquieren mediante el trabajo que realizan en fincas de la costa sur del país.

1.5 RECURSOS NATURALES

La comunidad cuenta con una topografía irregular, boscosa con especies como el pino, roble y encino.

Por su territorio pasan dos ríos, los que sirven de límite territorial.

Cuenta además con un nacimiento de agua, que surte del líquido a la comunidad.

1.6 ORGANIZACION

En la comunidad trabajan varias instituciones que organizan grupos de trabajo, entre ellas están el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA), Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), Instituto Nacional de Electrificación (INDE), y la Cooperación Guatemalteca-Alemana de Alimentos por Trabajo (COGAAT).

Actualmente funciona el comité "Pro desarrollo de Las Vigas".

En general se puede decir que los problemas principales de la comunidad son los de tipo sanitario y los de vías de acceso y comunicación.

2. JUSTIFICACION DE LA OBRA

Como se planteó en el capítulo II los puentes son un factor esencial en las vías de comunicación entre los diferentes poblados.

El puente que se diseñará sobre el río Cucabaj, es de suma importancia; ya que por él transitarán los vecinos tanto de la aldea Las Vigas, como de otras aldeas aledañas que van a vender y comprar ganado, y artículos de primera necesidad en el mercado de Chiché.

La obra fue gestionada por el comité de vecinos "pro desarrollo de la aldea Las Vigas", ante la Municipalidad de Chinique de las Flores y el programa de Cooperación Guatemalteca-Alemana de Alimentos por Trabajo (COGAAT). Se convino que los vecinos proporcionarían la mano de obra no calificada y materiales como tabla, arena y piedra bola. La municipalidad proporcionaría la mano de obra calificada. El programa de Cooperación Guatemalteca-Alemana de Alimentos por Trabajo (COGAAT) realizará la parte técnica del proyecto y proporcionará materiales de construcción.

3. UBICACION DE LA OBRA

Luego de recorrer el sector, en el cual, el camino de herradura intercepta al río Cucabaj, se determinó el lugar adecuado para la construcción del puente, tomando en cuenta que no se ubique en un recodo del río y que esté en la parte alta del cañón que

forma el mismo. Con la colaboración de los ancianos de la aldea se determinó el punto de crecida máxima, sobre el cual se dejará un margen de dos metros que determinará la altura a la que deberá ser construida la estructura del puente. Al efectuar las medidas correspondientes se estableció que deberá salvarse una luz de 10.00 m y los muros de carga deberán tener 3,75 m. de alto sobre el nivel medio del río.

4. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

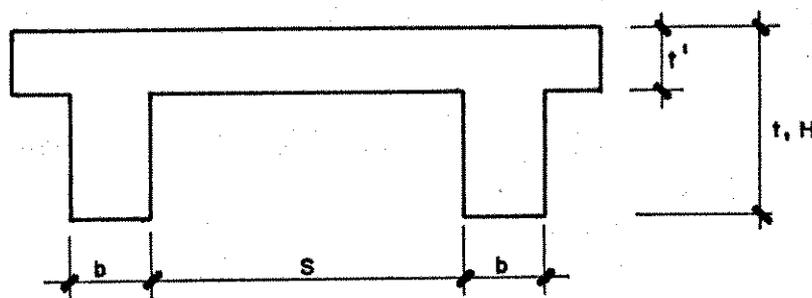
Como quedó establecido en el capítulo II, los puentes pueden diseñarse utilizando tres diferentes criterios. Ya sea como vigas simples más losa, como una viga Te, o como una losa nervurada.

Dado a que en el anterior diseño se calculó el puente como vigas simples más losa, para este caso se efectuará el diseño y cálculo tomando en cuenta los criterios de una losa nervurada.

5. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

5.1 DIMENSIONAMIENTO.

A continuación se presenta un esquema identificando las diferentes partes de la losa nervurada.



Tomando en cuenta los parámetros de diseño que recomienda el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318-83), y los datos fijos de la estructura a construir, se tiene:

Luz = 10.00 m

Ancho = 1.40 m

$t = L / 20 \Rightarrow t = 10.00 / 20 \Rightarrow t = 0.50 \text{ m}$

$H = L / 16 \Rightarrow H = 10.00 / 16 \Rightarrow H = 0.62 \text{ m}$

Se tomará el valor mayor $H = 0.62 \text{ m}$.

$b \text{ min.} \geq a \cdot t / 3.5$

o sea $0.50 / 3.5 \geq 0.14$ se tomará $b = 0.22 \text{ m}$

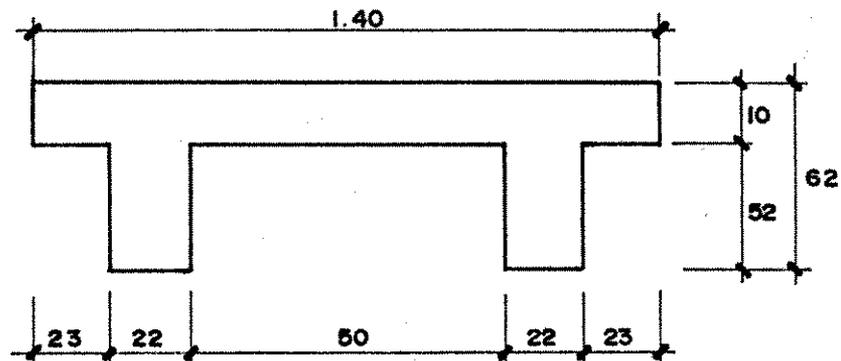
$t'_{\text{min}} = 0.04$

$t' = 0.10 \text{ m}$

$S_{\text{max.}} = 0.75$

$S = 0.50 \text{ m}$

Establecidas las dimensiones del puente, se tendrá:



5.2 CARGAS

Peso del nervio = 274.56 kg / m.

Peso del patin = 168.00 kg / m.

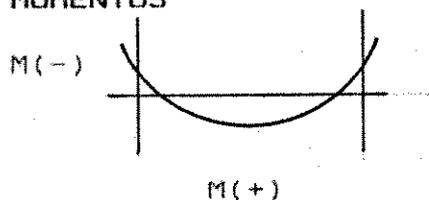
Peso de barandal + bordillo = 70.00 kg / m.

Carga muerta = 513.56 kg / m.

Carga viva = 500.00 kg / m.

Carga última = 1568.00 kg / m.

5.3 MOMENTOS



$$M(-) = 1,568 \times 10^2 / 14$$

$$M(-) = 11,200 \text{ kg / m.}$$

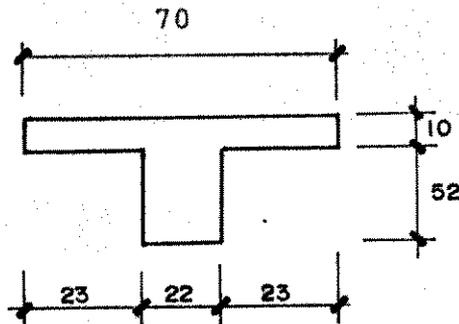
M(+)

$$M (+) = 1,568 \times 10^2 / 10$$

$$M (+) = 15,680 \text{ kg} / \text{m}.$$

5.4 ARMADO DE NERVIOS

Se diseñará un nervio típico con las características siguientes:



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

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

$$d = 0.57 \text{ m}$$

5.4.1 ARMADO PARA MOMENTO NEGATIVO

$$M (-) = 11200 \text{ kg} / \text{m}$$

$$A_s (-) = 8.19 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = 6.29 \text{ cm}^2$$

$$\text{Se dejará corrido } 2 \# 6 + 1 \# 3 = 6.45 \text{ cm}^2$$

$$\text{Bastón de refuerzo } 1 \# 5 = \underline{1.98 \text{ cm}^2}$$

$$8.43 \text{ cm}^2$$

5.4.2 ARMADO PARA MOMENTO POSITIVO

$$M (+) = 15680 \text{ kg} / \text{m}$$

$$A_s (+) = 11.47 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{11.47 \times 2810}{0.85 \times 210 \times 70} \quad a = 2.58 \text{ cm}$$

$$c = \frac{2.58}{0.85} \quad c = 3.04 \text{ cm}$$

Como el valor de "c" es menor que el valor de "t", la viga se puede considerar de sección rectangular de sección b*d. Por lo que

se tiene:

$$A_{s_{min}} = 8.00 \text{ cm}^2$$

$$50\% A_s(+) = 5.56 \text{ cm}^2$$

Dado lo anterior, se recomienda un armado así:

$$\text{Se dejará corrido 3 varillas \# 6} = 8.61 \text{ cm}^2$$

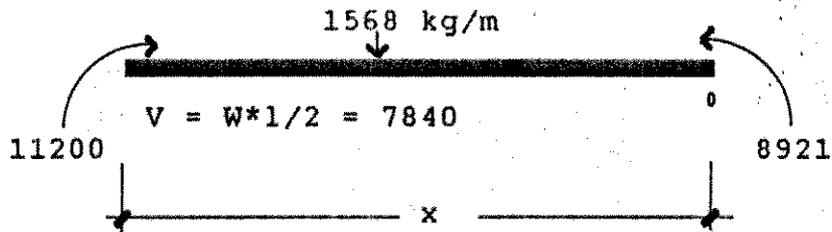
$$\text{Bastón de refuerzo 1 varilla \# 6} = \underline{2.87 \text{ cm}^2}$$

$$11.48 \text{ cm}^2$$

5.4.3 LONGITUD DE CORTE EN BASTONES DE REFUERZO

a) Bastones de refuerzo negativo

El momento que resiste el acero corrido (8.61 cm^2) es igual a $M_r = 8921 \text{ kg/m}$



Haciendo sumatoria de momentos en x_0 igual a cero

$$\Sigma M_0 = 7840 * X + 8921 - 11200 - 1568 * X^2/2 = 0$$

despejando "X" tendremos $X = 0.30 \text{ m}$

Según el Reglamento de las construcciones de concreto reforzado, ACI, la longitud de desarrollo requerido para una varilla # 5 será el mayor valor de las siguientes expresiones

$$L_{d_{15}} = 0.06 * 1.98 * 2810 / \sqrt{210} = 0.23 \text{ m}$$

$$L_{d_{15}} = 0.005 * 1.59 * 2819 = 0.27 \text{ m}$$

Pero no se permitirán valores menores que 0.30 m .

Por tratarse de refuerzo en la cama superior la L_d se tiene que afectar por el factor de 1.4 con lo que se tendrá:

$$L_{d_{15}} = 0.30 * 1.4$$

$$L_{d_{15}} = 0.42 \text{ m}$$

La longitud de corte para el refuerzo L_c se determina así:

$$L_{c15} = 0.30 + 0.42 * 2 = 1.14 \text{ m}$$

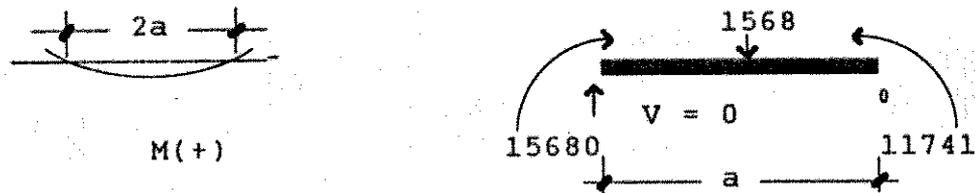
Para no desperdiciar acero efectuando cortes de 1.14 m se tomará, para este caso, un valor de longitud de corte, de:

$$L_{c15} = 1.50 \text{ m}$$

b) Bastones para el refuerzo positivo

El momento que resiste las 3 varillas # 6 es

$$M_{j16} = 11740 \text{ kg/m}$$



Haciendo sumatoria de momentos en $x_0 = 0$ se tendrá:

$$\Sigma M_0 = 15680 - 1568 * a^2/2 - 11741 = 0$$

Despejando "a" queda $a = 2.24 \text{ m}$

$$L_{d16} = 0.06 * 2.87 * 2810/210 = 0.33$$

$$L_{d16} = 0.006 * 1.905 * 2810 = 0.32$$

Tomando el valor mayor se tendrá $L_{d16} = 0.33 \text{ m}$

$$L_{c16} = 2.24 * 2 + 0.33 * 2 = 5.14 \text{ m}$$

Para no desperdiciar hierro se tomará: $L_{c16} = 6.00 \text{ m}$

5.4.4 ARMADO POR CORTANTE

El esfuerzo de corte máximo que actúa en los nervios es

$$V_a = W * L / 2$$

$$V_a = 1568 * 10 / 2$$

$$V_a = 7840 \text{ kg.}$$

El esfuerzo de corte último es $V_u = V_a / (b * d)$

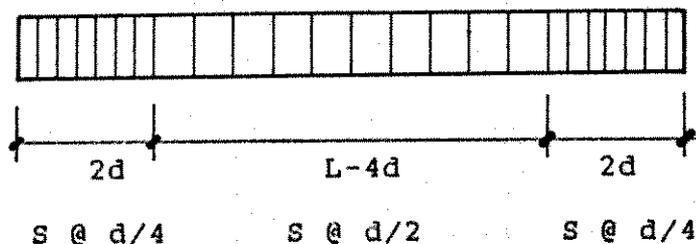
$$V_u = 7840 / (22 * 57)$$

$$V_u = 6.25 \text{ kg/cm}^2$$

El cortante resistente es $V_r = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c}$

$$V_r = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} \quad V_r = 6.53 \text{ kg/cm}^2$$

Como el valor de $V_r > V_a$, el nervio sólo deberá reforzarse con estribos a un espaciamiento mínimo, el cual según el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318-83) para zonas sísmicas es:



El refuerzo a colocar quedará así:

En los extremos colocar Est. #3 @ 0.14

A media luz se colocarán Est. #3 @ 0.28

5.5 Losa de distribución

Por ser una estructura nervurada, la losa de distribución sólo se armará colocándole acero por temperatura.

$$A_{st} = 0.002 * b * t$$

$$A_{st} = 0.002 * 100 * 10 \quad A_{st} = 2 \text{ cm.}$$

El espaciamiento máximo es $S_{\max} = 5 * t = 0.50 \text{ m}$

El espaciamiento requerido $S = 0.71 / 2 = 0.355 \text{ m}$

Refuerzos propuestos:

En sentido perpendicular al nervio, varillas #3 @ 0.35

En sentido paralelo al nervio 2 varillas #3 entre nervios

+ 1 varilla #3 en los extremos

5.6 Diseño de viga de apoyo

La viga de apoyo adoptará la forma que tiene la losa nervurada en sus extremos.

5.6.1 Cargas de diseño

a) Carga muerta:

$$\text{Peso de losa} = 0.10 * 5.00 * 2400 = 1200 \text{ kg/m.}$$

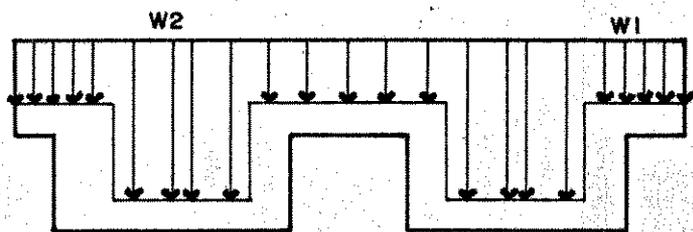
$$\text{Peso de viga} = 0.52 * 5.00 * 2400 = 6240 \text{ kg/m.}$$

b) Carga viva = $415 * 5 = 2075 \text{ kg/m.}$

c) Cargas totales

$$W 1 = 9515 \text{ kg/m}$$

$$W 2 = 3275 \text{ kg/m}$$



5.6.2 Refuerzo por cortante

$$V_c = 0.85 * 0.53 * 210 * 30 * 22$$

$$V_c = 4308.72 \text{ kg}$$

$$V_s = 9515 - 4309 \quad V_s = 5206$$

$$S = \frac{0.85 * 2810 * 22 * 2 * 0.3}{5206}$$

$$S = 6.46 \text{ cm}$$

Se usarán para el armado estribo #2 @ cada 6 cm

5.6.3 Refuerzo longitudinal

Al no existir momento flexión sobre la viga se colocarán por requisito de armado 4 varillas #2 (ver detalle en plano 3/4).

En lo referente a los pasamanos, barandal y muros de carga, ver el diseño de éstos en el capítulo II de esta tesis.

6.0 PRESUPUESTO

El costo total de la obra, asciende a un total de diez mil ochocientos setenta y tres quetzales con cuarenta y tres centavos.

En los cuadros siguientes, se puede apreciar el desglose de los diferentes gastos de mano de obra y materiales de construcción, para la ejecución del proyecto.

Resumiendo los datos mencionados anteriormente, se tiene:

Mano de obra	.....	2,164.00
Materiales	.....	<u>8,709.43</u>
Total	.....	10,873.43

6.1 CRONOGRAMA DE EJECUCION E INVERSION DE MANO DE OBRA
 PROYECTO : Puente peatonal " LAS VIGAS "

Actividad	Cantidad	Unidad	1er. mes						2o. mes				Personal		Mano de Obra
			1	2	3	4	1	2	3	4	Albañil	Ayudante			
Excavación	44	m ²											1	2	480.00
Formaleta de muros	26	m ²											1	1	130.00
Fundación de muros	76	m ²											1	1	230.00
Armado de vigas de apoyo	2	U											1	1	39.00
Fundación de vigas de apoyo	0.21	m ³											1	1	39.00
Armado de vigas principales	2	U											1	1	160.00
Formaleta del puente	14	m ²											1	2	420.00
Armado de losa	14	m ²											1	1	40.00
Fundación de puente	3.7	m ³											1	12	270.00
Formaleta de pasamanos	40	m.l.											1	1	39.00
Armado de pasamanos	4	U											1	1	39.00
Fundación de pasamanos	0.2	m ³											1	1	39.00
Desencofrado de pasamanos	40	m.l.											1	1	39.00
Desencofrado de puente	14	m ²											1	2	65.00
Acabado finales	36	m ²											1	1	135.00
													TOTAL		2,164.00

6.2 CUANTIFICACION Y COSTOS DE MATERIALES

PROYECTO : Puente peatonal " LAS VIGAS "

ARTICULO	Unidad	Totales	Costo Unitario	Costo Total
Cemento	sacos	205	15.00	3,075.00
Arena de río	m ³	16	45.00	720.00
Piedrín de 3/4"	m ³	22	60.00	1,320.00
Piedra bola	m ³	41	50.00	2,050.00
Hierro No. 2	varillas	27	4.54	122.58
Hierro No. 3	varillas	55	7.75	426.25
Hierro No. 5	varillas	1	18.94	18.94
Hierro No. 6	varillas	21	26.90	564.90
Alambre de amarre	lb.	31	1.96	60.76
Tabla de pino 1" x 12" x 10"	Pie Tabla	50	1.10	55.00
Parales de 3" x 3" x 10"	Unidad	65	4.00	260.00
Clavo de 2 1/2"	lb	2	2.50	5.00
Clavo de 4"	m	6	2.50	15.00
Niples L=1/2' y diámetro de 1"	Unidad	8	2.00	16.00
COSTO TOTAL DE MATERIALES				8,709.43

CONCLUSIONES

- El trabajo realizado durante el ejercicio profesional supervisado en aldeas de El Quiché, fue una magnífica experiencia; ya que se tuvo la oportunidad de aplicar gran parte de los conocimientos adquiridos como estudiante, en las ramas de estructuras y agua potable. A la vez se propició un contacto con la realidad socio-económica de estas comunidades, lo que ayuda a la formación profesional.

- El ejercicio profesional supervisado de la facultad de Ingeniería, contribuyó grandemente al desarrollo de las comunidades de Trapichitos, El Tizatal y Las Vigas, ya que éstas no contaban con recursos técnicos ni financieros, para desarrollar obras de infraestructura.

- Es de suma importancia, que la aldea de El Tizatal, cuente con un sistema de abastecimiento de agua potable, para lograr una mejoría en la salud de sus familias y para aumentar su economía al no gastar, en doctores y medicina, debido a las enfermedades gastrointestinales que padecen por tomar agua contaminada.

- Durante los tres meses que la comunidad de TRAPICHITOS gestionó ante el programa de Cooperación Guatemalteca-Alemana de Alimentos por Trabajo (COGAAT) y la Municipalidad de Zacualpa la cooperación técnica y financiera para realizar el proyecto del puente peatonal; así como durante los dos meses en que se construyó

éste, quedó demostrado que la organización y cooperación de todos los habitantes, es la base fundamental para poder ejecutar proyectos que impulsen el desarrollo de la comunidad, y de las poblaciones vecinas, como en este caso, en el que otras siete aldeas utilizarán el puente para trasportar el cardamomo y otros artículos que producen.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la Facultad de Ingeniería:

- a) Incrementar los recursos destinados a la unidad de EPS, para su mejor funcionamiento.
- b) Establecer como obligatorio, para todos los graduandos de esta facultad, la realización del EPS, para incrementar su formación profesional.

- Se recomienda a las municipalidades y demás entidades de desarrollo, dar el apoyo necesario a los estudiantes que realizan el EPS, porque es una buena inversión, dados los frutos que de dicho programa se obtienen.

- Se recomienda a los habitantes de la aldea Trapichitos, organizarse para darle el mantenimiento debido al puente peatonal.

- Se recomienda a los pobladores de la comunidad de Las Vigas organizarse, para poder aportar los materiales de construcción que

se encuentran a su alcance (arena de río, piedra bola, tabla y parales), así como la mano de obra no calificada, para la pronta construcción del puente proyectado.

- Se recomienda a los pobladores de la aldea El Tizatal:

- a) Crear un comité encargado de buscar y negociar, nuevas fuentes de abastecimiento de agua, para poder abastecer con mayor dotación a los actuales y futuros habitantes.
- b) Formar un grupo de responsables de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable, y solicitar al programa de Cooperación Guatemalteca Alemana de Alimentos por Trabajo (COGAAT) les proporcione capacitación para el efecto, de tal manera que no se interrumpa el servicio, y éste cumpla los requisitos de calidad para consumo humano.

BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO, Neto. Manual de hidráulica. México: Editorial Mexicana, 1,973.
- CABRERA, Vinicio Jadenón. Guía teórica y practica del curso de cimentaciones I. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,994.
- CHELLIS, Robert. Cimentaciones profundas. 2a. edición. México: editorial Diana, 1,971.
- GONZALES CAL, Roberto. Análisis y aplicación del método de Hazen William, en tuberías de diferente diámetro. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,990.
- JIMENEZ, José. Mecánica de suelos y sus Aplicaciones. España: Editorial Dossat, 1,954.
- MERRITT, Frederic S. Manual del ingeniero civil. 2a. edición. México: McGraw-Hill, 1,989.
- NAWY, Edward G. Concreto reforzado, un enfoque básico. México: Prentice-hall Hispanoamericana, S.A. 1,988.
- ORDONES A, Fernando. Consideraciones generales acerca de la localización y diseño de subestructuras de puentes. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,974.

TOBIAS, Carlos. La selección preliminar de puentes. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1,988.

DIVISION DE SANIAMIENTO DEL MEDIO. Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimiento de agua potable y saneamiento. Guatemala: Ministerio de Salud Pública, 1,991.

OFICINA SANITARIA PANAMERICANA. Normas de diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales. Guatemala: Ministerio de Salud Pública, 1,991.

ESCUELA DE INGENIERIA SANITARIA Y RECURSOS HIDRAULICOS. Manual del curso corto Desinfección de agua en acueductos.

Guatemala: Universidad de San Carlos De Guatemala, 1,988.

INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO. Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI 318-83) y comentarios. México: Editorial Limusa, 2a. edición, 1,988.

LISTADO DE PLANOS

1/1 Plano de Ubicación

PROYECTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL TIZATAL

- 1/7 Planta perfil de N-1 a E-32
- 2/7 Planta perfil de E-32 a E-79
- 3/7 Planta perfil de E-79 a E-99
- 4/7 Diagrama de flujos
- 5/7 Tanque de distribución
- 6/7 Caja Rompe Presión
- 7/7 Captación y detalles

PROYECTO DE PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA TRAPICHITOS

- 1/4 Planta y corte transversal
- 2/4 Elevación, corte longitudinal y armado de losa
- 3/4 Armado de vigas y detalles
- 4/4 Estructura de muros

PROYECTO DE PUENTE PEATONAL PARA LA ALDEA LAS VIGAS

- 1/4 Planta y corte transversal
- 2/4 Elevación, corte longitudinal y armado de losa
- 3/4 Armado de vigas y detalles
- 4/4 Estructura de muros