



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
COOPERATIVA CHAQUIJYÁ Y DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO
HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Pablo Guillermo Sanchez Castillo

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

Guatemala, abril de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO
COOPERATIVA CHAQUIJYÁ Y DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO
HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

PABLO GUILLERMO SANCHEZ CASTILLO

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Martiza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
CASERÍO COOPERATIVA CHAQUIJYÁ Y DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR
PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ,
DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 24 de julio de 2007.



Pablo Guillermo Sanchez Castillo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 18 de febrero de 2008
Ref. EPS. D. 159.02.08

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor – Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **PABLO GUILLERMO SÁNCHEZ CASTILLO**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO COOPERATIVA CHAQUIJYÁ Y DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ”**.

Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el área rural del país, beneficiando así a los pobladores del municipio de **Sololá**.

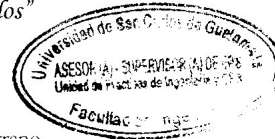
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Silvio Rodríguez Serrano
Asesor / Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



SRS /jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 18 de febrero de 2008
Ref. EPS. D. 159.02.08

Ing. Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

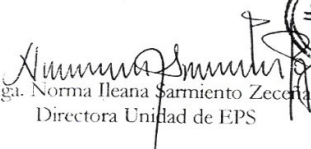
Estimado Ingeniero Boiton Velásquez.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO COOPERATIVA CHAQUIJYÁ Y DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **PABLO GUILLERMO SÁNCHEZ CASTILLO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Norma Ileana Sarmiento Zecca
Directora Unidad de EPS



NISZ/jm

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
28 de marzo de 2008

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO COOPERATIVA CHAQUIJYÁ Y DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pablo Guillermo Sánchez Castillo, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
28 de marzo de 2008

Ingeniero
Fernando Amilcar Boiton Velásquez
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Boiton.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO COOPERATIVA CHAQUIYÁ Y DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pablo Guillermo Sánchez Castillo, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Pablo Guillermo Sánchez Castillo, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO COOPERATIVA CHAQUIJYÁ Y DISEÑO DEL PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA DEL MUNICIPIO DE SOLOLÁ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Fernando Amílcar Boitón Velásquez



Guatemala, abril 2008.

/bbdeb.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por haberme escuchado.

**CARLOS SANCHEZ Y
MARLENY CASTILLO**

Mis padres, por apoyarme para alcanzar esta meta.

JOSE CARLOS SANCHEZ CASTILLO

Mi hermano, por ser un motivo para seguir creciendo.

**MIS ABUELAS, A LA MEMORIA DE MIS
ABUELOS, TÍOS, TÍAS, PRIMOS , AMIGOS Y
AMIGAS**

Por compartir conmigo el camino de la vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por permitirme edificar en ella mi presente y enseñarme a amar la verdad y la libertad.

Facultad de Ingeniería

Por compartir en sus aulas el conocimiento y la experiencia de sus buenos profesionales.

Municipio de Sololá

A todo el personal de la municipalidad de Sololá y a las personas que colaboraron en el desarrollo de estos proyectos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Sololá.....	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Aspectos Socioeconómicos	2
1.1.2.1. Características de la población.....	2
1.1.2.2. Salud	2
1.1.2.3. Vivienda	3
1.1.2.4. Tenencia de la tierra	3
1.1.3. Características fisiográficas	4
1.1.3.1. Clima	4
1.1.3.2. Suelo	5
1.1.3.3. Hidrografía	6
1.1.3.4. Flora y fauna.....	8
1.2. Monografía del Caserío Cooperativa Chaquijyá	10
1.2.1. Ubicación	10
1.2.2. Características de la población	10
1.2.3. Aspectos socioeconómicos.....	12
1.2.3.1. Fuente de ingreso	12

1.2.3.2.	Vivienda	12
1.2.3.3.	Educación.....	13
1.2.3.4.	Salud	13
1.2.4.	Servicios públicos.....	14
1.2.4.1.	Electricidad	14
1.2.4.2.	Sistema de disposición de excretas	14
1.2.4.3.	Sistema de disposición de aguas grises.....	15
1.2.4.4.	Sistema de cocción de alimentos.....	15
1.3.	Monografía caserío Hierba Buena	16
1.3.1.	Localización	16
1.3.2.	Características de la población.....	16
1.3.3.	Educación	17
1.3.4.	Instituciones que apoyan a la comunidad	18
1.3.5.	Infraestructura en la comunidad.....	18
1.3.6.	Proyectos priorizados	19
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....	21
2.1.	Sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cooperativa Chaquijyá del municipio de Sololá, departamento de Sololá.....	21
2.1.1.	Descripción del Proyecto.....	21
2.1.2.	Diseño hidráulico del sistema	22
2.1.3.	Levantamiento topográfico.....	23
2.1.4.	Aforo de la fuente.....	23
2.1.5.	Cálculo de parámetros evaluados en el sistema	24
2.1.5.1.	Calidad del agua	24
2.1.5.2.	Capacidad de atender la demanda futura.....	25

2.1.6.	Cálculo y dibujo topográfico.....	26
2.1.7.	Diseño Hidráulico	27
2.1.7.1.	Obra de captación	27
2.1.7.2.	Línea de Conducción.....	27
2.1.7.3.	Diámetro de Tubería.....	28
2.1.7.4.	Presión dinámica	29
2.1.7.5.	Diseño del tanque de distribución de 32 m ³	29
2.1.7.6.	Línea de distribución.....	30
2.1.7.7.	Obras especiales.....	31
2.1.7.7.1.	Caja rompe presión.....	31
2.1.7.7.2.	Válvula de Limpieza.....	32
2.1.7.7.3.	Válvulas de control.....	32
2.1.7.7.4.	Paso aéreo	32
2.1.8.	Sistema de desinfección del agua	33
2.1.9.	Presupuesto	34
2.1.10.	Operación y mantenimiento.....	46
2.1.11.	Propuesta de tarifaria	46
2.2.	Puente vehicular del caserío Hierba Buena del barrio San Antonio del municipio de Sololá, Sololá.....	48
2.2.1.	Levantamiento topográfico	48
2.2.2.	Evaluación de la calidad del suelo	50
2.2.3.	Cálculo del valor soporte del suelo	51
2.2.4.	Estudio hidrológico	53
2.2.4.1.	Intensidad de lluvia.....	54
2.2.4.2.	Cálculo del caudal máximo	56

2.2.4.3.	Sección hidráulica del río.....	56
2.2.5.	Descripción general de la alternativa propuesta	57
2.2.6.	Diseño de la superestructura	58
2.2.6.1.	Sección propuesta.....	58
2.2.6.2.	Diseño de la baranda.....	59
2.2.6.3.	Diseño de la columna	60
2.2.6.4.	Diseño de la losa	63
2.2.6.5.	Diseño de viga rigidizante (diafragma).....	70
2.2.6.6.	Diseño de vigas	74
2.2.7.	Diseño de la subestructura	82
2.2.7.1.	Diseño de la cortina.....	82
2.2.7.2.	Diseño de la viga de apoyo	84
2.2.7.3.	Diseño del estribo	86
2.2.8.	Neopreno	95
2.2.9.	Presupuesto.....	99
	CONCLUSIONES.....	111
	RECOMENDACIONES.....	113
	BIBLIOGRAFÍA.....	115
	APÉNDICE.....	117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa de Sololá.....	1
2. Climas en el departamento de Sololá	4
3. Uso de la tierra en el departamento de Sololá.....	6
4. Cuencas en el departamento de Sololá.....	7
5. Red hidrográfica en el departamento de Sololá.....	8
6. Pirámide poblacional de Chaquijyá.....	11
7. Gráfico poblacional de Hierba Buena.....	17
8. Nivel educativo de Hierba Buena.....	17
9. Curvas de nivel	49
10. Sección transversal.....	49
11. Área hidráulica	57
12. Sección losa viga	58
13. Baranda.....	59
14. Sección losa viga	74
15. Cálculo de factor de rueda.....	78
16. Detalle de viga de apoyo y cortina.....	85
17. Dimensiones del estribo	86
18. Diagrama de presiones	88
19. Brazo de momento(fuerza de viento grupo II)	88
20. Factor de forma.....	98

TABLAS

I	Leyenda fisiográfica, municipio de Sololá	5
II	Población Total Aproximada Chaquijyá Central	11
III	Aforo volumétrico de captación de brote definido	24
IV	Capacidad de la fuente para abastecer la demanda futura	26
V	Localización de válvulas de control.....	32
VI	Tarifa mínima de operación y mantenimiento	47
VII	Momento en voladizo de la losa (carga muerta).....	64
VIII	Acero requerido por flexión	67
IX	Distribución de varillas para soportar flexión	68
X	Distribución de varillas de acero por repartición	69
XI	Distribución de varillas de acero por temperatura.....	69
XII	Acero requerido y distribución de varillas para la flexión	72
XIII	Esfuerzo de corte nominal.....	73
XIV	Integración de cargas muertas para las vigas.....	75
XV	Cálculo de corte y momento por carga viva.....	76
XVI	Distribución de varillas por flexión	80
XVII	Integración de cargas y momentos resistentes.....	87
XVIII	Cálculo del empuje de tierra.	88
XIX	Fuerza de viento en la superestructura, grupo II.	88
XX	Cálculo de momento por sismo.....	91
XXI	Verificación de la estabilidad contra el deslizamiento.	92
XXII	Verificación de seguridad contra el volcamiento.	93
XXIII	Planta del estribo	94
XXIV	Esquema de localización de e.	94
XXV	Verificación de los esfuerzos en el suelo.....	94

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área.
A_s	Área de acero.
A_{smax}	Área de acero máxima.
A_{smin}	Área de acero mínima.
A_v	Área de varilla.
b	Base.
c	Distancia entre el eje neutro y la fibra extrema de un sección.
C_v	Carga viva.
C_{vu}	Carga viva última.
d	Peralte.
EQ	Fuerza de sismo.
F'c	Resistencia especificada a la compresión del concreto
FL	Fuerza longitudinal.
fy	Resistencia especificada a la fluencia del refuerzo
I_n	Inercia
I	Impacto.
K_a	Coefficiente de empuje activo.

K_p	Coeficiente de empuje pasivo.
L	Luz de cálculo.
M	Momento.
M_{cm}	Momento de carga muerta.
M_{cv}	Momento de carga viva.
M_d	Momento de diseño.
M_r	Momento resistente. ij
P_{15}	Carga de camión de A.A.S.H.T.O.
P_u	Carga última.
Q	Caudal.
Q_u	Presión admisible del suelo. $ijij$
R_1	Fuerza de reacción 1.
R_2	Fuerza de reacción 2.
S_r	Módulo de resistencia
S	Espaciamiento.
t	Espesor.
v	Velocidad.
V	Corte.
V_a	Corte actuante.
V_c	Corte que resiste el concreto.

V_n	Esfuerzo de corte nominal. <i>iii</i>
V_u	Esfuerzo de corte último.
W	Carga distribuida.
W_{cm}	Carga muerta distribuida.
γ	Peso específico.
P_{max}	Cuantía de acero máxima.
P_{min}	Cuantía de acero mínima.
Φ	Diámetro de tubería.
ϕ	Factor de reducción de resistencia.
ϕ	Ángulo de fricción interna.
Φ_{ext}	Diámetro externo.

GLOSARIO

A.A.S.H.T.O.	Asociación Americana de Autopistas Estatales y Oficiales de Transporte.
A.C.I.	Instituto Americano del Concreto.
Aforo	Es la acción de medir el caudal que produce la fuente de agua.
Aletón	Es el muro lateral a los estribos construido como muro de protección de los rellenos y el encauzamiento del agua.
Carga muerta	Cargas permanentes soportadas por un elemento.
Carga viva	Son las cargas causadas por los pesos de objetos colocados temporalmente o vehículos en movimiento o por fuerzas naturales.
Caudal	Es la cantidad de líquido que pasa por determinado punto en cierto tiempo. Las unidades de medida en el S.I. son m ³ /s.

Cuenca	Territorio cuyas aguas afluyen todas a un mismo río, lago o mar.
Diafragma	Vigas transversales a las vigas longitudinales en la superestructura para rigidizarla ante cargas laterales.
Erosión	Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.
Escorrentía	Agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno.
Estiaje	Nivel más bajo o caudal mínimo que en ciertas épocas del año tienen las aguas de un río.
Estribo	Muros en los extremos de un puente que soportan la superestructura y transmiten su peso al suelo.
Hipoclorito de sodio	Compuesto químico (NaOCl), utilizado como método de cloración para la desinfección del agua.
Impacto	Efecto de una fuerza aplicada bruscamente

Líneas de influencia	Es un diagrama cuyas ordenadas muestran la magnitud y carácter de algún elemento mecánico de una estructura cuando una carga unitaria se mueve a lo largo de ésta.
Material aluvial	Sedimento arrastrado por las lluvias o las corrientes.
Momento negativo	Momento flexionante que produce una flexión con concavidad hacia abajo en un elemento.
Momento positivo	Momento flexionante que produce una flexión con concavidad hacia arriba en un elemento.
Neopreno	Material con propiedades similares a las del caucho, utilizado en apoyos de puentes.
Subestructura	Conjunto de elementos que componen el puente en su parte inferior, entiéndase viga de apoyo, cortina, estribos, aletones y obras de protección.
Superestructura	Conjunto de elementos que componen el puente en su parte superior, entiéndase vigas principales, losa de rodadura, acera, diafragmas, postes y pasamanos.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene: un estudio de factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cooperativa Chaquijyá, y un estudio de factibilidad para el puente vehicular de Hierba Buena, ambos localizados en el municipio de Sololá, departamento de Sololá.

El sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cooperativa Chaquijyá tiene un período de diseño de 20 años y contempla abastecer de agua potable a 669 beneficiarios. Con el puente vehicular de Hierba Buena se pretende beneficiar a 690 personas de forma directa.

En primera instancia se realizó una investigación monográfica de cada caserío para identificar las características de la población y obtener la información necesaria para la elaboración de los estudios de factibilidad.

Para el estudio del sistema de abastecimiento de agua potable, fue necesario un levantamiento topográfico, con el que se recolectó la información necesaria para la elaboración de las plantas y los perfiles del terreno. Seguido, se realizó el diseño hidráulico para la línea de conducción y para los tres ramales abiertos de la línea de distribución, los cuales trabajarán completamente por gravedad.

El estudio incluye el diseño de las siguientes obras de arte, necesarias para el funcionamiento adecuado del sistema; una captación típica, un paso aéreo, un paso de zanjón, un hipoclorador, un tanque de distribución de 30 m³, dos cajas rompe presión y una válvula de limpieza.

Para el estudio de factibilidad del puente vehicular, se hizo un levantamiento topográfico de primer orden, para obtener la altimetría y planimetría del área de influencia. Por aparte fue necesario hacer un estudio hidrológico para estimar el caudal máximo de escorrentía del río y determinar una sección hidráulica adecuada.

El puente vehicular fue diseñado con una sección losa viga para soportar una carga AASHTO de 10,886 kg (HS-15) para tráfico liviano, tendrá una luz efectiva de 8 metros y un ancho de rodadura de 3.5 metros.

El resultado de los estudios de factibilidad es presentado en este informe que incluye la investigación monográfica de los caseríos, la memoria de cálculo de los proyectos, presupuesto, cronograma de ejecución y los planos del proyecto.

OBJETIVOS

General

Diseñar y planificar un sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío “Cooperativa Chaquijyá” y un puente vehicular para el caserío “Hierba Buena” del municipio del Sololá, departamento de Sololá

Específicos

1. Elaborar los planos para la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para consumo humano en el caserío Cooperativa Chaquijyá.
2. Elaborar los planos para la construcción del puente vehicular en el caserío Hierba Buena.
3. Elaborar los presupuestos por componentes y generales para la construcción de los proyectos.
4. Elaborar un análisis financiero del proyecto con el cálculo de la tarifa óptima que asegure la sostenibilidad del sistema de agua potable.

INTRODUCCIÓN

Los proyectos de infraestructura son el resultado de tratar de satisfacer las necesidades de una población. Muchas veces éstos no logran solventar completamente el problema, por no cumplir con los requisitos de seguridad, durabilidad, economía o por repercutir negativamente en el ambiente.

Los resultados negativos o la mala infraestructura se deben en buena parte a las deficiencias en el proceso de planificación o a la ausencia de ella. La planificación es en forma análoga el puente que permite transportarnos del punto “A” al punto “B” esperado. Y solo con ella se puede en primera instancia conceptualizar una obra durable, segura, económica y luego prever inconvenientes que obstaculicen el proceso constructivo o repercutan en la vida útil de la obra.

Para la planificación de una obra de infraestructura, se necesita fundamentalmente el diseño de la misma. En el diseño se hace uso de la información que se obtiene en campo, se analiza con los fundamentos y métodos que brinda la ingeniería civil para confrontarlos luego con los requisitos de normas y códigos de diseño. El diseño es el único proceso que garantiza la calidad y el buen funcionamiento de cada elemento de la obra. Por tanto, su buen desarrollo conduce al resultado esperado.

A continuación se presenta el diseño y planificación de los proyectos “sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cooperativa Chaquijyá y diseño del puente vehicular del caserío Hierba Buena”. Ambos para comunidades del municipio de Sololá, departamento de Sololá. Con estos estudios se pretende solventar la necesidad prioritaria de ambas comunidades y concluir con el trabajo de graduación.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Sololá

1.1.1. Ubicación

El municipio de Sololá está ubicado en las tierras altas de Guatemala. Es la cabecera departamental de Sololá y se encuentra aproximadamente a 140 km. de la ciudad capital. Tiene una extensión territorial de 94 km² y una población de 87,865 habitantes, según el censo realizado por el centro de salud en el año 2006.

Sololá colinda al este con San José Chacayá, Santa Cruz la Laguna y Nahualá, al norte con Chichicastenango y Totonicapán, al sur con el lago de Atitlán y Panajachel y al oeste con Concepción.

Figura 1. Mapa de Sololá



1.1.2. Aspectos Socioeconómicos

1.1.2.1. Características de la población

El municipio de Sololá tiene una población de 87,865 habitantes con una densidad de 935 habitantes por kilómetro cuadrado. El 94.40 % de la población es indígena. El 53% de la población radica en el área rural quienes se dedican en su mayoría a la agricultura, de éstos el 85% produce para autoconsumo o subsistencia.

La producción se orienta principalmente a la satisfacción de la seguridad alimentaria del productor y su familia. Dentro de los sistemas de producción, el maíz, el frijol y el chilacayote son los de mayor difusión. También se encuentran el trigo y algunas hortalizas bajo riego como, tomate, cebolla y chile.

En relación a la educación, la tasa de analfabetismo es del 43.99%, de los cuales 20,874 son mayores de 15 años.

1.1.2.2. Salud

En general, la población es vulnerable a las enfermedades epidémicas causadas por el consumo de agua contaminada, la falta de hábitos higiénicos y una pobre dieta alimenticia compuesta por maíz (tortilla o tamales), arroz, frijol y habas; el consumo de carnes es eventual.

Las causas de mortalidad son: en primer lugar neumonías y bronconeumonías. En segundo lugar enfermedades estomacales diarreicas, parasitismo y desnutrición. Además el alcoholismo, paros cardiacos y otros. Debido a la alimentación inadecuada y la falta de acceso a los servicios de salud, son frecuentes las anemias y las muertes de embarazadas.

La tasa de natalidad es del 24.38%, de los cuales el 22.88% no sobrevive.¹

¹ Fuente: centro de salud de Sololá

1.1.2.3. Vivienda

La mayoría de las viviendas de las comunidades del área de la cuenca alta del departamento de Sololá, tienen características similares; la casa típica es rectangular con uno o dos ambientes y un corredor para el área rural, las viviendas están construidas de materiales poco elaborados; paredes de adobe, techos de lámina y piso de tierra apisonada.

El problema principal de las viviendas es su reducido espacio, ya que predominan las casas con dos ambientes para familias de 6 integrantes en promedio. El hacinamiento en los hogares puede ocasionar promiscuidad, tensión e incesto, lo cual contribuye a debilitar la estructura familiar.

1.1.2.4. Tenencia de la tierra

La mayor parte de la tierra pertenece a pequeños propietarios agrícolas, la tenencia de la tierra en Sololá, está caracterizada por el minifundio, que tiende a atomizarse cada día más, lo cual provoca una fuerte presión sobre la tierra. El área del 86% de las fincas no sobre pasa una manzana (400 a 6987 m²), un 10% del total de fincas tiene un tamaño entre una y dos manzanas.

La tierra es utilizada para la producción de cultivos anuales de subsistencia y hortalizas en las áreas con facilidades de riego. La productividad es baja por el deterioro de los suelos y las condiciones climáticas que no favorecen el ciclo del maíz porque lo tornan largo (entre 6 a 9 meses), por lo que solamente se cosecha una vez al año.

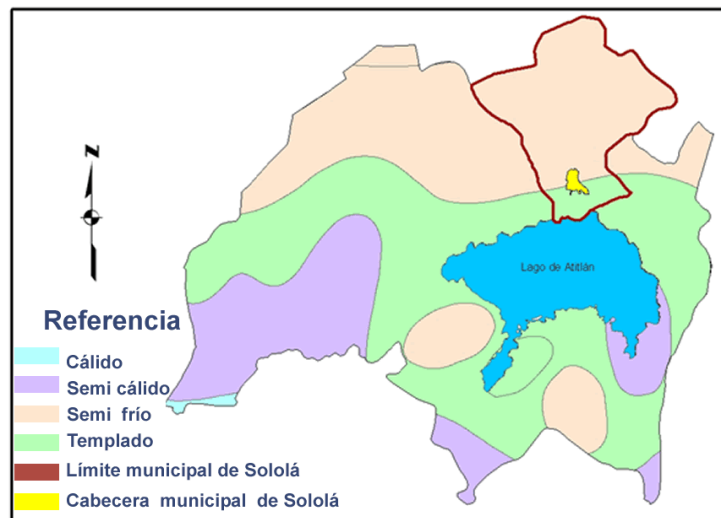
1.1.3. Características fisiográficas

1.1.3.1. Clima

De acuerdo con la ubicación geográfica y por su altitud, el clima que prevalece en Sololá es templado, con temperaturas que varían de 10 a los 22 grados Celsius. El departamento tiene una precipitación anual de 1396 mm de lluvia con vientos de hasta 3.9 km/h, según la estación Santiago Atitlán del INSIVUMEH.

Como en la mayor parte del territorio nacional, en el departamento de Sololá destacan dos estaciones al año. El invierno de mayo a noviembre, con mayor intensidad de lluvia en el mes de septiembre, cuando se alcanzan precipitaciones promedio de 330.2 mm de lluvia al mes. Y el verano de diciembre a abril que se caracteriza por ser una época con muy poca precipitación.

Figura 2. Climas en el departamento de Sololá



1.1.3.2. Suelo

El departamento de Sololá posee tres aéreas fisiográficas distintas: el altiplano central, la zona volcánica, y el declive al pacífico.

El municipio de Sololá se encuentra en la zona de las tierras altas volcánicas. Esta región fue formada por erupciones volcánicas que lanzaron material piroclástico (basalto y riolitas) que cubrieron la tierra preexistente. La región se encuentra soterrada por capas de material pómez cuaternario, que define paisajes diversos como planicies, montañas, lecho fluvial y cono volcánico.

El área del municipio de Sololá ha sido clasificada fisiográficamente a nivel de sub-paisaje de la siguiente manera: leyenda fisiográfica, municipio de Sololá

Tabla I. Leyenda fisiográfica, municipio de Sololá²

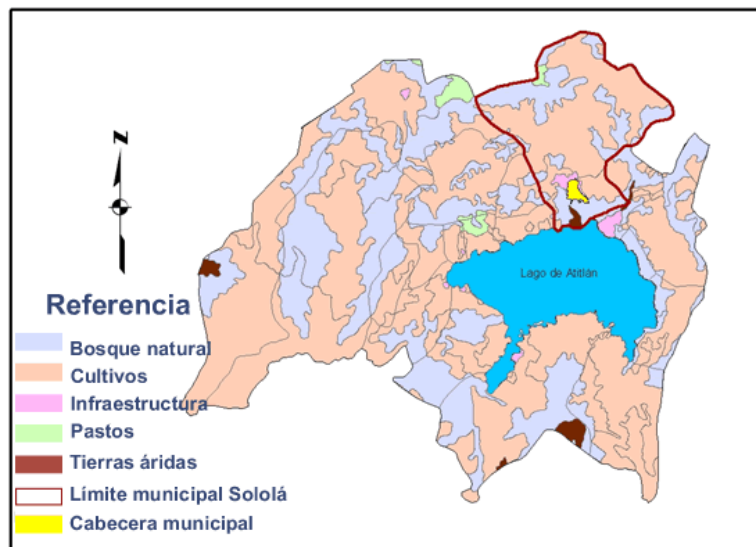
Paisaje	Área (Ha)	%
altiplanicie	2684.99	19.42
Cerro	57.61	0.42
colina	863.94	6.25
delta aluvial	124.71	0.90
escarpe	1225.47	8.86
lecho de río	3.66	0.03
loma de montaña	133.59	0.97
montaña	4640.91	33.56
pendiente fluvial	2449.34	17.71
terrace de denudación	1.22	0.01
Valle	1643.74	11.89
Total Sololá	13829.18	100.00

Aunque el municipio de Sololá se encuentra en la zona montañosa del departamento de Sololá, donde el suelo es de vocación forestal, son escasas las zonas en el área utilizadas para el recurso forestal.

²Consultores Integrados, *Estudio de Factibilidad y diseño final para el ordenamiento del área de la cuenca del lago de Atitlán*, 2003, p 78.

Los habitantes del departamento de Sololá, en su mayoría hacen uso del suelo para la explotación agrícola. La comunidad utiliza este recurso para cultivar maíz, papa, cebolla, frijol, chile entre otros productos.

Figura 3. Uso de la tierra en el departamento de Sololá

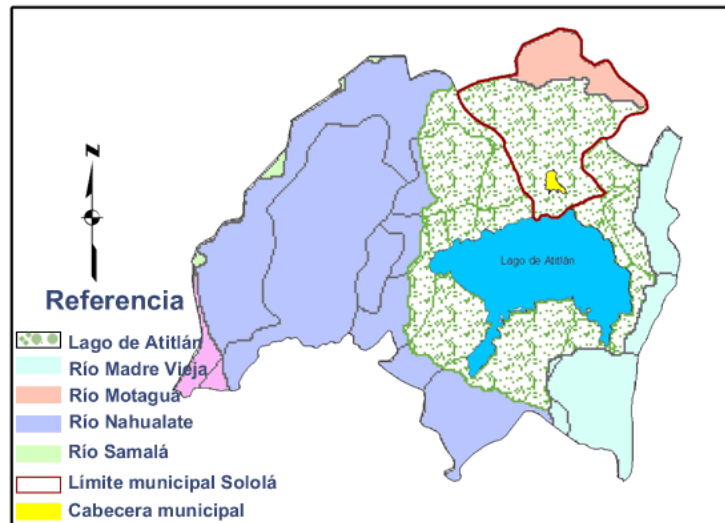


1.1.3.3. Hidrografía

El municipio de Sololá pertenece al área de la cuenca alta del lago de Atitlán. Ésta se distribuye en varias “subcuencas” que son en realidad pequeñas micro cuencas cuyas áreas de captación son muy pequeñas (entre los 5.09 km² y 64 km²), además de acuerdo con la geología, son áreas calificadas como de muy baja recarga hídrica por lo que no se forman ríos de considerable caudal, donde únicamente se forman pequeñas quebradas de cauces intermitentes o efímeros con caudales poco significativos, la mayoría de los cuales se seca al finalizar la época de lluvias.³

³ Consultores Integrados, *Estudio de factibilidad y diseño final para el ordenamiento del área de la cuenca del lago de Atitlán*, 2004, pp. 51-54.

Figura 4. Cuencas en el departamento de Sololá



El lago de Atitlán es el principal cuerpo de agua de Sololá, está formado por una depresión geológica de 900 metros de profundidad que contiene 37,500 millones de metros cúbicos (37.5 km^3) de agua. El espejo de agua del lago tiene una superficie de 130 km^2 y se encuentra a 1562 msnm.

El INSIVUMEH, en su informe hidrológico preliminar del lago de Atitlán comprobó que las variaciones de nivel del lago no dependen de los cambios climáticos, sino de la variación de las características de infiltración que se producen debido al alto grado de fracturamiento de la zona. Un ejemplo claro de esto es el descenso del nivel del lago de -0.82 metros después del terremoto de 1976, cuando de 1972 a 1976 el lago había descendido solo 0.32 metros.

Sololá tiene cauces de ríos permanentes, intermitentes y efímeros. Los de mayor importancia por su tamaño y aprovechamiento son los ríos Novillero, Catarata y Quiscab. Éste último es el más grande del municipio y el que más se aprovecha.

La cuenca que alimenta al río Quiscab tiene una extensión de 153 km^2 , dividida en 10 microcuencas con cauces permanentes, una de ellos es el que pretende salvar el puente vehicular de Hierba Buena. El río Quiscab tiene registros de caudal por parte del INSIVUMEH en la estación el Jaibal, ubicada en la parte final del río.

El caudal medio anual que reportan estos registros es de $1.765 \text{ m}^3/\text{s}$. y varían de $0.678 \text{ m}^3/\text{s}$ en verano a $4.6 \text{ m}^3/\text{s}$ en época lluviosa.

Debido al tamaño y categoría de los demás ríos, no se cuenta con registros hidrológicos de sus caudales.

Figura 5. Red hidrográfica en el departamento de Sololá



1.1.3.4. Flora y fauna

La flora de la comunidad es escasa pero variada. Entre los árboles existentes podemos mencionar el pino, el encino, el pino blanco y el ílamo que cada vez más se reducen porque la comunidad los aprovecha para leña así como para madera de construcción.

En la cuenca del lago de Atitlán existen cultivos a pequeña escala de Té (*camellia*), quina (*cinchona succirubra*), cardamomo (*Elettaria cardamomun*), macadamia (*Macadamia ternifolia*), maíz (*Centili*), papa (*Solanum tuberosum*), zanahoria (*Daucus carota*), cebolla (*Allium ampeloprasum*), aguacate (*Persea americana*), mamey (*Lucuma mammosa*), culantro (*Curiandrum sativum*), brócoli (*Brassica*

oleracea) , coliflor (*Brassica oleracea*), habas (*fabaceae*), frijoles ayote (*Lagenaria vulgaris*) y flores ornamentales. Existen 112 especies de plantas nativas usadas por la población de la cuenca del lago de Atitlán entre ellas el aguacate, el sauco (*Sambucus mexicana*), el macuy, la pitaya (*Piitahaya*) y el bleado (*Amaranta*).⁴

La fauna de la cuenca del lago de Atitlán pertenece a la unidad Biótica de las tierras altas de la Sierra Madre. Los mamíferos son escasos y dispersos en el área y tienden a desaparecer. La cuenca del lago de Atitlán posee 141 especies de mamíferos que constituyen el 70% de las especies reportadas para Guatemala, el 30% de las especies de lagartijas, el 40 % de las serpientes y el 36 % de los anfibios del país.⁵

Dentro de la fauna acuática del lago, el Instituto Nacional Forestal y otras instituciones han reportado que actualmente existen 16 especies de peces, de las cuales cuatro de ellas fueron introducidas al lago y son exóticas para Guatemala. La introducción de estas especies (lobina, tilapia y guapote) han causado la desaparición de especies nativas de peces y en forma parcial la del pato poc.

Existen pocos estudios sobre la diversidad de la fauna en la cuenca de Atitlán, muchos de los estudios están incompletos y son escasos.

⁴ Dix, Fortin & Medinilla, 2003

⁵ Ibidem

1.2. Monografía del Caserío Cooperativa Chaquijyá

1.2.1. Ubicación

El caserío Cooperativa Chaquijyá se localiza al noroeste del municipio de Sololá. Es una de las comunidades que se encuentran a orillas de la carretera CA1.

La comunidad colinda al norte con Pixabaj, al sur con el caserío Central, al este con el caserío Xibalbay y al oeste con la aldea Argueta.

Tiene una altitud de 2319 metros sobre el nivel del mar, una longitud de 91° 11' 07" y una latitud de 14° 48' 09".

El caserío dista aproximadamente 14 kilómetros de la cabecera municipal y 135 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala.

1.2.2. Características de la población

La población es de 1,248 habitantes⁶, La totalidad de la población es de ascendencia Maya Kaqchikel, y la mayoría habla el idioma castellano como segundo idioma. Los habitantes de la comunidad están distribuidos en 178 viviendas de la siguiente manera:

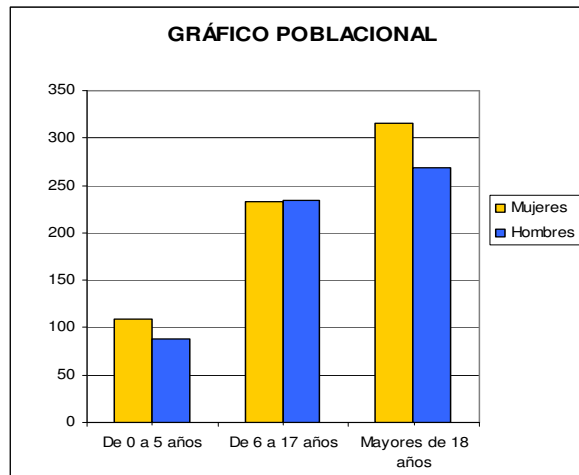
⁶ Estos datos poblacionales fueron tomados del censo realizado por el Plan Municipal de Agua y Saneamiento en el año 2006.

Tabla II. Población Total Aproximada Chaquijyá Central

Edad	Mujeres	Hombres	TOTAL
De 0 a 5 años	109	88	197
De 6 a 17 años	232	234	467
Mayores de 18 años	315	269	584
TOTAL	657	591	1248
Promedio de	7,01	hab/viv	

La pirámide poblacional quedaría de la siguiente manera:

Figura 6. Pirámide poblacional de Chaquijyá



1.2.3. Aspectos socioeconómicos

1.2.3.1. Fuente de ingreso

Normalmente, el hombre de la casa es el responsable de conseguir el dinero para el gasto de la familia y lo hace de muchas maneras, pero principalmente con las actividades de comercio y los jornales; los Jornales son remunerados con Q20.00 con comida, durante 16 días, teniendo un ingreso de Q.320.00 mensuales y de Q.3840.00 anuales. Por comercio ganan Q.50.00 diarios todo el año y ganan Q1,500.00 mensuales y Q. 18,000.00 anuales, de las actividades de artesanía se encargan las mujeres. Generalmente, los pobladores tienen aproximadamente un ingreso mensual de Q 400.00 por todas las actividades que realizan.⁷

1.2.3.2. Vivienda

En la comunidad existen 215 viviendas y fueron construidas en su mayoría con paredes de adobe, techo de teja de barro o lámina galvanizada y piso de tierra. Puede estimarse este tipo de casas en 200 viviendas, las cuales cuentan con una cocina comedor y un promedio de tres ambientes más. También existen casas construidas con paredes de block, repelladas, con techo de lámina y con piso de concreto, de éstas existen aproximadamente 15 viviendas.¹

⁷ Datos obtenidos de los Planes Comunitarios de Desarrollo realizado por la Municipalidad de Sololá y AECl, año 2002

1.2.3.3. Educación

La comunidad cuenta con un edificio escolar de once aulas donde funciona la Escuela Oficial Rural Mixta por Cooperativa Chaquijyá, la cual ofrece la primaria completa, mediante la atención de 11 maestros. Los niños y niñas asisten a la escuela movilizándose a pie y para ello tardan aproximadamente 15 minutos. La mayoría de los jóvenes estudian en el Instituto Mixto de Educación Básica por Cooperativa que esta ubicada en el caserío, atiende los grados de primero hasta tercero básico, algunos viajan hasta la cabecera municipal que se encuentra a 14 kilómetros de la comunidad y para ello se desplazan en pick up o bien con ruleteros.⁸

1.2.3.4. Salud

El Sistema Integrado de Asistencia en Salud SIAS, programa del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, ha instalado un Centro de convergencia en la comunidad que vela por la salud de los habitantes. Se cuenta también con los servicios de un promotor de salud, seis comadronas, dos enfermeros, dos sacerdotes mayas quienes asisten a la gente en casos de enfermedades, la comunidad cuenta con una farmacia a la que acuden por consejo y medicinas, en el caso del promotor de salud la gente acude a él cuando hay enfermedades, la comadrona atiende normalmente a las parturientas, al sacerdote maya lo visitan por enfermedades, dudas y consulta de la vida. La frecuencia con que se visita a estos guardianes de la salud es dependiendo de la presencia de las enfermedades o necesidades en el hogar. En la actualidad la comunidad no cuenta con programas permanentes de asistencia en salud.⁹

⁸ Fuente: Planes Comunitarios de Desarrollo realizado por la Municipalidad de Sololá y AECI, año 2002

⁹ Fuente: diagnostico de Saneamiento, del Proyecto Municipal de Agua y Saneamiento, realizado por la Municipalidad de Sololá y Lagun Artean, año 2006

1.2.4. Servicios públicos.

1.2.4.1. Electricidad

La comunidad no cuenta con alumbrado público, pero sí con energía eléctrica en las viviendas, un número aproximado de 485 casas tienen servicio de energía eléctrica. La energía eléctrica fue un proyecto realizado con el esfuerzo de la comunidad y el gobierno central a través del Instituto Nacional de Electrificación INDE aunque actualmente por la privatización está a cargo de Distribuidora Eléctrica de Occidente Sociedad Anónima DEOCSA.¹⁰

1.2.4.2. Sistema de disposición de excretas

El diagnóstico realizado por el proyecto municipal de agua y saneamiento en el año 2006, evaluó 208 viviendas del caserío y determinó que la cobertura del sistema de disposición de excretas es del 84% y que 34 viviendas no cuentan con letrina u otro sistema de disposición de excretas, el resto (174 viviendas) cuentan con algún tipo de Sistema.

De las letrinas existentes un 88% son de hoyo seco, un 1% abonera y un 11% con inodoro lavable. Existen 137 letrinas inadecuadas bajo los siguientes criterios: taza en mal estado 34%, plancha en mal estado 36%, sin paredes o construidas de forma inadecuada con materiales de caña, lamina o madera 88%, y son muy pocas las letrinas que cuentan con una tapadera adecuada para la taza (la suma de estos porcentajes es mayor al 100%, ya que en bastantes casos las letrinas presentaban más de una deficiencia según los criterios citados anteriormente). Es por todo esto que un 79 % de las letrinas existentes de la comunidad no cumplen con los requisitos que aseguren condiciones mínimas de salud.¹¹

¹⁰ Fuente: Planes Comunitarios de Desarrollo realizado por la Municipalidad de Sololá y AECI, año 2002.

¹¹ Ibídem.

1.2.4.3. Sistema de disposición de aguas grises

La cobertura del sistema de disposición de aguas grises en la comunidad es del 10%, según el diagnóstico realizado por el proyecto municipal de agua y saneamiento.

Actualmente de las 208 viviendas diagnosticadas, solamente 20 viviendas cuentan con pozo sumidero y 188 viviendas no cuentan con pozo sumidero.

Además, la cobertura del sistema de disposición de pilas domiciliarias es del 76%. Actualmente de las 208 viviendas diagnosticadas, 158 viviendas cuentan con pila domiciliar y 50 viviendas carecen de ella.

1.2.4.4. Sistema de cocción de alimentos

La cobertura del sistema de cocción de alimentos es del 81%. Actualmente de las 208 viviendas que se diagnosticó el proyecto municipal de agua y saneamiento, 40 viviendas carecen de estufas adecuadas (se cocina en el suelo) y 168 viviendas disponen de estufa de leña

Además, un 22% de la población no posee un sistema adecuado de cocción de alimentos correcto en sus viviendas (estufas) que cumplan las condiciones mínimas de seguridad e higiene

1.3. Monografía caserío Hierba Buena

1.3.1. Localización

La ciudad de Sololá es la cabecera departamental del departamento de Sololá y, se encuentra localizada a 140 kilómetros de la ciudad capital. Se encuentra políticamente distribuida en dos zonas y cuatro barrios los cuales son: zona 1, zona 2, barrio San Antonio, barrio El Calvario, barrio El Carmen, barrio San Bartolo.

El caserío Hierba Buena pertenece al barrio San Antonio el cual está localizado al occidente del casco urbano de Sololá. Hierba Buena se encuentra tan solo a un kilómetro y medio del casco urbano y tiene una altitud de 2113.5 metros sobre el nivel del mar. Colinda al norte con panca, al este con barrio san Antonio Sololá, al oeste con chaxic y al sur con Chauikaskap.

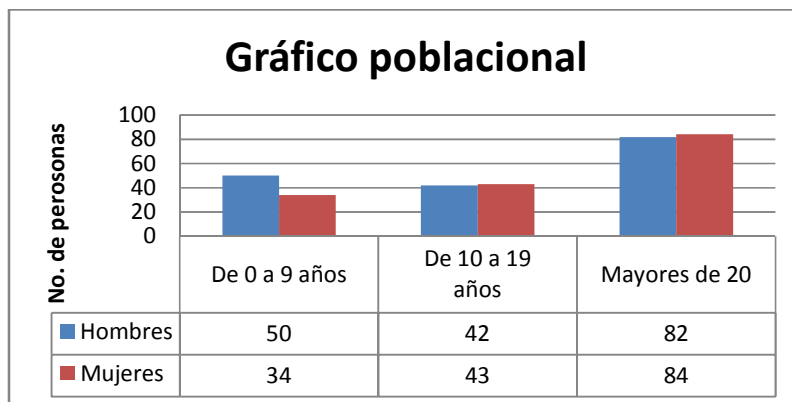
1.3.2. Características de la población

La población del caserío Hierba Buena es de 335 habitantes de origen maya kaqchikel. Son pocas las personas que hablan castellano como segunda lengua.

Este dato poblacional fue obtenido tras la realización de visitas domiciliarias dentro del diagnóstico de saneamiento del Plan Municipal de Agua y Saneamiento. En las viviendas donde no se pudo realizar el diagnóstico, se estimó una cantidad de habitantes por vivienda igual al promedio de hab/viv de las viviendas diagnosticadas.

La tasa de crecimiento poblacional es de 3.76 para Sololá según el censo del INE en el año 2002.

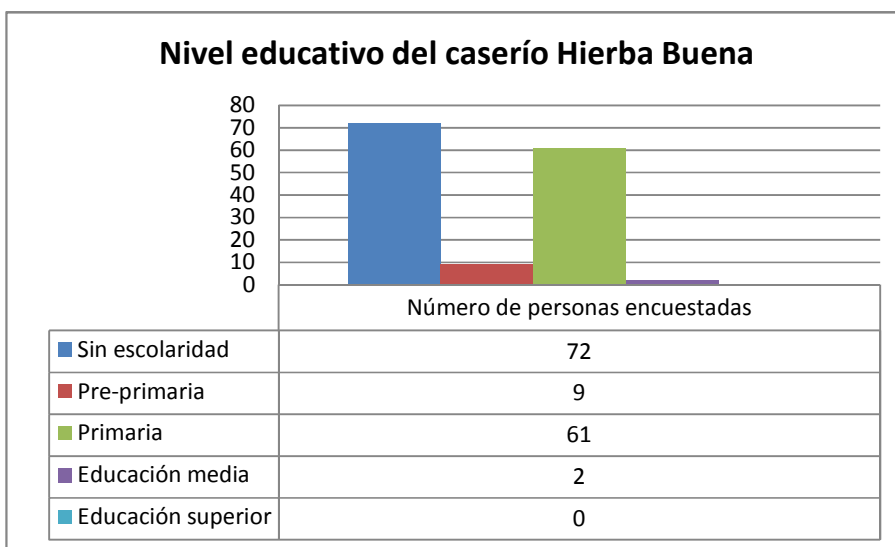
Figura 7. Gráfico poblacional de Hierba Buena.



1.3.3. Educación

Las personas adultas de la comunidad en su mayoría no saben leer ni escribir. El analfabetismo se manifiesta mayormente entre las mujeres. Los siguientes datos estadísticos fueron proporcionados por la mancomunidad de t'zolojya.

Figura 8. Nivel educativo de Hierba Buena.



1.3.4. Instituciones que apoyan a la comunidad

Diversas instituciones de desarrollo tanto gubernamentales como no gubernamentales han colaborado con la comunidad, las más importantes se enumeran a continuación:

- Fondo de inversión social
- Fondo nacional para la paz
- Care
- Municipalidad
- Cuerpo de paz
- INFOM - UNEPAR
- Consejo de desarrollo
- Proyecto Ala
- INDE.

Las instituciones mencionadas en el cuadro anterior, han logrado desarrollar sus acciones en la comunidad en coordinación con los distintos comités existentes. En opinión de los habitantes, la mayoría de instituciones contribuyen a que las organizaciones comunales logren sus objetivos y metas aunque no todos son beneficiados con los proyectos que realizan.

1.3.5. Infraestructura en la comunidad

En el barrio San Antonio existen 620 viviendas, el 100% de ellas están hechas de adobe con techo de lámina y piso de tierra, la mayoría cuenta con cocina que también es usada como comedor donde para la cocción se utiliza como combustible la leña.

En materia de educación la comunidad de Hierba Buena no cuenta con una escuela, las personas que cuentan con los medios debe trasladarse a la ciudad de Sololá para poder asistir a algún centro de estudios.

El 90% de familias del caserío cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable entubada domiciliar el resto de la población debe abastecerse de manantiales cercanos a la comunidad.

La comunidad cuenta con alumbrado público pero no cubre a todas las familias, por lo que no están satisfechos con el servicio, un 90% de la comunidad cuenta con este servicio.

La comunidad no cuenta con un adecuado sistema sanitario, según los vecinos de la comunidad, un 80% de las viviendas cuentan con letrinas de tipo tradicional (pozo ciego) con plancha y taza de cemento. Los vecinos que no tienen un sistema adecuado para la disposición de excretas deben hacer sus necesidades fisiológicas al aire libre entre las milpas o en los barrancos.

La comunidad no cuenta con la infraestructura necesaria para salvar el paso del río Hierba Buena cuando se dirigen hacia sus parcelas en el sector los Tuy, lo cual provoca atrasos en las actividades normales ocasionando un impacto relevante en la economía de los pobladores.

El caserío Hierba Buena cuenta con una vía de acceso de terracería que lo comunica con la ciudad de Sololá. Tiene una longitud de 2 kilómetros aproximadamente y es transitable en la mayor parte del año.

1.3.6. Proyectos priorizados

Los proyectos que los vecinos del caserío Hierba Buena priorizan, no surgen de un análisis específico enfocado en un proceso que les permita mejorar las condiciones de vida en sus diferentes aspectos (educación, salud, vivienda, medio ambiente u otros), sino de las necesidades que los pobladores tienen de mejorar sus condiciones de acceso para mejorar su condición económica. La comunidad del caserío Hierba Buena a través del COCODE del barrio san Antonio prioriza la construcción de un puente vehicular que permita el acceso al sector los Tuy y el adoquinamiento del acceso al caserío.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cooperativa Chaquijyá del municipio de Sololá, departamento de Sololá.

2.1.1. Descripción del Proyecto.

El estudio de factibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cooperativa Chaquijyá, se realizó atendiendo las normas de UNEPAR-INFOM para su diseño y la norma COGUANOR 29001 para la calidad del agua.

El sistema será abastecido por un nacimiento de brote definido, capaz de dotar con 0.77 lt/s en época de estiaje. Éste Brinda agua apta para el consumo humano y solo necesita de desinfección bacteriológica por medio de cloro, como se recomienda en los resultados del análisis físico-químico y el estudio bacteriológico realizados en el laboratorio químico del centro de investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La Fuente es propiedad del caserío y se encuentra localizada en una elevación superior a la de la población. Hecho que reduce el costo por traslado del líquido.

El sistema trabajará por gravedad y tendrá un período de diseño de 21 años. Beneficiará 304 personas y tendrá la capacidad de abastecer a 669 habitantes en el futuro.

El sistema es predial, lo que significa que cada familia tendrá derecho a tener un solo grifo en su hogar, con una dotación que contempla 70 litros por habitante cada día.

La distribución del agua en la comunidad será por medio de tres ramales abiertos, los que abastecerán al total de las familias contempladas en el estudio, las redes quedarán de la siguiente manera.

El primer ramal abastecerá 29 casas. El ramal empieza en el tanque de distribución E-8 y termina en la estación E-24.

El segundo ramal abastecerá a 12 casas, empieza en el tanque de distribución E-8 y finaliza en la radiación V-8.

El tercer ramal abastecerá a 34 casas, este empieza en la estación E-8, donde se ubicará el tanque de distribución, y termina en la radiación V 74

El estudio incluye la elaboración de una investigación monográfica, planos, presupuesto, cronograma de ejecución y un manual de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.1.2. Diseño hidráulico del sistema

El diseño hidráulico para el abastecimiento de agua potable está fundamentado en conceptos teóricos de hidráulica y regulado por las normas de UNEPAR-INFOM.

Los cálculos realizados se limitan al cálculo de pérdidas en las tuberías y en accesorios, velocidades del fluido en la tubería y presiones hidrostáticas e hidrodinámicas.

Para el cálculo de pérdidas en la tubería se utilizó la fórmula Hazzen-Williams, con una constante de tubería $c = 140$, para tubería de PVC nueva, clase 125 Y 160.

Para el cálculo de la velocidad del agua dentro de la tubería se basó en la ecuación de continuidad y para el cálculo de las presiones se usó el principio de Bernulli.

El diseño hidráulico fue realizado a través de una hoja electrónica para automatizar los cálculos repetitivos y facilitar el proceso.

2.1.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó con el fin de obtener con mayor precisión y rapidez, los niveles y distancias de las casas y los principales elementos del sistema, además de las obras de infraestructura existentes en la comunidad para una mejor referencia de la ubicación y localización del proyecto.

Para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito digital, con una precisión de diez segundos, estadal, cinta métrica, brújula, estacas y trompos.

2.1.4. Aforo de la fuente

Los nacimientos ubicados en las estaciones C1 y C2 pertenecen al caserío Cooperativa Chaquijyá, tienen una elevación de 1002 m. según la referencia empleada en el levantamiento topográfico y se encuentran 112 m. arriba del punto más bajo del sistema. Los nacimientos están uno a la par del otro, separados aproximadamente 1.3 m. actualmente uno de ellos se utiliza para abastecer el sistema de agua potable actual y el otro abastece el sistema de mini riego.

El comité del caserío Chaquijyá dispuso para abastecer el nuevo sistema de agua potable, unir los caudales que proporcionan los dos nacimientos de brote definido (C1 y C2). Lo anterior se dispuso con la intención de brindarle la capacidad al sistema para abastecer a la comunidad durante un período de 20 años.

El día 21 de mayo de 2007, se aforó el nacimiento de brote definido que abastecerá al sistema de agua potable. El aforo fue de tipo volumétrico, y se llevó a cabo cinco veces para obtener una aproximación más exacta.

El volumen de agua producido por la fuente ese día fue de 0.77 litros por segundo. En la tabla 3 se muestra los datos obtenidos del aforo,

Tabla III. Aforo volumétrico de captación de brote definido

Fecha de aforo : 5 de mayo de 2007							
Volumen : 18.92 lt							
Tiempo (s)	t1	t2	t3	t4	t5	Promedio	Caudal
Captación 1	61	60	58	59	60	59.6	0.32 l/s
Captación 2	40	44	38	42	39	40.6	0.47 l/s
						Captación total =	0.78 l/s

2.1.5. Cálculo de parámetros evaluados en el sistema

2.1.5.1. Calidad del agua

La calidad del agua se determinó a través de un análisis físico-químico y un estudio bacteriológico realizados en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Las muestras de agua fueron tomadas directamente de la fuente, y transportadas en condiciones de refrigeración al laboratorio ese mismo día.

Los análisis dictaminaron que el agua es agua sanitariamente segura para el consumo humano y recomendaron como medida de seguridad, un tratamiento bacteriológico a base de cloro. Los análisis están basados en la norma COGUANOR 29001 y los resultados pueden observarse en el anexo.

2.1.5.2. Capacidad de atender la demanda futura

La fuente será capaz de atender a una población máxima de 669 habitantes, si el nacimiento produce como mínimo un caudal mayor o igual al caudal de estiaje determinado por el aforo en este estudio. Las probabilidades de mantener este caudal se incrementarán, mientras se cuiden las fuentes de agua, preservando las reservas forestales que recargan los mantos freáticos vinculados al nacimiento.

Si consideramos la tasa de crecimiento poblacional que proporciona el INE para Sololá del 3.76 %, una dotación de 70 l/hab.día y la capacidad de las fuentes de agua que abastecen al sistema (0.77 litros por segundo en época de estiaje). Se puede verificar la capacidad de las fuentes para abastecer al sistema durante el periodo de diseño.

La capacidad de las fuentes para atender la demanda futura se muestra en la tabla IV.

Tabla IV.- Capacidad de la fuente para abastecer la demanda futura

año	Población hab.	Caudal fuente (l/s)	Caudal requerido (l/s)	Balance de caudales (l/s)
2007	308	0.77	0.25	0.52
2008	320	0.77	0.26	0.51
2009	332	0.77	0.27	0.50
2010	344	0.77	0.28	0.49
2011	357	0.77	0.29	0.48
2012	370	0.77	0.30	0.47
2013	384	0.77	0.31	0.46
2014	399	0.77	0.32	0.45
2015	414	0.77	0.34	0.43
2016	429	0.77	0.35	0.42
2017	446	0.77	0.36	0.41
2018	462	0.77	0.37	0.40
2019	480	0.77	0.39	0.38
2020	498	0.77	0.40	0.37
2021	516	0.77	0.42	0.35
2022	536	0.77	0.43	0.34
2023	556	0.77	0.45	0.32
2024	577	0.77	0.47	0.30
2025	599	0.77	0.48	0.29
2026	621	0.77	0.50	0.27
2027	644	0.77	0.52	0.25
2028	669	0.77	0.54	0.23

2.1.6. Cálculo y dibujo topográfico

La información obtenida del estudio topográfico se utilizó para realizar la planta y el perfil del terreno, donde se instalará la línea de conducción y distribución del sistema.

Para el desarrollo de esta etapa, se utilizó una hoja electrónica para los cálculos de longitud, latitud y altitud de cada punto topográfico y el programa Land Desktop 2006®, desarrollado por Autodesk®, para el dibujo de las plantas y los perfiles de la línea de conducción y distribución.

Las escalas utilizadas en todos los perfiles manejan una relación de 1:2, para respetar la normativa de presentación de planos del UNEPAR-INFOM.

2.1.7. Diseño Hidráulico

2.1.7.1. Obra de captación

La captación del agua del nacimiento se realizará a través de una obra de captación típica de brote definido ubicada en la radiación C1. Esta será de concreto ciclópeo, con una losa como sello sanitario que tendrá las dimensiones de 4m de largo por 4 m de fondo. La captación deberá estar circulada apropiadamente evitando que animales que transiten cerca de la fuente la contaminen.

2.1.7.2. Línea de Conducción

La línea de conducción transportará por gravedad, el agua recolectada en la captación típica y la conducirá al tanque de distribución. El caudal de diseño para esta línea es el caudal máximo diario, caudal que es definido por las normas de UNEPAR-INFOM, como el caudal diario máximo registrado en un año. Debido a que no se tienen los registros de los caudales diarios que el caserío consume durante un año, UNEPAR-INFOM propone multiplicar el caudal medio por un factor que varía dependiendo del tipo de clima y del tipo de conexión que los beneficiarios tendrán.

Tomando en cuenta que la conexión que tendrán los beneficiarios es del tipo predial y que el clima en la comunidad es templado, se manejó un factor de 1.2, siendo el caudal de diseño igual a 0.65 lt/s.

La línea de conducción se proyecta desde la radiación C1 hasta la estación E-8, donde se prevé construir el tanque de distribución. La línea de conducción tiene una longitud de 165.00 m. y un cambio de nivel de 12 m. , por lo tanto no necesita obras de arte para aliviar la presión. Sin embargo se prevé un paso a zanjón de 5 m de largo.

2.1.7.3. Diámetro de Tubería

El diseño hidráulico de la línea de conducción busca determinar el diámetro de de la sección de tubería necesario para conducir el caudal de diseño desde la obra de captación típica hasta el tanque de distribución, a una velocidad adecuada.

Para determinar el diámetro de tubería, se hace uso de una expresión derivada de la fórmula de Hazzen-Williams, con una constante C=140 para tubería de PVC. Nueva.

$$D = \left(\frac{1743.811 * L * Q^{1.85}}{C^{1.85} * h_f} \right)^{\frac{1}{4.87}} \quad \text{donde:}$$

- Hf = Pérdida por fricción (m.)
- L = Longitud de la tubería (m.)
- Q = Caudal de diseño (l/s.)
- C = coeficiente de fricción interna
- D = Diámetro interno (in.)

Inicialmente, se asume como pérdida por fricción la diferencia de nivel entre la captación típica y el tanque de distribución, es decir; en un inicio se toma como pérdida por fricción, la pérdida máxima que la línea de conducción puede tener para aún conducir el agua por gravedad. Se evalúa la expresión anterior y se obtiene un diámetro teórico, el cual sirve de referencia para seleccionar un diámetro comercial.

Se debe revisar la pérdida por fricción que existe en la tubería con diámetro comercial, para luego evaluar la velocidad del fluido y la presión dinámica al final de la tubería.

Las velocidades deben estar comprendidas entre 0.6 m/s a 2.0 m/s, según la normativa del UNEPAR-INFOM.

2.1.7.4. Presión dinámica

La presión dinámica al final de la línea de conducción, es la diferencia entre el nivel de la cota piezométrica y la cota del terreno. Ésta debe estar comprendida entre 10 y 40 mca, según las normas de UNEPAR-INFOM.

En la estación E-8, al final de la línea de conducción se tiene una presión estática de 11.93 mca.

2.1.7.5. Diseño del tanque de distribución de 32 m³

Para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, se dispone de un tanque de almacenamiento con una capacidad de 32 m³ o un cincuenta por ciento del volumen producido por la fuente en un día.

El tanque será del tipo superficial y tendrá las siguientes dimensiones: 4 metros de ancho por cuatro metros de largo por dos metros de alto. Será construido con muros de concreto ciclópeo y un sello sanitario de concreto armado de 0.10 m de espesor. Su diseño incluye los siguientes componentes:

Cajas de válvula de entrada y de salida:

Estas estructuras servirán para la protección de la válvula de control del caudal de entrada y de salida al depósito principal, se harán de mampostería de piedra, los muros con un espesor de 0.15 m. Y la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC.

Dispositivo de desagüe y rebalse:

Este dispositivo se hará con tubería y accesorios de PVC, tanto el rebalse como el desagüe drenarán por la misma tubería que tendrá sello de agua por medio de un sifón de PVC. El desagüe es el drenaje para la limpieza del tanque de distribución, que se compone de un codo de PVC de 2" con un sifón de PVC para evitar la entrada de animales (roedores e insectos), que irá enterrado y al final será anclado en una base de mampostería de piedra con la respectiva protección al tubo. El rebalse es el drenaje para los excedentes de agua, y será de un tubo PVC de 2" que se adaptará al codo del desagüe sin pegarse, este tubo será movable y anclado al muro por varillas de hierro de 3/8" como abrazaderas con el fin de que el tubo permanezca vertical y no se vaya al fondo del tanque al maniobrarlo.

El diseño del tanque de distribución se presenta en los anexos.

2.1.7.6. Línea de distribución

Para poder atender todas las viviendas del caserío, de manera que todas tengan acceso al agua potable las 24 horas del día, se optó por distribuir el agua en tres redes abiertas. El diseño hidráulico de cada red de distribución es similar, de manera que aquí solo presentaremos el cálculo de la primera red mientras que el resto se presenta en el anexo.

Para el diseño hidráulico de las redes de distribución es necesario tomar en consideración lo siguiente.

- El caudal de diseño es igual al caudal de hora máximo definido por UNEPAR IMFOM
- El caudal que entra es igual al caudal que sale, en cada nodo.
- La presión mínima en los nodos es 10 mca.
- El caudal unitario de vivienda = $Q_{mh}/\text{No. Viviendas}$.
- La presión dinámica debe estar en el rango de 10-40 mca.

Debido al alto grado de pendiente en el terreno, en el sistema se manejan presiones fuera del rango recomendado. En tales situaciones será necesario la implementación de cajas rompe presión para aliviar el exceso de presión en la tubería. Sin embargo dada la ubicación de las viviendas, no es posible ubicar las cajas rompe presión en los lugares en los que correspondería, porque al hacerlo significaría cortar el servicio a algunas viviendas. Por tal efecto se decide transgredir algunas de las normas de diseño para poder abastecer a todos los vecinos y disponer de suficiente presión para abastecer en el futuro a una nueva vivienda localizada a una elevación superior a la de las viviendas actuales.

2.1.7.7. Obras especiales

2.1.7.7.1. Caja rompe presión

Las cajas rompe presión se construirán para aliviar la presión estática en la línea de distribución. Son necesarias en los ramales 1 y 3 y estarán ubicadas en las estaciones E-17 y E-33.

Las cajas rompe presión serán construidas con mampostería de piedra pegada con sabieta y sello sanitario de concreto armado. Tendrán válvulas de globo de 1" y ¾" en la entrada y los accesorios para drenaje y rebalse necesarios.

2.1.7.7.2. Válvula de Limpieza

Las válvulas de limpieza se utilizan para extraer los sedimentos acumulados en los puntos bajos en los sistemas de tubería. Esta válvula será necesaria únicamente en la línea de distribución y estará ubicada en la estación E-13 donde se instalará con su respectiva caja y accesorios.

2.1.7.7.3. Válvulas de control

Se utilizarán válvulas de globo como válvulas de control en la red de distribución, para reducir la presión dinámica en puntos donde la cota piezométrica y la cota del terreno tengan una diferencia mayor a 50 mca. Las válvulas de control se localizaran en los siguientes puntos.

Tabla V Localización de válvulas de control

Válvula de control	localización
$\Phi = 3/4"$	R-14, 1+400, 1+700
$\Phi = 1"$	E-20, 1+200

2.1.7.7.4. Paso aéreo

Es necesaria la construcción de un paso aéreo de 30 metros para salvar una quebrada que interfiere en el trayecto del ramal 3 en la red de distribución. Estará ubicada entre las radiaciones R-10 y R-22.

El paso aéreo será del tipo atirantado donde el peso de la tubería de Hg será soportado por el cable principal el cual tendrá una flecha máxima de 2.5 m. y transmitirá las cargas a las columnas ubicadas en los extremos del puente.

Para soportar las cargas horizontales de la estructura y evitar momentos en la columna, el cable principal será atado en sus extremos a pesos muertos empotrados en el suelo.

2.1.8. Sistema de desinfección del agua

Para seguir las recomendaciones del análisis bacteriológico, se instalará sobre el tanque de distribución un hipoclorador como sistema de desinfección del agua. El hipoclorador consistirá en un tanque de almacenamiento de agua con capacidad de 1 m³, donde se dosificará la siguiente cantidad de hipoclorito de calcio al 65 %.

La solución de cloro debe ser de 0.1% o 1 ppm. La cantidad de cloro que se debe suministrar en un día es entonces el cociente del volumen de agua que ingresa al tanque en un día entre 1000. Aquí se calculará la cantidad de cloro que debe suministrarse cada tres días.

Volumen de agua que ingresa al tanque en un día = 66528 L.

Suministro de cloro por día = 66.53 L.

Suministro de cloro para tres días = 199.6 L.

Cantidad de hipoclorito al 65% en gramos = $\frac{199.6 \text{ lt} * 1 \text{ gm/lt}}{65/100} = 307 \text{ g}$

Para tres días es necesario preparar una solución de cloro de 199.6 L. ≈200 L. La solución debe prepararse con 307g o 11 onzas de hipoclorito de calcio al 65%.

2.1.9. Presupuesto

Captación				
Descripción del región	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Captación	Unidad	1	Q14,236.50	Q14,236.50
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento gris	saco	46.00	Q52.00	Q2,392.00
Arena de río	m3	4.00	Q150.00	Q600.00
Piedrín	m3	5.00	Q190.00	Q950.00
Piedra bola de 2"-4"	m3	2.50	Q140.00	Q350.00
Hierro corrugado 3/8" grado 40	varillas	15.00	Q23.00	Q345.00
Hierro corrugado 1/4" grado 40	varillas	4.50	Q11.00	Q49.50
Adaptador macho 2" PVC	Unidad	3.00	Q10.00	Q30.00
Codo 2" 90 PVC	Unidad	1.00	Q15.00	Q15.00
Pichacha 2" Br	Unidad	1.00	Q110.00	Q110.00
Tubo 2" PVC 125 PSI	tubo	1.00	Q105.00	Q105.00
Válvula compuerta 2" Br	Unidad	1.00	Q260.00	Q260.00
Alambre amarre cal 16	Lb	5.00	Q5.00	Q25.00
Candado para intemperie de 60mm	unidad	2.00	Q40.00	Q80.00
Clavo de 3"	lb	5.00	Q5.00	Q25.00
Alquiler parales de madera 3"*3"*10´	Pt	80.00	Q6.50	Q520.00
Alquiler tabla pino rústica 1"*12"10´	pt	120.00	Q6.50	Q780.00
Total (materiales)				Q6,636.50
Mano de Obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	Jornal	20.00	Q135.00	Q2,700.00
No calificada	Jornal	70.00	Q60.00	Q4,200.00
Total (mano de obra)				Q6,900.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fletes	global	1.00	Q700.00	Q700.00
Total (traslado de material)				Q700.00
TOTAL				Q14,236.50

Nota: Precios de febrero de 2007

Línea de conducción				
Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Línea De Conducción	Global	1	Q8,669.00	Q8,669.00
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubo 2" PVC 125 PSI	Tubo	28.00	Q105.00	Q2,940.00
Codo 45° 2" PVC	Unidad	2.00	Q18.00	Q36.00
arena de rio	m3	8.50	Q150.00	Q1,275.00
cemento solvente	Galón	0.25	Q330.00	Q82.50
Thiner	Galón	1.00	Q50.00	Q50.00
Wipe	Lb	1.00	Q10.50	Q10.50
Total (materiales)				Q4,394.00
Mano de Obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	Jornal	5.00	Q135.00	Q675.00
No calificada	Jornal	50.00	Q60.00	Q3,000.00
Total (mano de obra)				Q3,675.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fletes	Global	1.00	Q600.00	Q600.00
Total (traslado de material)				Q600.00
TOTAL				Q8,669.00

Nota: Precios de febrero de 2007

Hipoclorador				
Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Hipoclorador	Unidad	1	Q5,628.50	Q5,628.50
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento gris	saco	18.50	Q52.00	Q962.00
Arena de río	m3	1.50	Q150.00	Q225.00
Piedrín	m3	2.00	Q185.00	Q370.00
Hierro corrugado 3/8" grado 40	varilla	23.00	Q23.00	Q529.00
Hierro corrugado 1/4" grado 40	varilla	4.00	Q11.00	Q44.00
Adaptador hembra 1/2"	Unidad	4.00	Q3.00	Q12.00
Adaptador macho 1/2"	Unidad	6.00	Q1.50	Q9.00
Codo 1/2" 45 PVC	Unidad	1.00	Q5.00	Q5.00
Codo 1/2" 90 HG	Unidad	3.00	Q5.00	Q15.00
Codo 1/2" 90 PVC	Unidad	3.00	Q2.00	Q6.00
Niple PVC 1/2"*0,15 m	Unidad	2.00	Q6.00	Q12.00
Reductor de 2"a 1/2"PVC	Unidad	1.00	Q11.00	Q11.00
Tapón hembra de 1 1/2"PVC	Unidad	1.00	Q6.50	Q6.50
Tapón hembra de 1/2"PVC	Unidad	1.00	Q2.00	Q2.00
Tee 2" PVC	Unidad	1.00	Q17.00	Q17.00
Tubo 1 1/2" PVC 125 psi	Unidad	1.00	Q68.00	Q68.00
Tubo 1/2" HG T.L.	Unidad	1.00	Q85.00	Q85.00
Tubo 1/2" PVC 315 PSI	Unidad	1.00	Q30.00	Q30.00
Válvula compuerta 1/2" PVC	Unidad	1.00	Q40.00	Q40.00
Válvula compuerta 1/2" Br	Unidad	2.00	Q130.00	Q260.00
Válvula de flote de 1/2" Br	Unidad	1.00	Q240.00	Q240.00
Alambre amarre cal 16	Lb	2.00	Q5.00	Q10.00
Candado para intemperie de 60mm	unidad	1.00	Q40.00	Q40.00
Clavo de 3"	Lb	2.00	Q5.00	Q10.00
Alquiler parales de madera 2"*3"*10´	Pt	20.00	Q6.50	Q130.00
Alquiler tabla pino rústica 1"*12"*10´	pt	40.00	Q6.50	Q260.00
Total (materiales)				Q3,398.50

Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	jornal	6.00	Q135.00	Q810.00
No calificada	jornal	12.00	Q60.00	Q720.00
Total (mano de obra)				Q1,530.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fletes	global	1.00	Q700.00	Q700.00
Total (traslado de material)				Q700.00
TOTAL				Q5,628.50

Nota: Precios de febrero de 2007

Tanque de distribución				
Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Tanque de distribución	Unidad	1	Q43,156.00	Q43,156.00
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento gris	saco	215.00	Q52.00	Q11,180.00
Arena de río	m3	21.50	Q150.00	Q3,225.00
Piedrín	m3	25.00	Q185.00	Q4,625.00
Piedra bola de 2"-4"	m3	14.00	Q140.00	Q1,960.00
Hierro corrugado 3/8" grado 40	varilla	47.00	Q23.00	Q1,081.00
Hierro corrugado 1/4" grado 40	varilla	12.00	Q11.00	Q132.00
Tubo 1" PVC	tubo	1.00	Q47.00	Q47.00
Tubo 3/4" PVC	tubo	1.00	Q38.00	Q38.00
Adaptador macho 3/4"	Unidad	2.00	Q2.50	Q5.00
Adaptador macho 1"	Unidad	4.00	Q5.00	Q20.00
Adaptador macho 2"	Unidad	2.00	Q10.00	Q20.00
codo de 2" de HG	Unidad	2.00	Q15.00	Q30.00
Codo 3" 90 PVC	Unidad	1.00	Q76.00	Q76.00
Codo 3" 90 HG	Unidad	2.00	Q78.00	Q156.00
Tubo 3" PVC 125 psi	Unidad	1.00	Q227.00	Q227.00
Válvula globo 3/4" Br	Unidad	1.00	Q285.00	Q285.00
Válvula globo 1" Br	Unidad	2.00	Q287.00	Q574.00
pichacha de bronce de 1"	Unidad	5.00	Q49.00	Q245.00
Candado para intemperie 60mm	unidad	3.00	Q40.00	Q120.00
Clavo de 3"	Lb	12.00	Q5.00	Q60.00
Niples HG 3" longitud 0.30	Unidad	2.00	Q8.50	Q17.00
Alquiler paralelas de madera 3**3**10´	Pt	120.00	Q6.50	Q780.00
Alquiler tabla pino rústica 1**12**10´	pt	212.00	Q6.50	Q1,378.00
Alambre amarre cal 16	lb	15.00	Q5.00	Q75.00
Total (materiales)				Q26,356.00

Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	jornal	40.00	Q135.00	Q5,400.00
No calificada	jornal	150.00	Q60.00	Q9,000.00
Total (mano de obra)				Q14,400.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fletes	global	2.00	Q1,200.00	Q2,400.00
Total (traslado de material)				Q2,400.00
TOTAL				Q43,156.00

Nota: Precios de febrero de 2007

Línea de distribución				
Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Línea de distribución	global	1	Q42,029.50	Q42,029.50
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Tubo 1" PVC 160 PSI	Tubo	184.00	Q47.00	Q8,648.00
Tubo 3/4" PVC 250 PSI	Tubo	138.00	Q40.00	Q5,520.00
Codo 45° 1" PVC	Unidad	8.00	Q8.00	Q64.00
Codo 45° 3/4" PVC	Unidad	2.00	Q6.50	Q13.00
Codo 90° 1" PVC	Unidad	1.00	Q7.00	Q7.00
Reducidor de 1" a 3/4"	Unidad	1.00	Q4.00	Q4.00
Tapón hembra 1"	Unidad	2.00	Q4.00	Q8.00
Tapón hembra 3/4"	Unidad	1.00	Q3.00	Q3.00
Cemento solvente	galón	2.00	Q330.00	Q660.00
Thiner	galón	1.00	Q50.00	Q50.00
Wipe	lb	5.00	Q10.50	Q52.50
Total (materiales)				Q15,029.50
Mano de Obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	jornal	40.00	Q135.00	Q5,400.00
No calificada	jornal	340.00	Q60.00	Q20,400.00
Total (mano de obra)				Q25,800.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fletes	global	1.00	Q1,200.00	Q1,200.00
Total (traslado de material)				Q1,200.00
TOTAL				Q42,029.50

Caja de válvulas

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Caja de válvulas	Unidad	5	Q1,683.50	Q8,417.50

Materiales

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento	saco	4.00	Q52.00	Q208.00
Arena de río	m3	0.50	Q145.00	Q72.50
Piedrín	m3	0.50	Q185.00	Q92.50
Piedra bola 4"	m3	0.30	Q140.00	Q42.00
Hierro de 3/8"	VAR	4.00	Q23.00	Q92.00
Hierro de 1/4"	VAR	2.00	Q11.00	Q22.00
Alambre de amarre	LBS	1.00	Q5.00	Q5.00
Alquiler tabla 1"x12"	pt	20.00	Q6.50	Q130.00
Alquiler regla 2"x3"	pt	15.00	Q6.50	Q97.50
válvula compuerta ϕ variable	UNIDAD	1.00	Q215.00	Q215.00
Adaptador macho ϕ variable	UNIDAD	2.00	Q10.00	Q20.00
Tee reductora ϕ variable	UNIDAD	1.00	Q12.00	Q12.00
Candados	UNIDAD	1.00	Q40.00	Q40.00
Total (materiales)				Q1,048.50

Mano de Obra

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	jornal	1.00	Q135.00	Q135.00
No calificada	jornal	5.00	Q60.00	Q300.00
Total (mano de obra)				Q435.00

Traslado de materiales

Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fletes	global	1.00	Q200.00	Q200.00
Total (traslado de material)				Q200.00
TOTAL				Q1,683.50

Nota: Precios de febrero de 2007

Caja rompe presión				
Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Caja rompe presión	Unidad	2	Q6,070.00	Q12,140.00
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
CEMENTO	saco	17.00	Q52.00	Q884.00
ARENA DE RIO	M	2.00	Q150.00	Q300.00
PIEDRIN	M	2.50	Q185.00	Q462.50
Piedra bola 4"	M3	1.00	Q140.00	Q140.00
HIERRO DE 3/8"	VAR	13.00	Q23.00	Q299.00
HIERRO DE 1/4"	LBS	4.00	Q11.00	Q44.00
ALAMBRE DE AMARRE	LBS	2.00	Q5.00	Q10.00
ALQUILER TABLA 1"*12"	pt	53.00	Q6.50	Q344.50
ALQUILER REGLA 2"*3"	pt	20.00	Q6.50	Q130.00
VALVULA COMPUERTA DIAM VARIABLE	UNIDAD	2.00	Q215.00	Q430.00
ADAPTADOR MACHO DIAM VARIABLE	UNIDAD	4.00	Q5.00	Q20.00
CODO DE 90 GRADOS DIAM VARIABLE	UNIDAD	6.00	Q6.00	Q36.00
CANDADOS	UNIDAD	3.00	Q40.00	Q120.00
Tubo PVC 2" 160 psi	UNIDAD	1.00	Q105.00	Q105.00
Total (materiales)				Q3,325.00
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	jornal	7.00	Q135.00	Q945.00
No calificada	jornal	20.00	Q60.00	Q1,200.00
Total (mano de obra)				Q2,145.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
fletes	global	1.00	Q600.00	Q600.00
Total (traslado de material)				Q600.00
TOTAL				Q6,070.00

Nota: Precios de febrero de 2007

Paso de zanjón				
Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Paso de zanjón	Unidad	1	Q4,276.50	Q4,276.50
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Cemento	sacos	12.00	Q52.00	Q624.00
Arena	m3	0.50	Q150.00	Q75.00
Piedrín	m3	1.50	Q190.00	Q285.00
acero Ø 1/4	varillas	6.00	Q11.00	Q66.00
acero Ø 3/8	varillas	5.00	Q23.00	Q115.00
Tubería de PVC 2" 125 PSI	tubo	4.00	Q105.00	Q420.00
codo 45 PVC 2"	Unidad	4.00	Q17.00	Q68.00
Alquiler tabla 1"*12"	pt	33.00	Q6.50	Q214.50
Alquiler regla 2"*3"	pt	6.00	Q6.50	Q39.00
Total (materiales)				Q1,906.50
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	jornal	10.00	Q135.00	Q1,350.00
No calificada	jornal	12.00	Q60.00	Q720.00
Total (mano de obra)				Q2,070.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fletes	global	1.00	Q300.00	Q300.00
Total (traslado de material)				Q300.00
TOTAL				Q4,276.50

Nota: Precios de febrero de 2007

Paso aéreo				
Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Paso aéreo	Unidad	1	Q14,261.60	Q14,261.60
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
cimento	sacos	40.00	Q52.00	Q2,080.00
arena	m3	2.50	Q150.00	Q375.00
pedrín	m3	4.50	Q190.00	Q855.00
acero Ø 5/8	ml	6.00	Q63.00	Q378.00
acero Ø 3/8	ml	10.00	Q23.00	Q230.00
acero Ø 1/2	ml	12.00	Q41.50	Q498.00
tubo HG 1"	tubo	7.00	Q175.00	Q1,225.00
tubo PVC 1"	tubo	4.00	Q48.00	Q192.00
codo PVC 45 1"	Unidad	4.00	Q8.00	Q32.00
adaptador hembra 1"	Unidad	2.00	Q4.00	Q8.00
cable galvanizado de acero 5/8"	ml	49.00	Q12.00	Q588.00
cable galvanizado de acero 3/8"	ml	13.00	Q8.00	Q104.00
mordaza de 5/8"	Unidad	10.00	Q6.00	Q60.00
mordaza de 3/8"	Unidad	54.00	Q5.90	Q318.60
guardacabo	Unidad	2.00	Q6.00	Q12.00
niple HG 3" 0.40 M	Unidad	2.00	Q12.00	Q24.00
alquiler de tabla 1"*12"	pt	30.00	Q6.50	Q195.00
alquiler de parales 3"*3"	pt	18.00	Q6.50	Q117.00
permatex	pomo	2.00	Q35.00	Q70.00
Total (materiales)				Q7,361.60
Mano de Obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	jornal	20.00	Q135.00	Q2,700.00
No calificada	jornal	60.00	Q60.00	Q3,600.00
Total (mano de obra)				Q6,300.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
fletes	global	1.00	Q600.00	Q600.00
Total (traslado de material)				Q600.00
TOTAL				Q14,261.60

Nota: Precios de febrero de 2007

Conexiones prediales				
Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Conexiones prediales	global	1	Q100,085.50	Q100,085.50
Materiales				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Tee de 1" PVC	Unidad	53.00	Q6.50	Q344.50
Tee de 3/4" PVC	Unidad	22.00	Q3.50	Q77.00
Reductor de 1" a 1/2" PVC	Unidad	53.00	Q4.00	Q212.00
Reductor de 3/4" a 1/2" PVC	Unidad	22.00	Q2.50	Q55.00
válvula de paso de 1/2" Br.	Unidad	75.00	Q75.00	Q5,625.00
Adaptador macho de 1/2" PVC	Unidad	150.00	Q1.50	Q225.00
Niple HG 1/2" 0.30 m longitud	Unidad	75.00	Q8.50	Q637.50
Niple HG 1/2" 0.10 m longitud	Unidad	75.00	Q6.00	Q450.00
Válvula de compuerta de 1/2" Br.	Unidad	75.00	Q130.00	Q9,750.00
Medidor de agua volumétrico	Unidad	75.00	Q322.00	Q24,150.00
Válvula de cheque	Unidad	75.00	Q101.00	Q7,575.00
Cajas para protección de medidor y válvulas	juego	75.00	Q94.00	Q7,050.00
Tubo 1/2" PVC 315 psi	tubo	360.00	Q30.00	Q10,800.00
arena de rio	M3	2.00	Q150.00	Q300.00
Cemento	saco	37.00	Q52.00	Q1,924.00
cemento solvente	galón	2.00	Q330.00	Q660.00
Thiner	galón	1.00	Q50.00	Q50.00
Wipe	lb	1.00	Q10.50	Q10.50
chorro 1/2"	Unidad	75.00	Q30.00	Q2,250.00
Total (materiales)				Q72,145.50
Mano de obra				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Calificada	jornal	60.00	Q135.00	Q8,100.00
No calificada	jornal	304.00	Q60.00	Q18,240.00
Total (mano de obra)				Q26,340.00
Traslado de materiales				
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Fletes	global	1.00	Q1,600.00	Q1,600.00
Total (traslado de material)				Q1,600.00
TOTAL				Q100,085.50

Nota: Precios de febrero de 2007



Proyecto:

"SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
PARA EL CASERÍO COOPERATIVA CHAQUIJYÁ"

componente	Cantidad	precio	Total
Captación típica	1	Q14,236.50	Q14,236.50
línea de conducción	global	Q8,669.00	Q8,669.00
Tanque de distribución	1	Q43,156.00	Q43,156.00
Hipoclorador	1	Q5,628.50	Q5,628.50
Red de distribución	global	Q42,029.50	Q42,029.50
Cajas rompe presión	2	Q6,070.00	Q12,140.00
Paso aéreo	1	Q14,261.60	Q14,261.60
Paso de zanjón	1	Q4,276.50	Q4,276.50
Cajas de válvulas	5	Q1,683.50	Q8,417.50
Conexión predial	global	Q100,085.50	Q100,085.50
COSTOS DIRECTOS			
Materiales			Q149,120.60
Mano de obra			Q93,480.00
Traslado de materiales			Q10,300.00
Total			Q252,900.60
COSTOS INDIRECTOS			
Gastos de administración		10 %	Q25,290.06
Utilidad		11 %	Q27,819.07
Fianzas		4 %	Q10,116.02
Supervisión		5 %	Q12,645.03
Total			Q75,870.18
			1.3
COSTO TOTAL			Q328,770.78

CRONOGRAMA DE INVERSION Y EJECUCION



PROYECTO:

"SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERÍO CHAQUIJYÁ"

Actividad	1er mes	2do mes	3er mes	4to mes	5to mes	6to mes	Total
Captación	█						Q18,507.45
Línea de conducción	█	█					Q11,269.70
Paso de zanjón		█					Q5,559.45
Tanque de distribución			█	█			Q56,102.80
Línea de distribución			█	█	█		Q54,638.35
Paso aéreo			█	█			Q18,540.08
Caja rompe presión				█			Q15,782.00
Cajas para válvulas					█		Q10,942.75
Conexiones prediales					█	█	Q130,111.15
Hipoclorador.						█	Q7,317.05
TOTAL							Q328,770.78

2.1.10. Operación y mantenimiento

Se recomienda la implementación de las siguientes acciones para aumentar la capacidad en administración, operación y mantenimiento con el fin de asegurar la auto sostenibilidad del sistema:

- Comprar herramientas y equipo para el comité.
- Capacitar al comité de agua.
- Realizar acciones preventivas mediante un cronograma de actividades de mantenimiento.
- Comprar materiales para stock y habilitar una bodega para almacenamiento de los mismos.
- Cobrar una tarifa mensual a cada beneficiario necesaria para que cubra los gastos de administración, operación y mantenimiento del servicio de agua.
- Revisar y actualizar los planos de la red y línea de conducción del sistema en el que se contemplen todas las captaciones, válvulas y cajas del sistema.
- Implementar medidores de agua para todos los beneficiarios del sistema.
- Crear y validar un reglamento para el uso del agua.
- Crear una base de datos de usuarios del sistema de agua en el que también se pueda controlar el consumo y el pago de los mismos.

2.1.11. Propuesta de tarifaria

En la tabla XVIII se muestra la propuesta de la tarifa mínima para la operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable. Se recomienda que el comité sea el responsable de coordinar, administrar y proponer la cuota que a cada beneficiario le corresponda pagar, como también las sanciones correspondientes.

Tabla VI. Tarifa mínima de operación y mantenimiento

Personal		Mantenimiento	
Fontanero/s auxiliar	Q300.00	Materiales stock	Q20.00
Tesorero	Q43.00	Reposición medidores	Q78.83
Secretario	Q50.00		
Total costo mensual	Q393.00		Q98.83
Gastos operación		Administración	
Cloración	Q60.00	Material fungible oficina	Q20.00
Herramientas y equipo	Q10.00	Viáticos	Q20.00
Total costo mensual	Q70.00		Q40.00
Número de conexiones =			76
Tarifa recomendada =			Q7.92

2.2. Puente vehicular del caserío Hierba Buena del barrio San Antonio del municipio de Sololá, Sololá

2.2.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico permite hacer un reconocimiento detallado del terreno para ubicar en la planta y en el perfil los accidentes y detalles con posibilidad de influencia en la obra del puente tales como líneas eléctricas, tuberías de conducción, acueductos, torres metálicas y otros. También es útil para definir aspectos del funcionamiento hidráulico del río (zonas de inundación, exposición de márgenes a la erosión, etc.).

El levantamiento se realizó con teodolito, mediante una poligonal abierta por el método de conservación de azimut. La poligonal se trazó sobre la línea central del camino pasando por ambos márgenes del río. Se radiaron los detalles más significativos del terreno y el cauce del río para una franja de 50 metros de ancho alrededor del eje escogido para el puente.

Se realizó también la nivelación de las secciones transversales a lo largo del eje central del camino para un ancho de 5 metros alrededor del eje, con el objetivo de tener suficiente información para la elaboración de las curvas de nivel del terreno. Para el levantamiento topográfico fue necesario hacer uso del siguiente equipo.

- Teodolito digital marca SOKKIA serie A-I, precisión de ± 20 seg.
- Estadal.
- Cinta métrica de 25.00 m.
- Cinta métrica de 5.00 m.
- Brújula.

De los datos de campo procesados en gabinete, se obtuvo: los planos de localización, las curvas de nivel y el perfil longitudinal del puente; los cuales están incluidos entre los planos del presente trabajo.

En las figuras 9 y 10 se muestran las curvas de nivel del proyecto y el perfil longitudinal del puente.

Figura 9. Curvas de nivel

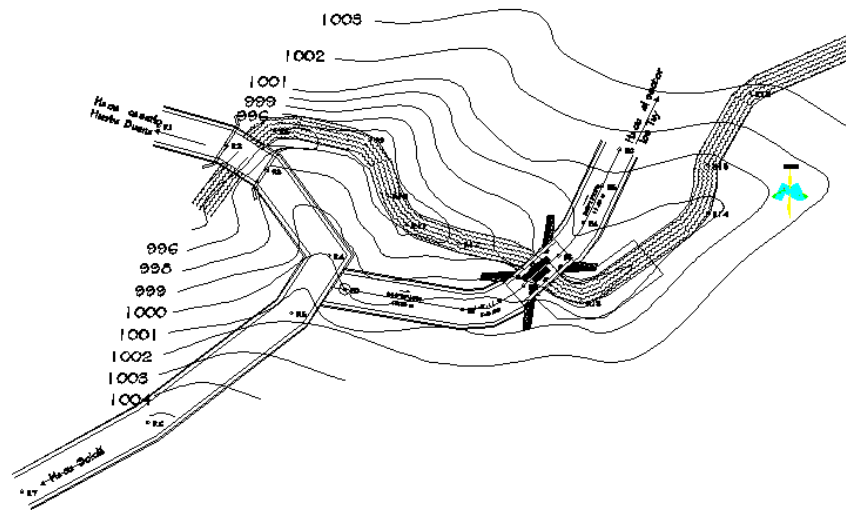
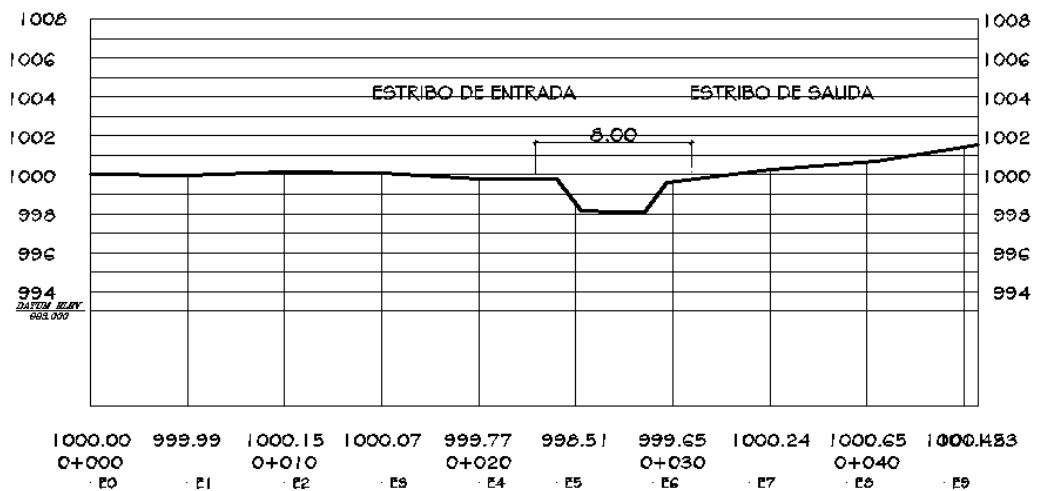


Figura 10. Sección transversal



2.2.2. Evaluación de la calidad del suelo

El suelo es la estructura final que resistirá las cargas vivas y muertas del puente en sus distintas combinaciones. Es notable entonces la importancia que tiene evaluar el tipo de suelo que existe en el lugar y su valor soporte. Por tal motivo, después de determinar la ubicación de la estructura, se procedió con la ayuda de las personas de la comunidad, a cavar dos pozos a cielo abierto en ambos márgenes del río con la intención de explorar los distintos estratos de suelos que existen en el lugar y tomar una muestra inalterada de suelo para evaluarla en el laboratorio de suelos del centro de investigaciones de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La ubicación de los pozos se escogió de manera aleatoria a una distancia de dos metros desde la orilla del río. De ambos pozos pudo detectarse la similitud de los estratos y del material extraído (material aluvial). De ambos pozos se extrajo: un estrato de 30 cm. de suelo orgánico, un estrato de arena limosa hasta una profundidad de 1.70 m, un estrato de suelo limo arenoso color beige hasta una profundidad de 1.80m, y por último, a una profundidad de 3 metros se encontró un estrato de arena pómez limosa con partículas de grava y roca que obstruyeron la operación de excavación dado que no se contaba con el equipo necesario y la acumulación de agua obstaculizaba el proceso (se encontró la napa freática a una profundidad de 1.80m.)

La intención de obtener una muestra inalterada se vio truncada en la exploración de ambos pozos. En primer lugar, porque el suelo en el fondo del pozo estaba completamente saturado dado que estaba a 1.20 m. abajo del nivel freático, el agua que se acumulaba era un inconveniente. Y en segundo lugar la densidad del suelo había aumentado y su extracción era muy costosa con herramientas comunes y mucho más si se intentaba tallar una maqueta con un material como la arena pómez. La toma de una muestra inalterada no era posible con los recursos disponibles.

Por lo tanto, se dispuso tomar una muestra a cada 0.20 m de profundidad para elaborar un informe del perfil estratigráfico del suelo, y una muestra alterada de 25 kg. de suelo a 3 m. de profundidad para la descripción específica del material y los ensayos de granulometría y densidad.

En general se concluyó que determinar el valor soporte del suelo no siempre es posible con los procedimientos hasta ahora normalizados. En situaciones como esta, ninguno de los dos ensayos (triaxial ó Sondeo dinámico) permite con recursos reducidos evaluar la capacidad de carga del suelo.

Los ensayos de laboratorio fueron realizados en el centro de investigaciones de ingeniería de la universidad de san Carlos de Guatemala, los resultados se encuentran en el anexo de este informe.

2.2.3. Cálculo del valor soporte del suelo

Para evaluar la capacidad de carga última de la cimentación se hace uso de la fórmula de Terzaghi para cimentaciones superficiales. De acuerdo con Terzaghi se considera que una cimentación es superficial cuando la profundidad del desplante es menor o igual al ancho de la misma. Terzaghi hizo modificaciones para cimentaciones cuadradas.

$$q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma \quad (\text{Ecu. de Terzaghi, para cimentación cuadrada})$$

Donde :

c = Cohesión del suelo

Γ = Peso específico del suelo

q = γD_f

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga adimensionales, en función de ϕ

Los valores de cohesión y ángulo de fricción interna se obtuvieron del ensayo a compresión triaxial realizado en el laboratorio de suelos del centro de investigaciones de ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El informe del ensayo se puede observar en el anexo.

$$\text{Cohesión} = 9.30 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Ángulo de fricción interna } (\phi) = 36.06^\circ$$

$$\text{Peso específico } (\gamma) = 1.52 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Peso específico saturado } (\gamma_{sat}) = 1.92 \text{ t/m}^2$$

Los factores adimensionales de la ecuación de Terzaghi pueden obtenerse de tablas tabuladas en los libros de texto de mecánica de suelos. Para un ángulo de fricción interna de 36° los valores son:

$$N'_c = 26.77 \quad N'_q = 13.97 \quad N'_\gamma = 9.41$$

La ecuación de Terzaghi para cimientos cuadrados se desarrolló para determinar la capacidad de carga última con la hipótesis de que el nivel freático está localizado muy abajo de la cimentación. Como este no es el caso, se debe modificar la ecuación de capacidad de carga en función de la localización del nivel freático. El nivel freático se encuentra a 1.80 m de la superficie y el estribo tiene un desplante de 1.50 m; por lo tanto se considera este el caso II donde q se reemplaza por γD_f . Y γ en este último término se reemplaza por $\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$.

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_{agua}$$

$$\gamma' = 1.92 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} - 1 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} = 0.92 \frac{\text{t}}{\text{m}^2}$$

$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

$$\bar{\gamma} = 0.92 + \frac{0.3}{3}(1.52 - 0.92) = 0.98 \text{ t/m}^2$$

$$q = \gamma D_f = 0.98 * 1.50 = 1.47 \text{ t/m}^2$$

$$q_u = 0.867 * 9.3 * 26.77 + 1.47 * 13.97 + 0.4 * 0.98 * 3 * 9.41 = 247.45 \text{ t/m}^2$$

Dadas las condiciones en las que se tomó la muestra de suelo, se considera correcto tomar un factor de seguridad bastante conservador.

$$q_d = \frac{q_u}{FS} = \frac{247 \text{ t/m}^2}{6} = 40.2 \text{ t/m}^2$$

2.2.4. Estudio hidrológico

Las condiciones de un puente para un río son determinadas en su mayoría por las características del río, por lo que es necesario un estudio hidrológico para tener conocimiento de los niveles que alcanza el río, las zonas de inundación, el caudal durante las crecidas máximas extraordinarias, crecidas ordinarias y la duración de las mismas.

A falta de una estación de aforo que pueda brindar registros del comportamiento del río durante un período adecuado, dada la poca relevancia del río, para este estudio fue necesario hacer uso de un método indirecto para determinar el caudal de las crecientes del río. El método empleado fue el método racional, el cual según algunos autores no debe ser empleado para cuencas mayores a 25 km².

El método racional se expone a continuación:

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

Donde C es el coeficiente de escorrentía.

C = 0.1 para terrenos montañosos

C = 0.2 zonas descubiertas planas

C = 0.5 zonas residenciales

Q = caudal (m³/s)

I = intensidad de lluvia (mm/hr.)

A = área de la cuenca (Ha)

Área tributaria

El cálculo del área tributaria se realizó con planímetro. La cuenca se delimitó en una hoja del Instituto Geográfico Nacional (I.G.N.), identificada como 1960 II (Sololá), escala 1:50,000. El área de la micro cuenca de Hierba Buena es de:

AT = 2.6 km² = 260 Ha

2.2.4.1. Intensidad de lluvia

Con el diseño hidráulico se busca determinar si el área hidráulica de la sección del río es segura para la evacuación de la escorrentía originada por eventos de lluvias intensas asociadas a una duración y a una frecuencia de ocurrencia. Normalmente para este tipo de aplicaciones se hace uso de las curva de duración-intensidad-frecuencia (DIF).

Para obtener las curvas DIF, se utiliza el siguiente modelo matemático.

$$i_{Tr} = \frac{A}{(B + t_c)^n}$$

Donde:

i_t = intensidad de lluvia (mm/hr)

t_c = tiempo de concentración (minutos)

A,B,n son parámetros de ajuste, determinados por una estación meteorológica.

Los parámetros de ajuste que son utilizados en este estudio son los proporcionados por la estación meteorológica de Santiago Atitlán, la cual es una estación representativa para el municipio de Sololá, con 9 años de registro y 64 tormentas registradas hasta el año 2002. Los parámetros de ajuste para un período de retorno de 10 años son:

$$A = 1190$$

$$B = 5$$

$$n = 0.72$$

El tiempo de concentración del área tributaria puede estimarse mediante fórmulas que se basan en parámetros morfométricos de las cuencas o en base a aspectos hidráulicos de las corrientes. Una de las fórmulas utilizadas en nuestro medio es la fórmula de KIRPICH, que usa el desnivel y longitud del cauce.

$$t_c = \frac{3L^{1.15}}{154H^{0.38}}$$

Donde L es la longitud del cauce desde la cabecera de la cuenca tributaria en metros y H es el desnivel del cauce.

$$t_c = \frac{3 * 2700^{1.15}}{154 * 400^{0.38}} = 18.03 \text{ min}$$

La intensidad de lluvia es:

$$i_{rr} = \frac{1190}{(5 + 18.03)^{0.72}} = 124.36 \frac{mm}{hr}$$

2.2.4.2. Cálculo del caudal máximo

El caudal máximo se calcula mediante el método racional, para una zona montañosa.

$$Q = \frac{CIA}{360} = \frac{0.1 * 124.36 \text{ mm/hr} * 260\text{Ha}}{360} = 8.98 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2.4.3. Sección hidráulica del río.

Para calcular la velocidad del río se utiliza aquí la fórmula del ingeniero irlandés Roberto Manning.

$$V = R^{2/3} \frac{S^{1/2}}{n} \quad \text{Donde:}$$

V= Velocidad media en m/s

R= Radio hidráulico en metros ($A/P_m = 5.25/6.4 = 0.82 \text{ m}$)

n= Coeficiente de rugosidad (0.1)

S= Pendiente de la línea de energía (4.9%)

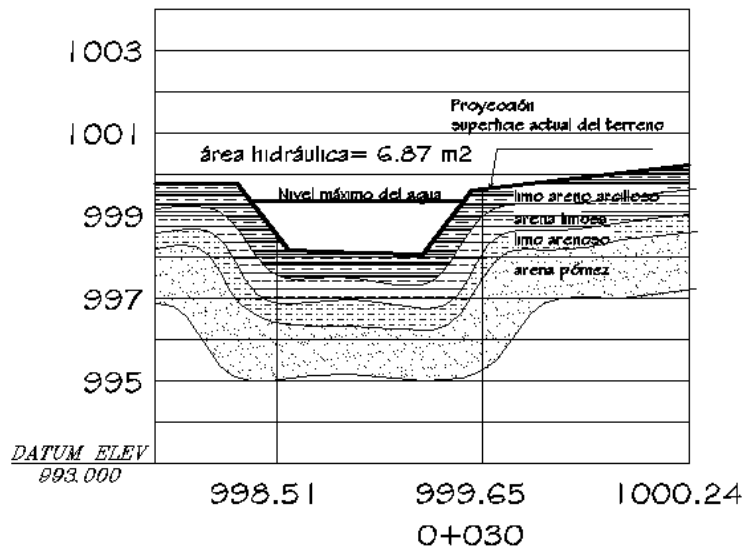
$$V = (0.82)^{2/3} * \frac{4.9^{1/2}}{0.1} = 1.93 \text{ m/s}$$

La velocidad del río durante una crecida máxima extraordinaria es de 1.93 m/s.

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{8.98}{1.93} = 4.65 \text{ m}^2$$

La capacidad hidráulica del área determinada para la construcción del puente Hierba Buena, sobre el riachuelo es superior a la necesaria para el caudal esperado.

Figura 11. Área hidráulica



2.2.5. Descripción general de la alternativa propuesta

Se propone un puente vehicular de sección losa viga para una carga de diseño H15 de 10,886 kg con las siguientes dimensiones: 8.00 m de longitud, 3.05 m de ancho efectivo, andenes laterales para peatones de 0.60 metros con pasamanos para protección.

El diseño de los elementos estructurales esta basado en la teoría de resistencia última bajo las normas y códigos de diseño de A.A.S.H.T.O. y el ACI respectivamente.

Parámetros de diseño:

Luz libre	= 8.00 m
Ancho útil	= 3.05 m
Resistencia del concreto	= $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Resistencia del acero	= $Fy = 4000 \text{ kg/cm}^2$
Peso concreto ciclópeo	= $W_{cc} = 2500 \text{ kg/cm}^3$

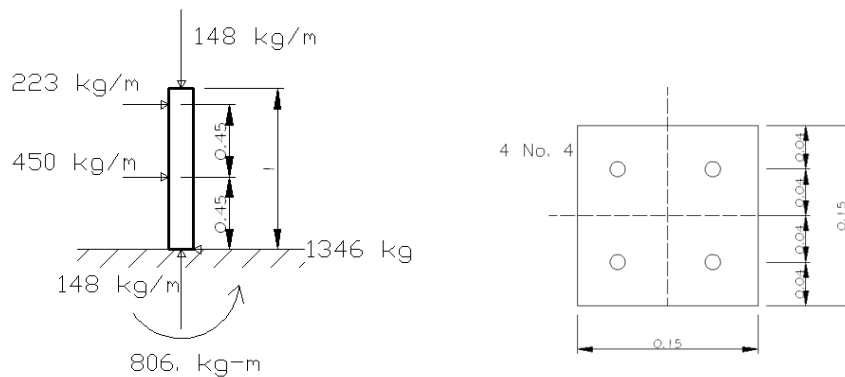
2.2.6.2. Diseño de la baranda

La baranda deberá ser capaz de resistir las cargas de diseño que AASTHO 2.7.1 establece. En el artículo 2.7.1.1 se describen las siguientes consideraciones que deben ser tomadas en cuenta:

- Proteger a los ocupantes de un vehículo de choque
- Proteger a los otros vehículos de choque
- Proteger a los vehículos y peatones sobre la carretera debajo de las estructuras
- Libertad de visión para los vehículos que sobrepasan.

Los materiales para las barandas de tráfico pueden ser de concreto, metal, madera, o una combinación de ellos según el artículo 2.7.1.1.2. Las dimensiones propuestas se presentan a continuación.

Figura 13. Baranda



La baranda se diseña como una viga continua, cuyo momento positivo sea igual a $M = \frac{wL^2}{10}$, para tal efecto se utilizará tubo HG de 2" con las siguientes características:

$$\Phi_{\text{ext}} = 2.375 \text{ in.} \quad C = 1.18 \text{ in} \quad I = 0.65 \text{ in}^4 \quad S = I/C = 0.561 \text{ in}^3 \quad W = 3.65 \text{ lb/ft}$$

Resistencia del tubo.

$$M = S \cdot f \quad \text{donde:}$$

M = momento resistente (lb-in)

S = modulo de sección (in³)

f = esfuerzo de trabajo, 20000 lb/in²

$$M_r = 20000 \text{ lb/in}^2 * 0.561 \text{ in}^3 = 11220 \text{ lb-in} \approx 129.2 \text{ kg-m}$$

$$M = \frac{wL^2}{10} = \frac{223 * 2^2}{10} = 89.2 \text{ kg} - \text{m} \quad M_r > M \text{ si cumple.}$$

2.2.6.3. Diseño de la columna

Las columnas de concreto se colocarán a cada 2 m, Éstas se diseñarán a continuación.

El chequeo de esbeltez

Si una columna cumple con la siguiente condición: $\frac{kL}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$ donde k es un factor que depende de la condición de sujeción, l es la luz libre y r es el radio de giro de la sección de la columna, entonces es una columna corta.

$$\frac{kL}{r} = \frac{2 * 0.9}{0.30 * 0.25} = 24 \leq 34 - 12 \left(\frac{0}{M_2} \right) \text{ Es columna corta.}$$

Integración de carga axial

Es la sumatoria de todas las fuerzas que son aplicadas a la columna. Se incluyen las fuerzas por peso propio y por carga vivía.

Carga muerta o peso propio del elemento.

$$2 \text{ tubos HG } \phi 2'' = 2 * 3.65 \text{ Lb/ft} * 6.56 \text{ ft} = 22 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del poste } W = 0.15\text{m} * 0.15\text{m} * 0.9 * 2400 \text{ kg/m}^3 = 48.6 \text{ kg}$$

$$\text{Suma} = 70.6 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta última} = 85 \text{ kg}$$

Carga viva establecida por AASHTO.

$$C_v = 148 \text{ kg}$$

Carga última: es la carga mayorada necesaria para el diseño.

$$\text{Carga última} = 85 \text{ kg} + 237 \text{ kg} = 322 \text{ kg} \approx 710 \text{ lb}$$

Momento por carga horizontal

$$\text{Carga viva} = 223 \text{ kg/m} * 2 \text{ m} = 446 \text{ kg}$$

$$\text{Carga última} = 2.171 * 446 \text{ kg} = 968 \text{ kg}$$

$$\text{Momento} = 446 \text{ kg} * 0.9 \text{ m} + 446 \text{ kg} * 0.45 \text{ m} = 602 \text{ kg-m}$$

$$\text{Momento último} = 602 \text{ kg-m} * 1.6 = 963 \text{ kg-m}$$

Cortante en la base por fuerza horizontal

$$V = 223 \text{ kg/m} * 2\text{m} + 450 \text{ kg/m} * 2\text{m} = 1346 \text{ kg}$$

$$V_{cu} = 1.6 * 1346 \text{ kg} = 2154 \text{ kg}$$

Propiedades de la columna

Base (sección transversal) $B = 15 \text{ cm} = 5.90 \text{ in}$

Altura (sección transversal) $H = 15 \text{ cm} = 5.90 \text{ in}$

Factor en función del recubrimiento $\Gamma = 0.73$

Esfuerzo de fluencia del acero $F_y = 4000 \text{ kg/cm}^2 = 60000 \text{ lb/in}^2$

Esfuerzo de compresión del concreto $F'_c = 280 \text{ kg/cm}^2 = 4000 \text{ lb/in}^2$

Expresión para utilizar el diagrama de iteración $\frac{P_u}{A_g} = 0.02 \text{ klb/in}^2$

Expresión para utilizar el diagrama de iteración $\frac{M_u}{A_g h} = 0.40$

Área de acero requerida $A_s = 6.75 \text{ cm}^2$

Distribución 4 No 5 = 7.88 cm²

La columna se revisa como viga, ya que la carga axial es muy pequeña.

Base (sección transversal) $b = 15 \text{ cm}$

Peralte (sección transversal) $d = 12 \text{ cm}$

Momento último $M_u = 963 \text{ kg-m}$

Área de acero $A_s = 2.52 \text{ cm}^2$

Cumple con 2 No 4 en la zona de tensión, pero el armado final es de 2 No. 5.

Esfuerzo de corte.

Esfuerzo de corte último $V_u = 2154 \text{ kg}$

Esfuerzo que resiste el concreto $V_c = \phi \sqrt{f'_c} * b * d$

$$V_c = 0.53 \sqrt{280} * 15 * 12 = 1596 \text{ kg}$$

Se calcula el refuerzo de acero necesario para soportar el esfuerzo excedente de corte a través del espaciamiento de estribos, si se usa varilla No. 3 entonces:

$$S = \frac{A_v * f_y * b}{(V_u - V_c)} = \frac{2 * 0.71 * 4000 * 12}{(2154 - 1596)} = 122 \text{ cm} \quad \text{Donde}$$

$A_v =$ Diámetro de la varilla del estribo $b =$ Base de la sección

$V_c =$ corte que resiste el concreto $V_u =$ corte actuante

Se usará estribos No. 3 @ 15 cm.

2.2.6.4. Diseño de la losa

El refuerzo principal de la losa se colocará perpendicular a la dirección del tránsito, según lo dispone el caso A de la A.A.S.H.T.O. Para el cálculo del refuerzo de la losa, es necesario considerar los momentos que producen las cargas actuantes sobre ella. Para tal efecto se debe considerar el momento producido por el voladizo y los momentos positivo y negativo que se generan en la sección de losa entre ambas vigas.

Momento en voladizo por carga muerta.

El momento en voladizo debido a la carga muerta, se calcula multiplicando el peso propio de cada uno de los elementos soportado por el voladizo por su brazo de momento respecto al borde de la viga. Para la integración de cargas se considera en sentido longitudinal 1 m de losa. Los resultados se muestran en la tabla No. XIX

Tabla VII.-Momento en voladizo de la losa (carga muerta)

Elemento	Longitud en m.				Carga (kg)	Distancia (m)	Momento (kg-m)
	espesor	ancho	largo	γ			
acera	0.15	0.60	1.00	2400.00	216.00	0.70	151.20
Guarda rueda	0.20	0.20	1.00	2400.00	96.00	0.38	36.00
Losa	0.18	0.55	1.00	2400.00	237.60	0.18	41.58
Capa de rodadura	0.05	0.35	1.00	1800.00	31.50	0.18	5.51
baranda			1.00	200.00	200.00	0.50	100.00
suma					781.10		334.29

$$M_{cm} = 334.29 \text{ kg} - m$$

Momento en el voladizo por carga viva

Para el cálculo del momento por carga viva en el voladizo se sigue el procedimiento descrito por A.A.S.H.T.O. en la Especificación 3.24.5.1.1: para el caso A, donde se considera que la carga viva H_{15} se aplica a un pie (30.5 cm) del guarda rueda y se tiene que:

E = Ancho de distribución de la carga de rueda M_{cv} = Momento por carga viva

X = Distancia desde el punto de aplicación de la carga a la sección donde se toma el momento. P_{15} = Carga de diseño H15

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

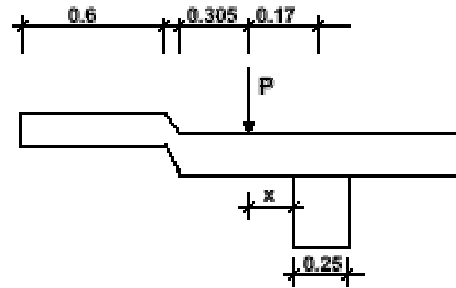
$$E = 0.8x + 1,143$$

$$x = 0.045 \text{ m}$$

$$E = 0.8(0.045) + 1,143 = 1.179 \text{ m}$$

$$P_{15} = 5443 \text{ kg}$$

$$M_{cv} = \frac{5443 * (0.045)}{1.179} = 207.74 \text{ kg} - \text{m}$$



Momento por impacto:

Dentro de las especificaciones de A.A.S.H.T.O., el artículo 3.8.1 indica la necesidad de incrementar los esfuerzos en el grupo A debido a los efectos de vibración e impacto producidos por la carga viva.

En el grupo A se incluye la superestructura, las proporciones de las pilas que sobresalgan del terreno y soportan la superestructura. Para el cálculo del impacto se dispone de la siguiente fórmula:

$$I = 100 \frac{(15.24)}{(L + 38)}$$

Donde L es la longitud de cálculo e I es el impacto en % y no puede ser mayor a 30%. Se utiliza el porcentaje máximo de impacto (30%).

$$M_{(cv+I)} = 207.74 \text{ kg} - \text{m} * 1.30 = 270.1 \text{ kg} - \text{m}$$

Momento entre apoyos por carga muerta

El momento producido por la carga muerta en la sección de losa entre los apoyos es producido por el peso propio de la losa y es determinado a través del método de análisis que ofrece el ACI en el capítulo 8.3.

$$W_{cm} = \frac{l}{2} t * w_c = 0.18m * 0.90 * 2400 \frac{kg}{m^3} = 389 \frac{kg}{m}$$

$$M_{cmu} = \frac{W_{cmu} * L^2}{10} = \frac{389 \frac{kg}{m} * 1.75 m^2}{10} = 119.1 kg - m$$

Momento entre apoyos por carga viva

Las especificaciones 3.24.3 y 3.24.3.1 de A.A.S.H.T.O. indican que: para el caso A (refuerzo principal perpendicular al eje longitudinal) se debe calcular los momentos por carga viva entre los apoyos con la siguiente expresión:

$$M_{cv} = \frac{(L + 0.61) * P_{15}}{9.74}$$

M_{cv}= momento por carga viva ; L es la luz de cálculo

$$M_{cv} = \frac{(1.75 + 0.61) * 5443}{9.74} = 1318.83 kg - m$$

Momento por impacto:

Se utiliza el porcentaje máximo (30%).

$$M_{(cv+I)} = 1318.1 kg - m * 1.30 = 1714.5 kg - m$$

Cálculo del refuerzo.

Se utiliza la teoría de la resistencia última (diseño con cargas mayoradas). Las normas de A.A.S.H.T.O. especifican los factores para incrementar las cargas vivas y muertas en la tabla 3.22.1.

$$M_u = 1.3M_{cm} + 2.171M_{(cv+I)}$$

De la fórmula cuadrática para el momento último podemos despejar el área de acero requerido.

Esfuerzo de fluencia del acero:	$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
Esfuerzo de compresión del concreto	$F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$
Factor de reducción de resistencia	$\phi = 0.90$ (flexión)
Base	$b = 100 \text{ cm}$
Peralte	$d = 14 \text{ cm}$
Momento último	$M_u = 3.8 \text{ T-m}$
Área de acero requerida	$A_s =$ (buscada)

$$M_u = \phi \left[A_s F_y \left(d - \frac{A_s * F_y}{1.7 f'_c * b} \right) \right]$$

Recubrimiento refuerzo inferior 4 cm;


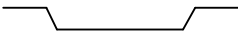
Recubrimiento refuerzo superior 5 cm; $d = 13 \text{ cm}$

Los resultados del cálculo de acero requerido y la distribución de varillas se muestran a continuación:

Tabla VIII.- Acero requerido por flexión

Sección transversal			
M_{cm} (kg-m)	324.29	140	324.29
M_{cv+} (kg-m)	270.1 1714.5	1714.5	1714.5 270.1
M_u (kg-m)	1008 4144	3904	4144 1008
A_s (cm ²)/m	9.49	8.92	9.49

Tabla IX.- Distribución de varillas para soportar flexión

Distribución de varillas		
Nombre	Distribución	Detalle
A	No.5 @ 20 cm	
B	No. 5@ 20 cm	

Armadura de repartición

La armadura de repartición se coloca para suministrar distribución lateral de las cargas vivas concentradas y, se ubica transversalmente a la dirección del refuerzo principal en la cara inferior de todas las losas, Según A.A.S.H.T.O. en la especificaciones 3.24.10.1 y 3.24.10.2.

Caso "A": refuerzo principal perpendicular a la dirección del tránsito.

$$\% = \frac{121}{\sqrt{l}} < 67\%$$

Donde:

L = es la luz libre entre vigas principales.

$$\% = \frac{121}{\sqrt{1.75}} = 91.46\%$$

91.46% > 67% (por lo tanto se usa, el máximo permitido = 67%)

Asr = área de acero por repartición.

$$A_{sr} = 0.67 * 9.49 \text{ cm}^2 = 6.35 \text{ cm}^2$$

Tabla X.- Distribución de varillas de acero por repartición

Distribución de varillas	
Nombre	Distribución
C	No. 4 @ 20 cm

Acero por temperatura.

Según A.A.S.H.T.O..

Especificación 8.20.1: será suministrado refuerzo de temperatura y retracción al fraguado cerca de las superficies expuestas de paredes sin otro refuerzo. El área total de refuerzo suministrado será al menos de $2.54 \text{ cm}^2 / \text{m}$, en cada dirección.

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

Además el ACI en la sección 7.12, solicita un refuerzo de retracción y temperatura no menor a $0.002 * b * t$. Por lo que para cumplir con ambos requisitos se coloca la sección de acero mayor.

$$A_{st} = 0.002 * b * t = 0.002(100\text{cm})(18\text{cm}) = 3.6 \text{ cm}^2$$

Tabla XI.- Distribución de varillas de acero por temperatura

Distribución de varillas	
Nombre	Distribución
D	No. 3@ 20 cm.

Corte y adherencia.

Las losas diseñadas para momentos de flexión a través del método propuesto por A.A.S.H.T.O. en el artículo 3.24.3 son consideradas satisfactorias en cuanto se refiere a los efectos de corte y adherencia, según lo indica el artículo 3.24.3

2.2.6.5. Diseño de viga rigidizante (diafragma)

A.A.S.H.T.O. considera la necesidad de colocar elementos rigidizantes para mantener la geometría de la sección ante cargas horizontales. Por eso, señala la necesidad de ubicar diafragmas internos en los puntos de máximo momento y en los extremos de la viga como lo señala a continuación:

Especificación 8.12.1: “serán colocados diafragmas en los extremos de las vigas T y de las vigas rectangulares, a menos que otros medios sean suministrados, para resistir cargas laterales y mantener la geometría de la sección. Los diafragmas pueden ser omitidos cuando pruebas o análisis estructurales muestren la adecuada resistencia”.

Especificación 8.12.2: “en construcción, un diafragma intermedio es recomendado en el punto de máximo momento positivo para luces mayores de 40 pies (12.19 m)”.

Se considera necesario únicamente diafragmas externos, Dado que el puente tiene una luz menor a 40 pies.

Para el diseño del diafragma se consideran los efectos más desfavorables para momento y para corte. La condición crítica para el momento se da cuando se desplaza transversalmente la carga de camión a la mitad de la luz de la viga riostra y el corte máximo sucede cuando la carga de camión se desplaza a la posición de la reacción del diafragma. Se propone la siguiente sección de viga:

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

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

Momento y corte por carga muerta

Solo se considera el peso propio del diafragma por unidad de longitud

Peso distribuido del diafragma $W = 192 \text{ kg/m}$

$$\text{Momento por carga muerta } M_{cm} = \frac{WL^2}{2} = \frac{192 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1.75^2 \text{m}}{2} = 294 \text{ kg} - \text{m}$$

$$\text{Corte por carga muerta } V = \frac{WL}{2} = \frac{192 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1.75 \text{ m}}{2} = 168 \text{ kg}$$

Momento y corte por carga viva

El momento por carga viva es el momento producido en una viga simplemente apoyada por una carga puntal igual a una rueda de camión H15. El corte es simplemente la reacción del apoyo cuando la carga actúa sobre él.

$$\text{Momento por carga viva } M_{cv} = \frac{P_{15}L}{4} = \frac{5443 \text{kg} * 1.75 \text{m}}{4} = 2382 \text{ k} - \text{m}$$

$$\text{Corte por carga viva } V = P_{15} = 5443 \text{ kg}$$

Momento de impacto

El diafragma es parte de la superestructura y por tanto debe considerarse el efecto del impacto como lo indica el artículo 3.8.1. Aquí se considera el máximo impacto 30%.

$$\text{Momento por carga viva mas impacto } M_{cv+I} = 1905 * 1.3 = 2476.5 \text{ k} - \text{m}$$

$$\text{Corte por carga viva mas impacto } V = 1.3 * 5443 \text{ kg} = 7075.9 \text{ kg}$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * bd = \frac{14.1 * 20 * 36}{2810} = 3.61 \text{ cm}^2$$

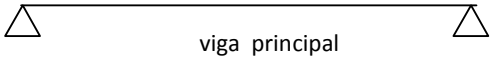
Cuantía de acero balanceada $\rho_b = \frac{0.85 \cdot \phi \cdot f_c}{f_y} * \frac{6090}{f_y + 6090}$

Cuantía de acero máxima $\rho_{max} = 0.5\rho_b$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 210}{2810} * \frac{6090}{2810 + 6090} = 0.00502$$

Área de acero máxima $A_{smax} = \rho_{max}bd = 0.5\rho_bbd = 13.23 \text{ cm}^2$

Tabla XII.- Acero requerido y distribución de varillas para la flexión

Diafragma (flexión)			
			
M_{cm} (kg-m)	294	58.8	294
M_{cv+1} (kg-m)	2382	2382	2382
M_u (kg-m)	5553	5553	5553
A_s (cm ²)/m	6.57	6.57	6.57
Distribución de varillas	2 No.6 +1 No.4	2 No.6 +1 No.4	2 No.6 +1 No.4

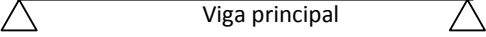
Fuerza cortante última

$$V_u = 1.3(168 \text{ kg/m}) + 2.171(7075 \text{ kg/m}) = 15578 \text{ kg/m}$$

Esfuerzo de corte $v_u = \frac{V_u}{bd} = \frac{15578}{20 \cdot 36} = 21.6 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo nominal $v_n = \frac{v_u}{0.85} = \frac{21.6 \text{ kg/cm}^2}{0.85} = 25.45 \text{ kg/cm}^2$

Tabla XIII.-Esfuerzo de corte nominal

Diafragma (corte)			
	Viga principal		Viga principal
V_{cm} (kg)	34.56	34.56	34.56
M_{cv+1} (kg)	7075.9	7075.9	7075.9
V_u (kg)	15578	15578	15578
v_u (kg/cm ²)	21.6	21.6	21.6
V_n (kg/cm ²)	25.45	25.45	25.45

Cálculo del refuerzo a corte

El diafragma se reforzará a corte a través de estribos, con varilla No. 3.

Esfuerzo de corte que resiste el concreto $v_c = 0.53\sqrt{f'_c}$

$$v_c = 0,53\sqrt{210} = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Espaciamiento de estribos } S = \frac{Av*fy}{(va-vc)*b} = \frac{2*0.71*2810}{(25.45-7.68)*20} = 11.22 \text{ cm}$$

Se usará estribos No. 3 @ 10 cm.

2.2.6.6. Diseño de vigas

Las vigas se diseñan para soportar la flexión que produce el peso propio de la superestructura más la carga de camión H15 y sus efectos de vibración e impacto.

Los guarda-ruedas, barandas y la capa de rodadura se colocarán después de que fragüe la losa con el objetivo de distribuir por igual en cada una de las vigas las cargas que producen los elementos mencionados.

Cálculo de momento y corte por carga muerta

Se integra las cargas gravitacionales que producen los elementos soportados por las vigas, luego se determina la carga distribuida que soporta cada viga y por último se calcula el momento y corte máximos para una viga simplemente apoyada.

Figura 14. Sección losa viga

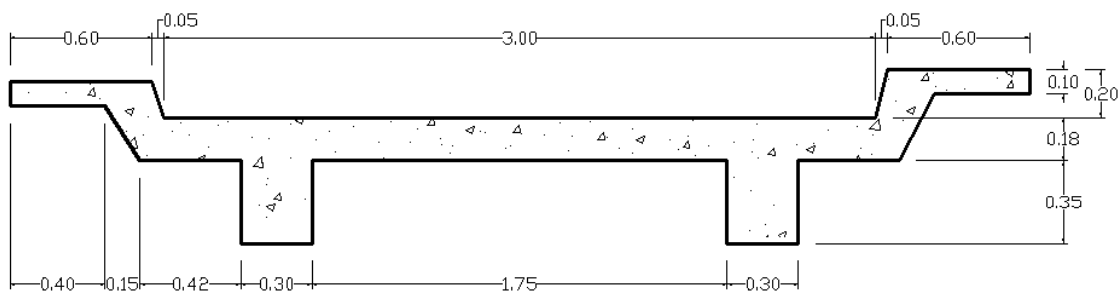


Tabla XIV. Integración de cargas muertas para las vigas

Elemento	(m)			(kg/m ³)	Carga (kg/m)
acera	0.10	0.60	2.00	2400.00	288.00
Guarda rueda	0.15	0.20	2.00	2400.00	144.00
Losa	0.18	3.00	1.00	2400.00	1296.00
Capa de rodadura	0.05	3.00	1.00	1800.00	270.00
Viga	0.30	0.35	2.00	2400.00	504.00
baranda	2.00			100.00	200.00
suma					2702.00

$$\text{Carga por viga} = \frac{2702 \frac{kg}{m}}{2 \text{ vigas}} = 1351 \frac{kg}{m}$$

$$\text{Momento por carga muerta } M_{cm} = \frac{WL^2}{8} = \frac{1351 \frac{kg}{m} * 8^2 m}{8} = 10808 \text{ kg} - m$$

$$\text{Fuerza cortante } V = \frac{WL}{2} = \frac{1351 \frac{kg}{m} * 8 m}{2} = 5404 \text{ kg}$$

Cálculo de momento y corte por carga viva (H15):

Se establece todas las posibles posiciones de carga con la finalidad de visualizar los efectos más desfavorables en la viga y determinar los valores máximos de momento y corte. Para determinar los momentos en los apoyos, en puentes con luces continuas, normalmente se hace uso de los modelos de líneas de influencia, En este caso por ser un puente de una luz simplemente apoyada, basta con

desplazar la carga de camión longitudinalmente a lo largo del puente para determinar con cálculos simples el momento y corte máximo.

Llanta delantera: 1.361 T

Llanta trasera: 5.443 T

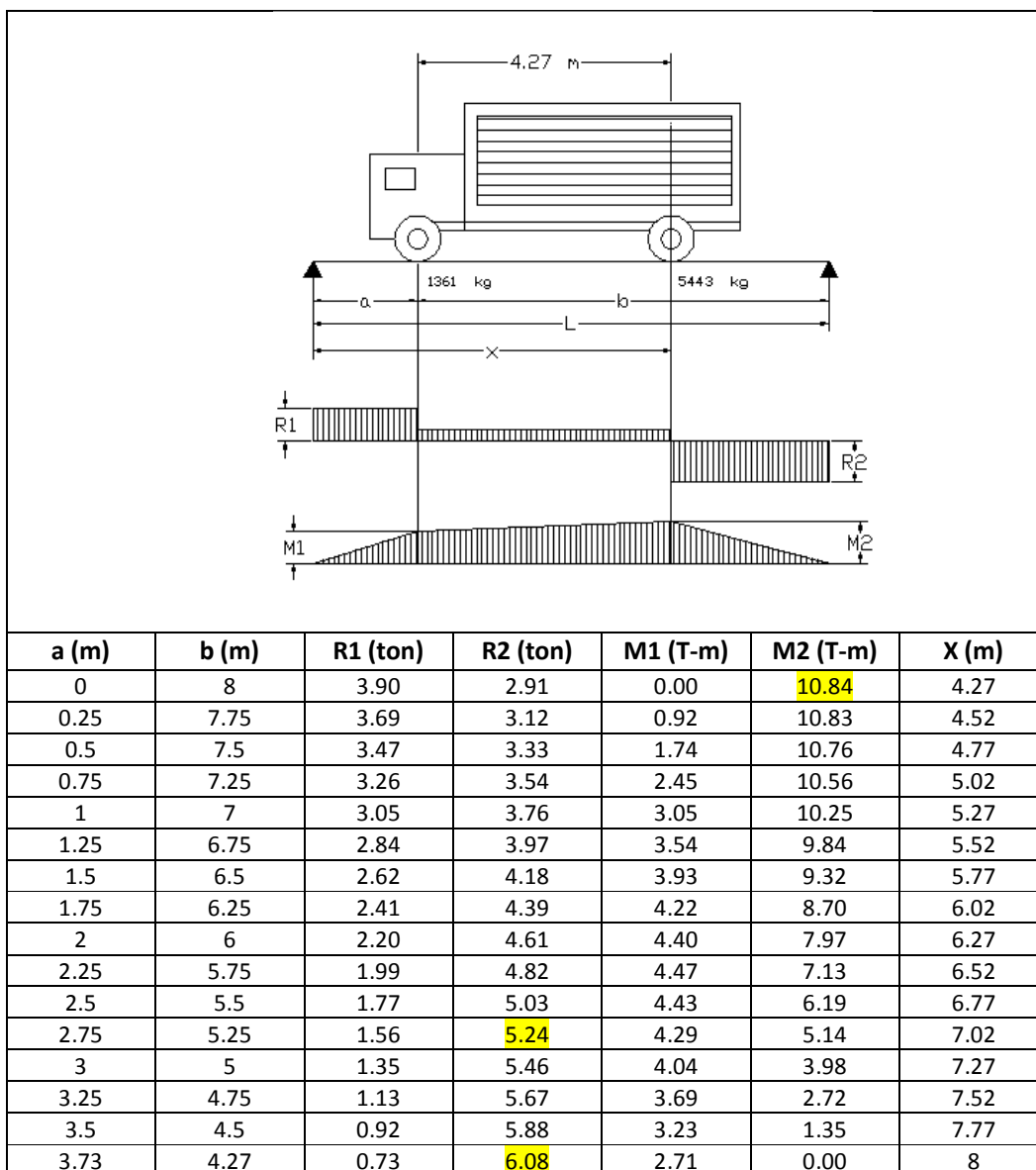
$$R1 = \frac{1.361b + 5.443(b - 4.27)}{8}$$

$$R2 = 1.361kg + 5.443kg - R1$$

$$M1 = a * R1$$

$$M2 = M1 + 4.27(R1 - 1.361)$$

Tabla XV. Cálculo de corte y momento por carga viva



Momento por carga viva máximo (M_{cv}) = 10.84 t-m

Corte máximo $V = 6.08$ t

Factor de rueda

Con el objetivo de definir la distribución de las cargas por rueda sobre las vigas longitudinales, las normas A.A.S.H.T.O. establecen factores de rueda para vigas interiores y exteriores. En la tabla 3.23.1 se muestran las expresiones para calcular el factor de rueda para las vigas interiores en función de la clase de piso y el número de carriles de tránsito.

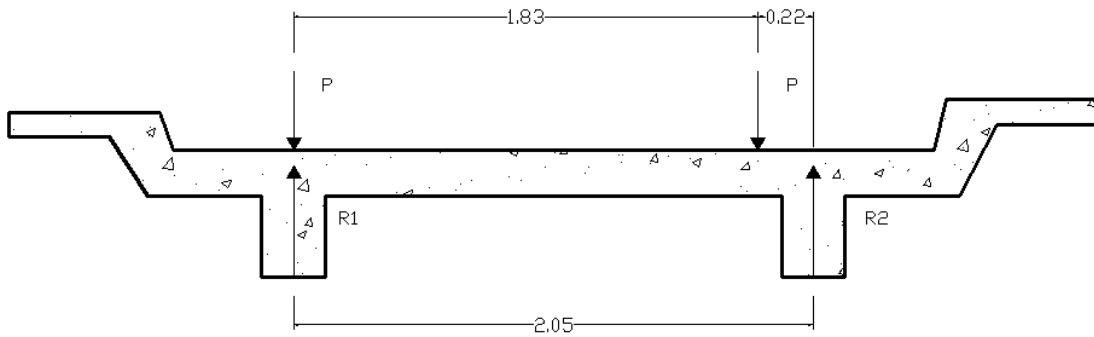
El factor de rueda para vigas exteriores se determina desplazando las cargas del camión transversalmente, para buscar la máxima reacción en la viga. Cuando se calcula la reacción en la viga se considera que la viga actúa como un apoyo simple para la losa.

Cuando se han establecido los factores de rueda para las vigas interiores y las vigas exteriores puede tomarse el factor de rueda mayor para todas las vigas si se cumple que los andenes, las barandas, los guardarueda y la capa de rodadura son instalados después de haber fraguado la losa como lo establece el artículo 3.23.2.3.1.1.

Para puentes de pequeñas dimensiones con tan solo dos vigas longitudinales, el método de cálculo para factores de rueda es sencillo y se demuestra a continuación.

Para encontrar el factor de carga se hace sumatoria de momentos respecto de un apoyo (R2) asumiendo que la losa actúa como una viga simplemente apoyada.

Figura 15. Cálculo de factor de rueda.



$$\sum M_{R2} = 2.05R1 - 2.05P - 0.22P = 0$$

$$R1 = \frac{2.05P - 0.22P}{2.05} = 1.11 P$$

Factor de rueda por sobre carga = 1.11

Momento por carga viva $M_{cv} = 10.84 t - m$

Momento por carga viva + impacto $M_{cv+I_{max}} = 10.84 t - m * 1.3 = 14.09 t - m$

Momento por carga viva + impacto por factor de rueda

$$M_{cv+I_{max}} * fr = 14.09 t - m * 1.11 = 15.63 t - m$$

Momento último

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

$$M_u = 1.3(10.81 t - m + \frac{5}{8} (15.63t - m)) = 47.98 t - m$$

Cálculo del momento de flexión:

Para garantizar que los elementos sometidos a flexión fallen de forma dúctil, se provoca la falla en la sección del elemento que trabaja a tensión, reduciendo el porcentaje de área de acero sometido a tensión. Por eso el ACI recomienda utilizar como máximo el 50% de la cuantía balanceada en zonas sísmicas para elementos sometidos a flexión.

Cuantía mínima de acero $\rho_{min} = \frac{14.1}{f_y} = \frac{14.1}{4000} = 0.0035$

Cuantía balanceada de acero $\rho_b = \frac{0.85 \cdot 0.85 \cdot 280}{4000} \frac{6090}{4000 + 6090} = 0.02289$

Cuantía máxima de acero $\rho_{max} = 0.5\rho_b = 0.0114$

Área de acero mínima $A_{smin} = \rho_{min} * b * d = 5.18 \text{ cm}^2$

Área de acero máxima $A_{smax} = \rho_{max} * b * d = 16.82 \text{ cm}^2$

b= 30 cm	f'c=210 kg/cm ²	}	As = 38.49 cm ²
d=49 cm	fy=4000 kg/cm ²		
d'= 4 cm	Mu=38.46 t-m		

$A_s > A_{smax}$

La viga debe diseñarse como doblemente reforzada. Primero calculamos el momento último que resiste el área de acero máxima.

$M_u = 25866 \text{ kg-m}$

El momento que falta por resistir (M_1)

$M_1 = M_d - M_u$

$M_1 = 38490 \text{ kg-m} - 25866 \text{ kg-m} = 12624 \text{ kg-m}$

El área de acero necesaria para resistir un momento de 12594 kg-m es de:

$$A_{s1} = 7.57 \text{ cm}^2$$

Se incrementará la cantidad de acero a compresión para asegurar la falla por fluencia del acero a tensión, así:

$$A_s = 7.57/0.75 = 10.09 \text{ cm}^2$$

Tabla XVI.- Distribución de varillas por flexión

Área de acero a tensión =	$A_{smax} + A_{s1} = 24.39 \text{ cm}^2$	5 No. 8
Área de acero a compresión =	10.09 cm^2	2 No. 8
Área de acero adicional =	$A_s = 5.29 * H = 5.29 * 0.53 = 2.80 \text{ cm}^2$	2 No. 5

Se verificará si el acero a compresión fluye, calculando las cuantías de acero, empleando las fórmulas del ACI:

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 280}{4000} \frac{6090}{4000 + 6090} = 0.02289$$

$$\rho = \frac{25.3 \text{ cm}^2}{(30 * 49) \text{ cm}^2} = 0.0172$$

“Si la cuantía de acero a tensión ρ en una viga doblemente reforzada es igual o menor que ρ_b , la resistencia de la viga puede calcularse dentro de los límites aceptables, sin tener en cuenta las barras a compresión. La resistencia de una viga así reforzada va a estar controlada por la fluencia a tensión, y en general, la presencia de las barras a compresión va a afectar muy poco el brazo de palanca del momento resistente.”¹²

¹²Arthur Nilson, Diseño de estructuras de concreto reforzado(duodécima edición, 2005) p 89

Diseño de viga principal por corte

Fuerza de corte por carga muerta: $V_{cm} = \frac{WL}{2} = \frac{1351 \frac{kg}{m} * 8 m}{2} = 5404 kg$

Fuerza de corte por carga viva: $V_{cv} = 6.08 t * 1.11 = 6.74 t$

Fuerza de corte última:

$$V_u = 1.3(V_{cm} + \frac{5}{3} V_{cv} * I) = 1.3(5.4t + \frac{5}{3} * 6.74 * 1.3) = 26.04 t$$

Fuerza de corte que resiste el concreto:

$$V_c = 0.85 * 0.53 \sqrt{f'c} * b * d = 9596.69 kg$$

Se refuerza por medio de estribos con varilla No.3. Calculamos el espaciamiento entre estribos:

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_u - V_c} = \frac{2 * 0.71 * 49 * 4000}{26042 - 9596.6} = 16.92 cm. \approx 15 cm$$

Corte a 2 m del apoyo

Fuerza de corte por carga muerta: $V_{cm} = 2702 kg$

Fuerza de corte por carga viva: $V_{cv} = 634.5 kg$

Fuerza de corte por carga viva por Factor de rueda: $V_{cv} = 634.5 kg * 1.11 = 704.3$

Fuerza de corte última:

$$V_u = 1.3(V_{cm} + \frac{5}{3} V_{cv} * I) = 1.3(2702 t + \frac{5}{3} * 704.3 * 1.3) = 5500. kg$$

$V_u < V_c$ entonces $S = d/2$, barra No. 3

$$S = 49/2 = 24.5 cm$$

2.2.7. Diseño de la subestructura

2.2.7.1. Diseño de la cortina

La cortina se diseña como viga empotrada. Se consideran las siguientes fuerzas para su diseño: empuje del suelo, sismo y la fuerza longitudinal.

Empuje del suelo

Se estima una sobrecarga por carga viva de 0.6 m de relleno.

Características del suelo:

Ángulo de fricción interna: $\Phi = 35.54^\circ$

Coeficiente de empuje activo: $K_a = 0.264$

Coeficiente de empuje pasivo: $K_p = 3.776$

Valor soporte del suelo: $V_s = 9 \text{ t/m}^2$

Peso específico del suelo: $\gamma = 1.52 \text{ t/m}^3$

$$p_{resion} = H * L * \gamma K_a$$

Fuerza de empuje: $E = \text{Presión} * H/2$

$$E = 1.77 \frac{t}{m} * \frac{1.3 \text{ m}}{2} = 1.15 \text{ t}$$

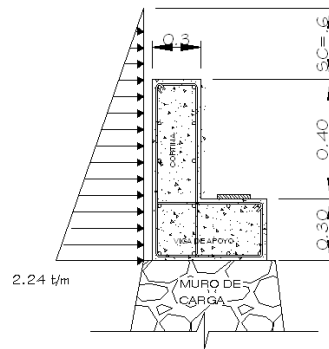
Fuerza por sismo

Peso (cortina+ viga de apoyo) = $(0.3 \text{ m} * 0.7 \text{ m} * 4.3 \text{ m} + 0.3 \text{ m} * 0.5 \text{ m} * 4.3 \text{ m}) * 2.400 \text{ t/m}^3 = 3.71 \text{ t}$

$E_Q = 0.08 * 3.715 \text{ t} = 0.29 \text{ t}$.

Fuerza longitudinal (A.A.S.H.T.O. 3.9.1)

Reacción por carga viva = 6.08 t ; $FL = 0.05 * V_{cv}$; $FL = 0.05 * (6.08) = 0.304 \text{ t}$



Cálculo de momentos

$$M_{FL} = (1.83+H)*FL = (1.3+1.83)*0.304 \text{ t} = 0.951 \text{ t-m}$$

$$M_{EQ} = (H/2)*EQ = 0.35*0.29 \text{ t/m} = 0.101 \text{ t-m}$$

$$M_E = (1/3H)*E = 1/3*(1.3)*1.15 \text{ t} = 0.5 \text{ t-m}$$

Se consideran los grupos de cargas siguientes I,III, VII

Grupo	M_E (t-m)	M_{EQ} (t-m)	M_{FL} (t-m)	Momento (t-m)
I	0.5	---	---	0.5
III	0.5	---	0.951	1.451
VII	0.5	0.101	---	0.601

El momento de diseño corresponde al grupo III, éste es de 1.45 t-m.

El refuerzo se coloca como en un voladizo.

Para calcular el acero necesario usamos la fórmula cuadrática.

$$\rho_{min} = \frac{14.1}{fy} = \frac{14.1}{4000} = 0.0035$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * 0.85 * 280}{4000} \frac{6090}{4000 + 6090} = 0.02289$$

$$\rho_{max} = 0.5\rho_b = 0.0114$$

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d = 9.16 \text{ cm}^2$$

$$A_{smax} = \rho_{max} * b * d = 29.76 \text{ cm}^2$$

b= 100 cm	F'c=210 kg/cm ²	}	$A_s = 1.56 \text{ cm}^2$
d= 26 cm	Fy=4000 kg/cm ²		
d'= 4 cm	Mu=1.45 t-m		

Se usa el área de acero mínimo, por ser mayor al área de acero requerida.

Refuerzo por corte.

$$V_c = 0.85 * 0.53 \sqrt{f'c} * b * d = 16.973 \text{ t}$$

$$V_a = \frac{Wl^2}{2} = \frac{2 \frac{t}{m} * 0.7^2 \text{ m}}{2} = 0.49 \text{ t}$$

$$V_c > V_a$$

Se usa el refuerzo mínimo para corte

Varilla No. 2 con un espaciamiento máximo.

$$S_{\max} = d / 2 = 26 / 2 = 13 \text{ cm}$$

Se dispone usar No.2 10 cm.

2.2.7.2. Diseño de la viga de apoyo

La condición crítica de la viga de apoyo es el aplastamiento, está soportada completamente por el estribo y por lo tanto no trabaja a flexión. Se chequean los esfuerzos por aplastamiento.

Corte por carga muerta

$$V_{cm} = 5.4 \text{ t}$$

Corte por carga viva

Carga uniforme H15-44 714 kg/m

$$V_{cv} = \frac{WL}{2} = \frac{714 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 8 \text{ m}}{2} = 2856 \text{ kg}$$

$$P_u = 1.3(V_{cm} + \frac{5}{3} V_{cv} * I) = 1.3(5.4 \text{ t} + \frac{5}{3} * 2.856 \text{ t} * 1.3) = 15.08 \text{ t}$$

Diseño por corte

$$V_a = 15080 \text{ kg}$$

$$V_c = 0.85 * 0.53 \sqrt{f'_c} * b * d = 0.85 * 0.53 \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2} * 40 \text{ cm} * 25 \text{ cm}^2 \\ = 6528.4 \text{ kg}$$

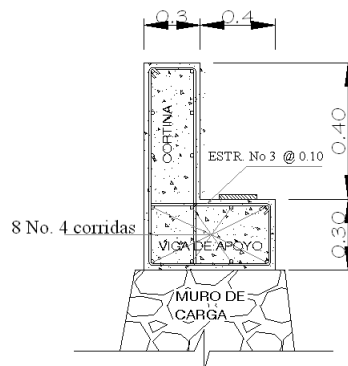
Se refuerza con varillas No. 3

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_a - V_c} = \frac{2 * 0.71 \text{ cm}^2 * 25 \text{ cm} * 2810 \text{ kg/cm}^2}{15080 \text{ kg} - 6528.4 \text{ kg}} = 11.66 \text{ cm.} \approx 10 \text{ cm}$$

Refuerzo longitudinal.

$$A_s \text{ min} = 0.002 * 70 * 30 = 4.2 \text{ cm}^2$$

Figura 16. Detalle de viga de apoyo y cortina



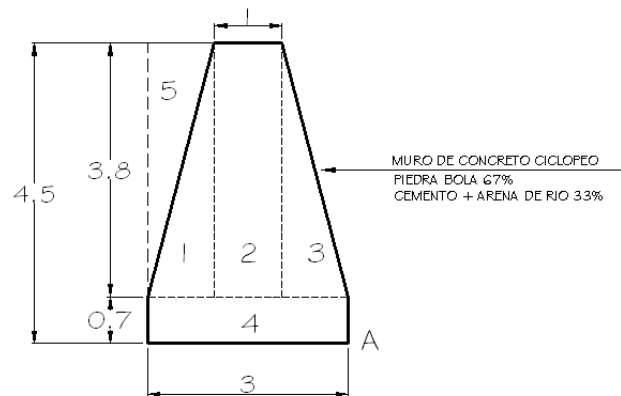
2.2.7.3. Diseño del estribo

Los estribos son los elementos del puente localizados a los extremos que transmiten la carga de la superestructura al terreno de cimentación. Estos elementos deben satisfacer condiciones de estabilidad del conjunto contra el deslizamiento, el volcamiento, y los esfuerzos en el terreno.

Las normas de la AASHTO indican los factores y las combinaciones de carga bajo las cuales debe efectuarse el análisis del estribo. Las diferentes agrupaciones se han denominado grupos de carga y los más exigentes (I, II, III, VII) son analizados aquí.

El análisis se efectuará para un estribo de concreto ciclópeo con las siguientes dimensiones.

Figura 17. Dimensiones del estribo



Los estribos de concreto ciclópeo resisten las cargas horizontales de sismo, empuje de tierra y fuerza longitudinal entre otras, gracias a su peso propio, por eso se le clasifica como muros de gravedad. Se debe calcular la fuerza y el momento resistente respecto del punto "A", integrando las cargas gravitacionales de las figuras que componen la sección transversal del estribo como se muestra en la tabla XXIX.

Tabla XVII. Integración de cargas y momentos resistentes

Peso del estribo y del terreno			
Sección	Peso (t)	Xa (m)	Ma (t-m)
1	14.96	2.33	34.91
2	29.93	1.50	44.89
3	14.96	0.67	9.98
4	16.54	1.50	24.81
Peso	76.39	Ma (+) =	114.58
5	7.18	2.67	19.15
Suelo	7.182	Ma(+)	19.15

De acuerdo a los grupos de carga I, II, III y VII, se deben considerar las cargas por empuje de tierra, peso del estribo, viento en la estructura, viento en la carga viva, frenado y sismo.

Cálculo del empuje de tierra.

Se estima una sobrecarga de 0.6 m de relleno como sobrecarga por carga viva para el cálculo de presiones en el suelo. En la tabla XXX se calcula las fuerzas y momentos debido al empuje del suelo.

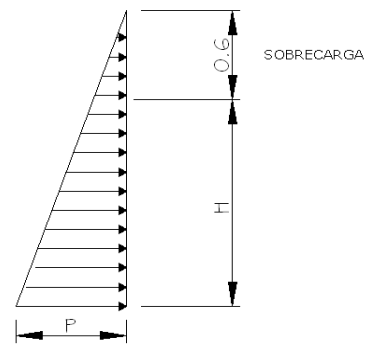
En donde:

H = Altura del triangulo de presiones = 5.1 m
 Ka = coeficiente de empuje activo = 0.264
 L = longitud del estribo = 3.15 m
 γ = peso específico del suelo = 1.52 t/m³

Tabla XVIII.- cálculo del empuje de tierra.

Momento por empuje de tierras		
fuerza uniforme en la base (F)		
$H \cdot \gamma \cdot K_a \cdot L$	5.09	t/m
Empuje de tierra (Ea)		
$E = H \cdot H \cdot \gamma \cdot K_a \cdot L / 2$	12.98	t
Momento respecto a "A"		
$1/3 H \cdot E$	22.06	t-m
Empuje de tierra (Ep)		
$E = H' \cdot H' \cdot \gamma \cdot K_p \cdot L / 2$	16.01	t

Figura 18. Diagrama de presiones



Fuerza por viento

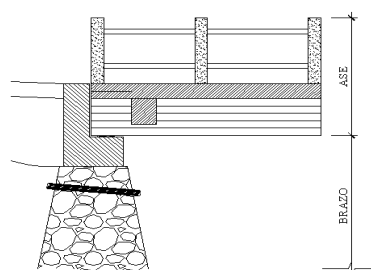
Las fuerzas por viento se norman en la sección 3.15 de la AASHTO. Las fuerzas de viento se aplican uniformemente distribuidas a la infraestructura y a la superestructura dado que los efectos de ésta última también influyen en el estribo.

Primero se calcula las fuerzas de viento para el grupo II. La carga distribuida sobre la superestructura se aplica horizontalmente a 90° con el eje longitudinal de la estructura con una intensidad de 29 kg/m² o 0.03 t/m² como lo indica la especificación 3.15.1.1.1 de AASHTO.

Tabla XIX.- Fuerza de viento en la superestructura, grupo II.

ancho del puente	3.15	m
altura de superestructura (ASE)	1.03	m
ángulo de dirección del viento	15	°
carga de viento en superestructura	0.03	t/m ²
Brazo	4.80	m
Fuerza	0.09	t
Momento respecto a "A"	0.45	kg-m

Figura 19. Brazo de momento (fuerza de viento grupo II)



La carga distribuida sobre la infraestructura se aplica en el área expuesta de ésta y se integra como la suma de las proyecciones verticales de las áreas de todos sus miembros.

Fuerzas aplicadas directamente en la infraestructura

carga de viento	0.125 t/m ²
Área expuesta	1.41 m ²
Fuerza	1.15 t
Momento respecto a "A"	3.00 t-m

Las cargas de viento del grupo III comprenden las cargas del grupo II reducidas en un 70% y una carga de 149.1 kg/m aplicada a 90° del eje longitudinal de la estructura ubicada a 1.83 m (6 pies) arriba del tablero como una carga de viento en una carga viva en movimiento, para las cargas aplicadas sobre la superestructura.

Cálculo de momento por fuerza de viento aplicada directamente sobre la infraestructura.

Brazo =	2.6 m
Fuerza 70% fuerza grupo II =	0.81 t
Momento respecto a "A" =	2.10 t-m

Cálculo de momento por fuerza de viento aplicada directamente sobre la superestructura.

Brazo =	4.80 m
Fuerza 70% fuerza grupo II =	0.07 t
Momento respecto a "A" =	0.32 t-m

Cálculo de momento por fuerza de viento aplicada a una carga móvil en movimiento.

carga de viento en superestructura	0.018 t/m
Brazo =	6 m
Fuerza (carga por ancho de estribo) =	0.06 t
Momento respecto a "A" =	0.36 t-m

Fuerza longitudinal (fuerza de frenado)

En el artículo 3.9 de AASHTO explica que debe considerarse una fuerza longitudinal del 5% de la carga viva en todos los carriles destinados al tránsito en una dirección. La carga viva se considera sin impacto y debe aplicarse a 1.83 m o 6 pies arriba de la losa del piso.

Reacción (carga viva) =	10.64 t
Número de carriles =	1
Brazo =	6.63 m
Carga viva =	8.18 t
Fuerza de frenado =	0.41 t
Momento respecto a "A" =	2.71 t-m

Fuerza por sismo

La fuerza por sismo debe considerarse porque Guatemala es una región vulnerable a estos fenómenos. La sección 3.21 trata acerca de cómo considerar las fuerzas por sismos en los estribos. AASHTO estima una fuerza estática equivalente para las estructuras con elementos de apoyo de rigidez aproximadamente igual. Para el cálculo de la fuerza estática equivalente se utiliza la siguiente expresión:

$$EQ = C * F * w$$

Donde

C = coeficiente de respuesta combinado.

F = factor de pórtico o marco.

W = carga muerta total de la estructura.

Se usará un coeficiente sísmico de 8%, el cual fue estimado por la sección de estudio de puentes de la Dirección general de caminos de Guatemala y un factor de 1 para estructuras donde las columnas individuales resisten las fuerzas horizontales.

Cálculo de momento por sismo en la superestructura.

Carga muerta de superestructura	14 T
Carga viva + impacto =	15 T
Brazo =	4.5 M
EQ =	1.12 T
Momento respecto a "A" =	5.04 t-m

Cálculo de momento por sismo en la infraestructura.

Tabla XX.- Cálculo de momento por sismo.

Sección	EQ (t)	Ya (m)	Ma (t-m)
1	1.20	1.97	2.35
2	2.39	2.60	6.22
3	1.20	1.97	2.35
4	1.32	0.35	0.46
Σ FH =	6.11	Σ Ma (+) =	11.40

La fuerza y el momento por sismo es la suma de las fuerzas y los momentos producidos por el sismo en la infraestructura y superestructura.

EQ =	7.23 t
MA =	16.44 t-m

Se verifica el requisito de seguridad mínimo contra el deslizamiento para los grupos de carga analizados en la tabla 23.

Tabla XXI.- Verificación de la estabilidad contra el deslizamiento.

Fuerzas verticales					Fuerzas horizontales						FS = (f * ΣV+Ep) / ΣH		
Grupo	estribo (t)	tierra (t)	CM (t)	CV+I (t)	empuje de tierra	viento			frenado	sismo	Σ V	Σ H	Factor de seguridad
						súper-estructura	infra-estructura	Carga viva					
I	76.39	7.18	14.00	15.00	12.98	---	---	---	---	---	112.57	12.98	5.57
II	76.39	7.18	14.00	---	12.98	0.09	1.15	---	---	---	97.57	14.22	4.56
III	76.39	7.18	14.00	15.00	12.98	0.07	0.81	0.06	0.41	---	112.57	14.32	5.05
VII	76.39	7.18	14.00	---	12.98	---	---	---	---	7.23	97.57	20.21	3.21

$$FS = (f * \Sigma V + E_p) / \Sigma H$$

donde:

f = coeficiente de fricción del terreno

ΣV = sumatoria de fuerzas verticales

ΣH = sumatoria de fuerzas horizontales

E_p = empuje pasivo

f= 0.5

FS > 1.5 aceptable

Se verifica la seguridad contra el volcamiento para todos los grupos de carga involucrados.

Tabla XXII.-Verificación de seguridad contra el volcamiento.

Momentos de cargas verticales					Momentos de cargas horizontales						FS = $\sum M(+)$ / $\sum M(-)$		
Grupo	estribo (t-m)	tierra (t-m)	CM (t-m)	CV+I (t-m)	empuje de tierra	viento					$\sum M(+)$	$\sum M(-)$	Factor de seguridad
						súper- estructura	infra- estructura	Carga viva	frenado	sismo			
I	114.58	19.15	21.00	22.50	22.06	---	---	---	---	---	177.23	22.06	8.03
II	114.58	19.15	21.00	---	22.06	0.45	3.00	---	---	---	154.73	25.51	6.07
III	114.58	19.15	21.00	22.50	22.06	0.32	2.10	0.36	2.71	---	177.23	27.55	6.43
VII	114.58	19.15	21.00	---	22.06	---	---	---	---	16.44	154.73	38.50	4.02

$$FS = \sum M(+)/\sum M(-) > 2$$

donde:

$\sum M(+)$ = sumatoria de momentos estabilizadores

$\sum M(-)$ = sumatoria de momentos desestabilizadores

Verificación de los esfuerzos en el suelo.

Tabla XXIII.- Planta del estribo

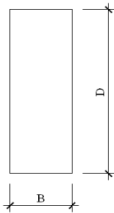
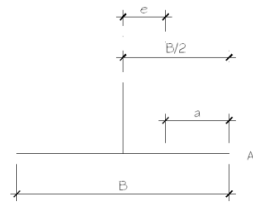


Tabla XXIV.- Esquema de localización de e.



$$\sigma_s = \frac{\sum V (B \pm 6e)}{A_c B}$$

$$\alpha = \frac{\sum M(+) + \sum M(-)}{\sum V}$$

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

Valor soporte del suelo = 40.20 t/m²

B / 3 = 1.00 m

Tabla XXV.- Verificación de los esfuerzos en el suelo

Grupo	V (t)	a (m)	e (m)	B+(6e) m	B-(6e) m	ΣM(+) + ΣM(-) (t-m)	σ1 t/m ²	σ2 t/m ²
I	112.57	1.38	0.12	3.73	2.27	155.17	14.81	9.02
II	97.57	1.32	0.18	4.05	1.95	129.22	13.95	6.70
III	112.57	1.33	0.17	4.02	1.98	149.69	15.97	7.86
VII	97.57	1.19	0.31	4.85	1.15	116.24	16.70	3.95

σ1 y σ2 deben ser positivos y menores que el valor soporte del suelo
e no debe ser mayor que B/3

2.2.8. Neopreno

La superestructura descansa sobre la infraestructura por medio de los apoyos. Los apoyos para este puente son fabricados de neopreno. El neopreno será fabricado sin refuerzo, tendrá un modulo de elasticidad a corte G de 8.5 kg/cm² con dureza Shore A 50 y 1.3 cm de espesor.

Se proponen placas de neopreno de 20 cm por 20 cm, con 1.3 cm de espesor.

La deformación por temperatura se obtiene a través de $\Delta_t = 0.000011 * D^\circ * L$, donde 0.000011 es el coeficiente de expansión térmica y D° es la diferencia entre la temperatura máxima y mínima promedio.

$$\Delta_t = 0.000011 * 14^\circ * 800 = 0.12 \text{ cm}$$

Se calcula la deformación por esfuerzo con la ley de Hooke $\Delta_{eT} = \frac{\sigma_f}{E} * L$, donde Δ_{eT} es la deformación por esfuerzo, σ_f es el esfuerzo de fluencia, E es el modulo de elasticidad del acero y L es la longitud del puente en cm.

$$\Delta_{eT} = \frac{1700 \text{ kg/cm}^2}{2.03 * 10^6} * 800 = 0.66 \text{ cm}$$

La deformación por carga muerta se calcula a través de $\Delta_{e_{cm}} = \frac{\Delta_{e_t} * M_{cm}}{(M_{cm} + M_{(cv+I)})}$ donde M_{cm} y M_{cv+I} son los momentos por carga muerta y por carga viva mas impacto respectivamente.

Momento por carga muerta = 10810 kg-m

Momento por carga viva más impacto = 14090 kg-m

$$\Delta_{e_{cm}} = \frac{0.68 * 10810}{(10810 + 14090)} = 0.29 \text{ cm.}$$

La deformación por contracción de fraguado se calcula mediante la siguiente expresión $\Delta_c = 0.000165 * L$, Donde L es la longitud del puente en centímetros.

$$\Delta_c = 0.000165 * 800 = 0.132 \text{ cm}$$

Las deformaciones máximas se calculan como una combinación de las deformaciones calculadas anteriormente.

$$\text{Contracción} = \Delta_{cm} - (\Delta_c + \Delta_t) = 0.29 \text{ cm} - (0.13 \text{ cm} + 0.12 \text{ cm}) = 0.04 \text{ cm}$$

$$\text{Dilatación} = (\Delta_{eT} + \Delta_t) - \Delta_c = (0.66 \text{ cm} + 0.12 \text{ cm}) - 0.13 \text{ cm} = 0.65 \text{ cm}$$

$$\text{Máximo desplazamiento horizontal del apoyo} = 0.65 \text{ cm}$$

Según la AASHTO el neopreno debe cumplir con las siguientes características:

El espesor de la placa de neopreno debe ser mayor a 2 veces el desplazamiento del apoyo. Por tanto el espesor del neopreno no debe ser menor de 1.3 cm

La presión debida a carga muerta más la carga viva no debe ser mayor a 800 psi para neopreno sin refuerzo

$$\text{Reacción total por viga} = 7431 \text{ kg}$$

$$\text{Presión real} = 7431 \text{ kg} / 400 \text{ cm}^2 = 18.57 \text{ kg/cm}^2 \approx 264 \text{ psi} \text{ ok.}$$

Por seguridad de estabilidad el espesor del neopreno no debe ser mayor a 1/5 del lado menor.

$$\frac{\text{lado menor}}{5} = \frac{20 \text{ cm}}{5} = 4 \text{ cm} \geq 1.3 \text{ cm} \text{ ok.}$$

$$\text{Coeficiente de forma } C_f = \frac{ab}{2T(a+b)}$$

$$C_f = \frac{20 * 20}{2 * 1.3 * (20 + 20)} = 3.84$$

Esfuerzo real $\sigma_r = \frac{V}{ab}$

$$\sigma_r = \frac{7431}{20 * 20} = 18.57 \text{ kg/cm}^2$$

Con el coeficiente de forma y el esfuerzo real es posible chequear el porcentaje de deformación por compresión en el neopreno, a través de las gráficas Heins, ConradP, Laurie, Richard A. del Modern Concrete Highway Bridges 1984 que se aprecia en la ilustración número 18.

Deformación por compresión = 50%

La Fuerza cortante en el neopreno es: $H = \frac{G * L * W}{T} * \delta$ donde G es el modulo de esfuerzo cortante en psi, L y W son las dimensiones en pulgadas de la placa rectangular T el espesor en pulgadas y δ es el desplazamiento del apoyo.

$$H = \frac{85 \text{ psi} * 7.87 \text{ in} * 7.87 \text{ in}}{0.54 \text{ in}} * 0.26 \text{ in} = 2534.82 \text{ lb} \approx 1152.2 \text{ kg}$$

El esfuerzo de corte horizontal $\tau_H = \frac{H}{L * W}$

$$\tau_H = \frac{1152.2 \text{ kg}}{20 \text{ cm} * 20 \text{ cm}} = 2.88 \text{ kg/cm}^2$$

El esfuerzo de corte horizontal debe cumplir por estabilidad estática lo siguiente:

$$\tau_H \leq 5G, \text{ entonces: } 2.88 \leq 40 = 5 * 8 \text{ ok.}$$

Figura 20. Factor de forma

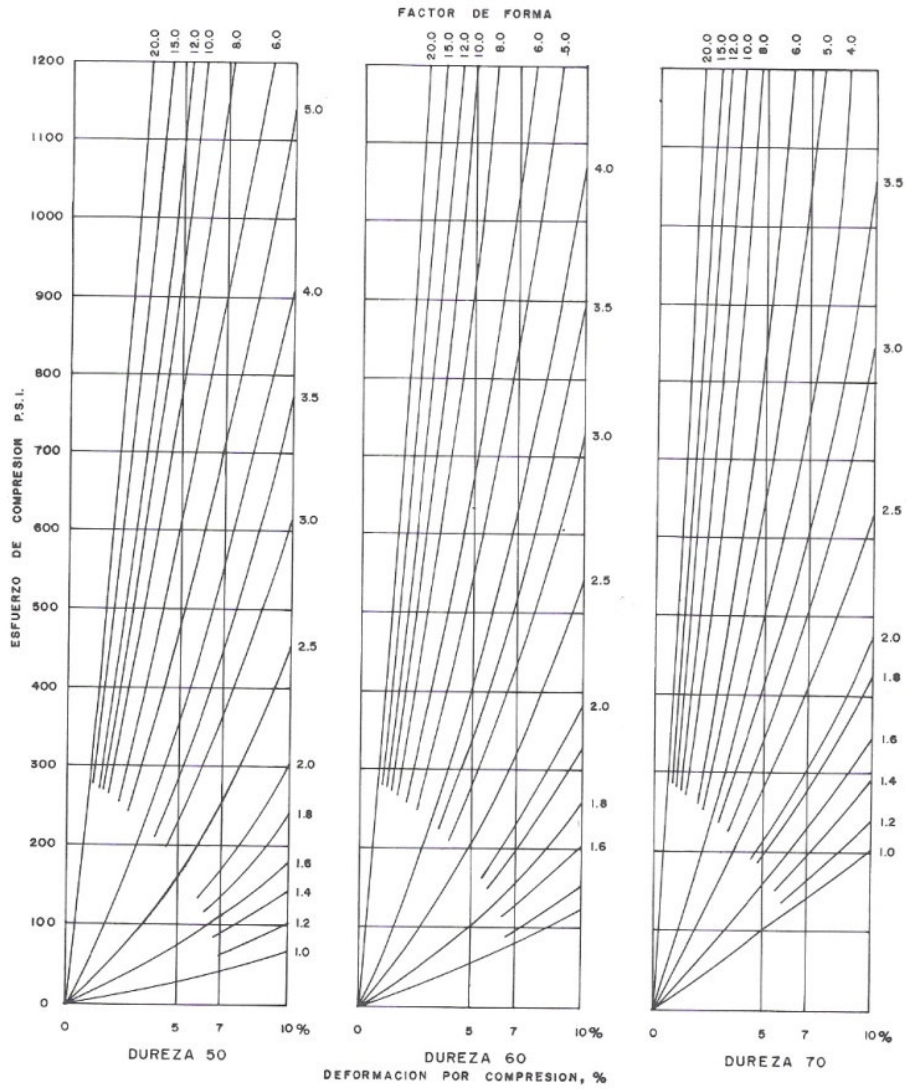


FIGURA N° 50 ESFUERZO DE COMPRESION VERSUS DEFORMACION POR COMPRESION
 GRAFICAS DE: HEINS, CONRAD P, LAURIE, RICHARD A. DESIGN OF MODERN CONCRETE HIGHWAY BRIDGES.
 NEW YORK. EDITORIAL JOHN WILEY SONS, 1984

2.2.9. Presupuesto

Acero de refuerzo

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Acero de refuerzo	qq	64.77	Q826.36	Q53,523.34

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Acero de refuerzo	qq	1.10	Q298.00	Q327.80	
Alambre de amarre	lb	0.05	Q5.00	Q0.25	
Total (materiales)					Q328.05

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Encargado de obra	Día	0.01	Q480.00	Q4.80	
Albañil	Día	0.02	Q180.00	Q3.60	
ayudante	Día	0.02	Q75.00	Q1.50	
Total (mano de obra)					Q9.90

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Corta frio	Día	0.01	Q12.00	Q0.12	
juego de dobladores	Día	0.01	Q10.00	Q0.11	
Traslado de acero	km	5.00	Q15.00	Q75.00	
Total					Q75.23
Costo directo					Q413.18
Costo indirecto (30%)					Q413.18
Costo unitario del reglón					Q826.36

Concreto clase 3000

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Concreto clase 3000	m3	14.6	Q1,714.31	Q25,028.93

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Cemento 4000 psi	saco	8.50	Q52.00	Q442.00	
Arena de río	m3	0.44	Q150.00	Q66.00	
Piedrín	m3	0.88	Q190.00	Q167.20	
Clavo de 3"	lb	0.50	Q5.00	Q2.50	
Alambre de amarre	lb	0.50	Q5.00	Q2.50	
Alquiler de madera	pt	3.00	Q6.50	Q19.50	
Total (materiales)					Q699.70

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Encargado de obra	Día	0.20	Q480.00	Q96.00	
Albañil	Día	0.20	Q180.00	Q36.00	
ayudante	Día	0.20	Q75.00	Q15.00	
Total (mano de obra)					Q147.00

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Mezcladora de concreto	Día	0.40	Q400.00	Q160.00	
vibrador de concreto	Día	0.40	Q280.00	Q112.00	
traslado de materiales	km	10.00	Q20.00	Q200.00	
Total (maquinaria y equipo)					Q472.00
Costo directo					Q1,318.70
Costo indirecto (30%)					Q395.61
Costo unitario del reglón					Q1,714.31

Tubo HG

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Tubo HG	global	1	Q3,281.72	Q3,281.72

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Tubo hg 2"	ml	33.00	Q65.00	Q2,145.00	
Tubo hg 3"	ml	2.40	Q106.00	Q254.40	
Total (materiales)					Q2,399.40

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
ayudante	Día	1.00	Q75.00	Q75.00	
Total (mano de obra)					Q75.00

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Traslado de tubos	km	5.00	Q10.00	Q50.00	
Total (maquinaria y equipo)					Q50.00
Costo directo					Q2,524.40
Costo indirecto (30%)					Q757.32
Costo unitario del reglón					Q3,281.72

Neopreno

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Neopreno	unidad	4	Q721.50	Q2,886.00

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Neopreno	dm3	0.52	Q500.00	Q260.00	
Total (materiales)					Q260.00

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
ayudante	Día	0.20	Q75.00	Q15.00	
Total (mano de obra)					Q15.00

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total

Traslado	km	140.00	Q2.00	Q280.00	
Total (maquinaria y equipo)					Q280.00
Costo directo					Q555.00
Costo indirecto (30%)					Q166.50
Costo unitario del reglón					Q721.50

Excavación de material no clasificado

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Excavación de material no clasificado	m3	157	Q18.78	Q2,948.22

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
---				Q0.00	
Total (materiales)					Q0.00

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Encargado de obra	Día	0.002	Q480.00	Q0.96	
Albañil	Día	0.007	Q180.00	Q1.26	
ayudante	Día	0.007	Q75.00	Q0.53	
Total (mano de obra)					Q2.75

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Camión de volteo	HM	0.01	Q250.00	Q2.50	
Buldozer	HM	0.01	Q300.00	Q3.00	
Excavadora	HM	0.01	Q320.00	Q3.20	
Cargador frontal	HM	0.01	Q300.00	Q3.00	
Total (maquinaria y equipo)					Q11.70
Costo directo					Q14.45
Costo indirecto (30%)					Q4.33
Costo unitario del reglón					Q18.78

Tubo PVC

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Tubo PVC	Tubo	1	Q344.50	Q344.50

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Tubo pvc 3"	Tubo	1.00	Q150.00	Q150.00	
Total (materiales)					Q150.00

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
ayudante	Día	1.00	Q75.00	Q75.00	
Total (mano de obra)					Q75.00

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Traslado de tubos	km	4.00	Q10.00	Q40.00	
Total (maquinaria y equipo)					Q40.00
Costo directo					Q265.00
Costo indirecto (30%)					Q79.50
Costo unitario del reglón					Q344.50

Concreto ciclópeo

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Concreto ciclópeo	m3	290	Q1,046.76	Q303,560.40

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Cemento 4000 psi	saco	3.50	Q52.00	Q182.00	
Arena de río	m3	0.38	Q150.00	Q57.00	
Piedrín	m3	0.53	Q190.00	Q100.70	
Piedra bola de 4"	m3	0.33	Q140.00	Q46.20	
Clavo de 3"	lb	0.50	Q5.00	Q2.50	
Alambre de amarre	lb	0.50	Q5.00	Q2.50	
Alquiler de madera	pt	3.00	Q6.50	Q19.50	
Total (materiales)					Q410.40

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Encargado de obra	Día	0.01	Q480.00	Q4.80	
Albañil	Día	0.20	Q180.00	Q36.00	
ayudante	Día	0.20	Q110.00	Q22.00	
Total (mano de obra)					Q62.80

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Mezcladora de concreto	Día	0.40	Q400.00	Q160.00	
vibrador de concreto	Día	0.40	Q280.00	Q112.00	
traslado de materiales	km	2.00	Q30.00	Q60.00	
Total (maquinaria y equipo)					Q332.00
Costo directo					Q805.20
Costo indirecto (30%)					Q241.56
Costo unitario del reglón					Q1,046.76

Relleno y compactación de rasante

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Relleno y compactación de rasante	m3	140	Q355.30	Q49,741.51

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
material selecto	m3	1.00	Q110.00	Q110.00	
Total (materiales)					Q110.00

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Encargado de obra	Día	0.007	Q480.00	Q3.36	
Albañil	Día	0.004	Q180.00	Q0.72	
ayudante	Día	0.003	Q75.00	Q0.23	
Total (mano de obra)					Q4.31

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Buldozer	HM	0.01	Q300.00	Q3.00	
compactadora	Día	0.20	Q280.00	Q56.00	
Traslado de material	km	5.00	Q20.00	Q100.00	
Total (maquinaria y equipo)					Q159.00
Costo directo					Q273.31
Costo indirecto (30%)					Q81.99
Costo unitario del reglón					Q355.30

Trabajos preliminares

Descripción del reglón	Unidad	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Trabajos preliminares	m2	175	Q31.66	Q5,540.76

Materiales					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
madera	pt	0.50	Q6.50	Q3.25	
clavo	lb	0.01	Q5.00	Q0.05	
cal	lb	0.20	Q4.00	Q0.80	
cordel	Unidad	0.30	Q5.00	Q1.50	
Total (materiales)					Q5.60

Mano de Obra					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Encargado de obra	Día	0.005	Q480.00	Q2.40	
Albañil	Día	0.004	Q180.00	Q0.72	
ayudante	Día	0.003	Q75.00	Q0.23	
cuadrilla de topografía	Día	0.007	Q1,880.00	Q13.16	
Total (mano de obra)					Q16.51

Maquinaria y equipo					
Descripción de actividades	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Sub total	Total
Teodolito	Día	0.01	Q250.00	Q1.25	
nivel y accesorios	Día	0.01	Q200.00	Q1.00	
Total (maquinaria y equipo)					Q2.25
Costo directo					Q24.36
Costo indirecto (30%)					Q7.31
Costo unitario del reglón					Q31.66

Cuadro De Resumen				
PROYECTO:				
"PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA "				
componente	Unidad	Cantidad	precio	Total
Trabajos preliminares	m2	175	Q24.36	Q4,262.13
Concreto clase 3000	m3	14.6	Q1,318.70	Q19,253.02
Concreto ciclópeo	m3	290	Q805.20	Q233,508.00
Acero de refuerzo	qq	64.77	Q413.18	Q26,761.67
Tubo HG	global	1	Q2,524.40	Q2,524.40
Tubo PVC	Tubo	1	Q265.00	Q265.00
Neopreno	unidad	4	Q721.00	Q2,886.00
Excavación de material no clasificado	m3	157	Q14.45	Q2,267.87
Relleno y compactación de rasante	m3	140	Q273.31	Q38,262.70
COSTOS DIRECTOS				
Materiales				Q170,448.82
Mano de obra				Q25,131.46
Maquinaria, equipo y traslado				Q133,744.50
TOTAL				Q329,324.78
COSTOS INDIRECTOS				
Gastos de administración		10 %	Q32,932.48	
Utilidad		11 %	Q36,225.73	
Fianzas		4 %	Q13,172.99	
Supervisión		5 %	Q16,466.24	
TOTAL				Q98,797.43
PRECIO TOTAL DE LA OBRA =				Q428,122.21

Cronograma De Inversión Y Ejecución



PROYECTO:

"PUENTE VEHICULAR PARA EL CASERÍO HIERBA BUENA"

Actividad	1er mes	2do mes	3er mes	4to mes	5to mes	Total
Trabajos preliminares	█					Q5,540.76
Excavación de material no clasificado		█				Q2,948.22
Fundición de estribos y aletones		█				Q121,768.66
Fundición de cortina y viga de apoyo			█			Q7,233.36
Fundición de superestructura				█		Q58,753.46
Fundición de canal			█			Q182,136.24
Relleno estructural					█	Q49,741.51
TOTAL						Q428,122.21

Inversión mensual	Q42,812.22	Q107,030.55	Q128,436.66	Q64,218.33	Q42,812.22
Inversión acumulada	Q42,812.22	Q149,842.77	Q278,279.44	Q342,497.77	Q385,309.99
Porcentaje	10	25	30	15	10
Porcentaje acumulado	10	35	65	80	90

CONCLUSIONES

1. El sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cooperativa Chaquijyá fue diseñado para suplir 70 litros de agua por día, a cada uno de los 669 habitantes del caserío. Esta cifra corresponde al número de habitantes de la población para el año 2028.
2. El sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Cooperativa Chaquijyá se diseñó conforme a las normas de UNEPAR-INFOM, a fin de garantizar la dotación de agua sanitariamente segura durante las 24 horas del día para cada una de las viviendas del caserío.
3. La sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cooperativa Chaquijyá dependerá de la organización de la comunidad, ya que serán ellos quienes administraran la operación y el mantenimiento del mismo. El estudio contempla la instalación de medidores volumétricos en cada conexión predial, para que el comité de agua del caserío tenga registro del consumo de cada beneficiario y pueda aplicar una tarifa en función de la cantidad de agua consumida.
4. El puente vehicular de Hierba Buena facilitará el tránsito de vehículos en la vía rural, que comunicará directamente al sector Los Tuy con el caserío Hierba Buena, Sololá y San José Chacayá. Éste se diseñó bajo las especificaciones de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), para soportar una carga de diseño H15 de tráfico liviano. Tiene un costo de Q.428,123 y pretende beneficiar directamente a 690 habitantes .

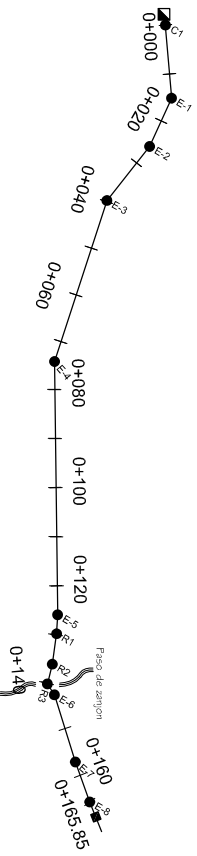
RECOMENDACIONES

1. Para el sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cooperativa Chaquijyá, se debe establecer un reglamento que regule las condiciones del consumo de agua, establecer las tarifas por volúmenes de consumo de agua y dictar sanciones correspondientes para aquellos que trasgredan el normativo. Las tarifas deben ser de carácter impositivo y por cantidad de volumen para crear consciencia del valor del recurso hídrico en la población y así asegurar la sostenibilidad del sistema.
2. Durante la ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Cooperativa Chaquijyá, es aconsejable que el supervisor exija al contratista regular las válvulas de paso de cada conexión predial para que cada familia tenga únicamente disponibilidad de la dotación que le corresponde.
3. El comité de agua del caserío Cooperativa Chaquijyá, debe contratar a una persona que sea responsable de añadir la solución de cloro al hipoclorador periódicamente, dar mantenimiento rutinario al sistema y mantener el registro de los consumos de agua de los beneficiarios.
4. La unidad ejecutora del puente de Hierba Buena debe prestar especial atención al proceso constructivo y a la calidad de los materiales. El contratista debe seguir las especificaciones técnicas para la construcción de puentes y carreteras de la Dirección General de Caminos. También deberá informar a la unidad ejecutora de cualquier situación no prevista en los planos que ponga en duda la calidad de la obra.
5. Los presupuestos de ambos estudios fueron elaborados durante el segundo semestre del año 2007, por lo tanto, los precios de materiales de construcción y mano de obra están sujetos a variación. Se recomienda revisarlos previo a la adjudicación de la obra.

BIBLIOGRAFÍA

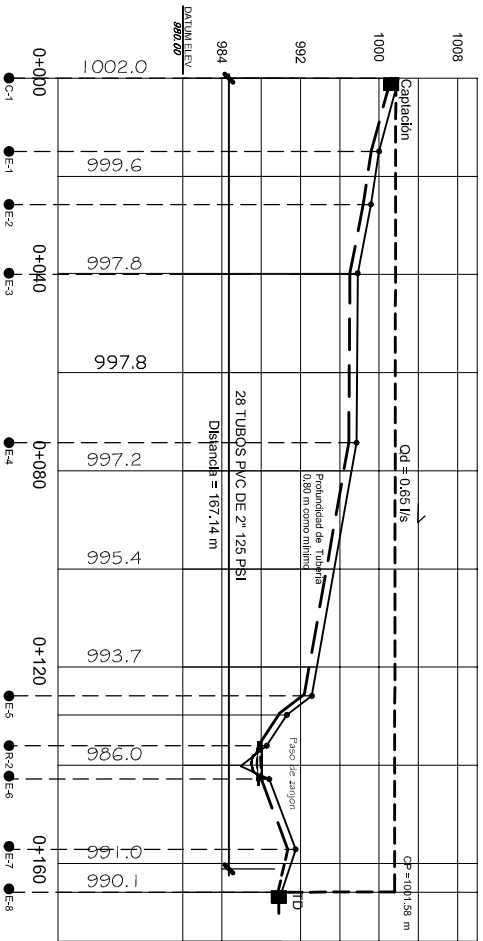
1. Trujillo Orozco, José Eusebio. **“Diseño de puentes de concreto”** 2da Ed. Colombia, Ediciones UIS.
2. Instituto de fomento municipal (INFOM). **“Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales”**. Guatemala, Junio de 1997.
3. Consultores integrados. **“Estudio de factibilidad y diseño final para el ordenamiento territorial de una parte de la cuenca del Lago de Atitlán”**. Guatemala 2004.
4. Arthur H. Nilson. **“Diseño de estructuras de concreto”**. Duodécima edición. Colombia, McGraw- Hill 2001.
5. Dirección General de Caminos. **“Especificaciones generales para la construcción de puentes y carreteras”**. Guatemala 2000
6. American concrete institute. **“requisitos de reglamento para concreto estructural y comentario (ACI 318S-05)”**. Julio 2005.
7. Guzmán rosales, Juan Pablo. **“Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo para el caserío la Fe, canton Pujujil II, Municipio y departamento de Sololá”**. Trabajo de graduación. Ingeniería civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004.

Apéndice



PLANTA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Escala: 1:500



PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Escala horizontal 1:500
Escala vertical 1:250

NOMENCLATURA	
	Estaciones
	Consumo
	Caja
	Valvula de conducción
	Tipos de distribución
	Callo a 45° y 90°
	Regulador rotario
	Tee
	Tipon hembra
	Tangente de distribución
	Caja cony. presion
	Caja presionica
	Valvula de limpieza
	Valvula de aire
	Captador
	Caja para válvulas
	Valvula de compresión
	Rio, aljivada



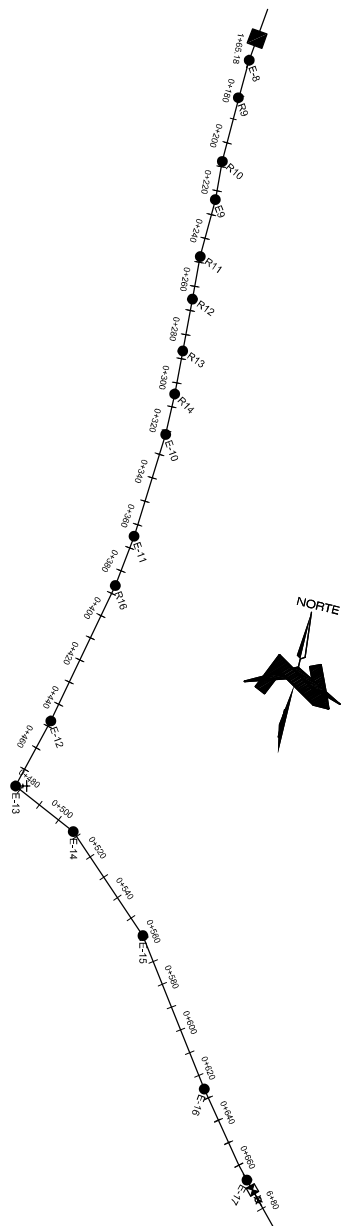
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
COORDINATORIA CHOLOVA, SOLOLA

CONTENIDO:
LÍNEA DE CONDUCCIÓN

FECHA: ABRIL 2007

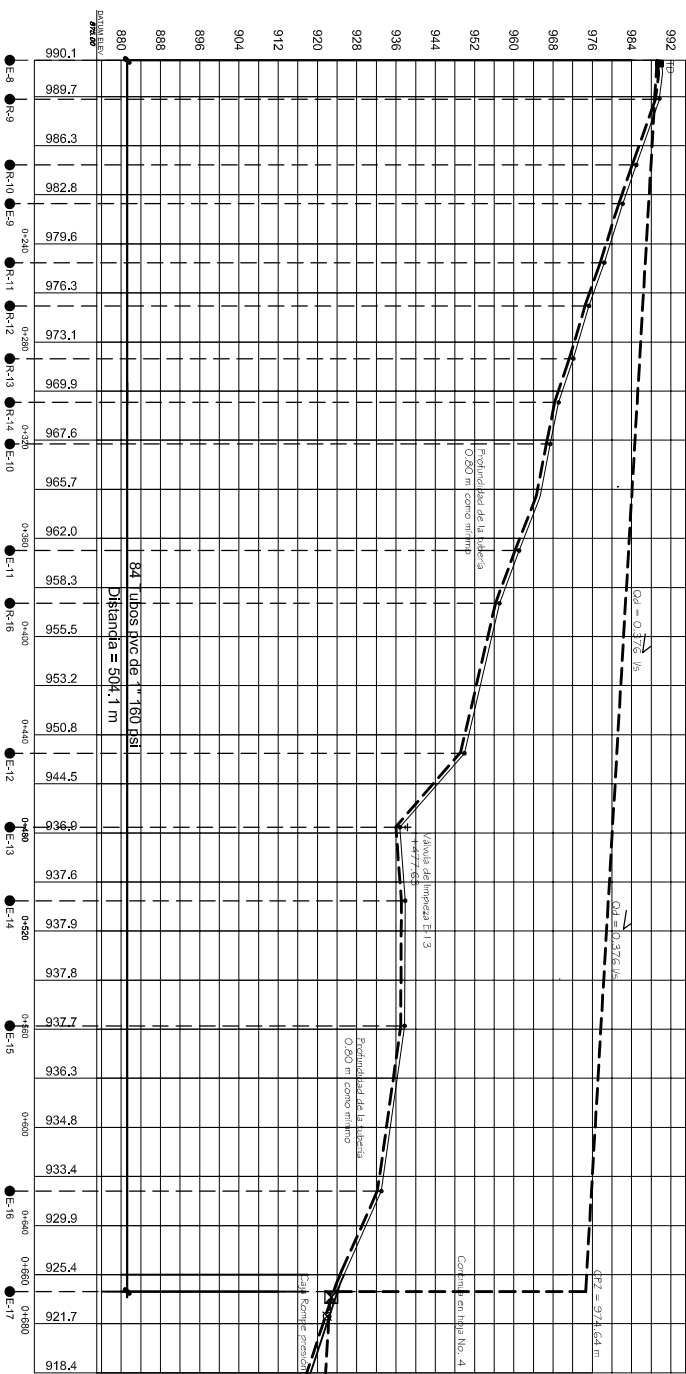
REGION: II	DISEÑO: Pineda Galdames Sotelo	ESCALA: 1:500
CALCULO: Pineda Galdames Sotelo	DEBIDO: Pineda Galdames Sotelo	2
FECHA: 2008-03-28	FECHA: 2008-03-28	14



PLANTA

Linea de distribución
Ramal I, de E-8 a E-17

Escala: 1:1000



PERFIL

Linea de distribución
Ramal I, de E-8 a E-17

Escala horizontal 1:1000
Escala vertical 1:500

NOMENCLATURA	
Simbolo	Descripción
	Estaciones
	Cameramento
	Casa
	Tubería de conexión
	Codo a 45° y 90°
	Reductor de presión
	Tee
	Taponamiento
	Tanque de distribución
	Caja rompe presión
	Cota referencial
	Válvula de fuerza
	Válvula de aire
	Captación
	Caja para válvulas
	Válvula de compuerta
	Box, góndola

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EFECTIVO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

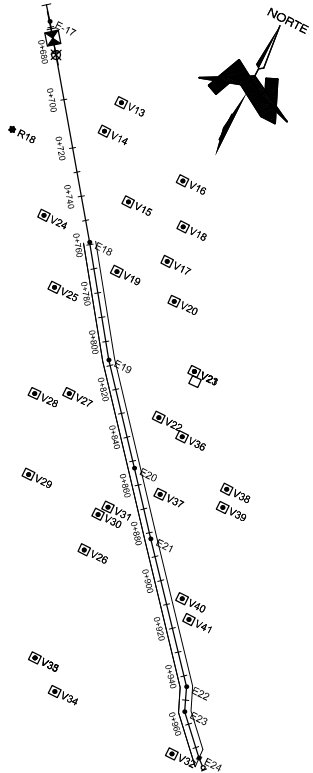
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTENIDO: LINEA DE DISTRIBUCION
RAMAL I, DE E-8 A E-17

REGION VII
CANTON SAN JUAN CANTON

TITULO: ACABO 2007
INDICADA

PROYECTISTA: Ingeniero José Rodríguez Serrano 7500-3282828	DISEÑO: Ingeniero Guillermo Sánchez Castro 2002-32329	ELABORADO: Ingeniero Guillermo Sánchez Castro 2002-32328	FECHA: 3/14
--	---	--	----------------

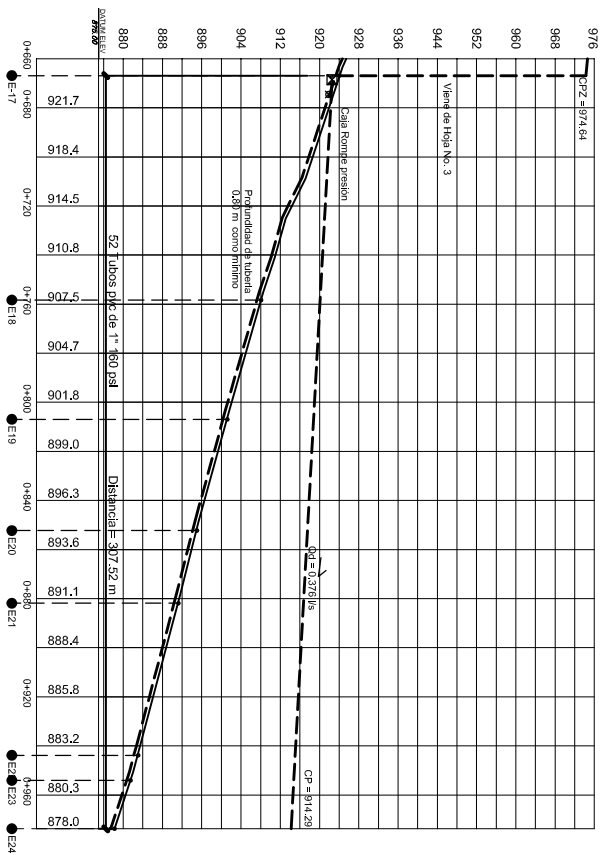
Ingeniero José Rodríguez Serrano
Supervisor del Proyecto



PLANTA

Línea de distribución
Ramal I, de E-17 a E24

Escala horizontal 1:1000



PERFIL

Línea de distribución
Ramal I, de E-17 a E24

Escala horizontal 1:1000
Escala vertical 1:500

NOMENCLATURA	
	Estaciones
	Camarero
	Casa
	Tubería de conducción
	Tubería de distribución
	Cable = 4/5" y 3/3"
	Reductor de presión
	Tapon
	Tapon inverso
	Caja de inspección
	Válvula de impulsión
	Válvula de aire
	Capacidad
	Caja para válvula
	Válvula de compuerta
	Bola de vidrio



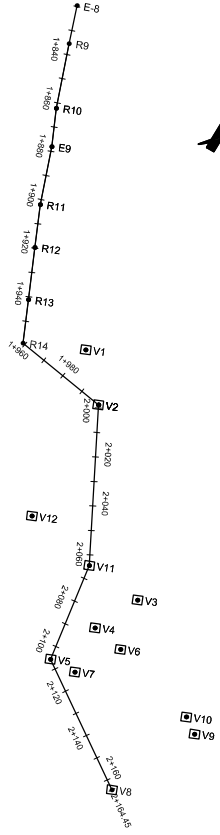
REGION V

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJECICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable
CONTRIBUYENTE: MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

TITULO: INDICADA
ACORDO 2007

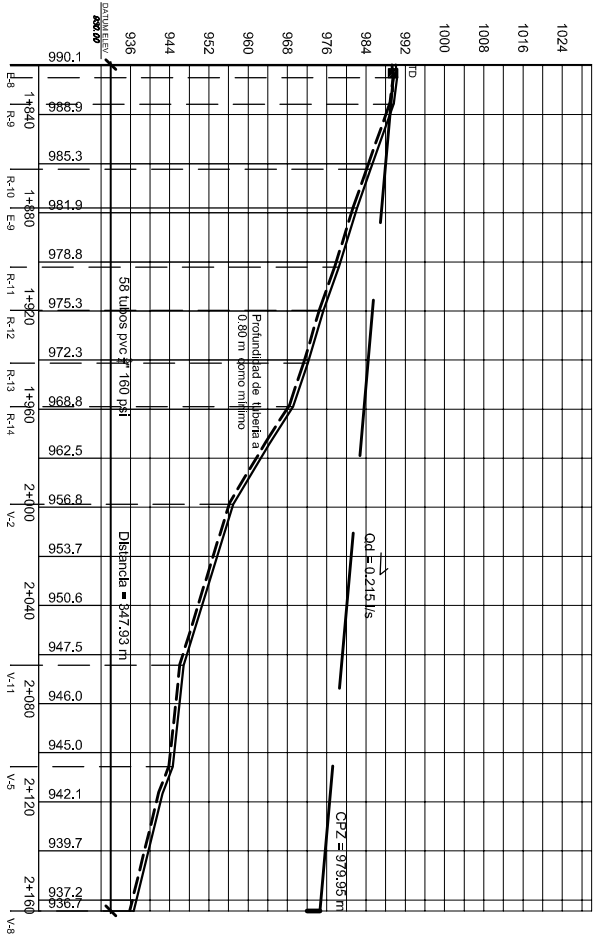
PROYECTO	DISEÑO	ELABORACION
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	Felipe Guzmán Sánchez Casillo	4
CALCULO	DEBIDO	14
Felipe Guzmán Sánchez Casillo	Felipe Guzmán Sánchez Casillo	



PERFIL

Línea de distribución
Ramal 2 de E-8 a V8

Escala horizontal 1:1000



PERFIL

Línea de distribución
Ramal 2 de E-8 a V8

Escala horizontal 1:1000
Escala vertical 1:500

NOMENCLATURA	
Símbolo	Descripción
	Faucetines
	Camaronero
	Casa
	Línea de distribución
	Valvula de distribución
	Caja rompe presión
	Valvula de aire
	Captación
	Caja para valvulas
	Rio, quebrada



REGION V, N. O.

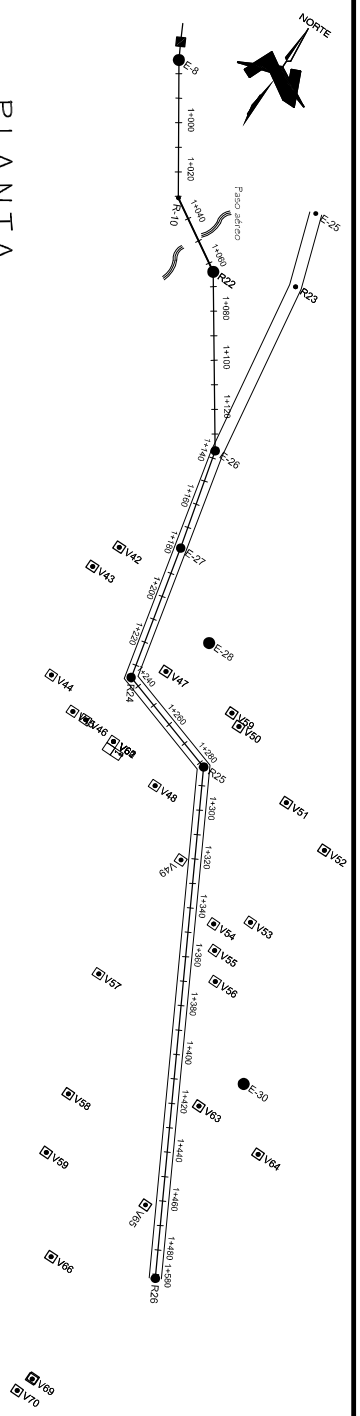
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable
COMUNIDAD COOPERATIVA CHOCUYVA, SOLOLA

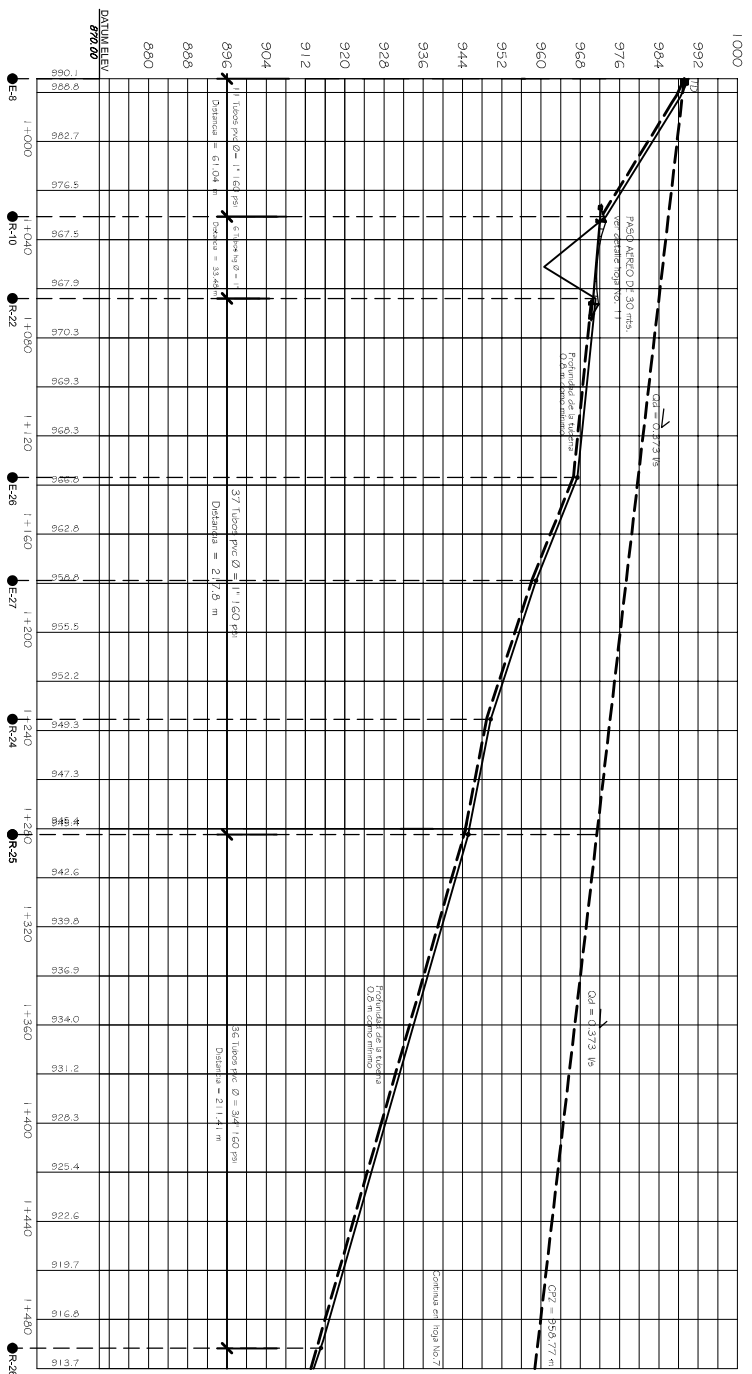
CONTINUIDAD: Línea de Distribución
RAMAL 2, DE E-8 A V8

FECHA: 2007
INDICADA

PROYECTO: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	DISEÑO: P. Guzmán Sánchez Cevallos	FECHA: 2007
CALCULO: P. Guzmán Sánchez Cevallos	DEBIDO: P. Guzmán Sánchez Cevallos	5/14



PLANTA
 Línea de distribución por gravedad
 Ramal 2 de E-8 a R-26
 Escala horizontal 1:1000
 Escala vertical 1:500



PERFIL
 Línea de distribución por gravedad
 Ramal 3 de E-8 a R-26
 Escala horizontal 1:1000
 Escala vertical 1:500

NOMENCLATURA	
Símbolo	Descripción
	Estéreo
	Camarero
	Caja
	Tubería de conducción
	Tubería de distribución
	Caja a 45° y 90°
	Reductor bushing
	Tee
	Tapon tapero
	Tanque de distribución
	Caja torpe presión
	Caja perpendicular
	Válvula de impulso
	Válvula de aire
	Operación
	Caja para válvula
	Válvula de compuerta
	Río, quebrada

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EFECTIVO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

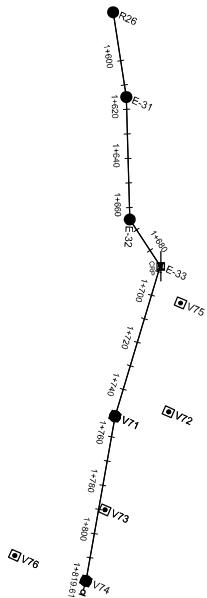
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 RAMAL 3 DE E-8 A R-26

REGION VII
 LINEA DE DISTRIBUCION

FECHA: ACOBRO 2007

INSTRUMENTOS: T.M. Sinal, Nivel Hidráulico, Servidor	DISEÑO: Pablo Guillermo Siquier Castro 2002-2026	ELABORADO: 6
CALCULO: Pablo Guillermo Siquier Castro 2002-2026	DEBIDO: Pablo Guillermo Siquier Castro 2002-2026	14

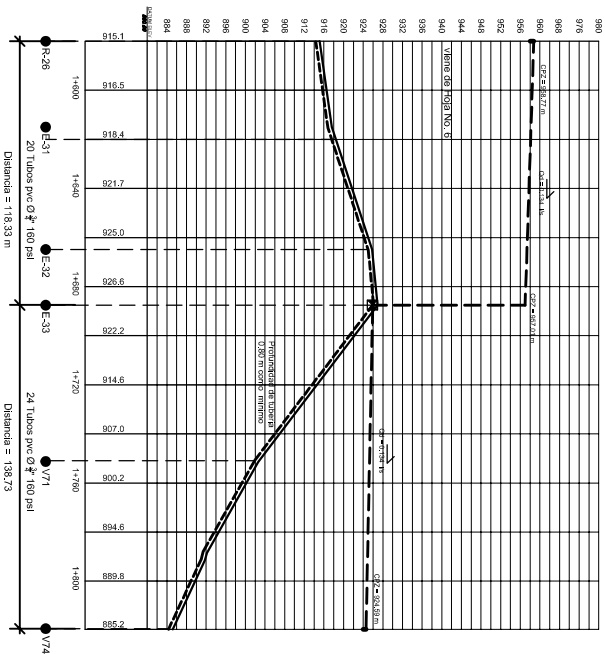
INGENIERO JOSÉ RODRÍGUEZ TERRERO
 Supervisor T29



PLANTA

Linea de distribución
Ramal 3 de R-26 a V74

Escala horizontal 1 : 1.000



PERFIL

Linea de distribución
Ramal 3 de R-26 a V74

Escala horizontal 1 : 1.000
Escala vertical 1 : 500

NOMENCLATURA	
Simbolo	Descripción
	Estacion
	Camuflaje
	Casa
	Tubería de producción
	Tubería de distribución
	Codo a 45° y 90°
	Reductor de flujo
	Te
	Taponamiento
	Válvula de distribución
	Caja con piezo
	Cota piezométrica
	Válvula de limpieza
	Válvula de aire
	Captación
	Caja para válvulas
	Válvula de emergencia
	Río, quebrada



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EFICIENCIA PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

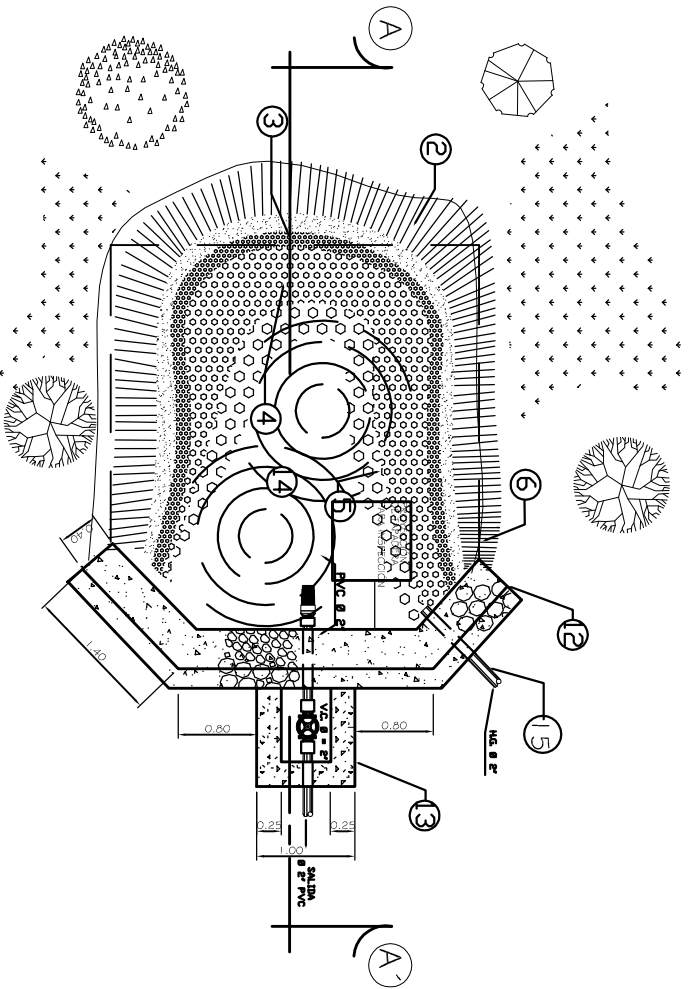
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CONTRIBUCION LINEA DE DISTRIBUCION
RAMAL 3, R-26 A V74

REGION VAJON
A. L. I. L. A. N. O.

TITULO: INDICADA
TORRE: ABRIL 2007

DISEÑO: Ing. Silvio José Rodríguez Serrano 2002-2025	DIBUJO: Pablo Guzmán Sánchez Casillo 2002-2025	ESCALA: 7/14
CALCULO: Pablo Guzmán Sánchez Casillo 2002-2025	DEBIDO: Pablo Guzmán Sánchez Casillo 2002-2025	

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Supervisor: 2025

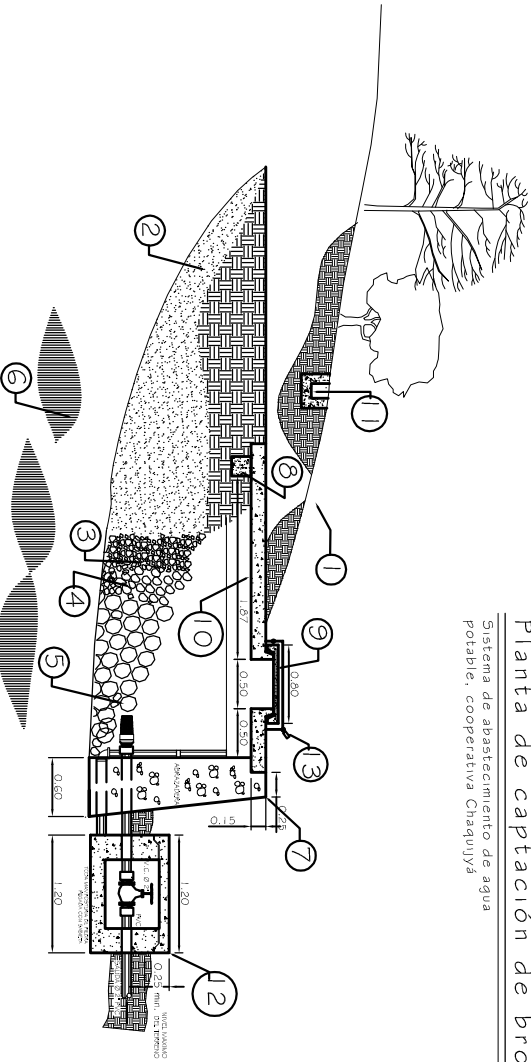


- ① TERRENO NATURAL
- ② ACIFERRO
- ③ GRAVA DE 1/2"
- ④ GRAVA DE 3"
- ⑤ PIEDRA BOLA DE 6"-10"
- ⑥ MANTO DE CONTENCIÓN DE CONCRETO CICLOPEO
- ⑦ VIGA DE 0.20" x 0.20 4 Ø 3/8 + EST. Ø 1/4 @ 0.20
- ⑧ TAPADERA PARA INSPECCIÓN
- ⑨ SELLO SANITARIO DE CONCRETO ESPESOR 8 cm.
- ⑩ CUJETA
- ⑪ CAJA DE COMPUERTA
- ⑫ CANDADO PARA INTERFERIE
- ⑬ DEFOSITO DE AGUA
- ⑭ REBALISE Ø 3" MIN.

Planta de captación de brote definido

Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquijá

Escala: 1:25



Corte A-A'

Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquijá

Escala: 1:25

ESPECIFICACIONES

- MAMPONERÍA DE PIEDRA:
- PIEDRA BOLA 67%
- MAMPONERÍA 33%
- HERRAJES 35% UTILIZAR SABERITA
- PROPORCIÓN DE MIZCLA-CEMENTO-ARENA (1:2)
- CONCRETO:
- Fc=210 Kg/cm²
- PROPORCIÓN DE MIZCLA-CEMENTO-ARENA-PIEDRA (1:2:3)
- MUROS:
- LOS MURDOS DE MAMPONERÍA DE PIEDRA DEBEN SER REFORZADOS CON HERRAJES DE PROPORCIÓN DE MIZCLA-ARENA (1:2) DEBIDAMENTE ALZADA.
- LOSAS:
- LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE UN DESNIVEL DE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERVIDA CON CEMENTO-ARENA EN PROPORCIÓN (1:2).
- REJULADO:
- fy = 2810 Kg/cm²



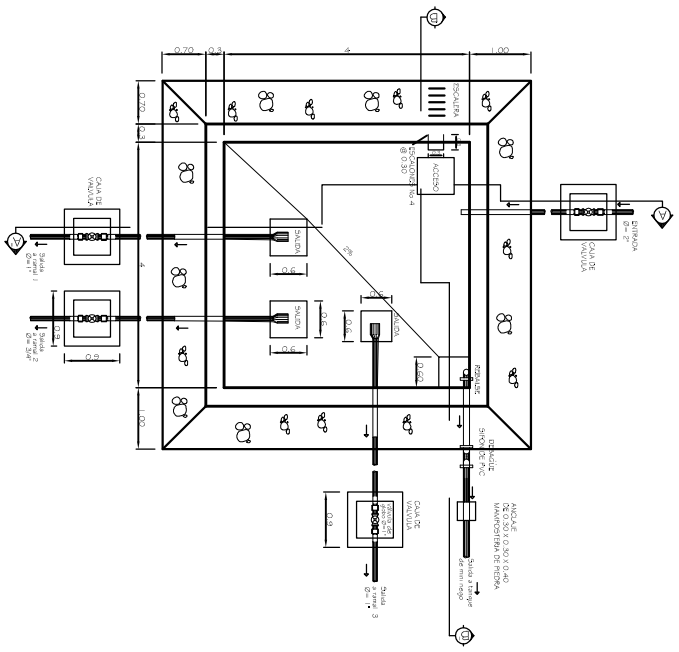
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

PROYECTO: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable
 COOPERATIVA CHAQUIJÁ, SOLOLA

REGION VII
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

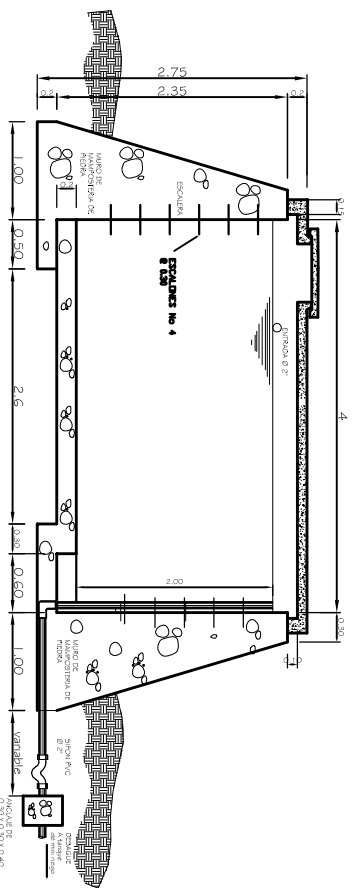
REGION VII	REGION VII	REGION VII
PROYECTO:	DISEÑO:	ELABORADO:
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	Felipe Guzmán Siqueiros Castillo	8
CALCULO:	UBICADO:	14
Felipe Guzmán Siqueiros Castillo	Felipe Guzmán Siqueiros Castillo	
2008-2008	2008-2008	

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
 Supervisor del Proyecto



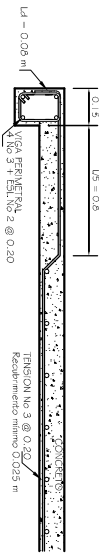
Planta tanque de distribución

Escala: 1:40



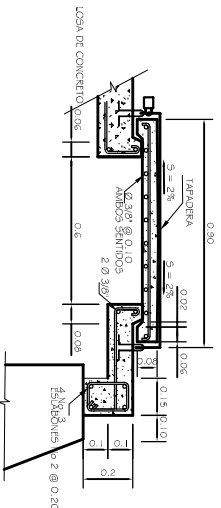
Sección B-B'

Escala: 1:25



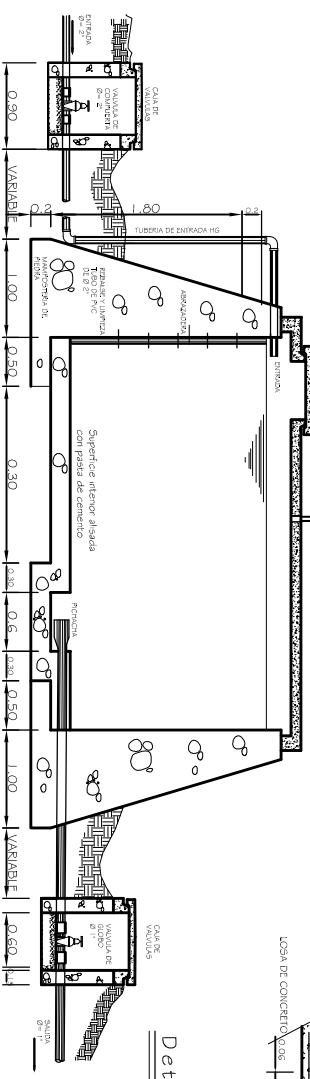
Detalle de armado de losa

Escala: 1:10



Detalle de tapadera

Escala: 1:10



Sección A-A'

Escala: 1:25

- ESPECIFICACIONES:
- LA MANPOSTERÍA DE PIEDRA SE HAGA DE LA SIGUIENTE MANERA:
 - 33 % DE MORTERO
 - 67 % DE PIEDRA BOLA
 - EL MORTERO SE HAGA EN LA PROPORCION: EN VOLUMEN 1:2
 - EL CONCRETO SEVA EN LA PROPORCION: EN VOLUMEN 1:2:3
 - CEMENTO, ARENA DE RIO Y PIEDRA DE 1/2" RESPECTIVAMENTE
 - SE REVELARA EL INTERIOR Y EXTERIOR CON SABIDA, PROTECCION RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CM'S.
 - EN LAS TAPADERAS SE DELARA UN DENSIVEL, NECESARIO PARA QUITAR EL AGUA DE LLUVIA.
 - EL APISONADO SERA UN AZAEDO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RIO EN PROPORCION 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERIORES DE LA OVA.

REGION VI

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COOPERATIVA CHICUVIVA, SOLOLA

CONTENIDO: TANQUE DE DISTRIBUCION 32 m³ en E.B.

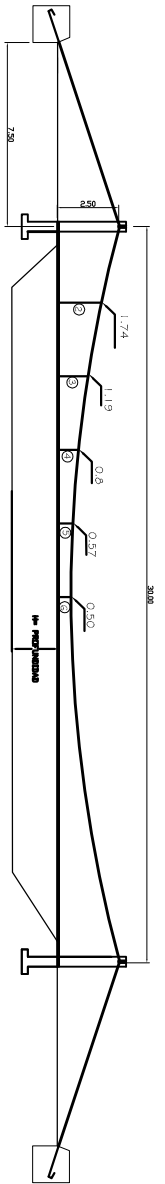
TITULO: INICIADA

FECHA: ACOBO 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EFIECIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

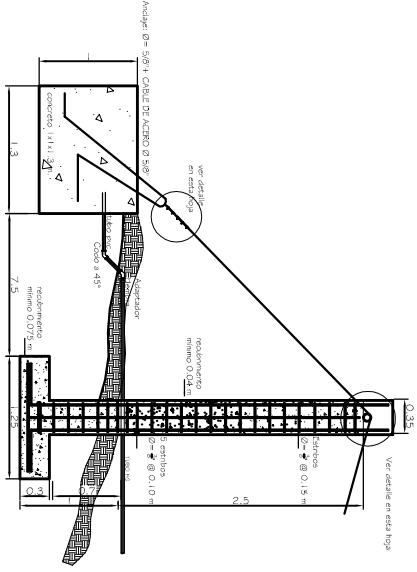
INGENIERO:	DISEÑO:	CALECULO:	REVISOR:
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	Franco Guillermo Siqueiros Castillo	Francisco Siqueiros Castillo	Francisco Siqueiros Castillo
3008-303859	3008-303859	3008-303859	3008-303859

INGENIERO:	DISEÑO:	CALECULO:	REVISOR:
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	Franco Guillermo Siqueiros Castillo	Francisco Siqueiros Castillo	Francisco Siqueiros Castillo
3008-303859	3008-303859	3008-303859	3008-303859



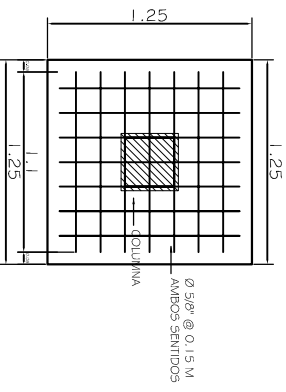
Paso aéreo 30 m

Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquiyá Escala: 1:100



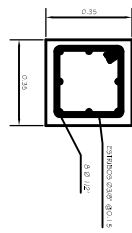
Detalle de columna y anclaje de cable

Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquiyá Sin escala

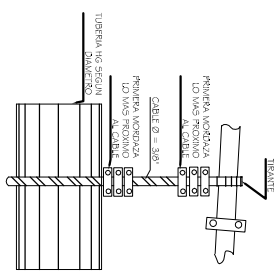


Detalles de zapata y columna

Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquiyá Escala: 1:15



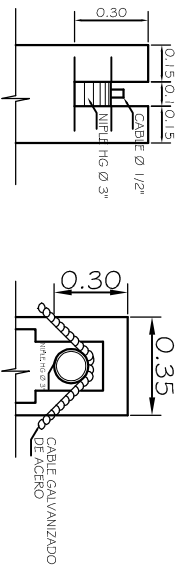
No.	CANTIDAD	CABLE TRAYANTE	LONGITUD (m)
1	1	TENSOE Ø 3/8"	4.9
2	2	CABLE DE SUSPENSIÓN Ø 3/8"	2.10
3	2	CABLE DE SUSPENSIÓN Ø 3/8"	1.95
4	1	CABLE DE SUSPENSIÓN Ø 3/8"	1.2
5	1	CABLE DE SUSPENSIÓN Ø 3/8"	0.90
6	4	TUBOS DE 10 Ø=1"	7
7	2	MOBILIZADO	2
8	54	MOBILIZADO Ø 3/8"	10
9	15	MOBILIZADO Ø 3/8"	54



Detalle de suspensión de tubo

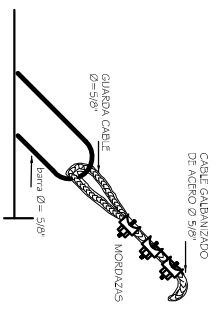
Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquiyá Sin escala

1. MATERIAS: **CONCRETO:** USAR CONCRETO CON EMPUJOS DE RUTINA A LA COMPRESION DE 210 kg/cm² (3000 lb/in²) A LOS 28 DIAS PARA LA FUNDICION DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS.
2. ACERO DE REFUERZO: SE USARA REFUERZO GRABO 40/50.
3. CABLE DE ANCLAJE: SE USARA CABLE DE ACERO MECANADO COMPUESTO DE 6 CORPONES DE 1/8" DE DIAMETRO POR CADA UNO CON UNA VE AL DIAMETRO SECON SU CASO.
4. VARIOS: DE COMBINACION DE LAS ZAPATAS DEBE SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS Y DEBE SER EL MISMO PARA AMBAS COLUMNAS.
5. LA ESTRUCTURA HA SIDO CALCULADA PARA UN SISMO CON CAPACIDAD SÓLOPE NO SEA MENOR DE 15.0 TONELADAS POR METRO CUADADO.
6. EL RECONJUNTADO DE LAS COLUMNAS Y ZAPATAS DEBE DE 4.0 Y 7.5 mm, RESPECTIVAMENTE Y DEBE SER VERIFIED ENTRE EL COSTADO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.
7. LAS MOBILIZAS DE EMPALME SE DEBEAN COLOCAR EN EL CENTRO DE LA BARRA Y SER HECHO EN CONTACTO CON LA PROTECCION DEL CABLE.
8. EL EMPALME HA SIDO DISEÑADO PARA EL USO DIARIO DEL PASO DE TUBERIA.
9. A LOS GANCOS DE ANCLAJE SE LES DEBEAN AGUAR CON UN GANCHO DE PUNTA ANTICOMPRESIVA.
10. TODOS LAS DIMENSIONES DADAS EN VERTICALES.
11. TODOS LOS PANDOS DEL CABLE DEBEAN PROTEGERSE CON 4 A 10 VERTICIALES DE ANCLAJE GALVANIZADO.
12. SI EL TERRENO TIENE PENDIENTE LA LOCALIZACION DEL PUERTO ESTARA DENTRO DEL COMPASADO DEL CABLE TIENE UNA INCLINACION VERTICAL 2 HORIZONTAL.



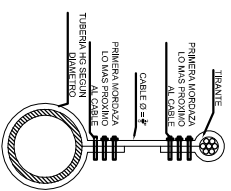
Aoyo del cable en la columna

Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquiyá Escala: 1:10




Detalle de anclaje

Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquiyá Sin escala



Detalle de suspensión de tubo

Sistema de abastecimiento de agua potable, cooperativa Chaquiyá Sin escala



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EFECTIVO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable
MUNICIPALIDAD DE CHOYUYA, SOLOLA

REGION VII
CANTONADO: Pajonadero de 30 m

TITULO: INDICADA

FECHA: Aprobado 2007

REGION VII MUNICIPIO: Pajonadero de 30 m CANTONADO: Pajonadero de 30 m MUNICIPIO: Pajonadero de 30 m	MUNICIPIO: Pajonadero de 30 m CANTONADO: Pajonadero de 30 m MUNICIPIO: Pajonadero de 30 m
10 14	10 14

Ing. Tito José Rodríguez Serrano

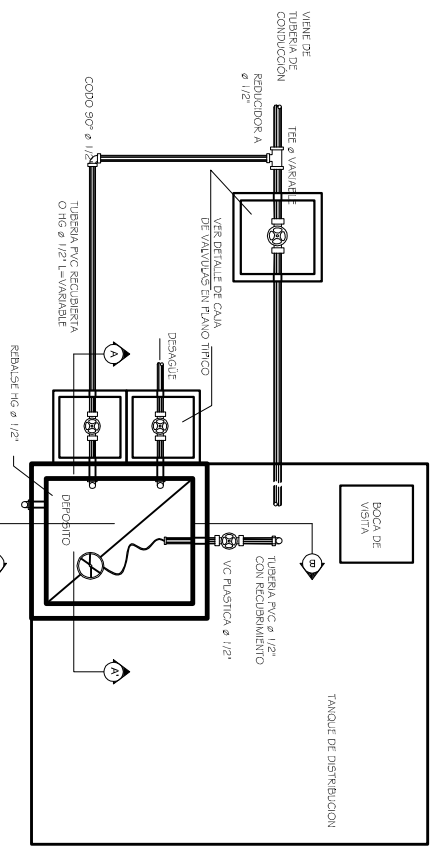


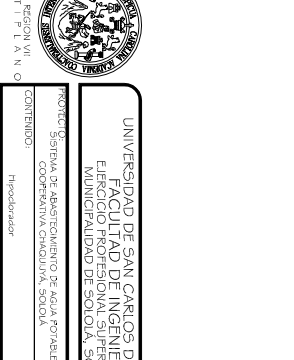
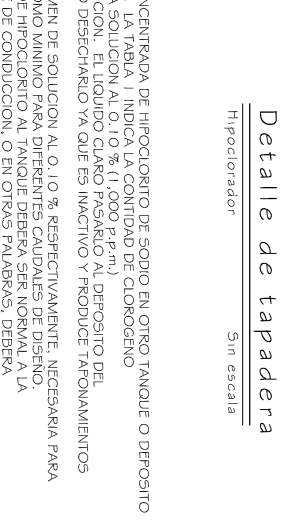
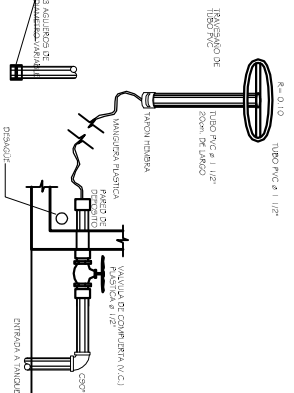
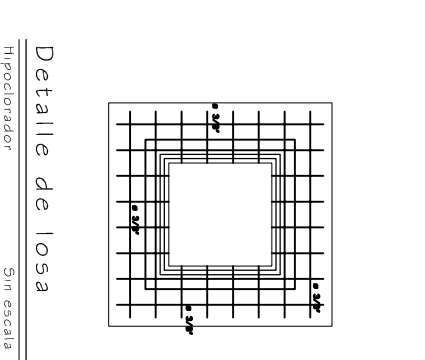
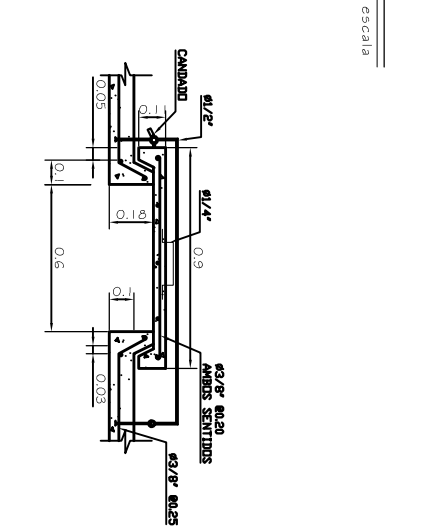
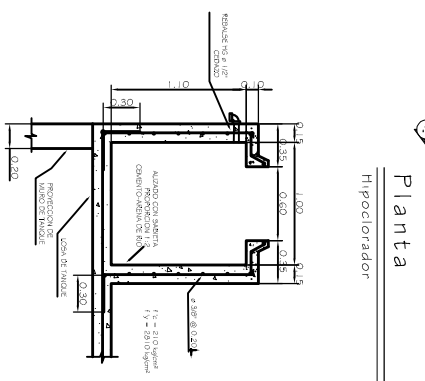
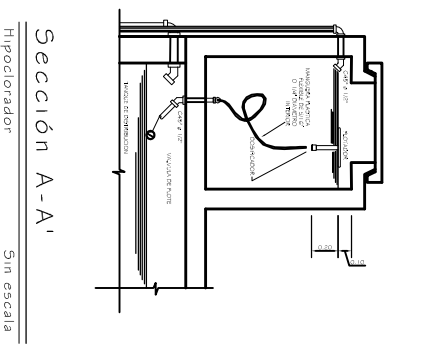
TABLA 1
HIPOCLORITO NECESARIO PARA PREPARAR SOLUCION AL 0,1 %

VOLUMEN DE SOLUCION REQUERIDA	65%	67%	69%	69%	70%
1000	650	670	690	690	700
2000	1300	1340	1380	1380	1400
3000	1950	2010	2070	2070	2100
4000	2600	2680	2760	2760	2800
5000	3250	3350	3450	3450	3500
6000	3900	4020	4140	4140	4200
7000	4550	4680	4810	4810	4880
8000	5200	5350	5500	5500	5580
9000	5850	6020	6190	6190	6280
10000	6500	6680	6860	6860	7000

1 lb = 450 gramos
VOLUMEN DEL DEPÓSITO A UTILIZARSE (1000 lts)
DOSIFICAR 3 LIBRAS Y 1 ONZA PARA 65 % (Mesa 15 días)
DOSIFICAR 3 LIBRAS PARA 70 %

TABLA 2
VOLUMEN DE SOLUCION AL 0,1 % QUE TIENE QUE INGRESAR AL TANQUE PARA DOSIFICAR 1 mg/l

CANTIDAD DE SOLUCION	1 mg/l
1000	17,58
2000	35,16
3000	52,74
4000	70,32
5000	87,90
6000	105,48
7000	123,06
8000	140,64
9000	158,22
10000	175,80



Sección A-A'

Hipoclorador Sin escala

Sección B-B'

Hipoclorador Sin escala

Armado de muro

Hipoclorador Sin escala

Detalle de tapadera

Hipoclorador Sin escala

Detalle de losa

Hipoclorador Sin escala

1. PREPARAR LA SOLUCION CONCENTRADA DE HIPOCLORITO DE SODIO EN OTRO TANQUE O DEPÓSITO MEZCLANDOLA PERTIGAMENTE. LA TABLA 1 INDICA LA CANTIDAD DE CLOROGENO NECESARIA PARA PREPARAR UNA SOLUCION AL 0,10 % (1.000 P.P.M)
2. DEJAR SEDIMENTAR LA SOLUCION. EL LÍQUIDO CLARO TAPADO AL DEPÓSITO DEL N.º 1.
3. LA TABLA 2 INDICA EL VOLUMEN DE SOLUCION AL 0,10 % RESPECTIVAMENTE NECESARIA PARA APLICAR DURANTE DOS DIAS COMO MINIMO PARA DIFERENTES CAUDALES DE DISEÑO.
4. LA CAIDA DE LA SOLUCION DE HIPOCLORITO AL TANQUE DEBERA SER NORMAL A LA ENTRADA DE AGUA PROCEDENTE DE CONDUCCION, O EN OTRAS PALABRAS, DEBERA CAER LA SOLUCION DE HIPOCLORITO SOBRE EL CHORO DE AGUA QUE ENTRA AL TANQUE PROCEDENTE DE LA CONDUCCION. CON EL OBJETO DE LOGRAR UNA BUENA MEZCLA EN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO.
5. EL PERIODO DE CONTACTO EN EL TANQUE DE DISTRIBUCION SERA COMO MINIMO DE DOS HORAS TIEMPO DURANTE EL CUAL EL AGUA NO PASARA A LA RED DE DISTRIBUCION SINO SOLO SE HACE CUANDO SE INICIA EL PROCESO DE CLORACION.

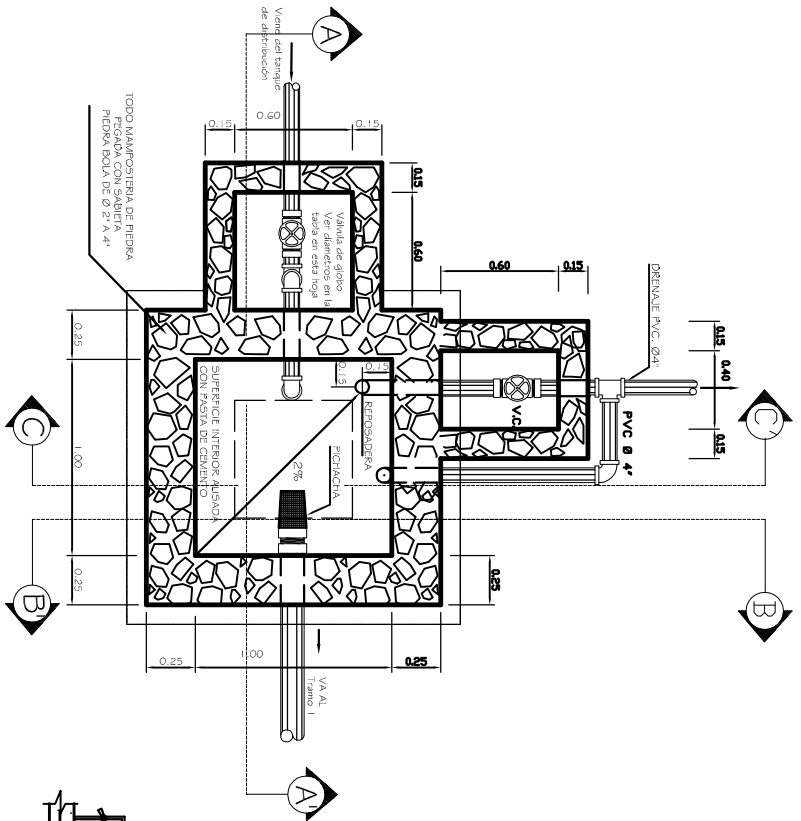


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS Y LETRAS
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNITARIA CHOLUVIJA, SOLOLA	ESCALA:	INDICADA
CONTENIDO:	Hipoclorador	FECHA:	AGOSTO 2007

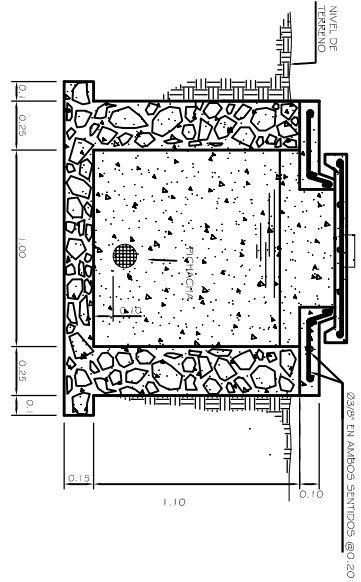
ASESOR:	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	DISEÑO:	Yajaira Galdames Serrano Caurile
CALCULO:	Yajaira Galdames Serrano Caurile	DEBIDO:	Yajaira Galdames Serrano Caurile
PROYECTO:	2007-2008	FECHA:	2007-2008

FECHA:	11/14
ING. Silvio José Rodríguez Serrano	



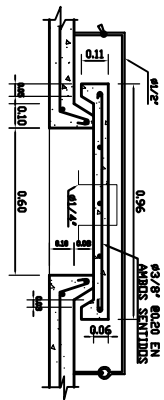
Planta

Escala: 1:12.5



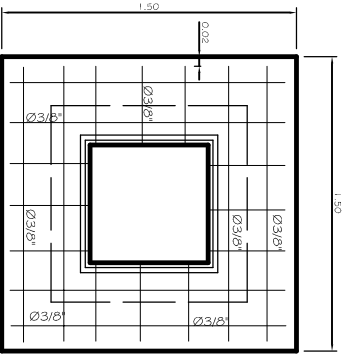
Sección B-B'

Escala: 1:12.5



Detalle de tapadera

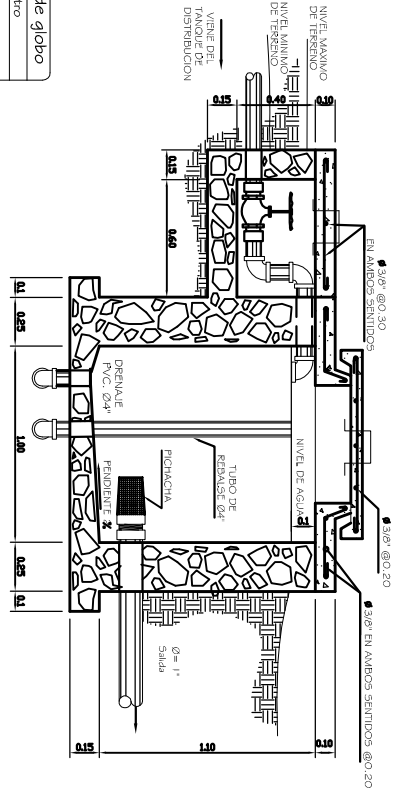
Escala: 1:10



Detalle de losa

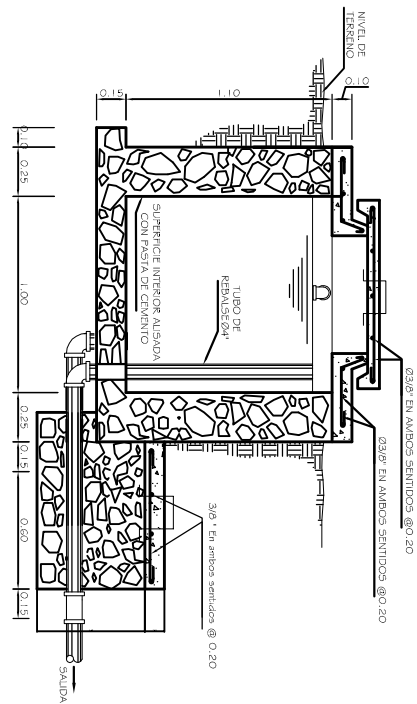
Escala: 1:12.5

Tabla de diámetros para válvulas de globo	
Estación	Diámetro
E-17	4"
E-33	4"



Sección A-A'

Escala: 1:12.5



Sección C-C'

Escala: 1:12.5



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EFECTIVO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

REGION VII A. L. I. T. I. A. N. O.	PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COOPERATIVA CHOCUYA, SOLOLA	TITULO ACERCA 2007
DISEÑO: Ing. Silvio José Rodríguez Serrano Folio: 0003-20259	DIRECCION: Folio: Guaymas Serrano Castillo 0003-20259	FECHA: 12
CALCULO: Ing. Silvio José Rodríguez Serrano Folio: 0003-20259	DEBIDO: Folio: Guaymas Serrano Castillo 0003-20259	14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
 Supervisor

Tabla 1

HIPOCLORITO NECESARIO PARA PREPARAR SOLUCION AL 0.1 %				
VOLUMEN DE SOLUCION REDUCIDA	65%	67%	68%	70%
1000	628.5	647.7	667.0	686.2
2000	1257.0	1295.4	1334.0	1372.4
3000	1885.5	1943.1	2001.0	2060.2
4000	2514.0	2590.8	2668.0	2746.4
5000	3142.5	3238.5	3326.0	3414.0
6000	3771.0	3886.2	3984.0	4082.4
7000	4399.5	4533.9	4642.0	4740.8
8000	5028.0	5181.6	5300.0	5409.6
9000	5656.5	5829.3	5948.0	6018.4
10000	6285.0	6477.0	6605.0	6627.2

VOLUMEN DE SOLUCION AL 0.1% QUE TIENE QUE REEMPLAZAR AL TANQUE PARA DISTRIBUCION 1 litro	
TIPO DE SIEMBRA	CANTIDAD NECESARIA DE SOLUCION
1/8"	17.09
1/4"	34.18
3/8"	51.27
1/2"	68.36
5/8"	85.45
3/4"	102.54
7/8"	119.63
1"	136.72
1 1/8"	153.81
1 1/4"	170.90
1 3/8"	187.99
1 1/2"	205.08
1 5/8"	222.17
1 3/4"	239.26
1 7/8"	256.35
2"	273.44
2 1/8"	290.53
2 1/4"	307.62
2 3/8"	324.71
2 1/2"	341.80
2 5/8"	358.89
2 3/4"	375.98
2 7/8"	393.07
3"	410.16
3 1/8"	427.25
3 1/4"	444.34
3 3/8"	461.43
3 1/2"	478.52
3 5/8"	495.61
3 3/4"	512.70
3 7/8"	529.79
4"	546.88
4 1/8"	563.97
4 1/4"	581.06
4 3/8"	598.15
4 1/2"	615.24
4 5/8"	632.33
4 3/4"	649.42
4 7/8"	666.51
5"	683.60

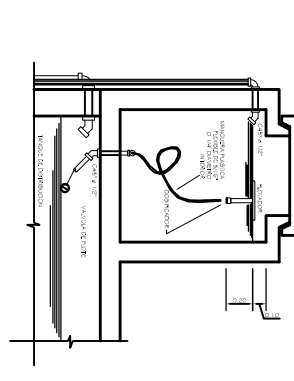
Planta

Sin escala

Hipoclorador

Sin escala

Sin escala



Sección A-A'

Sin escala

Hipoclorador

Sin escala

Sin escala

Sin escala

Sin escala

Armado de muro

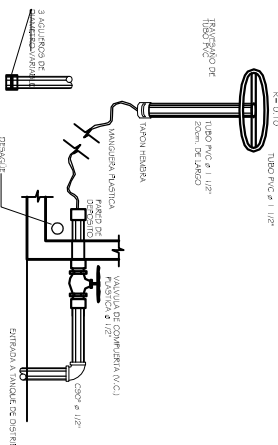
Sin escala

Hipoclorador

Sin escala

Sin escala

Sin escala



Sección B-B'

Sin escala

Hipoclorador

Sin escala

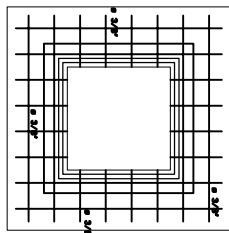
Sin escala

Sin escala

Sin escala

Sin escala

1. PREPARAR LA SOLUCION CONCENTRADA DE HIPOCLORITO DE SONO EN OTRO TANQUE O DEPÓSITO MEZCLANDOLA PERFECTAMENTE. LA TABLA 1 INDICA LA CANTIDAD DE CLOROGENO NECESARIA PARA PREPARAR UNA SOLUCION AL 0.10 % (1.000 P.P.M.)
2. DEJAR SESENTAR LA SOLUCION. EL LIQUIDO CLARO PASARLO AL DEPÓSITO DEL HIPOCLORADOR. EL SEDIMENTO DESECHARLO YA QUE ES INACTIVO Y PRODUCE TAPONAMIENTOS EN LA TUBERIA.
3. LA TABLA 2 INDICA EL VOLUMEN DE SOLUCION AL 0.10 % RESPECTIVAMENTE, NECESARIA PARA APURAR DURANTE DOS DIAS COMO MINIMO PARA DIFERENTES CAUDALES DE DISEÑO.
4. LA CAIDA DE LA SOLUCION DE HIPOCLORITO AL TANQUE DEBERA SER NORMAL A LA ENTRADA DE AGUA PROCEDENTE DE CONDUCCION, O EN OTRAS PALABRAS, DEBERA CAER LA SOLUCION DE HIPOCLORITO SOBRE EL CHORO DE AGUA QUE ENTRA AL TANQUE PROCEDENTE DE LA CONDUCCION, CON EL OBJETO DE LOGRAR UNA BUENA MEZCLA EN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO.
5. EL PERIODO DE CONTACTO EN EL TANQUE DE DISTRIBUCION SERA COMO MINIMO DE DOS HORAS TIEMPO DURANTE EL CUAL EL AGUA NO PASARA A LA RED DE DISTRIBUCION ESTO SOLO SE HACE CUANDO SE INICIA EL PROCESO DE CLORACION.



Detalle de losa

Sin escala

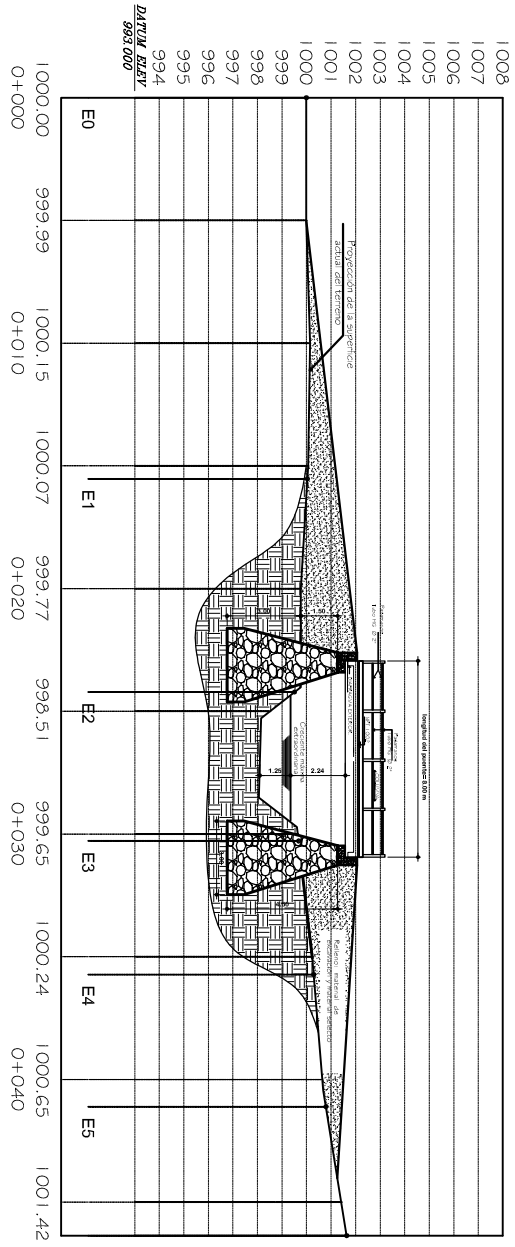
Sin escala



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EFECTIVO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

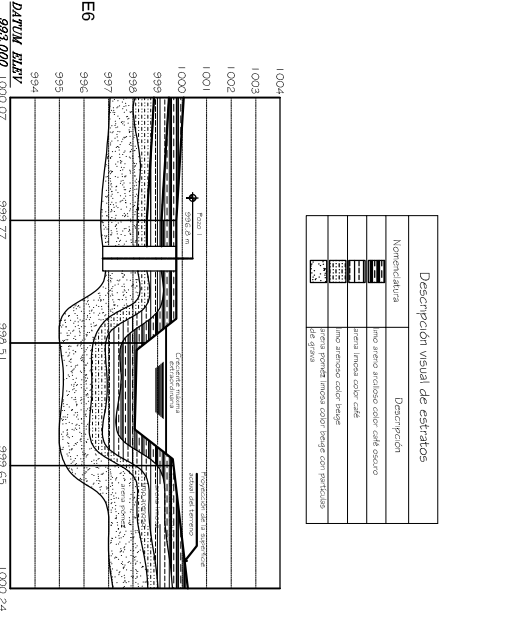
REGION VII	PROYECTO	TITULO
A. L. I. F. I. A. N. O.	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE COMUNITATIVA CHIMULVA, SOLOLA	INDICADA
	CONTENIDO:	ACABO 2007
	Hipoclorador	
DISTRICTO	DISEÑO	FECHA
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	Felipe Guillermo Siqueiros Castillo	2007-2008
CALCULO	TUBADO	
Felipe Guillermo Siqueiros Castillo	Felipe Guillermo Siqueiros Castillo	2007-2008
		1/14

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano



Elevación Longitudinal

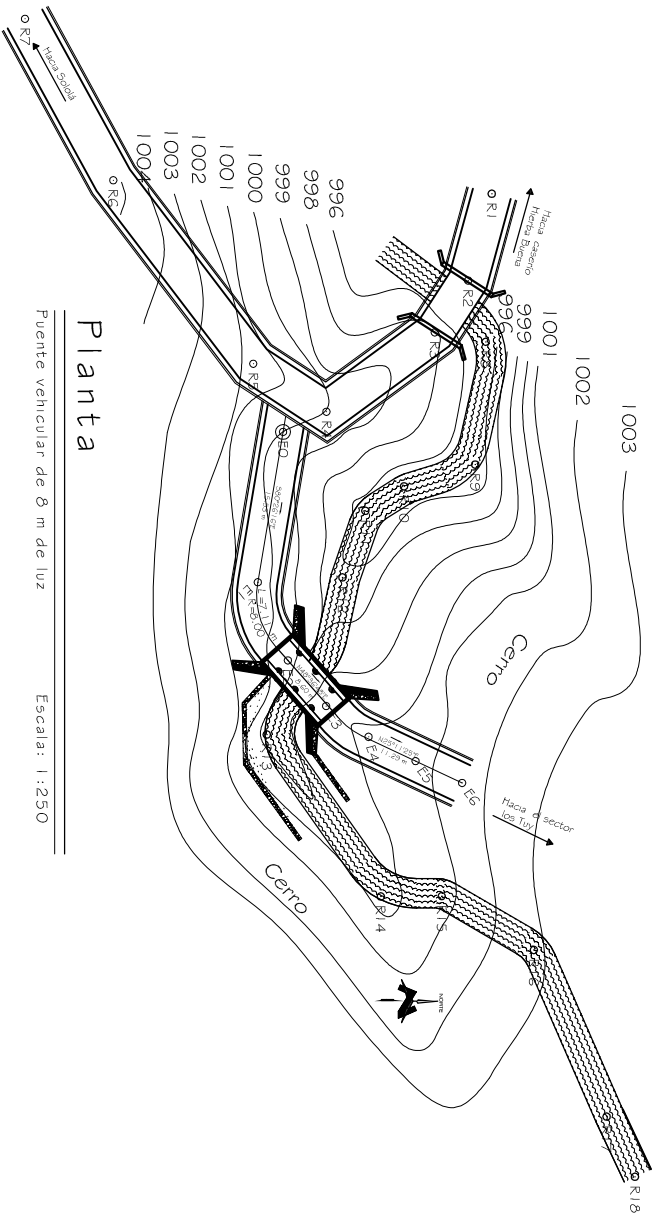
Puente vehicular de 8 m de luz
Escala H: 1:100
Escala V: 1:100



Estratigrafía

Puente vehicular de 8 m de luz
Escala H: 1:100
Escala V: 1:100

Descripción visual de estratos	
Nomenclatura	Descripción
1	Rejilla de acero inoxidable
2	Rejilla de acero inoxidable
3	Rejilla de acero inoxidable
4	Rejilla de acero inoxidable
5	Rejilla de acero inoxidable
6	Rejilla de acero inoxidable
7	Rejilla de acero inoxidable
8	Rejilla de acero inoxidable
9	Rejilla de acero inoxidable
10	Rejilla de acero inoxidable



Planta

Puente vehicular de 8 m de luz
Escala: 1:250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR DE 8 m DE LUZ
CLIENTE: CASERIO HONDA AMENCIA
Lugar: HONDA AMENCIA, SOLOLA, GUATEMALA

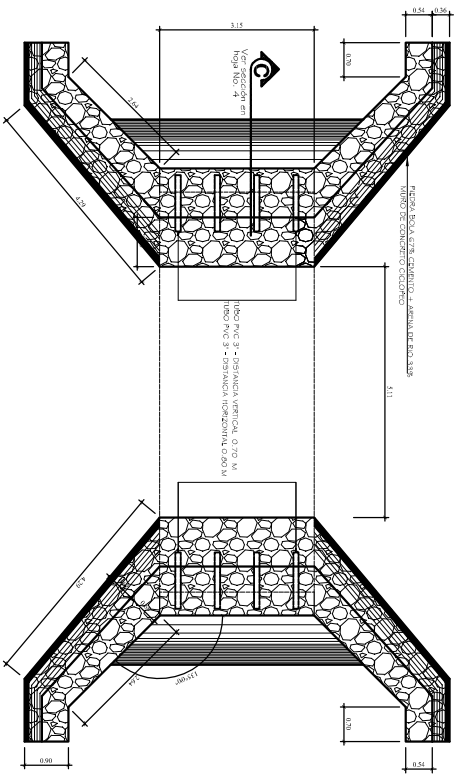
REGION V
A. L. I. S. A. N. O.

CONTENIDO: PLANTA Y ELEVACION LONGITUDINAL

FECHA: ABRIL 2007

INDICADA

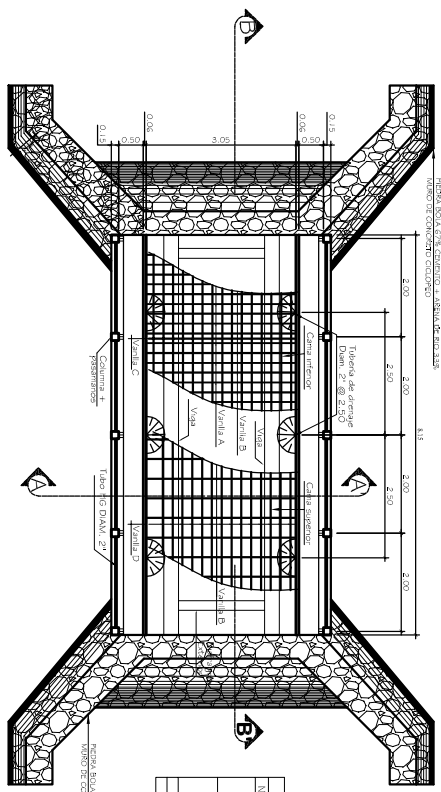
PROYECTO	PROYECTANTE	FECHA
PUENTE VEHICULAR DE 8 m DE LUZ	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano	2007-2008
CALCULO	Ing. Guillermo Siqueiros Castillo	2007-2008
DEBIDO	Ing. Guillermo Siqueiros Castillo	2007-2008



Planta de estribo y aletones

Puente Hierba Buena

Escala 1:50

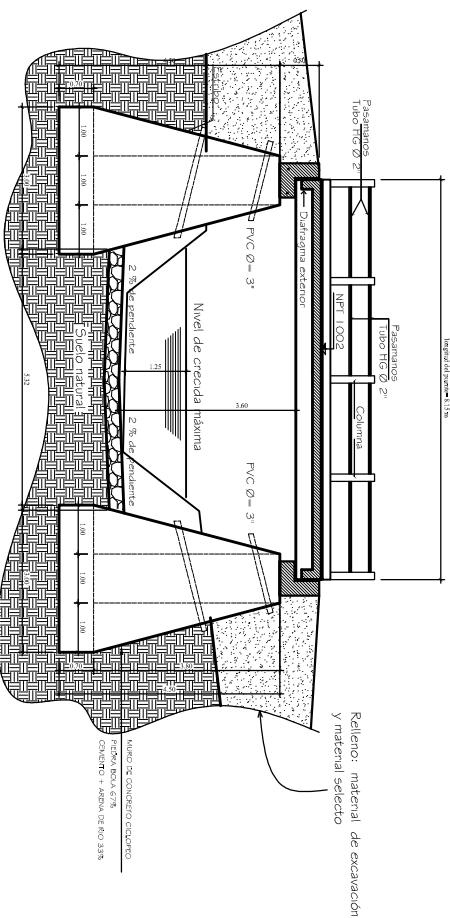


Planta

Puente Hierba Buena

Escala 1:50

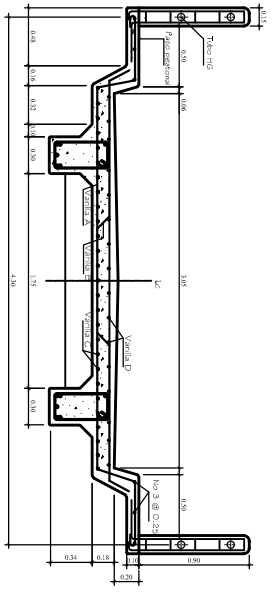
Distribución de varillas	
Nombre	Distribución de varillas
A	No. 5 Ø 20 cm 0.6 3.3 0.3
B	No. 5 Ø 20 cm 1.0 cm Condición
C	No. 4 Ø 20 cm
D	No. 3 Ø 20 cm



Sección B-B'

Puente Hierba Buena

Escala 1:50



Corte A-A'

Puente Hierba Buena

Escala 1:20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR DE 8 m DE LUZ

TEMPORAL
INDICADA
ACERCA 2007

CONTENIDO: Planta + Secciones
Firma de autor y revisores

PROFESOR: Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
DISEÑO: Pablo Guillermo Siquez Castillo
DIBUJO: Pablo Guillermo Siquez Castillo

REGION VI

2
4

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE SOLOLA, SOLOLA

PROYECTO: PUENTE VEHICULAR DE 8 m DE LUZ
TEMPORAL
INDICADA
ACERCA 2007

CONTENIDO: Planta + Secciones
Firma de autor y revisores

PROFESOR: Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
DISEÑO: Pablo Guillermo Siquez Castillo
DIBUJO: Pablo Guillermo Siquez Castillo

REGION VI

2
4

