



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

**DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PERIFÉRICO DEL ÁREA
URBANA Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC,
ALTA VERAPAZ,**

Jorge Mario Arnaldo Delgado Pérez
Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, noviembre de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PERIFÉRICO DEL ÁREA
URBANA Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC,
ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

JORGE MARIO ARNOLDO DELGADO PÉREZ

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 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 Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. José Milton De León Bran
VOCAL V	Br. Isaac Sultán Mejía
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
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 DE PAVIMENTO PARA EL PERIFÉRICO DEL ÁREA URBANA Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha agosto 6 de 2007.

Jorge Mario Arnoldo Delgado Pérez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 7 de noviembre de 2008.
Ref.EPS.D.1022.11.08.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

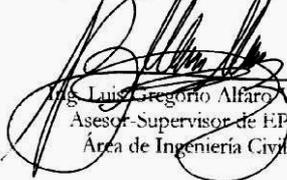
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **JORGE MARIO ARNOLDO DELGADO PÉREZ** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199919392**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PERIFÉRICO DEL ÁREA URBANA Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ"**.

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"


Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
L.GAF/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 7 de noviembre de 2008.
Ref.EPS.D.1022.11.08.

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado "**DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PERIFÉRICO DEL ÁREA URBANA Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ**" que fue desarrollado por el estudiante universitario **JORGE MARIO ARNOLDO DELGADO PÉREZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ingeniero Luis Gregorio Alfaro Véliz**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
10 de noviembre de 2008

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

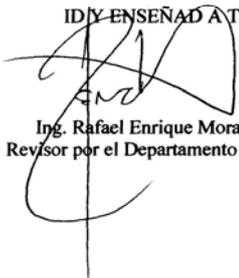
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PERIFÉRICO DEL ÁREA URBANA Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jorge Mario Arnoldo Delgado Pérez, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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,

IDY ENSEÑAD A TODOS



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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

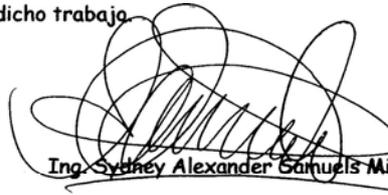
/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Jorge Mario Arnaldo Delgado Pérez, titulado DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PÉRIFÉRICO DEL ÁREA URBANA Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Wilson



Guatemala, noviembre 2008.

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
De Guatemala



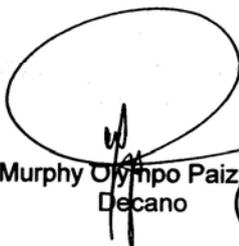
Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.456.08

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE PAVIMENTO PARA EL PERIFÉRICO DEL ÁREA URBANA Y SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ** presentado por el estudiante universitario, **Jorge Mario Arnoldo Delgado Pérez** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Ríos
Decano



Guatemala, noviembre de 2008

/cc
cc. archivo

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS	Poder superior que me guió durante el desarrollo de mi vida universitaria hasta convertir un anhelo en realidad.
MIS PADRES	Mario Arnoldo Delgado Coy Desideria Pérez de Delgado Con amor y agradecimiento, pues gracias a sus esfuerzos y sacrificios estoy alcanzando otra meta más que compartimos.
MI HERMANO	Maynor Anibal.
MI FAMILIA EN GENERAL	Con afecto por su apoyo incondicional.
MIS AMIGOS	A todos y cada uno gracias por compartir su amistad y confianza.
GUATEMALA	Tierra mística de triunfadores.
LA FACULTAD DE INGENIERÍA	Centro de sabiduría y calidad académica.

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1 Monografía del municipio	1
1.1.1 Aspectos generales	1
1.1.2 Antecedentes históricos	1
1.1.3 Localización	2
1.1.4 Situación demográfica	2
1.1.5 Aspectos económico y actividades productivas	2
1.1.6 Extensión	2
1.1.7 Límites	2
1.1.8 Clima	3
1.1.9 Vías de acceso	3
1.1.10 Servicios públicos	3
1.1.11 Comercio	3
1.1.12 Turismo	4
1.1.13 Necesidades en infraestructura y servicios básicos	4
1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Samococh y del área urbana del municipio de Chisec Alta Verapaz	4
1.2.1 Descripción de las necesidades	4
1.2.2 Priorización de las necesidades	5

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Pavimento del periférico del área urbana del municipio de Chisec, Alta Verapaz.	7
2.1.1 Descripción del proyecto	7
2.1.2 Descripción del área disponible	7
2.1.2.1 Localización del terreno	7
2.1.2.2 Topografía del terreno	
2.1.2.3 Evaluación de la calidad del suelo y determinación del Valor Soporte.	8
2.1.3 Normas para el diseño de pavimentos.	9
2.1.3.1 Criterios generales	10
2.1.3.2 elementos estructurales de pavimentos	11
2.1.3.3 Otros criterios	14
2.1.4 Ensayos de laboratorio	15
2.1.4.1 Límites de Atterberg	15
2.1.4.1.1 Límite líquido	15
2.1.4.1.2 Límite plástico	15
2.1.4.1.3 Índice plástico	15
2.1.5 Ensayo de compactación o proctor modificado	16
2.1.6 Ensayo de Valor soporte (C.B.R)	16
2.1.7 Análisis de resultados	17
2.1.8 Diseño de pavimento rígido para el periférico del área urbana del municipio de Chisec Alta Verapaz.	19
2.1.8.1 Trabajos preliminares al dimensionamiento de un pavimento	19
2.1.8.2 Topografía	20
2.1.8.2.1 Planimetría	20
2.1.8.2.2 Altimetría	20
2.1.8.3 Cálculo de curvas verticales	20
2.1.8.4 Teoría de diseño de pavimentos rígidos	21

2.1.8.5	Diseño de pavimento rígido	22
2.1.8.6	Planos y detalles	28
2.1.8.7	Cuantificación de materiales	28
2.1.8.8	Presupuesto	28
2.1.8.9	Cronograma	35
2.2	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Samococh, del municipio de Chisec Alta Verapaz.	
2.2.1	Descripción del proyecto	36
2.2.2	Localización de la fuente	36
2.2.3	Aforos	37
2.2.4	Determinación de la calidad del agua	37
2.2.5	Levantamiento topográfico	37
2.2.5.1	Planimetría	37
2.2.5.2	Altimetría	38
2.2.6	Criterios de diseño	38
2.2.6.1	Período de diseño.	39
2.2.6.2	Tasa de crecimiento poblacional.	39
2.2.6.3	Estimación de la población de diseño.	40
2.2.6.4	Dotación.	40

2.2.7 Determinación de caudales	40
2.2.7.1 Caudal medio diario	41
2.2.7.2 Caudal máximo diario	41
2.2.7.3 Caudal máximo horario	42
2.2.7.4 Caudal de bombeo	43
2.2.8 Parámetros de diseño	44
2.2.9 Diseño de los componentes del sistema	45
2.2.9.1 Captación	47
2.2.9.2 Línea de impulsión	48
2.2.9.1 Verificación del golpe de ariete.	52
2.2.9.2 Especificaciones del equipo de bombeo	53
2.2.9.3 Tanque de almacenamiento.	56
2.2.9.4 Red de distribución	58
2.2.9.5 Obras hidráulicas	59
2.2.9.6 Sistema de desinfección	59
2.2.10 Planos y detalles	62
2.2.11 Cuantificación de materiales	62
2.2.12 Presupuesto	63
2.2.13 Especificaciones técnicas	73
2.2.14 Programa de operación y mantenimiento	80
2.2.15 Propuesta de tarifa	86
2.2.16 Análisis de vulnerabilidad	88
2.2.16.1 Análisis de Impacto Ambiental	89
2.2.16.2 Medidas de mitigación	91
2.2.17 Evaluación socio-económica	92
2.2.17.1 Valor presente neto	92
2.2.17.2 Tasa interna de retorno	94
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101
APÉNDICE	103

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

I. Categorías de carga por eje.	23
II. Tipos de suelos de la sub-rasante y valores aproximados de “k”	24
III. Valores de “k” para sobre-bases granulares (de PCA).	24
IV. TPDC permisible, carga por eje categorías pavimentos.	25
V. Relación de soporte california.	26
VI. Impacto ambiental, etapa de operación.	90
VII. Cálculos hidráulicos red de distribución.	105
VIII. Cálculos hidráulicos de la línea de impulsión.	105

LISTA DE SÍMBOLOS

P.V.C.	Cloruro de polivinilo
Q	Caudal en litros por segundo
C	Coeficiente de fricción de la tubería
PSI	Libras por pulgada cuadrada
MCA	Metros columna de agua
V	Velocidad en metros por segundo
hf	Pérdida por fricción en la tubería, en metros
EST.	Estación
P.O.	Punto observado
INE	Instituto Nacional de Estadística
mm	Milímetro
E.P.S.	Ejercicio Profesional Supervisado
ml	Metros lineales
Seg	Segundos
l/s	Litros por segundo
l/hab/día	Litros habitante día

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials. (Asociación Norteamericana de Funcionarios de Transporte y Carreteras del Estado).
Aforo	Consiste en medir un caudal, utilizando varios métodos volumétrico, vertederos, molinete, etc.
Agua potable	Es el agua sanitariamente segura para la salud y agradable a los sentidos. Se encuentra libre de contaminación objetable, y por lo tanto, adecuada para el consumo humano.
Análisis de agua	Es el conjunto de parámetros que tienen por objeto definir la calidad del agua, al relacionarlos con normas, las cuales establecen los valores de las concentraciones máximas aceptables y/o permisibles, para el uso benéfico al cual se destine.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir las alturas, sirve para la representación de secciones o perfiles de una sección de terreno, cuyas alturas están referidas a un eje llamado línea de horizonte.

Banco de marca	Punto fijo que indica altura sobre el nivel del mar.
Caudal	Es el volumen de agua que pasa por una sección de flujo por unidad de tiempo. El caudal se expresa en litros por segundo
Dotación	Volumen de agua consumida por un habitante en un día; se expresa en litros habitante día.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de viviendas por unidad de área.
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de rugosidad	Factor que expresa qué tan lisa es una superficie.
Grupo coliforme	Grupo de bacterias que habitan en el intestino grueso del hombre y de algunos animales. Cuando éstas se detectan en el agua indican una contaminación de tipo fecal; son las principales bacterias cuyo número se busca determinar en un análisis bacteriológico.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene las propuestas técnicas de los proyectos pavimento de un sector del área urbana y sistema de agua potable para la comunidad de Samococh, los cuales fueron seleccionados priorizando las necesidades básicas de los pobladores del área urbana y rural del municipio de Chisec, Alta Verapaz.

La pavimentación del periférico, el cual funciona como acceso principal al municipio; se desarrollará para mejorar la vialidad tanto de personas como de vehículos considerando el tránsito diario en esa arteria, que sirve de enlace con municipios de la región norte del país.

El proyecto de agua potable, se desarrolló para la comunidad de Samococh, esta diseñado para trabajar por bombeo; dispondrá de un tanque de distribución de concreto ciclópeo y losa de techo de concreto reforzado; de igual forma contará con una red de distribución la cual estará diseñada bajo normas y especificaciones sanitarias. A excepción de la red domiciliar la línea de conducción estará ubicada en área de uso público.

OBJETIVOS

Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Samococh

General:

- Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo que logre suplir la necesidad básica que padece la población.

Específicos:

1. Definir los parámetros del diseño, asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuadas.
2. Satisfacer la demanda actual y futura de agua que requiere la población de la comunidad de Samococh.
3. Evitar la proliferación de enfermedades gastrointestinales que sufre la población por abastecerse de fuentes no adecuadas.

Pavimento para el periférico del área urbana del municipio de Chisec, Alta Verapaz.

General:

- Diseño de un pavimento que cumpla con las normas mínimas de vialidad.

Específicos:

1. Mejorar la vialidad asegurando el desplazamiento eficiente de personas y vehículos.
2. Por medio de la pavimentación del periférico aumentar la plusvalía del área urbana.

INTRODUCCIÓN

La carencia de infraestructura en las aéreas urbanas, y rurales de Guatemala; tiene como consecuencia disminución en la calidad de vida de sus habitantes, motivo por el cual es necesario implementar acciones concretas en busca de un desarrollo común.

Para superar estas carencias se debe aprovechar y manejar los recursos naturales de manera óptima, es por eso que mediante la investigación y diseño de dos proyectos ubicados: uno en la comunidad de Samococh, donde la población carece de agua potable y el segundo proyecto para mejorar la vialidad de los vecinos del área urbana, mediante la pavimentación del periférico.

Con el propósito de establecer la posibilidad técnica, económica y administrativa de construir y desarrollar los proyectos; se plantea la propuesta técnica que lleva como título, “Diseño del pavimento para el periférico del área urbana y abastecimiento de agua potable para la comunidad Samococh del municipio de Chisec, Alta Verapaz”.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Chisec, Alta Verapaz

1.1.1. Aspectos generales

Chisec, es el segundo municipio de alta verapaz, más grande en extensión territorial, el cual se encuentra situado al nor-orienté de las ciudad de cobán, cabecera del departamento de alta verapaz, la topografía del municipio es un cincuenta por ciento quebrada y de conformación plana en su complemento, es un lugar apropiado para cultivos y ganadería.

Chisec, según el dialecto q'eqchi, significa lugar de la navajuela, toda vez que chi significa lugar y sek significa navajuela, que consiste en una hoja larga y cortante, que científicamente se le conoce con el nombre de Salaria Braceaba, chisec está catalogado bajo la categoría de pueblo.

1.1.2 Antecedentes históricos

Al pueblo anteriormente se le denominaba Espíritu Santo, actualmente Chisec, que en asamblea nacional constituyente dividió el territorio del estado de guatemala, en decreto número 43 del 9 de septiembre de 1,839; el pueblo de chisec, aparece oficialmente como tal en la tabla de distritos territoriales, anexo al Decreto Gubernativo número 301 del 28 de diciembre de 1,883, por lo tanto aparece en la demarcación política de la republica de Guatemala, Oficina de Estadística 1,892.

1.1.3 Localización

Pertenece al municipio de alta verapaz, está situada a 76 kilómetros de la cabecera departamental, a una altura de 240 m. sobre el nivel del mar.

1.1.4 Situación demográfica

Según el censo de población y habitación del año 2002, el municipio de Chisec, cuenta con 69,325 habitantes; conformados por 35,325 hombres y 34,000 mujeres haciendo un total de 11,206 familias, concentradas en 12,807 viviendas, cuya población en un 91% es de raza indígena y 9% de raza no indígena o mestiza.

1.1.5 Aspectos económicos y actividades productivas

El municipio tiene un potencial agrícola en el cual basan su economía; entre los productos que cultivan figuran: el cardamomo (*Elletaria cardamomum*), café (*Coffea arábica*), arroz, chile (*Capsicum sp.*), pimienta gorda, maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulagirs*) y tubérculos en general, entre las artesanías, se elaboran: tejidos de algodón, cerámica, productos de arcilla, instrumentos musicales y candelas.

1.1.6 Extensión

El municipio se extiende en un área de 1,653.43 kilómetros cuadrados.

1.1.7 Límites

El municipio limita: Al norte, con Sayaxché, municipio del departamento de Petén; al sur con Cobán y San Pedro Carchá; al oriente, con fray Bartolomé de Las Casas, y al poniente, con el municipio de Cobán.

1.1.8 Clima

El clima del municipio es húmedo tropical y debido a ello se registra precipitación pluvial en toda época del año, según los registros de la estación meteorológica San Agustín Chixoy.

1.1.9 Vías de acceso

La cabecera municipal de Chisec, está situada a una distancia de 290 kilómetros de la ciudad capital sobre la carretera C-A14, y a 76 kilómetros de la cabecera departamental de Cobán; existe comunicación con el departamento de Petén, vía Raxruhá, Sayaxché y Santa Elena Petén; hasta las ruinas de Tikal. Por medio de carretera totalmente asfaltada.

1.1.10 Servicios públicos

La cabecera municipal de Chisec cuenta con los servicios de: agua potable, energía eléctrica, servicio de telefonía, dos agencias bancarias, centro de salud tipo "B", escuela urbana de educación primaria, Instituto básico por cooperativa, Instituto tecnológico, Instituto normal bilingüe y pluricultural, escuela de párvulos, mercado municipal, servicio de moto-taxis, líneas de transporte para distintas regiones del departamento, y ciudad capital, mientras

en el área rural un 29% de de la población cuenta con energía eléctrica y se estima un 80 % de edificios escolares.

1.1.11 Comercio

Se basa en la agricultura, sus principales productos de intercambio comercial lo constituyen el cardamomo y el maíz.

1.1.12 Turismo

La diversidad de flora y fauna destacan el principal atractivo turístico del lugar así como los vestigios de antiguas civilizaciones; que influyeron en catalogar al municipio como “la puerta al mundo maya”, entre los sitios figuran las cuevas de candelaria, las cuevas de bombil pec (piedra pintada), las lagunas gemelas de sepalau, las lagunetas chiribiscal y limón.

1.1.13 Necesidades en infraestructura y servicios básicos

Se identificaron principalmente en el sistema de drenaje sanitario del área urbana y la distribución insuficiente de agua sanitariamente segura en el área rural.

1.2 Investigación diagnóstica de las necesidades de servicios básicos y de infraestructura de la comunidad samochoch y el área urbana del municipio de chisec, A.V.

Según solicitudes y priorización de proyectos, realizados a la municipalidad, se enmarcan las de beneficio social.

1.2.1 Descripción de las necesidades

- diseñar la red de distribución de agua potable para la comunidad de samococho.
- diseñar la red de alcantarillado sanitario para el área sub-urbana del municipio.
- implementar el periférico en el área urbana del municipio.
- pavimentación de las calles de la cabecera municipal.
- mejorar el sistema de agua potable en el área urbana del municipio.

1.2.2 Priorización de las necesidades

- diseñar la red de distribución de agua potable para la comunidad de Samococho.
- implementar el periférico en el área urbana del municipio.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Pavimento del periférico del área urbana del municipio de Chisec, Alta Verapaz.

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de un pavimento rígido sobre el periférico el cual sirve de acceso principal a la cabecera municipal de Chisec, con el objetivo de mejorar el desplazamiento de personas y vehículos.

El desarrollo del mismo pretende mejorar la vialidad del sector que se sirve de enlace con municipios colindantes de la región norte del país.

2.1.2 Descripción del área disponible

Actualmente la superficie se encuentra en condiciones aceptables con una conformación de balasto de 0.20 m de espesor, con un ancho de corona de 9.00m y 6.00m de ancho de calzada.

2.1.2.1 Localización del terreno

Se localiza en la estación E 293 + 020 sobre la carretera CA-14 Coban-chisec, acceso principal al municipio.

Figura 1. Mapa actualizado de la región de Chisec, Guatemala



Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN) Guatemala.

2.1.2.2 Topografía del terreno

La configuración es irregular, el perfil principal mantiene pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa y nula en algunos casos.

2.1.2.3 Evaluación de la calidad del suelo y determinación del Valor Soporte

Mediante la interpretación de los resultados obtenidos luego de realizar los ensayos de laboratorio se puede establecer las propiedades mecánicas del

suelo, y de esta manera evaluar la resistencia, y determinar de forma concluyente, si éste puede formar parte estructural del pavimento; o si debe realizarse un tratamiento para que cumpla con los requerimientos de la norma establecida.

Para el este diseño, la consistencia del suelo se ha catalogado como suelo de fundación malo debido a la cantidad de finos, clasificándolo según la AASHTO como tipo A-6 arcilla limosa de bajo (C.B.R.).

2.1.3 Normas para el diseño de pavimentos

El método de diseño AASHTO, originalmente conocido como AASHO, fue desarrollado en los Estados Unidos en la década de los 60, basándose en un ensayo a escala real realizado durante 2 años en el estado de Illinois. A partir de los deterioros que experimentan representar la relación deterioro – solicitud para todas las condiciones ensayadas. Con posterioridad, una vez que se publicó la nueva guía para el diseño estructural de pavimentos en 1986 y su correspondiente versión mejorada de 1993, esta fue adaptada para el diseño de pavimentos en Guatemala.

AASHTO: Asociación Norteamericana de Funcionarios de Transporte y Carreteras del Estado. (American Association of State Highway and Transportation Officials).

AASHTO T-180 Norma AASHTO modificado. Prueba realizada para encontrar el óptimo contenido de humedad para alcanzar la máxima densidad bajo un esfuerzo de 25.492 Kg (56.200 lb). de acuerdo al procedimiento, se deja caer un martillo de 4.5 Kg (10 lb) desde una altura de 457 mm (18”). La muestra del suelo se compacta en cinco capas por medio de 25 impactos por cada capa.

La energía de compactación es 4.5 veces mayor que la prueba de la Norma AASHTO, produciéndose una fuerza de 83.634 Kg/m (56.200lb/pie).

AASHTO T- 193 Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) en un intento por determinar el índice de resistencia al esfuerzo cortante del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas.

ASTM C para los requerimientos de clase y resistencia del concreto, así como también para sus respectivos aditivos.

En Guatemala se comercializan los cementos hidráulicos asignándoles una clase de resistencia de 21, 28, 35 y 42 Mpa (3000, 4000, 5000 y 6000 lb/pul²), que corresponden a una resistencia mínima a 28 días en morteros de cemento normalizados AASHTO T 106, ASTM C 109 Y COGUANOR NG 41003.h10.

2.1.3.1 Criterios generales

El período de diseño se considera como el período de análisis del tránsito, pues es difícil hacer predicción del tránsito con suficiente aproximación para un periodo determinado de tiempo. Por lo tanto para un pavimento rígido se considera adecuado considerar 20 años como período de diseño; cabe mencionar que al seleccionar el período de diseño de un pavimento este estará en función del tipo de carretera, nivel de tránsito, análisis económico y el servicio que preste.

De igual forma la vida útil del pavimento, es aquel tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que alcanza el mínimo de serviciabilidad.

El período de diseño puede llegar a ser igual a la vida útil de un pavimento; en los casos en que se consideren reconstrucciones ó rehabilitaciones a lo largo del tiempo, el período de diseño comprende varios períodos de vida útil que son: el de pavimento original y el de las rehabilitaciones.

2.1.3.2 Elementos estructurales de pavimentos

En los procedimientos de diseño, la estructura de un pavimento es considerada como un sistema de capas múltiples y los materiales de cada una de las capas se caracterizan por su propio módulo de elasticidad.

Debido a su consistencia y alto módulo de elasticidad, utiliza la acción de viga para distribuir la carga en un área de suelo relativamente grande, en este tipo de pavimento la mayor parte de la capacidad estructural es proporcionada por la losa de concreto.

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de las cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la sub-rasante.

Capas que componen el pavimento: terreno de fundación sirve de soporte al pavimento después de haber sido terminado el movimiento de tierras y que una vez compactado, tiene las secciones transversales y pendientes indicadas en los planos de diseño.

De la capacidad soporte depende en gran parte el espesor de la estructura del pavimento. Si el terreno de fundación pésimo, debe desecharse el material que lo conforma siempre que sea posible y sustituirse por un suelo de mejor calidad.

Sub-rasante, es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecta la carga de diseño que corresponde a la estructura prevista.

El soporte que la sub rasante presta al pavimento se expresa con el valor del modulo de reacción “k” de la sub rasante y puede ser determinado mediante ensayos en el terreno o por correlación con valores soportes establecidos mediante otros ensayos. Dentro del material apropiado para la sub rasante se encuentran los suelos granulares, con menos de 3% de hinchamiento en ensayo AASHTO T – 193, son materiales inapropiados para sub rasante los siguientes: suelos clasificados como A-8, que son altamente orgánicos, su clasificación se basa en inspección visual y no dependen de pruebas de laboratorio.

Sub-base es la primera capa del pavimento y está constituida por una capa de material selecto o estabilizado, de un espesor compactado, según las condiciones y características de los suelos existentes en la sub rasante, pero en ningún caso menor de 10 centímetros ni mayor de 70 centímetros. Las principales funciones de la sub base son transmitir y distribuir las cargas provenientes de la base.

La capa de la sub base debe estar constituida por suelos de tipo granular en su estado natural o mezclados, que formen y produzcan un material que llene los siguientes requisitos: valor soporte, el material debe tener un CBR AASHTO T- 193, mínimo de 30, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación, AASHTO T-180, o bien un valor AASHTO T-90, mayor de 50.

Piedras grandes y exceso de suelos finos (arcillas y limos): el tamaño máximo de las piedras que contengan material de sub-base, no debe exceder

de 7 centímetros, el material de sub base no debe tener mas de 50% en peso, de partículas que pasen el tamiz número 200 (0.075mm).

La porción que pasa el tamiz número 40 (0.425mm), no debe tener un índice de plasticidad AASHTO T-90, mayor de 6 ni un límite líquido, AASHTO T-89 mayor de 25, determinados ambos, sobre muestra preparada en húmedo AASHTO T-146. El material de la sub-base debe estar libre de materiales vegetales, basura, grumos de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa de la sub-base puedan causar, a criterio profesional, fallas en el pavimento.

Aplicando la técnica de estabilización de suelos, se puede mejorar las características de fricción interna y cohesión, por medio del uso de materiales o productos estabilizadores. Dentro de los materiales se puede aplicar cal hidratada, lechada de cemento, lechada de cal, granza de cal, cal viva, cemento pórtland, y materiales bituminosos, aunque pueden establecerse disposiciones especiales con otros productos estabilizadores como: el cloruro de calcio, cloruro de sodio, etc.

Base es la capa de material selecto que se coloca sobre la sub-base o sub-rasante, cuyo espesor deber ser no mayor de 35 cm. ni menor de 10 cm. dentro de sus principales características están las siguientes:

- a) Transmitir y distribuir las cargas provenientes de la superficie de rodadura.
- b) Servir de material de transición entre la sub base y la carpeta de rodadura.
- c) Drenar el agua que se filtre a través de las carpetas y hombros, hacia las cunetas.

- d) Resistir los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión producidas por el tránsito.

El material de base debe constituirse en piedra o grava de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno, y cumpliendo los siguientes requisitos:

Valor soporte: el material debe tener un CBR AASHTO T-193, mínimo de 90%, efectuado sobre una muestra saturada a 95% de compactación AASHTO T-180.

2.1.3.3 Otros criterios

El volumen de tránsito es un parámetro importante que influirá en la determinación de la estructura de un pavimento el cual esta en función del tipo de carretera, se ha estudiado cuales son los días de la semana que llevan los volúmenes normales de tránsito, para lo cual se establece la cantidad de vehículos por día o vehículos por hora que transitan por un determinado sector. Los máximos generalmente se registran, en caminos de tipo turístico, los sábados y domingos. En el camino de tipo comercial o agrícola, entre semana.

Dentro de la variación anual hay meses que llevan mayores volúmenes que otros, estos meses coinciden con los de vacaciones.

2.1.4 Ensayos de laboratorio

2.1.4.1 Límites de Atterberg

Para determinar la consistencia de los suelos y comprender mejor como el contenido de humedad afecta a la compactibilidad del suelo, se deben examinar las características limitantes del suelo, por lo tanto los límites de atterberg sirven de base para la diferenciación entre los materiales altamente plásticos, ligeramente plásticos y los no plásticos.

2.1.4.1.1 Límite líquido (LL)

Este es el contenido de humedad con el cual el suelo pasa de un estado plástico al líquido. Este líquido significa que el suelo tiene suficiente humedad para vencer la fricción y la cohesión molecular del suelo.

2.1.4.1.2 Límite plástico (LP)

Representa el contenido de humedad con el cual las partículas se deslizan una sobre otras y todavía poseen cohesión apreciable.

2.1.4.1.3 Índice plástico (IP)

Es la diferencia numérica entre el límite plástico y el límite líquido de un suelo. Los suelos que tienen altos índices plásticos son totalmente compresibles y tienen alta cohesión.

2.1.5 Ensayo de compactación o proctor modificado

Método estandarizado para determinar el óptimo contenido de agua y la correspondiente densidad seca máxima. En la prueba proctor modificado se utiliza un pistón manual para compactar 1/30 pies³ en cinco capas de suelo en un molde limitado. Para las pruebas de laboratorio se ha adoptado un procedimiento bajo la norma AASHTO (T-180), se utiliza un martillo de 4.5 Kg (10.0 Lb) que se deja caer desde una altura de 457 mm (18 pul). La muestra del suelo se compacta en cinco capas por medio de 25 impactos del martillo por capa. La energía de compactación es 4.5 veces mayor que la prueba de la norma AASTHO, produciéndose una fuerza de 83.634 Kg/m (56.200 lb/pie).

2.1.6 Ensayo de valor soporte (C.B.R.)

Es un índice de resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, el C.B.R. bajo la norma AASHTO T-193 se obtiene como la relación unitaria necesaria para lograr una cierta profundidad de penetración del pistón de penetración del pistón dentro de la muestra compactada de suelo bajo un contenido de humedad y densidad dadas con profundidad de penetración en una muestra estándar de material desmoronado, en forma de ecuación se expresa como:

C.B.R. = carga unitaria del ensayo/carga unitaria patrón

2.1.7 Análisis de resultados

De los valores obtenidos en el Centro de Investigaciones se puede observar que:

Es una arcilla limosa color rojo oscuro

Clasificación P.R.A:

A-6 es un suelo de fundación mala.

Límites de Atterberg

Valores obtenidos

L.L. = 54.00

I.P. = 14.00

Éste suelo tiene un límite líquido mayor del 50% por lo que es un suelo que se deforma fácilmente.

El I.P. (índice de Plasticidad) según los siguientes rangos

Granulares	0 – 14
Limosos	8 – 12
Arcillosos	12 – 20

Ensayo de Compactación

Método estandarizado para determinar el óptimo contenido de agua y la correspondiente densidad seca máxima. Para las pruebas de laboratorio se ha adoptado un procedimiento bajo la norma AASHTO (T-180).

Valores obtenidos:

Proctor Modificado	Descripción del suelo	Densidad seca máxima	Humedad Óptima
Norma AASHTO T-180	arcilla limosa color rojo oscuro	1538 t/m ³ 96 lb/ft ³	21.80%

C.B.R (Razón Soporte California)

Es un índice de resistencia al esfuerzo cortante de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, el C.B.R. bajo la norma AASHTO T-193. Los valores obtenidos fueron:

Probeta	C.B.R. (%)
1	2,4
2	5,4
3	14,9

De los siguientes datos se puede deducir:

Número de C.B.R.	Clasificación	Usos
0-3	muy pobre	subrasante
3-7	pobre a regular	subrasante
7-20	regular	sub-base
20-50	bueno	sub-base, base
50-más	excelente	base

Resultados de laboratorio
Ver anexos.

2.1.8 Diseño de pavimento rígido para el periférico del área urbana del municipio de Chisec Alta Verapaz.

2.1.8.1 Trabajos preliminares al dimensionamiento de un pavimento

- Estimar el tránsito pesado promedio diario, TPPD. Este valor excluirá todos los vehículos ligeros, a saber, camiones de cuatro llantas, de dos ejes. Este tránsito es el de ambas direcciones. Para vialidades o carreteras de más de dos carriles este valor deberá afectarse por un factor de distribución por carril, obtenido en la tabla I. (ver tabla pág. 21)

- Seleccionar la categoría de ejes cargados, 1, 2,3, ó 4.

- Determinar los espesores de las tablas IV Dependiendo de la categoría de tránsito. (ver pág. 23)

En la selección de las tablas y espesores a usar, la PCA recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones sobre los parámetros de diseño:

- Módulos de ruptura: en general se deberán utilizar agregados de buena calidad, a fin de lograr, entre otras cosas, mezclas uniformes con resistencias a la flexión en el rango de 42 y 46 Kg/cm². De esta manera, es recomendable utilizar las porciones superiores de las tablas de referencia.

2.1.8.2 Topografía

Consiste en determinar la geometría del terreno, para establecer la posición y elevación de puntos situados sobre la superficie del terreno, para este proyecto la configuración es irregular, el perfil principal mantiene pendientes longitudinales uniformes y generalmente de corta magnitud, con pendiente transversal escasa y nula en algunos casos.

2.1.8.2.1 Planimetría

Este trabajo se realizó para obtener la representación gráfica en planta del área a pavimentar y de esta forma localizar la línea central, secciones transversales y la ubicación de los servicios existentes en la vía principal de la comunidad. La planimetría que se realizó con el método de conservación del Azimut, por medio de una poligonal abierta, los resultados están referidos en la planta general.

2.1.8.2.2 Altimetría

La altimetría permite conocer la sección vertical del terreno, y conocer la pendiente del terreno natural, para lograr definir la subrasante.

El método empleado fue una nivelación compuesta, el equipo utilizado, un nivel de precisión marca wild, un estadal.

2.1.8.3 Cálculo de curvas verticales.

Existen dos condiciones para diseñar este tipo de curvas: la primera considerada que la longitud de la curva (L) es mayor que la distancia de visibilidad (s) y la segunda se presenta cuando L es menor que S. en el primer caso se aplica la siguiente expresión para calcular la longitud mínima (L) de curva vertical:

COMPONENTES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

$$L = G \cdot S^2 / (200 (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}))^2$$

Donde,

G = diferencia algebraica de pendientes (%)

S = distancia de visibilidad

h_1 = altura del ojo del conductor

h_2 = altura del objeto

2.1.8.4 Teoría de diseño de pavimentos rígidos

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en losas de concreto simple o armado, apoyadas directamente sobre una base o sub-base.

Los pavimentos de concreto varían en espesor, desde los considerados de menor espesor de 5 ó 6 pulgadas (13 ó 15 cm.) para tráfico de carga ligera, para estacionamientos y algunas calles residenciales; hasta losas de mayor espesor para calles y carreteras principales, losas para pavimentos diseñadas

para llevar tráfico vehicular de carga pesada, de tan intensidad y velocidad; finalmente, losas para pavimentos de aeropuertos las cuales puede ser de hasta 24 pulgadas (61 cm.), con cargas tan grandes de hasta 750.000 libras (340 toneladas). Cada uno de estos tipos puede carecer de refuerzo, tener únicamente acero distribuido, ser relativamente reforzado, por ejemplo, pavimento de concreto con refuerzo continuo, e incluso pre-esforzado.

2.1.8.5 Diseño de pavimento rígido.

La asociación del cemento portland (P.C.A.) proporciona dos métodos de diseño para determinar el espesor de losas que resistan las cargas de tránsito para calles y carreteras con pavimentos rígidos.

Estos métodos son:

Método simplificado, es un procedimiento de diseño en el cual no se utilizan estaciones de control vehicular, y se pueden diseñar losa con y sin bordillos.

Método de capacidad, es el método de diseño en el cual se utilizan datos de carga-eje, obtenidos por medio de estaciones de control vehicular para conocer el peso de los vehículos que por el lugar pasan.

Para el diseño del espesor y dimensionamiento del pavimento rígido del periférico del área urbana del municipio de chisec se utilizo el método simplificado.

Para el diseño por medio del método simplificado, la P.C.A. ha elaborado tablas, en las cuales señala diferentes categorías, dependiendo principalmente por el tipo de tránsito al cual será sometido el pavimento.

Tabla I. Categorías de carga por eje

CARGA POR EJE CATEGORÍAS	DESCRIPCIÓN	TRÁNSITO			MÁXIMA CARGA POR EJE (KIPS)	
		TPD	TPDC		EJE SENCILLO	EJE TANDEM
			%	DÍA		
1	Calles residenciales carreteras rurales y secundarias. (bajo a medio)	200-800	1 a 3	arriba de 2.5	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y arterias (bajo)	700-5000	5 a 18	de 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio), sepcarreteras o interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000-12000 2 carriles, 300-50000 4 carriles.	8 a 30	de 500 a 5000	30	52
4	Carreteras primarias, supercarreteras (altas), interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000-20000 2 carriles, 3000-150000 4 carriles	8 a 30	de 1500 a 800	34	60

Los descriptores alto, medio y bajo, se refieren al peso relativo de las cargas por eje para el tipo de calle o carretera.

TPDC camiones de dos ejes, camiones de cuatro llantas excluidos

Tabla II. Tipos de suelos de la subrasante y valores aproximadas de “K”

TIPOS DE SUELOS	SOPORTE	RANGO DE VALORES DE KPCI
Suelos de grano fino en que el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan	Bajo	75-120
Arenas y mezclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla	Medio	130-170
Arenas y mezclas de arena con grava relativamente libre de suelos finos	Alto	180-220
Sub- base tratada con cemento	Muy alto	250-400

Tabla III. Valores de k para sobre bases granulares (de pca)

VALOR DE K DE LA SUBRASANTE LBS/PULG ³	VALOR DE K SOBRE LA BASE LBS/PULG ³			
	ESPESOR 4 PULG	ESPESOR 6 PULG	ESPESOR 9 PULG	ESPESOR 12 PULG
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Tabla IV. TPDC, permisible, carga por eje categoría 2 pavimentos con juntas dovelas.

SIN ACOTAMIENTO NI BORDILLOS						CON ACOTAMIENTO Y/O BORDILLO				
Espesor de losa cm		Apoyo del terreno natural o de sub-base				Espesor de losa , cm	Apoyo del terreno natural o de sub-base			
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto		Bajo	Medio	Alto	Muy alto
MR= 46 Kg/cm²	14.0				5.0	12.5				42
	15.0		4	12	59.0	14.0	9	3	9	450
	17.0	9	43	120	490.0	15.0	96	380	700**	970**
	18.0	80	320	840	1200**	17.0	650**	1000**	1400**	2100**
	19.0	490	1200**	1500**		18.0	1100**	1900**		
	20.0	1300**	1900**							
MR= 42 Kg/cm²	15.0				11	12.5				8
	17.0		8	24	110	14.0	1		1	98
	18.0	15	70	190	750	15.0	19	84	23	810
	19.0	110	440	1100	2100**	17.0	160	1900**	1400**	2100**
	20.0	590	1900**			18.0	1000			
	22.0	1900**								
MR= 39 Kg/cm²	17.0			4	19	14.0				17
	18.0		11	34	150	15.0	3			160
	19.0	19	84	230	890	17.0	29	14	41	1100
	20.0	120	470	1200		18.0	210	120	320	
	22.0	560	2200			19.0	1100	770	1900	
	23.0	2400								

**Rige el análisis por erosión de otra manera contrala el análisis por fatiga.

El soporte que la sub rasante presta al pavimento se expresa con el valor del Módulo de Reacción “k” de la subrasante y puede ser determinado mediante ensayos en el terreno o por correlación con valores soportes establecidos mediante otros ensayos. Cuando el tiempo y el equipo de laboratorio no permiten obtener el valor de k por medio del ensayo del plato, para efectos de diseño, puede considerarse la relación aproximada entre k y el CBR como se indica en la tabla V.

Estructura final del pavimento

Para este caso el valor de CBR se estima en 5.4% localizando su valor equivalente de K en la tabla V. este valor es de 3.32 Kg/cm³ ó 120 lb/pul³.

CBR 5.4% módulo de reacción del suelo a partir del CBR.

$$K = 120 \text{ lb/pul}^3$$

TDPC (tráfico promedio diario de camiones) 980

Periodo de diseño 20 años.

$980 \times 1.2 = 1,176$ con éste dato se diseñará el pavimento para el tránsito requerido.

- Considerando la cantidad de tráfico de la tabla I. le corresponde a la carretera categoría 2 de 700 – 5000. (ver tabla, pág. 21)
- Según el tipo de suelo, de la tabla II se puede concluir que es un suelo con soporte bajo. (ver tabla, pág. 22)
- Tomando los valores de la tabla III. Según el valor de la subrasante da como resultado espesor de base = 20 cm. (ver tabla, pág. 22)
- La carpeta de rodadura estará conformada por una losa de 18 cm. de espesor y una base de 20 cm.

2.1.8.6 Planos y detalles.

2.1.8.7 Cuantificación de materiales.

2.1.8.8 Presupuesto

PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL PERIFÉRICO DEL AREA URBANA DE CHISEC, ALTA VERAPAZ				
INTEGRACIÓN DE COSTOS GENERALES				
REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PAVIMENTO RIGIDO				
PRELIMINARES				
BODEGA Y LETRINA	m2	60.00	Q 192.83	Q 11,569.99
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	1,120.00	Q 2.98	Q 3,342.61
TRAZO		1,120.00	Q 4.64	Q 5,200.63
BASE				
CORTE Y ACARREO	m3	1,921.00	Q 41.73	Q 80,163.33
CONFORMACIÓN DE LA BASE	m2	7,280.00	Q 18.84	Q 137,132.86
CARPETA DE CONCRETO				
COLOCACIÓN DEL CONCRETO	m3	1,310.00	Q 1,043.84	Q 1,367,432.27
CURADO DEL CONCRETO	m2	7,280.00	Q 9.42	Q 68,573.13
BORDILLO				
FUNDICIÓN DE BORDILLO	ml	1,120.00	Q 50.51	Q 56,571.20
COSTO TOTAL				Q 1,729,986.02

El costo del proyecto del pavimento rígido para el periférico del área urbana del municipio de Chisec, Alta Verapaz, asciende a la cantidad de un millón setecientos veintinueve mil novecientos ochenta y seis con dos centavos.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES				
BODEGA Y LETRINA	m2	60	Q 192.83	Q 11,569.99
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Paral de madera de 3"x2"x9'	docena	4	Q 300.00	Q 1,200.00
Renglón de 4"x3"x10'	docena	3	Q 300.00	Q 900.00
Tabla de 1"x12"x12'	docena	1	Q 300.00	Q 300.00
Clavo de 4"	lb	30	Q 6.00	Q 180.00
Clavo de lámina 4"	lb	30	Q 6.00	Q 180.00
Clavo de 3"	lb	20	Q 6.00	Q 120.00
Cemento	saco	10	Q 57.00	Q 570.00
Arena	m3	1	Q 165.00	Q 165.00
Piedrin	m3	1	Q 175.00	Q 175.00
Lámina galvanizada de 10'	unidad	52	Q 70.00	Q 3,640.00
Total de materiales con IVA				Q 7,430.00
Total de materiales sin IVA				Q 6,538.40
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de bodega y letrina	m2	60	Q 10.00	Q 600.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 600.00
AYUDANTE			30%	Q 180.00
PRESTACIONES			37%	Q 222.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,002.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 7,540.40
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 2,789.95
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 10,330.35
IVA			12%	Q 1,239.64
TOTAL				Q 11,569.99

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES				
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ml	1120	Q 2.98	Q 3,342.61
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1	Q 75.00	Q 75.00
Clavos de 3"	lb	5	Q 4.00	Q 20.00
	Total de materiales con IVA			Q 95.00
	Total de materiales sin IVA			Q 83.60
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Topógrafo	ml	1120	Q 1.00	Q 1,120.00
Cadenero	ml	1120	Q 0.12	Q 134.40
	SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA			Q 1,254.40
			AYUDANTE 30%	Q 376.32
			PRESTACIONES 37%	Q 464.13
	TOTAL MANO DE OBRA			Q 2,094.85
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 2,178.45
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 806.03
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 2,984.47
IVA			12%	Q 358.14
TOTAL				Q 3,342.61

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES				
TRAZO	ml	1120	Q 4.64	Q 5,200.63
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal	saco	6	Q 22.00	Q 132.00
				Total de materiales con IVA Q 132.00
				Total de materiales sin IVA Q 116.16
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de estacas	unidad	70	Q 4.00	Q 280.00
Trazo	ml	1120	Q 1.50	Q 1,680.00
				SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA Q 1,960.00
			AYUDANTE 30%	Q 588.00
			PRESTACIONES 37%	Q 725.20
			TOTAL MANO DE OBRA	Q 3,273.20
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 3,389.36
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 1,254.06
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 4,643.42
IVA			12%	Q 557.21
TOTAL				Q 5,200.63

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS					
RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
BASE	CONFORMACIÓN DE B. MATERIAL Y HERRAMIENTA	m2	7,280.00	Q 18.84 Q 137,132.86	
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Material selecto	m3	1,921.00	Q 50.00	Q 96,050.00	
	Total de materiales con IVA			Q 96,050.00	
	Total de materiales sin IVA			Q 84,524.00	
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	RENDIMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Bibrocompactador	8 horas diarias	hora	10.00	Q 500.00	Q 5,000.00
Camión cisterna		viajes	10.00	Q 3.50	Q 35.00
	Total de equipo y materiales con IVA				Q 5,035.00
	Total de equipo y materiales sin IVA				Q 4,430.80
MAQUINARIA Y EQUIPO					
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
Ayudante de maquinaria	día	5	Q 50.00	Q 250.00	
	SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA			Q 250.00	
	AYUDANTE		30%	Q 75.00	
	PRESTACIONES		37%	Q 92.50	
	TOTAL MANO DE OBRA			Q 417.50	
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 89,372.30	
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)				35% Q 33,067.75	
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 122,440.05	
IVA				12% Q 14,692.81	
TOTAL				Q 137,132.86	

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CARPETA DE CONCRETO				
COLOCACIÓN DEL CONCRETO	m3	1,310	Q 1,043.84	Q 1,367,432.27
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	saco	10,250	Q 57.00	Q 584,250.00
Arena	m3	570	Q 160.00	Q 91,200.00
Piedrin	m3	570	Q 170.00	Q 96,900.00
Costaneras reforzadas de 6"	unidad	70	Q 190.00	Q 13,300.00
Madera	pt	300	Q 4.00	Q 1,200.00
Clavo de 3"	lb	40	Q 5.00	Q 200.00
		Total de materiales con IVA		Q 787,050.00
		Total de materiales sin IVA		Q 692,604.00
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Mezclado de concreto	m3	1,081	Q 50.00	Q 54,050.00
Colocado de concreto	m3	1,081	Q 60.00	Q 64,860.00
		SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA		Q 118,910.00
		AYUDANTE	30%	Q 35,673.00
		PRESTACIONES	37%	Q 43,996.70
		TOTAL MANO DE OBRA		Q 198,579.70
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 891,183.70
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 329,737.97
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 1,220,921.67
IVA			12%	Q 146,510.60
TOTAL				Q 1,367,432.27

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CARPETA DE CONCRETO				
CURADO DEL CONCRETO	m2	7,280	Q 9.42	Q 68,573.13
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Sello antisol	galon	185	Q 70.00	Q 12,950.00
Sello de junta (elastomero)	lb	1000	Q 15.00	Q 15,000.00
Bomba roseadora	unidad	2	Q 450.00	Q 900.00
Colocador de sello	unidad	4	Q 198.50	Q 794.00
Total de materiales con IVA				Q 29,644.00
Total de materiales sin IVA				Q 26,086.72
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Aplicación de antisol	m2	7,280	Q 1.00	Q 7,280.00
Colocado de sello elastomero	ml	3,860	Q 1.00	Q 3,860.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 11,140.00
AYUDANTE			30%	Q 3,342.00
PRESTACIONES			37%	Q 4,121.80
TOTAL MANO DE OBRA				Q 18,603.80
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 44,690.52
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 16,535.49
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 61,226.01
IVA			12%	Q 7,347.12
TOTAL				Q 68,573.13

2.1.8.9 Cronograma

CRONOGRAMA FÍSICO Y FINANCIERO

REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	TIEMPO EN MES/SEMANAS																			
			MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
TRABAJOS PRELIMINARES																						
BODEGA Y LETRINA	m2	60																				
			Q	11,569.99																		
REPLANTEO TOPOGRAFICO	ml	1120																				
			Q	3,342.61																		
TRAZO	ml	1120																				
					Q	5,200.63																
BASE																						
CORTE Y ACARREO	m3	1921																				
										Q	80,163.33											
CONFORMACIÓN DE BASE	m2	7280																				
												Q	137,132.86									
CARPETA DE CONCRETO																						
COLOCACIÓN DE CONCRETO	m3	1310																				
																						Q1,367,432.27
CURADO DE CONCRETO	m2	7280																				
																						Q68,573.13
BORDILLO																						
FUNDICIÓN DE BORDILLO	ml	1120																				
																						Q56,571.20
TOTAL																						Q 1,729,986.02

2.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Samococh, del municipio de Chisec Alta Verapaz.

2.2.1 Descripción del proyecto

Diseño de la línea de impulsión, diseño del tanque de captación con su respectivo hipoclorador, línea virgen de distribución, saliendo del tanque hasta la E-2, con tubería de PVC de 3", la línea de distribución general a partir de la estación E-3, usando tubería PVC de 3", 2", 1½" y para luego conectar en todo el trayecto las acometidas respectivas.

Todas las estructuras de este proyecto serán de concreto ciclópeo, salvo indicaciones en planos donde se usará concreto reforzado. La tubería para la línea de distribución será PVC clase 125 PSI bajo la norma ASTM D 2241 SDR 26 y diámetros, según planos para cada acometida.

Las domiciliarias saldrán todas con tees reductoras a ¾" y toma final a ½"

2.2.2 Localización de la fuente

Las fuentes de agua pueden ser de origen subterráneo o superficial. Entre las fuentes de origen subterráneo se encuentran: nacimientos, manantiales, galerías de infiltración y pozos. Entre las de origen superficial figuran: ríos, lagos, el agua de lluvia y el agua de condensación.

Para este proyecto se extraerá el agua de un pozo perforado para bomba sumergible el cual se localiza en la comunidad con un nivel estático de 20.00Ft y nivel dinámico de 330.00Ft conocido también como nivel de bombeo, con una producción de 136.00 GPM

2.2.3 Aforos

Para determinar las características hidráulicas de los pozos de reciente construcción, se lleva a cabo la prueba de aforo utilizando la bomba sumergible, un cabeza de descarga y una fuente de alimentación.

Para la medición del caudal se aplicó el método del piezómetro y para la medición de los niveles se utilizó la sonda eléctrica guiada a través de una manguera instalada a lo largo de toda la columna.

2.2.4 Determinación de la calidad del agua

Para garantizar que el agua sea bebida por una población determinada es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos por las normas COGUANOR 29001.

2.2.5 Levantamiento topográfico

Proporciona las características naturales o artificiales del terreno y las elevaciones que se utilizan para elaborar un mapa. Con la ayuda de un teodolito, trípode, estadal, cinta métrica, plomadas y la colaboración de vecinos, se realizó el levantamiento topográfico de la comunidad Samococh, utilizando el método taquimétrico.

2.2.5.1 Planimetría

Este trabajo se realizó para obtener la representación gráfica en planta del terreno y de esta forma localizar la línea central, y la ubicación de los servicios existentes en la vía principal de la comunidad. La planimetría que se realizó con el método de conservación del Azimut, por medio de una poligonal abierta.

2.2.5.2 Altimetría

La altimetría permite conocer la sección vertical del terreno, de igual forma determinar la pendiente natural, para que con estos parámetros establecidos; diseñar las obras que conforman un sistema de agua potable por bombeo.

El método empleado fue una nivelación compuesta, el equipo utilizado, un nivel de precisión marca wild, un estatal.

2.2.6 Criterios de diseño

Partiendo de la base de que todo diseño debe estar sustentado sobre criterios económicos; éste se efectuó siguiendo las consideraciones de diseño de sistemas de agua potable para áreas rurales proporcionados por la OMS y la OPS.

Para el diseño hidráulico de los acueductos se toman los siguientes criterios: factor de variación, dotación, tipo de tubería, etc.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable comprende la determinación del diámetro de tuberías, diseño de obras complementarias, sistema de desinfección o tratamiento, planos de construcción, presupuesto detallado, cronograma financiero y de ejecución.

2.2.6.3 Estimación de la población de diseño

La población futura para 20 años será:

$$P_{20} = 725 (1 + 0.034)^{20}$$

$$P_{20} = 1,416 \text{ habitantes.}$$

2.2.6.4 Dotación

Se establece en función a tres aspectos importantes, la demanda de la comunidad, disponibilidad del caudal de la fuente y la capacidad económica para costear el mantenimiento y operación del sistema. Para el diseño se adoptó una dotación de 120 l/hab/día.

2.2.7 Determinación de caudales

En general la finalidad de un sistema de abastecimiento de agua es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua con calidad cantidad y presión adecuada, para satisfacer medidas sanitarias, sociales, económicas, propiciando así su desarrollo. Para lograr estos objetivos es necesario que cada una de las partes que constituyen el acueducto cumpla con normas y requerimientos técnicos. Por tal razón es importante considerar las variaciones en los consumos de agua que ocurrirán para diferentes momentos durante el periodo de diseño asumido.

Los consumos de agua en una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias, estas variaciones pueden expresarse en función del caudal medio Q_m , es bien sabido que en época de lluvia demandan menor cantidades de agua que en época de verano, así mismo

durante una semana cualquiera observaremos que en forma cíclica ocurren días de máximos consumos y días de mínimos consumos.

2.2.7.1 Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, cuando no se cuenta con registros de consumo diarios se puede calcular en función de la población futura y la dotación.

$$Q_m = \frac{Dot * PoblaciónFutura}{86,400}$$

En donde:

Dot = dotación (l/hab/día)

Qm = consumo medio diario o caudal medio.

$$Q_m = \frac{120l / hab / día * 1,416hab}{86,400s / día} = 1.97 \text{ l/seg.}$$

2.2.7.2 Caudal máximo diario

Día de máximo consumo de un grupo de registros máximos. Este caudal esta en función del factor de día máximo que está definido como la relación entre el valor de consumo máximo diario registrado en un año y el consumo medio diario relativo a ese año.

Para el caso del presente estudio, se toma un factor de día máximo de 1.2 debido a que el factor varía entre 1.2 a 2 para poblaciones futuras menores a 1,000 habitantes y de 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, según Normas de Diseño para Acueductos Rurales de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales –UNEPAR-.

$$Q_{md} = Q_m * FDM$$

$$Q_{md} = 1.97 * 1.20 = 2.36 \text{ L/seg}$$

2.2.7.3 Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la red de distribución; es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo equivalente a un año. Si no se tiene registro, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima. Para este caso será de 1.8

$$Q_d = Q_m * FHM$$

Donde:

Q_d = caudal máximo horario o caudal de distribución

Q_m = consumo medio diario o caudal medio

FHM = factor hora máxima.

El caudal de distribución para el proyecto es el siguiente:

$$Q_d = 2.36 \text{ l / seg} * 2 = 4.72 \text{ l / seg}$$

2.2.7.4 Caudal de bombeo

El cálculo del caudal de bombeo se hace para varios periodos de tiempo, de acuerdo con la población de ese período y se consideran distintos horarios que debe funcionar la bomba, tomando solamente aquellos que sean menores o iguales al caudal de producción del pozo.

El cual está en función de las horas de bombeo y el caudal de conducción.

$$Q_c = FDM * Q_{md}$$

$$Q_c = 1.2 * 2.36 = 2.83 \text{ l/seg}$$

$$Q_b = Q_c * \left(\frac{24}{n}\right)$$

$$Q_b = 2.83 * \left(\frac{24}{8}\right) = 8.49 \text{ l/seg}$$

2.2.8 Parámetros de diseño

A.	aforo	8.58 l/seg
B.	fuelle	pozo perforado
C.	sistema	bombeo
D.	tipo de servicio	domiciliar
E.	conexiones	160
F.	población actual	725
G.	tasa de crecimiento	3.4%
H.	período de diseño	20 años
I.	población futura	1,416 habitantes
J.	dotación	120 l/hab/día
K.	caudal medio (Qm)	1.97 l/seg
L.	factor de día máximo	1.2
M.	caudal máximo diario (Qmd)	2.36 l/seg
N.	factor de hora máximo	2
O.	Caudal de bombeo	8.49 l/seg
P.	caudal máximo horario (Qmh)	4.72 l/seg
Q.	volumen del tanque de distribución	70 m ³ .

2.2.9 Diseño de los componentes del sistema.

Diseño de tuberías

Para garantizar que el sistema preste un servicio eficiente y continuo durante el período de vida útil, se debe determinar la clase de tubería y los diámetros adecuados, a través del cálculo hidráulico, con fórmulas como la de Darcy-Weisbach o Hazen & Williams. Para este proyecto se aplicó la de Hazen & Williams.

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{(1,743.811)(L)(Q)^{1.85}}{(H)(C)^{1.85}}}$$

$$hf = \frac{1,743.811(L)(Q)^{1.85}}{(D)^{4.87} (C)^{1.85}}$$

Donde:

hf = pérdida por fricción (m)

Q = caudal en la tubería (l)

L = longitud de la tubería (m)

D = diámetro (plg)

C = coeficiente de rugosidad en la tubería

H = carga disponible (m)

Tipos de tubería

En sistemas de acueductos se utiliza generalmente tuberías de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG).

La tubería PVC es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie, especialmente de la exposición al sol, debido a que tiende a cristalizar la tubería, dando origen a fisuras.

La tubería de HG es de acero, recubierta tanto en su interior, como en su exterior por zinc, es utilizada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, donde se requiera una presión mayor de 175 m.c.a, en pasos de zanjón o aéreos.

Para altas presiones se recomienda utilizar en cuanto sea posible tubería PVC de alta presión y HG sólo donde el PVC no soportará la presión o donde las características del terreno no permitan su empleo, pues su costo es considerablemente alto. Para el proyecto se utilizará tubería PVC de diferentes diámetros como: $\frac{3}{4}$ ", 1", 1 $\frac{1}{2}$ ", 1 $\frac{1}{4}$ ", 2", 3", en distintas presiones.

Diámetro de tuberías

Para el diseño hidráulico, el diámetro de la tubería se calcula de acuerdo al tipo de sistema que se trate; sin embargo, para todo diseño se debe utilizar el diámetro interno de la tubería, no así el diámetro comercial.

Coeficiente de fricción

Cuando se emplea la fórmula de Hazen & Williams, para el diseño hidráulico con tubería PVC, se puede utilizar un coeficiente de fricción (C), de 140 a 160, recomendándose un C = 140 cuando se duda de la topografía y un C = 150 para levantamientos topográficos de primero y segundo orden. Para tuberías HG, puede utilizarse un C = 100. En caso de utilizar otras fórmulas se deben utilizar coeficientes de fricción equivalentes a las mismas.

Límites de velocidad

Las velocidades en la línea de conducción por gravedad, se recomienda mantener los siguientes límites: 0.30 m/seg. ≤ velocidad ≤ 3.00 m/seg., como mínimo.

Las velocidades en la línea de conducción por bombeo, se recomienda mantener los siguientes límites: 0.60 m/seg. ≤ velocidad ≤ 3.00 m/seg., como mínimo. La formula a utilizar en ambos casos, es la siguiente:

$$Vel = \frac{1.974 * Q}{(Di)^2}$$

Donde:

Q = caudal de diseño

Di = diámetro interior

2.2.9.1 Captación

Es toda estructura realizada confines de coleccionar el agua de las fuentes. Su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo

el año, la captación del caudal previsto. El tipo de obra por emplearse está en función de las características de la fuente. Pueden clasificarse en:

Manantial de ladera: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento horizontal del agua en uno o varios puntos definidos.

Manantial de fondo difuso: es la captación de una fuente subterránea con afloramientos verticales en una zona extensa.

Manantial de fondo concentrado: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento vertical en un punto definido.

Aguas superficiales: Es la captación de las aguas que proceden en su mayor parte de la lluvia, es una mezcla del agua que corre por el suelo, la que brota de la tierra (ríos, lagos y embalses) y los pequeños arroyos de montaña que pueden nacer en manantiales y recoger las corrientes de las cuencas hidrográficas.

Pozo perforado: se emplean en aquellos casos en que la fuente de abastecimiento seleccionada para la comunidad, es de tipo subterráneo muy profundo.

2.2.9.2 Línea de impulsión

La existencia de fuentes de agua a niveles inferiores, o la necesidad de extraerla del manto freático, mediante la perforación de pozos para bomba sumergible obliga a estudiar alternativas mediante sistemas de bombeo, a diferencia de una línea de conducción por gravedad, donde la carga disponible es un criterio lógico de diseño que permite la máxima economía al elegir diámetros cuyas pérdidas de carga sean máximas. En el caso de conducciones

por bombeo, la diferencia de elevaciones es la carga a vencer, que va a incrementarse en función de selección de diámetros menores y consecuentemente racionará mayores costos de equipo y energía, por tanto, cuando se tiene que bombear existirá una relación inversa de costos entre potencia requerida y diámetros de tubería.

Para el diseño de equipos de bombeo tomamos en cuenta lo siguiente:

- diámetro pequeño y equipo de bombeo grande
- diámetro grande y equipo de bombeo pequeño
- gasto de diseño
- selección de diámetro
- carga dinámica total y golpe de ariete
- preselección de equipo de bombeo

Algo importante es el golpe de ariete pues es la variación de presión en una tubería por encima o debajo de la presión normal de operación, ocasionada por rápidas fluctuaciones en el gasto que se producen por la apertura o cierre de una válvula, por el paro o arranque de las bombas, o por interrupción de la energía eléctrica cuando ésta se utiliza en los motores que impulsan a la bomba.

cálculo de línea de impulsión por bombeo

diseño del tramo cota succión a tanque distribución

El diseño se hará desde la cota de succión de la estación de bombeo, a la cota de entrada del tanque de distribución, por seguridad, se tomará como cota de llegada 5 m arriba.

cota de succión = 399.61
 cota caseta = 500
 cota tanque = 536.448
 cota de llegada = 541.448 m.
 longitud = 248.0 m
 longitud de diseño = 248.0 + 5% = 260.40 m
 carga a vencer = 138.96 m
 caudal medio = 2.36 l/s
 caudal máximo diario = 4.72 l/s
 coeficiente de rugosidad = 100

Paso 1: se encuentra el caudal de bombeo, el cual está en función de las horas de bombeo y el caudal de conducción.

$$Q_c = FDM * Q_{md} \quad Q_c = 1.2 * 2.36 = 2.83 \text{ l/seg}$$

$$Q_b = Q_c * \left(\frac{24}{n}\right) \quad Q_b = 2.83 * \left(\frac{24}{8}\right) = 8.49 \text{ l/seg}$$

Paso 2: se busca un diámetro económico en función del caudal de bombeo.

$$De = 1.8675 * \sqrt{8.49} \quad De = 5.44 \text{ Plg}$$

Se asumen dos diámetros cercanos al económico.

$$\phi_1 = 5'' \quad \phi_2 = 6''$$

Paso 3: Con la tubería seleccionada se halla la velocidad, la cual debe cumplir con los siguientes límites, 0.60 m/seg. ≤ Velocidad ≤ 3.00 m/seg.

$$Vel_{\phi_1} = \frac{1.974 * 9.36}{(6)^2} \quad Vel_{\phi_1} = 0.51 \text{ m/s} \quad \text{no cumple.}$$

$$Vel_{\phi_2} = \frac{1.974 * 9.36}{(5)^2} \quad Vel_{\phi_2} = 0.73 \text{ m/s} \quad \text{cumple.}$$

Por lo tanto, se elige la tubería de 5".

Paso 4: se halla la carga dinámica total, la cual está en función de las pérdidas por velocidad, fricción, menores, impulsión y succión.

$$CDT = hv + hf + hm + hi + hs$$

$$\text{pérdida por velocidad: } hv = \frac{(0.73)^2}{2 * 9.81} = 0.0271 \text{ m}$$

$$\text{pérdida por fricción: } hf = \frac{(1,743.811)(260.40)(8.49)^{1.85}}{(5)^{4.87} (100)^{1.85}} = 0.71 \text{ m}$$

$$\text{pérdida menores: } hm = 0.15(2.83) = 0.42 \text{ m}$$

$$\text{pérdida por impulsión: } hi = 541.448 - 399.61 = 141.838 \text{ m}$$

$$\text{pérdida por succión: } hs = 399.61 - 384.15 = 15.46 \text{ m}$$

$$CDT = 0.0271 + 0.71 + 0.42 + 141.838 + 15.46 = 158.455 \text{ m}$$

Paso 5: se procede al cálculo del golpe de ariete, el cual está en función del módulo de elasticidad del agua y el material del tubo.

$$GA = \frac{145 * Vel}{\sqrt{\left(\frac{Ea * De}{Et * e}\right) + 1}} \quad \text{Donde: } Ea = 20,670 \text{ Kg. /cm}^2 \quad Et = 2, 100,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$GA = \frac{145 * 0.734}{\sqrt{\left(\frac{20,670 * 5.0}{2,100,000 * 0.258}\right) + 1}} = 97.53 \text{ m}$$

Paso 6: se halla el caso crítico, el cual nos indica la presión que tendrá que resistir la tubería.

$$\text{CasoCrítico} = 158.455 + 97.53 = 255.98$$

Paso 7: se encuentra la potencia de la bomba.

$$Pot = \frac{(8.49)(158.45)}{(76)(0.70)} = 25.28 \text{ HP}$$

Se concluye, que para la línea de conducción por bombeo, se utilizará una bomba con una potencia de 30 HP, que trabajará 8 hrs. al final del periodo de diseño.

2.2.9.1 Verificación del golpe de ariete.

El cual está en función del módulo de elasticidad del agua y el material del tubo.

$$GA = \frac{145 * Vel}{\sqrt{\left(\frac{Ea * De}{Et * e}\right) + 1}} \text{ Donde: } Ea = 20,670 \text{ Kg. /cm}^2 \text{ } Et = 2, 100,000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$GA = \frac{145 * 0.734}{\sqrt{\left(\frac{20,670 * 5.0}{2,100,000 * 0.258}\right) + 1}} = 97.53$$

2.2.9.2 Especificaciones del equipo de bombeo

El equipo de bombeo lo conforman el conjunto de motor - bomba, instalado para elevar el caudal a una altura requerida, así como los accesorios de control y protección, como también los dispositivos de arranque y parada, mismos que se detallan a continuación:

- **Tableros de control**

Cuando se dispone de un motor eléctrico para el abastecimiento de agua en el área rural, la mayoría de veces, el tablero de control consta de dos dispositivos de contacto, uno de ellos conecta el motor con la corriente eléctrica necesaria para su encendido y operación, y el otro corta el contacto, lo que suspende la marcha del mismo.

- **Manómetros**

Para medir y controlar las presiones en las que opera la bomba, suelen emplearse manómetros, los cuales pueden ser simples o de Bourdon. Este tipo de manómetros cuentan con tubo curvado de sección elíptica cuya curvatura varía con la presión interior.

Estos manómetros son calibrados para medir presiones mayores de 9 metros columna de agua, por la virtud son utilizados en la medición de presiones que se presentan tanto en la tubería de descarga como en la tubería de succión.

Válvulas usadas en el sistema de bombeo

○ Válvula eliminadora de aire

Esta válvula es utilizada con el objeto de expulsar aire retenido en la succión o en la misma bomba, cuando ésta no trabaja a un cebado inadecuado. Se instala inmediatamente a la descarga de la bomba, generalmente después de la junta flexible. También se instalan a lo largo de la tubería de descarga, sobre todo en los puntos altos donde existan quiebres verticales bruscos y sea imposible evitarlo. A esta válvula suele adaptársele una válvula de retención con el objeto de amortiguar el golpe de agua para prolongar su vida útil evitar ruidos agudos.

○ Válvula de compuerta

La válvula de compuerta se emplea con el objeto de aislar en un determinado momento algún elemento o sección de la instalación, lo cual permite efectuar una reparación, inspección o mantenimiento. Si la bomba es centrífuga de eje horizontal y la misma está a un nivel más bajo que el nivel de succión, se deberá colocar una válvula de compuerta en el lado de la succión, permitiendo así el desagüe de la unidad en caso necesario o el desmontaje de la bomba sin que se vacíe el tanque de succión. También se evita con esta válvula, el paso del agua por alguna bomba que no esté operando debido a la operación de una segunda, en estos casos la válvula de compuerta va ubicada después de la válvula de retención.

- **Válvulas de compuerta para limpieza:**

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería arena, hojas o cualquier otro cuerpo que haya ingresado en la misma, y que tiende a depositarse en los puntos bajos del perfil.

Como válvula de limpieza se emplea una compuerta, de diámetro igual al de la tubería.

- **Válvulas de globo:**

Las válvulas de globo se emplean en las conexiones domiciliarias, tanto para suspender temporalmente el servicio, como para regular el caudal.

El recorrido del agua a través de la válvula es sinuoso, lo que produce una considerable descarga, aun con la válvula completamente abierta.

- **Dispositivos de alivio contra el golpe de ariete**

Entre los dispositivos para contrarrestar o aliviar el golpe de ariete se tienen:

- **Válvula de retención**

Se usa con el objeto de retener la masa de agua que se encuentra en la tubería cuando la bomba suspende su operación; por lo que evita esfuerzos excesivos en la misma debidos al golpe de ariete, pues, aunque no elimina el efecto de ese fenómeno, si lo mitiga. El empleo de esta válvula, en la línea de descarga provoca la súbita variación de velocidad, lo que da lugar al giro inverso de los motores el fenómeno se presentaría con mayor intensidad en el cuerpo de la bomba y en la tubería de succión; aunque el motor tuviese

arranque para evitar el giro inverso, el golpe de ariete se produciría en la bomba con mayor intensidad.

- **Válvula reguladora accionada por aire**

Esta válvula basa su funcionamiento en permitir la entrada rápida y el escape lento del aire; se utiliza únicamente en instalaciones de bombeo, y se coloca aguas debajo de la válvula de retención.

La válvula reguladora accionada por aire elimina el efecto de vacío, debido a la característica particular que permite el ingreso rápido de aire a la tubería cuando la onda se aleja; frena la misma con el aire atrapado en el tubo cuando la onda regresa, y solo permite sacar el mismo en forma lenta.

- **Válvula de alivio**

La válvula de alivio es el dispositivo más empleado en los equipos de bombeo y es utilizado para eliminar o aliviar el golpe de ariete.

2.2.9.3 Tanque de almacenamiento

Su principal función es mantener un volumen de almacenamiento capaz de satisfacer la demanda requerida por el caudal de bombeo, cuando éste se acerca al final del periodo de diseño y tener una reserva en caso de emergencia.

Cálculo del Volumen

La expresión matemática a utilizar para el cálculo del volumen del tanque es la siguiente:

$$Vol.T = k(\%) * Qm$$

$$Vol.T = k(\%) * \frac{Dot * Pf}{1000}$$

Donde k estará en función de los estudios de demandas de agua de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, en sistemas por gravedad se adoptará de 25% a 40% del consumo medio diario y en sistemas por bombeo de 40% a 65%.

En el presente caso se tomará un 60% como factor de demanda de agua.

Sustituyendo valores se tiene:

$$Vol.T = 0.40 * \frac{120 * 1,416}{1000} = 67.96 \text{ m}^3$$

$$Vol.T = 70.00 \text{ m}^3$$

Equivalente a 60.86% del consumo medio diario.

2.2.9.4 Red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor. Para poblaciones en general, el cálculo de la red se hace preferentemente por el método de la gradiente hidráulica, considerando que las presiones de servicio en cualquier punto de la red, estarán limitadas entre 10 y 60 mca. La velocidad de agua en las tuberías es de 0.6 m/seg a 3 m/seg.

Por la forma y principio hidráulico de diseño, las redes pueden ser:

Red ramificada o abierta: son redes de distribución constituidas por un ramal troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden constituir pequeñas mallas, o constituidos por ramales ciegos. Este tipo de red es utilizado cuando la topografía es tal que dificulta, o no permite la interconexión entre ramales, de igual manera es aplicable cuando las casas están dispersas.

Red en forma de malla o de circuito cerrado: es cuando las tuberías están en forma de circuitos cerrados intercomunicados entre sí. Ésta técnicamente funciona mejor que la red ramificada, pues elimina los extremos muertos, permitiendo la circulación del agua. Este tipo de red de distribución es el más conveniente, para el dimensionamiento de una red mallada se trata de encontrar los caudales de circulación de cada tramo, para lo cual se estiman los caudales en los nodos.

Para calcular la red, se utiliza el método Hardy Cross; se admite para el cierre de los circuitos una aproximación no mayor de 1% del caudal total que entra en la red.

2.2.9.5 Obras hidráulicas

Una vez hecho el análisis hidráulico y haber definido tentativamente las estructuras que ha de constituir el sistema de abastecimiento de agua, se procederá al diseño de las obras complementarias al sistema.

Una línea de conducción está constituida por la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas al sistema.

Para lograr el mejor funcionamiento del sistema a lo largo de una línea de conducción puede requerirse: desarenadores, cajas rompedoras de presión, válvulas reductoras de presión, chimeneas de equilibrio, válvulas de expulsión de aire o ventosas, cajas de limpieza, llaves de paso, reductores, codos. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño acorde a las condiciones y características particulares.

2.2.9.6 Sistema de desinfección

Es el proceso que tiene mayor importancia en la potabilización del agua, porque mediante él se controlan a los agentes patógenos, y de esta forma lograr que el agua sea considerada apta para el consumo humano.

Para el acueducto en particular, se implementará como medida técnica y económica un sistema de desinfección mediante la aplicación de cloro en seco, es decir, cloro en tableta o hipoclorito de calcio que es su equivalente.

Las características económicas de la comunidad y capacidad de autofinanciamiento del sistema evidencian la necesidad de implementar un sistema manual, que funcione con presión hidráulica únicamente.

Hipoclorador

El agua de una fuente no necesariamente debe estar contaminada bacteriológicamente para implementar un sistema de desinfección mediante la cloración u otro método; pues para que ésta sea potable, debe ser tratada para considerarla sanitariamente segura, es por eso que en la actualidad se emplean varios sistemas de cloración, entre los más usados se pueden mencionar los siguientes:

El sistema inyectado: requiere un cuidado especial para evitar fugas por mala operación, debido a que este gas es altamente tóxico y corrosivo. Este sistema es efectivo únicamente para plantas de tratamiento.

El sistema alimentador automático de tricloro: consiste en disolver tabletas de tricloro en el paso del agua. El alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, cuyo tamaño depende directamente del caudal del agua y del consumo necesario de tabletas para mejorar la calidad sanitaria del agua.

Sistema de cloración tradicional: consiste en verter los sacos de cloro por los ductos de visita. Este procedimiento no permite que exista cloración homogénea, provocando grandes sedimentaciones por falta de mezclado; por lo que no es muy recomendable.

Sistema de hipoclorador hidráulico: su manejo es fácil y efectivo para pequeñas y medianas comunidades. Este sistema funciona por gravedad, basándose en el principio de carga hidráulica constante.

El hipoclorador hidráulico se compone de un depósito con capacidad de 100 litros, utilizado para preparar la mezcla; requiriendo para su función válvulas plásticas de compuerta, una para drenaje y otra para controlar el paso de la mezcla a un depósito más pequeño. Este segundo depósito con capacidad de 50 litros consta de las siguientes válvulas: una de flote que controla la entrada de la mezcla dosificada a dicho depósito; dos válvulas plásticas de compuerta, una para drenaje y la otra que hace funcionar el hipoclorador abriéndola o cerrándola, permitiendo el paso directo del flujo hacia el tanque de distribución; la cual después de haberse graduado no debe volverse a mover.

Para calcular la dosificación de hipoclorito que se empleará diariamente, se consideró una relación agua cloro (Rac) de un mg/l. y una concentración de cloro (Cc) de 65% como se muestra en el siguiente cálculo:

$$G = (Qc * Rac * 86,400) * Cc$$

Donde:

Qc = caudal día máximo

Relación agua cloro Rac = 1 mg/l

Concentración de cloro Cc = 65%

86,400 = segundos del día

2.2.10 Planos y detalles

Ver en apéndice.

2.2.11 Cuantificación de materiales.

Tubería principal línea virgen, de impulsión	Clase de Tubería	Cantidad	Unidad de medida
Tubería PVC 5"	250 PSI	44.00	tubos

Tubería red de distribución	Clase de Tubería	Cantidad	Unidad de medida
Tubería PVC Ø 3"	125 PSI	15.00	tubos
Tubería PVC Ø 2"	125 PSI	490.00	tubos
Tubería PVC Ø 1 1/2"	125 PSI	130.00	tubos

Accesorios	Cantidad	medida
Accesorios	130	unidad
Tees, codos, reductores etc.	92	unidad
Llaves de control	2	unidad
Tanque de almacenamiento	1	unidad
Hipoclorador	1	unidad

2.2.12 Presupuesto

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ.				
INTEGRACION DE COSTOS GENERALES				
REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
AGUA POTABLE				
PRELIMINARES				
BODEGA	m2	60.00	Q 192.83	Q 11,569.99
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ml	4,390.00	Q 2.90	Q 12,727.32
TRAZO	ml	4,390.00	Q 1.18	Q 5,200.63
CASETA DE BOMBEO				
CASETA	unidad	1.00	Q 15,339.86	Q 15,339.86
LÍNEA DE IMPULSIÓN				
IMPULSIÓN	ml	261.00	Q 147.72	Q 38,554.45
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				
TANQUE	unidad	1.00	Q 182,311.02	Q 182,311.02
RED DE DISTRIBUCIÓN				
DISTRIBUCIÓN	ml	4,130.00	Q 66.82	Q 275,954.72
CAJA PARA VÁLVULAS				
CAJA	unidad	10.00	Q 1,401.30	Q 14,013.00
SISTEMA DE CLORACIÓN				
HIPOCLORADOR	unidad	1.00	Q 8,923.82	Q 8,923.82
COSTO TOTAL				Q 564,594.83

El costo del proyecto para la introducción de agua potable para la comunidad Samococh del municipio de Chisec, Alta Verapaz, asciende a la cantidad de quinientos sesenta y cuatro mil quinientos noventa y cuatro con 83/100.

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES				
BODEGA Y LETRINA	m2	60	Q 192.83	Q 11,569.99
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Paral de madera de 3"x2"x9'	docena	4	Q 300.00	Q 1,200.00
Renglón de 4"x3"x10'	docena	3	Q 300.00	Q 900.00
Tabla de 1"x12"x12'	docena	1	Q 300.00	Q 300.00
Clavo de 4"	lb	30	Q 6.00	Q 180.00
Clavo de lámina 4"	lb	30	Q 6.00	Q 180.00
Clavo de 3"	lb	20	Q 6.00	Q 120.00
Cemento	saco	10	Q 57.00	Q 570.00
Arena	m3	1	Q 165.00	Q 165.00
Piedrin	m3	1	Q 175.00	Q 175.00
Lámina galvanizada de 10'	unidad	52	Q 70.00	Q 3,640.00
				Total de materiales con IVA
				Q 7,430.00
				Total de materiales sin IVA
				Q 6,538.40
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de bodega y letrina	m2	60	Q 10.00	Q 600.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 600.00
AYUDANTE			30%	Q 180.00
PRESTACIONES			37%	Q 222.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1,002.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 7,540.40
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 2,789.95
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 10,330.35
IVA			12%	Q 1,239.64
TOTAL				Q 11,569.99

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES				
REPLANTEO TOPOGRAFICO				
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1	Q 75.00	Q 75.00
Clavos de 3"	lb	5	Q 4.00	Q 20.00
Total de materiales con IVA				Q 95.00
Total de materiales sin IVA				Q 83.60
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Topógrafo	ml	4390	Q 1.00	Q 4,390.00
Cadenero	ml	4390	Q 0.12	Q 526.80
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 4,916.80
AYUDANTE			30%	Q 1,475.04
PRESTACIONES			37%	Q 1,819.22
TOTAL MANO DE OBRA				Q 8,211.06
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 8,294.66
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 3,069.02
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 11,363.68
IVA			12%	Q 1,363.64
TOTAL				Q 12,727.32

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
REGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES				
TRAZO	ml	4390	Q 1.18	Q 5,200.63
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cal	saco	6	Q 22.00	Q 132.00
				Total de materiales con IVA Q 132.00
				Total de materiales sin IVA Q 116.16
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Colocación de estacas	unidad	70	Q 4.00	Q 280.00
Trazo	ml	1120	Q 1.50	Q 1,680.00
				SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA Q 1,960.00
			30%	AYUDANTE Q 588.00
			37%	PRESTACIONES Q 725.20
				TOTAL MANO DE OBRA Q 3,273.20
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 3,389.36
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 1,254.06
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 4,643.42
IVA			12%	Q 557.21
TOTAL				Q 5,200.63

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CASETA DE BOMBEO				
CASETA	unidad	1.00	Q 15,339.86	Q 15,339.86
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	33.00	Q 57.00	Q 1,881.00
Arena de río	m3	2.00	Q 165.00	Q 330.00
Piedrin	m3	3.00	Q 175.00	Q 525.00
Ladrillo tayuyo de 0.065x0.11x0.23m	unidad	50.00	Q 1.25	Q 62.50
Madera	pt	220.00	Q 4.00	Q 880.00
Alambre de amarre	lb	20.00	Q 6.00	Q 120.00
Clavo	lb	6.00	Q 6.00	Q 36.00
Block de 0.15x0.20x0.40m	unidad	175.00	Q 4.75	Q 831.25
Cal hidratada	saco	1.00	Q 95.00	Q 95.00
Hierro de 1/4" G40	varilla	15.00	Q 22.00	Q 330.00
Hierro de 3/8" G40	varilla	40.00	Q 38.00	Q 1,520.00
Hierro de 1/2" G40	varilla	25.00	Q 42.00	Q 1,050.00
Hembra de 1 1/2" x 1/4" x 6"	unidad	3.00	Q 4.00	Q 12.00
Perno de anclaje	unidad	6.00	Q 3.25	Q 19.50
Puerta de metal	unidad	1.00	Q 750.00	Q 750.00
Niple de PVC Ø 2" X 3m	unidad	1.00	Q 55.00	Q 55.00
			Total de materiales con IVA	Q 6,616.25
			Total de materiales sin IVA	Q 5,822.30
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de caseta	unidad	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00
			SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA	Q 2,500.00
			AYUDANTE	30% Q 750.00
			PRESTACIONES	37% Q 925.00
			TOTAL MANO DE OBRA	Q 4,175.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 9,997.30
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 3,699.00
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 13,696.30
IVA			12%	Q 1,643.56
TOTAL				Q 15,339.86

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
LÍNEA DE IMPULSIÓN IMPULSIÓN MATERIAL Y HERRAMIENTA	ml	261	Q 147.72	Q 38,554.45
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC Ø 5" 250 psi de 20'	tubo	44	Q 390.00	Q 17,160.00
Válvula de compuerta Ø 5"	unidad	1	Q 750.00	Q 750.00
Válvula eliminadora de aire Ø 5"	unidad	1	Q 480.00	Q 480.00
Tee PVC Ø 5"	unidad	1	Q 86.00	Q 86.00
Reductor bushing de Ø 5" a Ø 3"	unidad	1	Q 62.00	Q 62.00
Codo PVC Ø 5" x 90	unidad	1	Q 48.00	Q 48.00
Pegamento tangit	galon	1	Q 450.00	Q 450.00
				Q 19,036.00
				Q 16,751.68
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación para tubería	m3	55	Q 20.00	Q 1,100.00
Colocación de tubería	ml	261	Q 15.00	Q 3,915.00
				Q 5,015.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 5,015.00
			30%	Q 1,504.50
			37%	Q 1,855.55
TOTAL MANO DE OBRA				Q 8,375.05
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 25,126.73
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión +			35%	Q 9,296.89
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 34,423.62
IVA			12%	Q 4,130.83
TOTAL				Q 38,554.45

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN TANQUE MATERIAL Y HERRAMIENTA	unidad	1	Q 182,311.02	Q 182,311.02
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	bolsa	535	Q 57.00	Q 30,495.00
Arena	m3	45	Q 165.00	Q 7,425.00
Piedrin	m3	6	Q 175.00	Q 1,050.00
Piedra bola	m3	64	Q 210.00	Q 13,440.00
Madera	pt	850	Q 4.00	Q 3,400.00
Alambre de amarre	lb	100	Q 6.00	Q 600.00
Clavo	lb	50	Q 6.00	Q 300.00
Candado	unidad	5	Q 25.00	Q 125.00
Hierro de 1/4" G60	varilla	40.00	Q 22.00	Q 880.00
Hierro de 3/8" G60	varilla	120.00	Q 38.00	Q 4,560.00
Hierro de 1/2" G60	varilla	25.00	Q 42.00	Q 1,050.00
Adaptador macho PVC Ø 4"	unidad	2	Q 12.00	Q 24.00
Codo PVC Ø 4" x 90 para drenaje	unidad	2	Q 28.00	Q 56.00
PVC drenaje Ø 4" 100 psi de 20'	tubo	4	Q 178.00	Q 712.00
PVC drenaje Ø 4" 160 psi de 20'	tubo	3	Q 195.00	Q 585.00
Pichacha PVC Ø 4"	unidad	1	Q 180.00	Q 180.00
Tee PVC Ø 4" para drenaje de 20'	unidad	1	Q 25.00	Q 25.00
Tubería PVC Ø 4" para drenaje de 20'	tubo	2	Q 178.00	Q 356.00
Válvula de pila Ø 4" para drenaje	unidad	1	Q 450.00	Q 450.00
	Total de materiales con IVA			Q 65,713.00
	Total de materiales sin IVA			Q 57,827.44
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	m3	76	Q 20.00	Q 1,520.00
Construcción de tanque	unidad	35,000	Q 1.00	Q 35,000.00
	SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA			Q 36,520.00
			AYUDANTE 30%	Q 10,956.00
			PRESTACIONES 37%	Q 13,512.40
	TOTAL MANO DE OBRA			Q 60,988.40
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 118,815.84
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 43,961.86
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 162,777.70
IVA			12%	Q 19,533.32
TOTAL				Q 182,311.02

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
RED DE DISTRIBUCIÓN				
DISTRIBUCIÓN	ml	4,130	Q 66.82	Q 275,954.72
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Válvula PVC de compuerta Ø 3"	unidad	1	Q 480.00	Q 480.00
Válvula PVC de compuerta Ø 2"	unidad	2	Q 420.00	Q 840.00
Tee PVC Ø 3"	unidad	1	Q 21.00	Q 21.00
Tee PVC Ø 2"	unidad	14	Q 18.00	Q 252.00
Tee PVC Ø 1 1/2"	unidad	6	Q 12.00	Q 72.00
Tapón hembra de PVC Ø 2"	unidad	1	Q 32.00	Q 32.00
Codo PVC Ø 3"	unidad	50	Q 6.00	Q 300.00
Codo PVC Ø 2"	unidad	5	Q 25.00	Q 125.00
Reductor bushing de PVC de Ø 3" A Ø 2"	unidad	1.00	Q 22.00	Q 22.00
Reductor bushing de PVC de Ø 2" A Ø 1 1/2"	unidad	6.00	Q 38.00	Q 228.00
Tubo PVC Ø 3" 125 Psi de 20'	tubo	15.00	Q 276.00	Q 4,140.00
Tubo PVC Ø 2" 125 Psi de 20'	tubo	490	Q 174.00	Q 85,260.00
Tubo PVC Ø 1 1/2" 125 Psi de 20'	tubo	130	Q 145.00	Q 18,850.00
Total de materiales con IVA				Q 110,622.00
Total de materiales sin IVA				Q 97,347.36
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Excavación	m3	720	Q 20.00	Q 14,400.00
Colocación de tubería y accesorios	global	1	Q 35,000.00	Q 35,000.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 49,400.00
AYUDANTE			30%	Q 14,820.00
PRESTACIONES			37%	Q 18,278.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 82,498.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 179,845.36
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 66,542.78
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 246,388.14
IVA			12%	Q 29,566.58
TOTAL				Q 275,954.72

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CAJA PARA VÁLVULAS CAJA MATERIAL Y HERRAMIENTA	unidad	10	Q 1,401.30	Q 14,013.00
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	bolsa	10	Q 57.00	Q 570.00
Arena	m3	1	Q 165.00	Q 165.00
Piedrin	m3	2	Q 175.00	Q 350.00
Madera	pt	50	Q 4.00	Q 200.00
Alambre de amarre	lb	100	Q 6.00	Q 600.00
Clavo	lb	7	Q 6.00	Q 42.00
Candado	unidad	10	Q 25.00	Q 250.00
Hierro de 1/4" G40	varilla	7.00	Q 22.00	Q 154.00
Hierro de 3/8" G40	varilla	12.00	Q 38.00	Q 456.00
				Q 2,787.00
				Q 2,452.56
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción de caja	unidad	10	Q 400.00	Q 4,000.00
				Q 4,000.00
			30%	Q 1,200.00
			37%	Q 1,480.00
				Q 6,680.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				
				Q 9,132.56
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)				
			35%	Q 3,379.05
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				
				Q 12,511.61
IVA				
			12%	Q 1,501.39
TOTAL				
				Q 14,013.00

INTEGRACIÓN DE COSTOS UNITARIOS				
RENLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
SITEMA DE CLORACIÓN				
HIPOCLORADOR	unidad	1	Q 8,923.82	Q 8,923.82
MATERIAL Y HERRAMIENTA				
No.	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Cemento	bolsa	10	Q 57.00	Q 570.00
Arena	m3	1	Q 165.00	Q 165.00
Piedrin	m3	1	Q 175.00	Q 175.00
Madera	pt	100	Q 4.00	Q 400.00
Alambre de amarre	lb	6	Q 6.00	Q 36.00
Clavo	lb	2	Q 6.00	Q 12.00
Hierro de 3/8" G40	varilla	13.00	Q 38.00	Q 494.00
Hierro de 1/2" G40	varilla	6.00	Q 42.00	Q 252.00
Adaptador macho PVC Ø 1/2"	unidad	6	Q 4.50	Q 27.00
Adaptador hembra PVC Ø 1/2"	unidad	1	Q 4.00	Q 4.00
Codo PVC Ø 1/2" x 90	unidad	1	Q 5.00	Q 5.00
Codo PVC Ø 1/2" x 45	unidad	4	Q 4.00	Q 16.00
Dosificador	tubo	1	Q 300.00	Q 300.00
Tee reductor de Ø 4" a Ø 1/2"	tubo	1	Q 195.00	Q 195.00
Tubería PVC Ø 1/2" 315 Psi de 20'	tubo	2	Q 180.00	Q 360.00
Válvula de compuerta Ø 1/2" de Br (Americana)	unidad	2	Q 45.00	Q 90.00
Válvula de compuerta Ø 1/2" PVC (Americana)	unidad	1	Q 22.00	Q 22.00
Válvula de flote Ø 1/2" de Br.	unidad	1	Q 70.00	Q 70.00
				Total de materiales con IVA
				Q 3,193.00
				Total de materiales sin IVA
				Q 2,809.84
MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
Construcción del Hipoclorador	unidad	1	Q 1,800.00	Q 1,800.00
SUB-TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 1,800.00
AYUDANTE			30%	Q 540.00
PRESTACIONES			37%	Q 666.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q 3,006.00
TOTAL COSTO DIRECTO (materiales + equipo + mano de obra + otros)				Q 5,815.84
TOTAL COSTO INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad)			35%	Q 2,151.86
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos)				Q 7,967.70
IVA			12%	Q 956.12
TOTAL				Q 8,923.82

exceptuando el uso del método de ensayo de congelación y deshielo alternados para la prueba de estabilidad de volumen.

c. Agregado grueso: este podrá ser granzón o piedra triturada, sin contener cantidades apreciables de pizarra, exquistos u otro material blando o de estructura laminar, de acuerdo con las especificaciones A.S.T.M. C-33, exceptuando el uso del método de ensayo de congelación y deshielo alternados. El porcentaje de desgaste no será mayor del 45% después de 500 revoluciones tal como lo determina el método de ensayo A.S.T.M. C-131.

d. Agua: deberá ser limpia libre de aceites, ácidos, álcalis, materias orgánicas y otras sustancias perjudiciales.

e. Acero de refuerzo: el acero de refuerzo deberá ser corrugado, exceptuando para espirales, cables o barras No. 2 las varillas de refuerzo serán de grado 40, salvo indicación contraria en los planos del proyecto:

- A. Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero lingote, norma ASTM A 615.
- B. Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero de riel para refuerzo, ASTM A 616.
- C. Especificaciones para varillas corrugadas y lisas de acero eje para refuerzos del concreto ASTM A 617.
- D. Especificaciones para varillas corrugadas de acero de baja aleación para refuerzos del concreto ASTM 706.

Las varillas corrugadas de refuerzo deben estar de acuerdo con las especificaciones ASTM referidas anteriormente. Para las normas ASTM A 615, A 616 y A 617, la resistencia a la fluencia debe corresponder a la determinada

por las pruebas de varillas y sección transversal completa. Para las normas ASTM A 615, A 616 y A 617, los requisitos para las pruebas de doblado de las varillas del No. 3 al No. 11 deben hacerse en base a dobleces de 180 grados en varillas de sección transversal completa alrededor del gancho.

Mezcla: los agregados deben ser de forma, tamaño y proporción tal, que al mezclarlos adecuadamente con las debidas proporciones de cemento y agua, produzcan una mezcla homogénea de concreto, de calidad y resistencia requerida en las normas de diseño y especificaciones técnicas del proyecto, en ningún caso se aceptará una resistencia inferior a los especificada, siendo el supervisor quien aprobará el uso de la mezcla final.

La granulometría a utilizar en mezclas de concreto para fabricar tubería de diferentes diámetros deberá satisfacer las normas ASTM C -33. La mezcla de los ingredientes debe efectuarse por lo menos durante tres minutos después de agregado el último material, previo a agregar agua. El agua se continuará agregando hasta que el concreto alcance una consistencia plástica con un asentamiento (revenimiento o slump) según norma ASTM C-143. En ningún caso el asentamiento podrá ser mayor a 5 cm. Para tubería fundida en obra.

Curado: deberá efectuarse por el tiempo necesario para que el concreto pueda desarrollar la resistencia a los 28 días, por cualquiera de los métodos de curado.

Tubería y accesorios:

- a. la tubería y los accesorios de PVC (cloruro de polivinilo), utilizados, deberán ser fabricados bajo la norma ASTM D 2241 respectivas para la

presión de trabajo a 160 PSI, en la línea de distribución. Así mismo los accesorios deberán ser norma ASTM D 2466 cédula 40.

- b. El diámetro mínimo que el supervisor puede aceptar en la instalación de 1 ½" para ramales abiertos, haciendo uso de las normas para sistemas rurales.
- c. Cada tubo esta fabricado con campana de junta rápida (campana + empaque de hule) y espiga, por lo que no se permitirá el uso de cemento en las juntas. Los acoples entre tubos deberán ensamblarse a presión enganchando la espiga dentro de la campana, mediante el empaque de hule. Este sistema se utilizará para diámetros de 4" en adelante. Para diámetros menores las uniones serán cementadas.
- d. Para acoplar los accesorios a la tubería emplearse cemento solvente para fijar y sellar las juntas.
- e. Previo a la instalación de cualquier tubo o accesorio, el supervisor comprobará y chequeará que estos tengan las dimensiones, peso y forma de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- f. La tubería de hierro galvanizado HG deberá cumplir con la norma ASTM 120 y ASTM A 53 cédula 40. los accesorios deberán ser de hierro maleable para resistir una presión mínima de 300 PSI.

Instalación:

- a. Cualquiera que sea el método para el zanjeo, deberá tenerse cuidado de separar el suelo vegetal del material que mas adelante se utilizará para el relleno compactado de la zanja. Cuando la obtención de buen material para el relleno de la zanja sea muy difícil en el sitio, deberá utilizarse material de relleno adecuado.
- b. Antes de colocar la tubería, se debe reacondicionar la zanja, con el objetivo de mantener una posición firme a lo largo de toda la distribución.
- c. Toda cubierta vegetal encontrada en el fondo de la zanja, deberá retirarse al menos 15 cm de fondo, y reemplazarse por material adecuado.
- d. Para la ejecución de las juntas e instalación de los accesorios, deberá dejarse un espacio libre entre el fondo de la zanja y el accesorio no menor de 5 cm.

Almacenaje:

- a. debe elegirse una superficie plana, de tal manera que la longitud total del tubo descansa sobre la superficie de contacto, evitando que el tubo se flexione y pueda deformarse.
- b. No deben hacerse pilas de más de 1.3 m de altura para evitar sobrecargarlos.
- c. Las campanas de los tubos deberán colocarse en forma alternada o inversa en cada capa o cama de entibado, para comenzar el aumento de sección debido a la campana logrando con esto que las cargas de las camas superiores, se distribuyan y compartan uniformemente.

- d. Los tubos y accesorios no deben estar expuestos a los efectos directos del sol, por lo que se debe considerar una cubierta adecuada que los proteja.
- e. Los accesorios deberán permanecer dentro de sus cajas de empaque, entibando las cajas en pilas con una altura tal que el material de la caja de empaque resista el peso sin deformarse.
- f. Los empaques de hule deben almacenarse alejados del contacto con aceites, grasas, solventes o abrasivos.

Obras accesorias: las obras accesorias comprenden, todas aquellas estructuras que completan una red de distribución, tales como: cajas para válvulas, conexiones domiciliarias, anclajes de concreto.

Los trabajos de excavación, relleno compactado y retiro sobrante; para todas las obras accesorias, se regularan bajo las mismas normas descritas en estas especificaciones para estos renglones de trabajo.

Cajas para válvulas:

- a. localización: se localizará tal como se indica en los planos. En el replanteo de campo se localizará un eje de simetría en la intersección de las diagonales de las esquinas de las calles. Sin embargo, si el trazo de las calles es irregular, con la aprobación del supervisor dicha estructura podrá construirse en otro punto. La ubicación exacta será en función del plano de manejo de válvulas.

- b. Construcción: para la excavación (considerados entre 0.80m a 1.00m), deberán utilizarse los mecanismos adecuados para el fácil acceso, así como el ascenso y descenso de materiales.
- c. El tipo de caja a construir, será el indicado en los planos adjuntos al proyecto. Los materiales utilizados serán de la calidad y características descritas en las normas y parámetros del proyecto y las que se definen en estas especificaciones técnicas.
- d. La cota de la tapadera de las cajas, salvo disposiciones especiales, deberán quedar al mismo nivel de la rasante.
- e. La altura mínima es de 0.60 m medida de cota de fondo a cota de brocal.
- f. Si las cajas son construidas de mampostería de ladrillo, estos deberán ser colocados de soga y levantados en las hiladas horizontales con juntas de espesor no mayor a 1.5 cm. Cada hilada horizontal deberá quedar desplazada con respecto a la anterior de tal forma que no exista coincidencia entre las juntas verticales de los ladrillos que las forman.
- g. Toda caja deberá tener un recubrimiento interior o acabado final que impermeabilice y selle sus paredes y fondo, para evitar infiltraciones. Si se utiliza mortero de cemento para este fin, deberá ser como mínimo de 1 cm de espesor y su curado deberá durar 10 días como mínimo.

2.2.14 Programa de operación y mantenimiento

Línea de Impulsión:

Está integrada por: a) Tubería de Ø 5" PVC de 250 PSI, b) anclajes de concreto en cada accesorio, c) bases o anclajes para apoyar y fijar tubería expuesta, d) 1 válvula de aire y limpieza, e) una caja distribuidora de caudales.

Tubería PVC

Los cuidados en la operación de la tubería de PVC son principalmente de inspección visual de la línea en forma periódica, recomendando al menos dos veces al mes y verificar que esté bien enterrada y que no se encuentren tramos de tubería expuesta, que no se visualicen fugas expuestas o áreas húmedas laterales a la tubería o suelo saturado que evidencie fugas.

Las marcas de topografía se deberán conservar en su lugar y visibles pues estas son únicas referencias del trazo de la línea y mantener la brecha del caminamiento.

Válvulas de aire y limpieza:

Aquí de igual forma la verificación es bajo inspección visual recomendando realizar la operación de limpieza y de extracción de aire al menos dos veces al mes y en época de invierno tres veces al mes para las válvulas de limpieza únicamente.

El aspecto importante es que se inspeccione el buen funcionamiento de la válvula detenidamente y no solo que a la vista se encuentre en buen estado.

Esto implica accionarlas y comprobar que si expulsan aire y agua con arena respectivamente. Así mismo la caja para válvulas de protección deberá estar en condiciones físicas adecuadas, sin grietas, sin rupturas, con sus tapaderas sanitarias, con sus respectivos candados instalados y libres de humedad interna o agua estancada por infiltración o acceso directo.

De esta cuenta cuando la línea de conducción no entregue agua al tanque de distribución porque sencillamente no sale, lo primero que debe chequearse son las válvulas de aire y limpieza, porque probablemente burbujas de aire estén taponeando el paso del agua o demasiada arena acumulada en las partes bajas.

Procurar que por ningún motivo estas válvulas queden enterradas o cubiertas. En caso contrario limpiar el área, compactar el terreno lateral y retirar árboles, piedras o material cercano que las pueda cubrir por deslaves, lluvias intensas o movimientos sísmicos. No olvidar que se deben preservar las marcas de topografía y señalización adicional para localizar fácilmente estas válvulas cuando se recorra la línea por personal nuevo.

Dosificador de cloro (clorinador):

El clorinador seleccionado es marca PPG modelo 3015, con capacidad de tratar un caudal de 0.16 y 25 L/seg a una concentración de 5 partes por millón. El equipo utiliza tabletas de hipoclorito de calcio al 65% de cloro activo, con un tamaño de 3". Es sumamente importante que se utilice esta tableta y no de otra dimensión o agente activo.

El equipo en si es sencillo de operar, y fácil de manipular, pues consiste en un tanque pequeño conectado en paralelo a la tubería de ingreso al tanque

de distribución, instalando para ello una tee que derivará una parte del caudal hacia el clorinador y la otra directamente hacia el tanque.

La línea en paralelo que está conectada al clorinador está provista de una válvula de entrada, seguidamente una válvula de regulación del caudal, seguidamente de una válvula de control, el clorinador en sí y luego la tubería de salida hacia el tanque de distribución en forma directa.

Se consideró en el presupuesto, la compra de un recipiente de 100 libras de hipoclorito de calcio en tabletas, con un contenido de 150 tabletas de 3". Estas tabletas se colocan manualmente al clorinador y se coloca una nueva cuando esta se disuelva totalmente por el paso del flujo de agua. El recipiente de tabletas deberá guardarse perfectamente cerrado, en lugar fresco y seco.

El clorinador trabaja prácticamente solo pues la mezcla de la solución de agua-cloro se genera por el paso del flujo, dentro del clorinador, en contacto directo con la tableta de hipoclorito de calcio, en forma permanente y continua. De esta cuenta cuando la tableta se disuelva totalmente se colocará una nueva. La limpieza del equipo en si es esporádica, considerando que deberá hacerse por lo menos una vez al mes.

Tanque de distribución:

Esta unidad es una de las más importantes en términos de operación y mantenimiento por lo que se le debe dar especial cuidado en la adecuada operación y mantenimiento.

Se recomienda limpiar la unidad por lo menos cada tres meses tomando en cuenta:

- a. Abrir las tapaderas sanitarias y dejar que ingrese el aire ambiental.
- b. Cerrar o bloquear la cloración
- c. Cerrar la válvula de ingreso a la cámara proveniente de la línea de bombeo.
- d. Cerrar la válvula de salida del tanque.
- e. Abrir la válvula del desagüe y dejar que salga el agua acumulada hasta una altura de 5 centímetros para dejar un poco de agua para el lavado inicial de paredes y fondo.
- f. Ingresar al tanque con botas de hule y escoba de plástico y cepillo de plástico y raspar las paredes, techo y finalmente el fondo sin utilizar jabón o detergente.
- g. Inmediatamente abrir la válvula del desagüe y evacuar el agua del fondo que al momento ya esta sucia.

- h. Dejar abierta la válvula de desagüe y abrir la válvula de ingreso de agua a la cámara y lavar y desaguar las paredes y fondo con el agua limpia que está ingresando y que está saliendo por el desagüe. Este último paso desarrollarlo por espacio de 10 minutos en promedio hasta que el tanque por dentro esté totalmente libre de manchas, moho, algas, lodo, arena, etc.
- i. Salirse del tanque y dejar ingresar y salir agua por 2 o 3 minutos para posteriormente cerrar la válvula de ingreso de agua, esperando que se vacíe totalmente el tanque.
- j. Después de cerrar el desagüe dejar el tanque secarse con las tapas abiertas por espacio de 30 minutos como máximo.
- k. Colocar las tapaderas sanitarias dejar ingresar el agua de la línea de impulsión quedando lista la cámara para distribuir.

Finalmente, y en forma inmediata conectar el clorinador al ingreso de la cámara y aplicar el desinfectante con una dosis un poco mayor a la acostumbrada para contrarrestar la contaminación microbiológica producida por la limpieza, la cual es inevitable. Es importante que hasta que el tanque alcance una altura de por lo menos 0.75 metros de altura se habrá la válvula de salida del tanque y se entregue agua a la red. Esto es para permitir una mezcla completa del desinfectante dentro del tanque.

Para realizar las operaciones de limpieza es preferente que se desarrollen por dos operadores que lo hará en menos tiempo y con mayor eficiencia, sobre todo en el manejo de válvulas. No olvidar que al finalizar la limpieza se deben colocar las tapaderas sanitarias y sus respectivos candados.

Retirar todo excedente de agua que se acumula en la losa superior del tanque, en los laterales y áreas adyacentes del mismo para evitar humedad, criadero de insectos, etc.

Es muy importante que una vez más se considere el poseer por lo menos tres juegos de llaves de los candados para seguridad de todas las uniones del sistema.

Mantenimiento:

Es importante recordar que el tanque esta previsto construirlo de mampostería reforzada, por lo que los sismos pueden dañarlo considerablemente. Si ocurre un fenómeno de estos, inmediatamente verificar el estado físico de la unidad y reforzarla si fuera el caso.

No deberán existir fugas en los muros, aguas estancadas en los alrededores, tubos de PVC expuestos, todas las tapaderas sanitarias colocadas y aseguradas, todas las cajas de válvulas en buen estado, las cuales se deben revisar rutinariamente cada mes, engrasándolas, apretando tuercas y tornillos y revisando la base en donde estén montadas.

Tubería de Distribución:

El punto más importante a inspeccionar en forma continua prácticamente todos los días, es el control de fugas pues si se registran fugas en la red, no habrá caudal suficiente para abastecer a los usuarios y seguramente que el tanque de distribución no proporcionará el caudal necesario.

Esta actividad de evaluación continua es por simple inspección física y recorrido continuo de la red verificando áreas húmedas, escurrimiento superficial, y aquellos puntos identificados por los usuarios. Las fugas localizadas deberán repararse en forma inmediata cerrando para el efecto la

válvula de compuerta que corresponda y que está ubicada en el plano de red general.

Estrategia de capacitación:

Para reconocer la importancia de alcanzar la operación y el mantenimiento auto-sostenibles del proyecto, se debe implicar a la comunidad en todo el proceso relativo a éste.

2.2.15 Propuesta de tarifa

Para determinar la tarifa se contemplan los gastos de mantenimiento, operación, pago del fontanero, pago del guardián y gasto de cloro.

a) Cálculo de la energía.

El motor a utilizar es sumergible de 30 HP

Lo que equivale a 22,380 Watts.

De donde se obtiene:

Tiempo de servicio al inicio: 8 horas

Población a servir al inicio: 725 habitantes

Total de conexiones al inicio del proyecto: 160

Consumo diario de energía = 22,380 Watts x (8 horas) = 179040 Watts

Costo del consumo diario = 179.04KWatts. x (0.79) = Q 141.44

Costo del consumo mensual = 30 x (Q 141.44) = Q 4,243.25/mes

b) Cantidad de cloro.

Considerando el caudal de día máximo y el hipoclorito de calcio al 65% se tiene:

$$61.13 \text{ gr/hr} \times 24 \text{ hr/día} \times 30 \text{ días/1 mes} = 44,013.60 \text{ gr/mes} \times 1 \text{ tableta/300gr}$$

$$146 \text{ tabletas} = 44,014 \text{ gramos} = 174 \text{ libras}$$

El hipoclorito de calcio se adquiere en tambos de plástico de 150 tabletas costo de 100 libras de hipoclorito de calcio (CH) = Q 900.00

Costo mensual de la cloración = 174 libras x (Q 9/libra) = Q 1,566/mes.

c) Costo de operación y mantenimiento.

Consumo de energía mensual =	Q 4,243.25
1 fontanero =	Q 500.00
1 guardián =	Q 500.00
1 operador =	Q 600.00
Consumo mensual de cloro =	Q 1,566.00
Mantenimiento del sistema =	Q 300.00

$$\text{MONTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO} = \text{Q } 7,709.25$$

d) Tarifa por vivienda mensual.

$$\text{TARIFA} = \frac{Q.7,709.25}{160 \text{ viviendas}} = 48.18$$

$$\text{TARIFA} = \text{Q } 48.18/\text{mes.}$$

2.2.16 Análisis de vulnerabilidad

De manera general, la reducción de la vulnerabilidad operativa y administrativa se puede lograr con medidas como mejoras en los sistemas de comunicación, provisión del adecuado número y tipo de vehículos de transporte, provisión de generadores auxiliares, frecuencia de inspecciones en la línea, detección de deslizamientos lentos, corrección de fugas en áreas de suelos inestables, planificación para atención de emergencias. Es decir, acciones preventivas identificadas en el análisis de vulnerabilidad que además de reducir las debilidades ante la eventual ocurrencia de desastres naturales, optimicen la operación del sistema y minimicen el riesgo de fallas en condiciones normales de servicio.

Para este proyecto se plantearán las medidas de mitigación y de emergencia para cada componente analizado o identificado como vulnerable. Para cada caso se indicarán las medidas de mitigación y sus costos estimados. Se debe hacer referencia a las medidas de mitigación y de emergencia correspondientes, los aspectos de: a) organización; b) operación y mantenimiento; c) administrativos y d) aspectos operativos.

Algunas de las medidas de mitigación que pueden ser consideradas para reducir la vulnerabilidad por las condiciones desfavorables del estado actual de algunos de los componentes en los sistemas de agua potable y alcantarillado son:

- Reemplazar el componente, equipo o accesorio si su estado de conservación es malo, monitorearlo periódicamente si su estado es regular, bombas electromecánicas, generadores auxiliares o válvulas.

- Reparar los elementos, equipos y accesorios con funcionamiento defectuoso.
- Reemplazar los elementos, equipos y accesorios no adecuados o sin funcionamiento.

2.2.16.1 Análisis de Impacto Ambiental

Los problemas de degradación ambiental, que incluyen la alteración de los sistemas ambientales, la amenaza a la vida salvaje, la destrucción de los recursos naturales, son frecuentemente resumidos bajo el término de crisis ambiental, debido a que los cambios que el ambiente está sufriendo son lo suficientemente justificados para llegar al nivel de una crisis o amenaza natural.

Todo plan de manejo ambiental como mínimo debe contener: a) medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. b) consideraciones ambientales en el proyecto de ingeniería de la alternativa seleccionada, c) manual de operación y mantenimiento y d) plan de seguimiento o monitoreo ambiental.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Éstas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto. A continuación se presentan para la etapa de operación.

Tabla VI. Impacto ambiental, etapa de operación

ACTIVIDADES	IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<p>Avance de la frontera agrícola, explotación maderera, presión de la comunidad en el área de la fuente por demanda de leña o bien expansión de las áreas de pastoreo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disminución del área boscosa de la cuenca. ➤ Disminución de capacidad de la fuente por efecto de la deforestación ➤ Contaminación del suelo y cuerpos de agua por plaguicidas, herbicidas y residuos de abonos; como consecuencia del avance de la frontera agrícola o ganadera en el área de la cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reforestar el área de la cuenca y vigilarlas actividades efectuadas en la cuenca. ➤ Motivar y capacitar a la población en el manejo de la conservación de las fuentes de agua. ➤ Incentivar la organización de las comunidades para que vigilen que el manejo integral de la cuenca y la conservación del recurso hídrico sea el adecuado.
<p>Comprobación de caudales; presiones, funcionamiento de tubería, obras y accesorios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asegurar que los caudales y presiones de diseño son los que recibe la población
<p>Calidad del agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios. ➤ Amenaza a la salud por déficit en calidad del producto. ➤ Incremento en los gastos de salud. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potabilizar el agua de manera de que sea apta para el consumo humano. ➤ Establecer de un programa de vigencia de la calidad del agua.
<p>Continuidad del servicio</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Amenaza a la salud por déficit en cantidad de intercepciones del servicio. ➤ Malestar en los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantizar que habrá suficiente cantidad de agua y que el servicio será continuo. ➤ Establecer un programa de prestación de servicio a fin de garantizar la continuidad en el servicio.
<p>Reparación y mantenimiento de tuberías, accesorios, obras y equipos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios por la interrupción del servicio. ➤ Incremento en los gastos. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Capacitación continúa a los operarios del sistema. ➤ Pago de tarifa.

2.2.16.2 Medidas de mitigación

Algunas medidas de mitigación generales que pueden ser consideradas para reducir la vulnerabilidad por el impacto de determinadas amenazas son:

Deslizamientos activos

- Reubicar si es posible o implementar zanjas drenantes en la zona inestable.
- Construir pequeños muros de sostenimiento para las estructuras o pequeños anclajes de las tuberías.
- Cambiar los elementos rígidos y colocar tubería flexible.
- Anclar en roca firme la tubería en caso de laderas muy inclinadas con poco suelo de cobertura.
- Forestar y mantener la cobertura vegetal del sitio o de la cuenca. Retirarse del borde y pie de talud muy inclinado.

Inundaciones

- Construir pasos subfluviales de tuberías.
- Instalar desconexión automática de bombas horizontales.
- Construir muros de protección y pasos subfluviales de tuberías.

Sismos

- Reforzamiento estructural de los elementos.
- Protección del sitio contra deslizamientos, caída de rocas y crecidas.
- Reforzamiento o cambio de los elementos agrietados o contruidos con material de mala calidad y de los elementos o accesorios rígidos.

2.2.17 Evaluación socio-económica

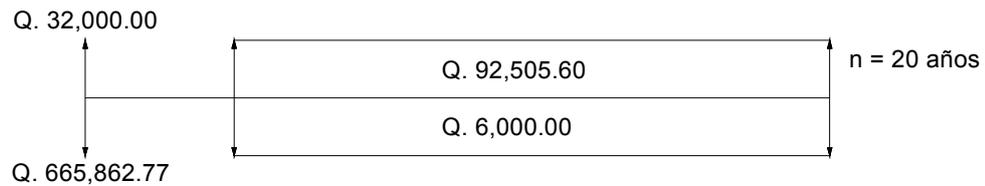
2.2.17.1 Valor presente neto.

La municipalidad de Chisec pretende invertir Q. 665,862.77 en la ejecución del proyecto de la introducción de agua para la comunidad de samococh.

Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q.500.00. Se estima contar con los siguientes ingresos: por la instalación de la acometida se hará un pago único de Q.200.00 por vivienda, se fijará un aporte mensual por vivienda de Q. 48.18. Suponiendo una tasa del 13% al final de los 20 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

RUBRO	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		R. 665,862.77
Ingreso inicial	(Q 200/viv)(160)	Q. 32,000.00
Costos anuales	(Q 500/mes) (12 meses)	Q. 6,000.00
Ingreso anual	(Q48.18)(160viv)(12meses)	Q. 92,505.60
Vida útil, en años		20 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos para trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 13%.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos; se tiene entonces:

$$\text{VPN} = - 665,862.77 + 32,000 - 6,000(1 + 0.13)^{20} + 92,505.60 (1 + 0.13)^{20}$$

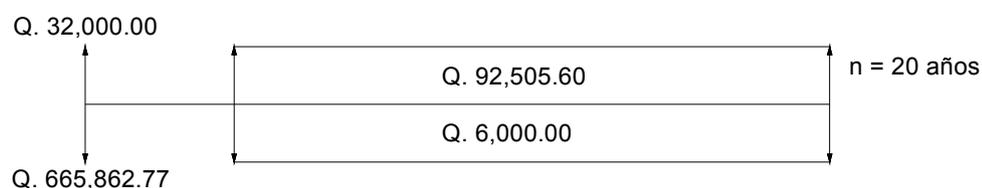
$$\text{VPN} = 362,948.85$$

Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que éste es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o a la misma naturaleza que circunda el proyecto; es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

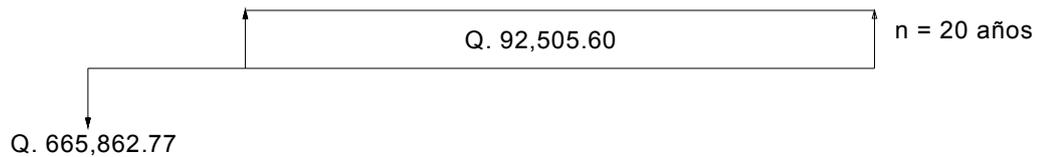
2.2.17.2 Tasa interna de retorno

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía ejecutar la introducción de agua para la comunidad de samococh, con un costo inicial aproximado de Q. 665,862.77. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q. 6,000.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q. 92,000.00 por la cuota de amortización, También se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar; éste será de Q. 32,000.00 por el total de 160 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el periodo de 20 años, el cual corresponde al sistema.

1. Se realiza la gráfica del problema



2. Puesto que los Q. 92,505.60 y los Q. 6,000.00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q. 665,862.77 y los Q. 32,000.00, la gráfica se podría simplificar a:



3. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor, por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a. Se utiliza una tasa de interés de 13%

$$VPN = - 665,862.77 + 92,505.60 (1 + 0.13)^{20}$$

$$VPN = 400,087.38$$

b. Se utiliza una tasa de interés de 10%

$$VPN = - 665,862.77 + 92,505.60 (1 + 0.1)^{20}$$

$$VPN = -43,531.35$$

4. Se aplica la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

13% \longleftrightarrow 400,087.38

i \longleftrightarrow 0

10 % \longleftrightarrow - 43,531.35

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que correspondan:

$$\frac{13-i}{13-10} = \frac{400,087.38}{400,087.38 - (-43,531.35)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 10.29438354$ %, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

CONCLUSIONES

1. Mediante el suministro de agua potable; el beneficio social aumenta, pues el sistema de agua potable en la comunidad de Samococh, redonda en un nivel y calidad de vida más alto.
2. La propuesta técnica ofrece a la población de la comunidad de Samococh agua sanitariamente segura, siempre que se tenga en funcionamiento el sistema de desinfección, con el fin de evitar enfermedades gastrointestinales en los pobladores.
3. La pavimentación del periférico permitirá el entronque con el sistema vial del área urbana, asegurando el desplazamiento eficiente de personas y vehículos.
4. Mediante el mantenimiento preventivo se asegura la vida útil de la estructura del pavimento.

RECOMENDACIONES

1. A la Oficina Municipal de Planificación, capacitar al personal que se encargará del manejo del sistema de agua potable, para que el funcionamiento sea continuo.
2. La operación y el mantenimiento de la red de distribución se debe efectuar acorde con las características y necesidades del sistema.
3. Al Concejo Comunitario de desarrollo de la comunidad Samococh, por medio de la comisión de agua, velar por el uso adecuado del agua considerando como un recurso vital; por tal razón el uso deberá ser exclusivamente para cubrir necesidades básicas de la población.
4. Al Concejo Comunitario de desarrollo del barrio el centro, por medio de la comisión de urbanismo, velar por el mantenimiento del pavimento y áreas adyacentes para asegurar el desplazamiento de personas y vehículos.

BIBLIOGRAFÍA

1. INFOM. **Guía para el sistema de abastecimiento de agua potable a zonas rurales**. Segunda revisión. Guatemala. s.e. 1997. 66 pp.
2. Norma coguanor 29001. **Comisión Guatemalteca de Normas**. Normas para exámenes bacteriológico y físico-químico sanitario.
3. Arthur H. Nilson. **Diseño de estructuras de concreto**. Professor Emeritus Engineering Cornell University. (México: Editorial, McGraw-Hill Interamericana, S.A., 1998)
4. Dirección general de caminos. **Especificaciones Generales para construcción de carreteras y puentes**. (Guatemala: Ingenieros Consultores de Centro América, 1975)
5. Moncayo V. Jesús. **Manual de pavimentos, Asfalto, adoquín, empedrado, concreto**. (México: Editorial, Continental, S.A. de C.V., 1986)
6. Crespo Villalaz Carlos. **Vías de comunicación**. (Tercera Edición; México: Editorial, Limusa, 1996)
7. Estrada Hurtarte, Gustavo Adolfo. Manual de cuantificación de materiales para urbanizaciones y edificaciones. Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, Guatemala 1990.

APÉNDICE

1. Cálculos hidráulicos de la red de distribución.
2. Cálculos hidráulicos de la línea de impulsión
3. Análisis de la calidad del agua.
4. Ensayos de laboratorio de suelos.
5. Planos

Tabla VII. Cálculos hidráulicos red de distribución

TRAMO		COTAS DE TERRENO		LONG	CAUDAL	TUBERÍA	CLASE DE TUBERÍA	DIAMETRO COMERCIAL	ALTURA	PRESIÓN	
ESTACIÓN		Inicial	Final	(m)	L/s	T	PSI	Pulg.	(m)	m.c.a.	PSI
E-2	E-3	498.12	493.54	105.85	2.4	PVC	125	2"	543.15	45.03	64.05
E-3	E-4	493.54	493.14	93.46	1.23	PVC	125	2"	539.23	46.09	65.56
E-4	E-5	493.14	492.76	86.12	0.56	PVC	125	2"	539.04	46.28	65.83
E-5	E-6	492.76	497.96	132.08	0.35	PVC	125	2"	538.91	40.95	58.25
E-6	E-7	497.96	493.72	86.79	0.38	PVC	125	2"	539.01	45.29	64.42
E-7	E-4	493.72	493.14	125	0.49	PVC	125	2"	539.23	46.09	65.56
E-7	E-8	493.72	494.5	91.93	0.67	PVC	125	2"	539.29	44.79	63.71
E-7	E-12	493.72	499.68	92.47	0.59	PVC	125	2"	538.78	39.10	55.62
E-8	E-3	494.5	493.54	131.62	0.98	PVC	125	2"	540.07	46.53	66.19
E-8	E-9	494.5	498.18	100	0.76	PVC	125	2"	539.68	41.50	59.03
E-8	E-11	494.5	495.02	87.15	0.13	PVC	125	2"	538.84	43.82	62.33
E-9	E-2	498.18	498.12	132	2.26	PVC	125	2"	543.15	45.03	64.05
E-9	E-10	498.18	495.98	89.25	1.26	PVC	125	2"	538.85	42.87	60.98
E-10	E-11	495.98	495.02	105	0.15	PVC	125	2"	538.84	43.82	62.33
E-11	E-12	495.02	499.68	88.84	0.29	PVC	125	2"	538.78	39.10	55.62
E-11	E-16	495.02	495.98	74.65	0.42	PVC	125	2"	538.73	42.75	60.81
E-12	E-13	499.68	500.69	88.8	0.31	PVC	125	2"	538.71	38.02	54.08
E-12	E-15	499.68	499.73	66.16	0.36	PVC	125	2"	538.71	38.98	55.45
E-13	E-14	500.69	498.36	56.34	0.02	PVC	125	2"	538.7	40.34	57.38
E-14	E-15	498.36	499.73	93.48	0.09	PVC	125	2"	538.71	38.98	55.45
E-15	E-16	499.73	495.98	84.32	0.16	PVC	125	2"	538.73	42.75	60.81
E-16	E-17	495.98	497.92	89.25	0.19	PVC	125	2"	538.84	40.92	58.21
E-16	E-19	495.98	497.48	89.17	0.24	PVC	125	1 1/2"	538.55	41.07	58.42
E-17	E-18	497.92	499.2	92.42	0.64	PVC	125	2"	538.59	39.39	56.03
E-18	E-19	499.2	497.48	96.12	0.19	PVC	125	2"	538.55	41.07	58.42
E-19	E-20	497.48	500.54	88.7	0.05	PVC	125	1 1/2"	538.54	38.00	54.05
E-19	E-24	497.48	497.11	105	0.18	PVC	125	2"	538.52	41.41	58.90
E-20	E-21	500.54	505.84	86	0.06	PVC	125	1 1/2"	538.55	32.71	46.53
E-20	E-23	500.54	500.29	87.04	0.17	PVC	125	2"	538.52	38.23	54.38
E-20	E-15	500.54	499.73	90.28	0.24	PVC	125	1 1/2"	538.71	38.98	55.45
E-21	E-22	505.84	500.26	94.45	0.2	PVC	125	2"	538.52	38.26	54.42
E-22	E-23	500.26	500.29	93.45	0.02	PVC	125	1 1/2"	538.52	38.23	54.38
E-23	E-24	500.29	497.11	84	0.03	PVC	125	2"	538.52	41.41	58.90
E-24	E-25	497.11	501.84	95.22	0.02	PVC	125	2"	538.52	36.68	52.18
E-25	E-26	501.84	505.52	348	0.18	PVC	125	1 1/2"	538.47	32.95	46.87
E-23	E-27	500.29	520	170	0.07	PVC	125	1 1/2"	538.51	18.51	26.33

Tabla VIII. Cálculos hidráulicos de la línea de impulsión

TRAMO		CT FINAL TRAMO	CT INICIO TRAMO	CT TANQUE DISTRIBUCIÓN	LONG	CAUDAL	CLASE DE TUBERÍA	DIAMETRO COMERCIAL	COTA PIEZOMETRICA	VEL	COTA NIVEL DINÁMICO	COTA NIVEL ESTÁTICO	PRESIÓN ESTÁTICA	PRESIÓN DINÁMICA	CARGA DINÁMICA TOTAL			
ESTACIÓN		Final	Inicial	diseño	(m)	L/s		Pulg.	(m)	(m/s)	(m)	(m)	m.c.a.	PSI	m.c.a.	PSI	m.c.a.	PSI
E- POZO	E- TANQUE	541.448	500.00	536.45	260.4	3.12	PVC 250 PSI	5"	543.16	0.68	399.61	493.90	41.45	58.96	43.16	61.40	116.86	166.2



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



Nº 000826

O.T. No. 23949		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 23 375	
INTERESADO:	JORGE MARIO ARNOLDO DELGADO PÉREZ (Carné 199919392)	PROYECTO:	EPS " Sistema de agua potable para la comunidad Samocel de Municipio de Chisec, Alta Verapaz"		
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FAC. DE INGENIERIA-USAC		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Chisec Alta Verapaz	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2008-09-29; 08 h 30 min.		
FUENTE:	Pozo Mecánico	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2008-09-29; 14 h 32 min.		
MUNICIPIO:	Chisec	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Alta Verapaz				

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA:	... C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	420,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,30 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	06.80 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,22	6. CLORUROS (Cl ⁻)	22,00	11. SOLIDOS TOTALES	240,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,24	12. SOLIDOS VOLÁTILES	13,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	05,72	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	11,00	13. SOLIDOS FIJOS	227,00
4. CLORO RESIDUAL	- -	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSION	01,60
5. MANGANESO (Mn)	00,060	10. DUREZA TOTAL	158,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	223,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	180,00	180,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario, DUREZA, MANGANESO En Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUA NOR NGO 29001.

TECNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21th EDITION 2005, NORMA COGUANOR LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA" USAC - GUATEMALA

Guatemala, 2008-10-15

Vo. Bx.
Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR GENERAL



Zenaide
Ing. Zenaide
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cif.usac.edu.gt>



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



Nº 000827

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-298658
O.T. No. 23 949	JORGE MARIO ARNOLDO DELGADO PEREZ (Carné 199919392)	PROYECTO: EPS " sistema de agua potable para la comunidad Samocochm Municipio de Chisec Alta Verapaz"
INTERESADO		
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA: FAC. DE INGENIERIA -USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Chisec Alta Verapaz	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2008-09-29; 08 h 30 min.
FUENTE:	Pozo mecánico	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2008-09-29; 14 h 32 min
MUNICIPIO:	Chisec	CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Alta Verapaz	
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN No hay
ASPECTO:	Claro	COLOR RESIDUAL -----
OLOR:	Inodora	

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		<2	<2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NGO 29001. Guatemala, 2008 -10-15

.Vo.Bo. DIRECCION

ZORRO MICHAYANO
Ing. Orlando Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



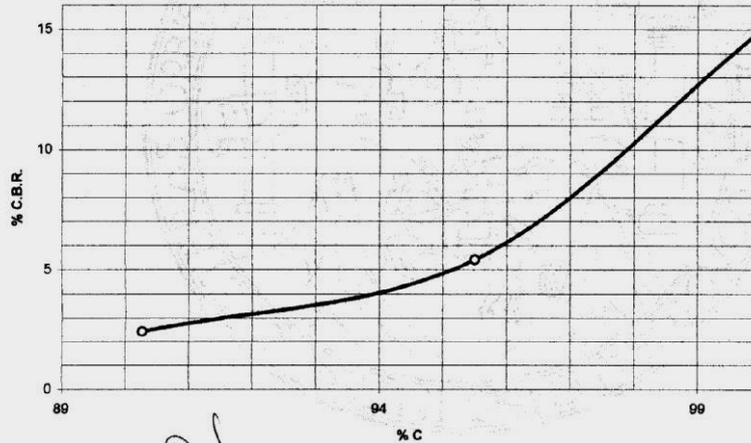
**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No.: 122 S.S. O.T. No.: 19,696
 Interesado: Jorge Mario Arnaldo Delgado Perez
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193
 Proyecto: Trabajo de Graduación EPS
 Ubicación: Municipio de Chisec, Alta Verapaz
 Descripción del suelo: Arcilla limosa color rojo oscuro
 Muestra No.: 1
 Fecha: 23 de marzo de 2006

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d (kg/m ³)			
1	10	20,8	1388,1	90,26	3,3	2,4
2	30	20,8	1468,7	95,50	4,0	5,4
3	65	20,8	1537,3	99,96	7,7	14,9

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Atentamente,

Vo. Bo.:

[Handwritten signature]
 Cesar Alfonso Garcia Guerra
 DIRECTOR CII/USAC



[Handwritten signature]
 Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



INFORME No. 123 S.S.

O.T. No. 19,696

Interesado: Jorge Mario Arnoldo Delgado Perez
Proyecto: Trabajo de Graduación EPS
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Municipio de Chisec, Alta Verapaz

FECHA: 23 de marzo de 2006

RESULTADOS:

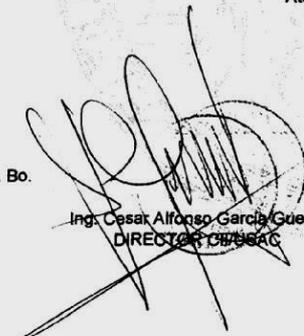
ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	54	14	MH	Limo de alta compresibilidad color rojo oscuro

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

Observaciones: Muestra tomada por los interesados.

Atentamente,

Vo. Bo.


Ing. Cesar Alfonso Garcia Guerra
DIRECTOR CIBISAC


Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

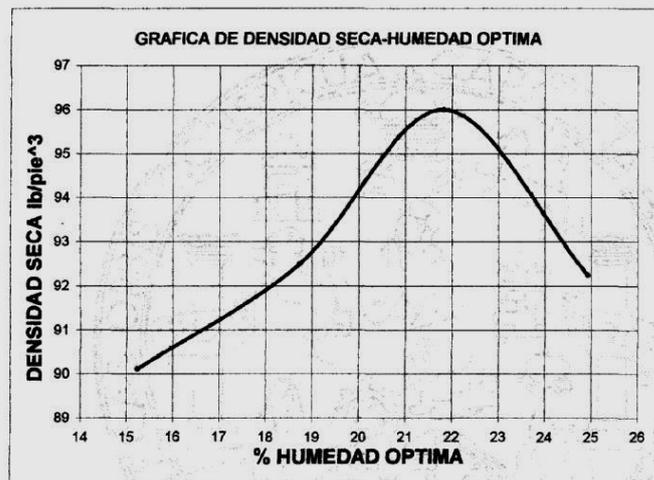




CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 121 S.S. O.T. No.: 19,896
Interesado: Jorge Mario Arnoldo Delgado Perez
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma:
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180
Proyecto: Trabajo de Graduación EPS
Ubicación: Municipio de Chisec, Alta Verapaz
Fecha: 23 de marzo de 2006



Muestra No.: 1
Descripción del suelo: Arcilla limosa color rojo oscuro
Densidad seca máxima γ_d : 1,538 t/m^3 96 lb/ptie³
Humedad óptima Hop.: 21,8 %
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

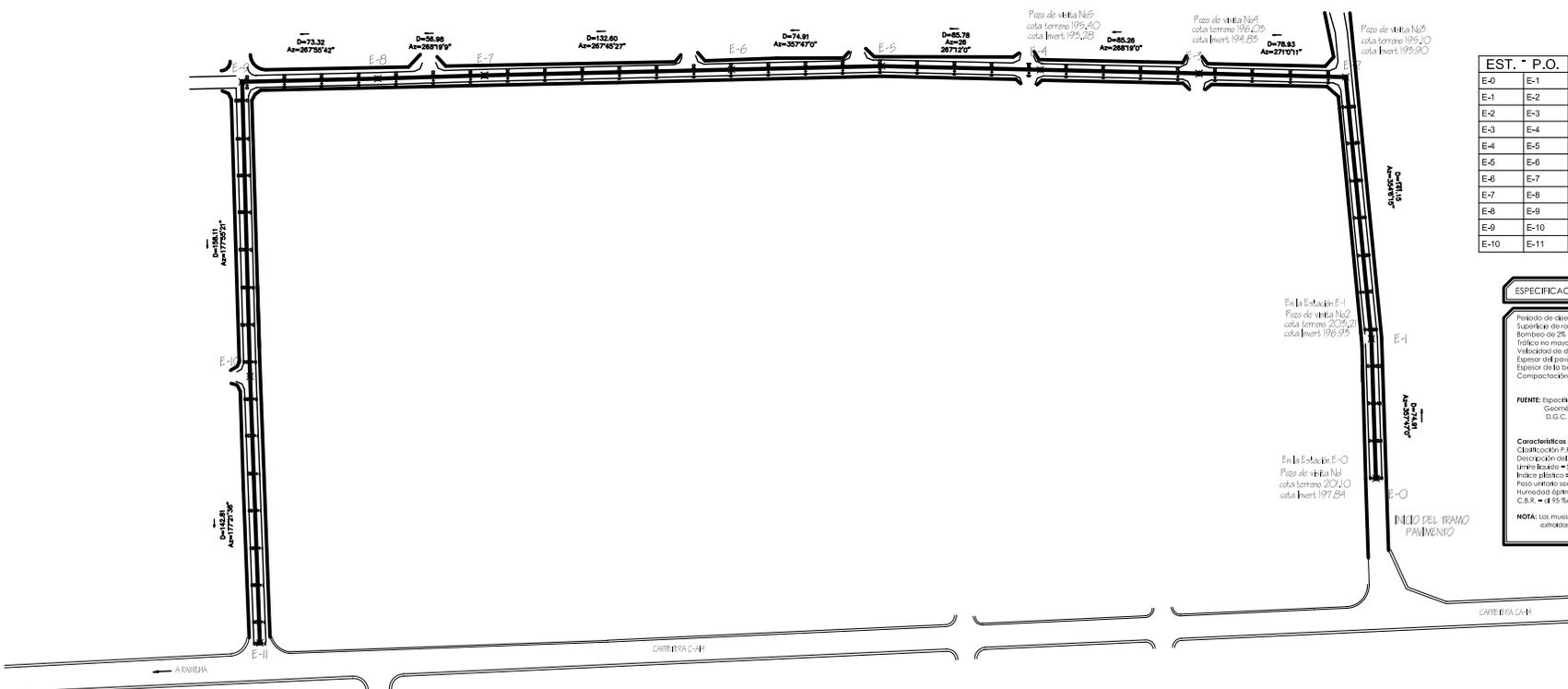
Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Cesar Alfonso García Guerra
DIRECTOR CIUSAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.m.
E-0	E-1	357°47'0"	74.91
E-1	E-2	354°6'15"	141.15
E-2	E-3	271°0'11"	78.93
E-3	E-4	268°19'0"	85.26
E-4	E-5	267°12'0"	85.78
E-5	E-6	267°10'12"	70.21
E-6	E-7	267°45'27"	132.60
E-7	E-8	268°19'9"	56.98
E-8	E-9	267°55'42"	73.32
E-9	E-10	177°55'21"	158.11
E-10	E-11	177°21'38"	142.81

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE DISEÑO

Periodo de diseño de 30 años
 Superficie de cobertura de 6.50 m
 Bombos de 25
 Tráfico no mayor de 180 Vehículos/día
 Velocidad de diseño 40 km/hora
 Espesor del pavimento de 0.18 mts
 Espesor de la base de 0.03 mts
 Compactación al 95% (ASHOTO I-180)

FUENTE: Especificaciones del Libro Anillo Características
 Coordinación de carreteras tipo "C" de la
 D.G.C. de Guatemala

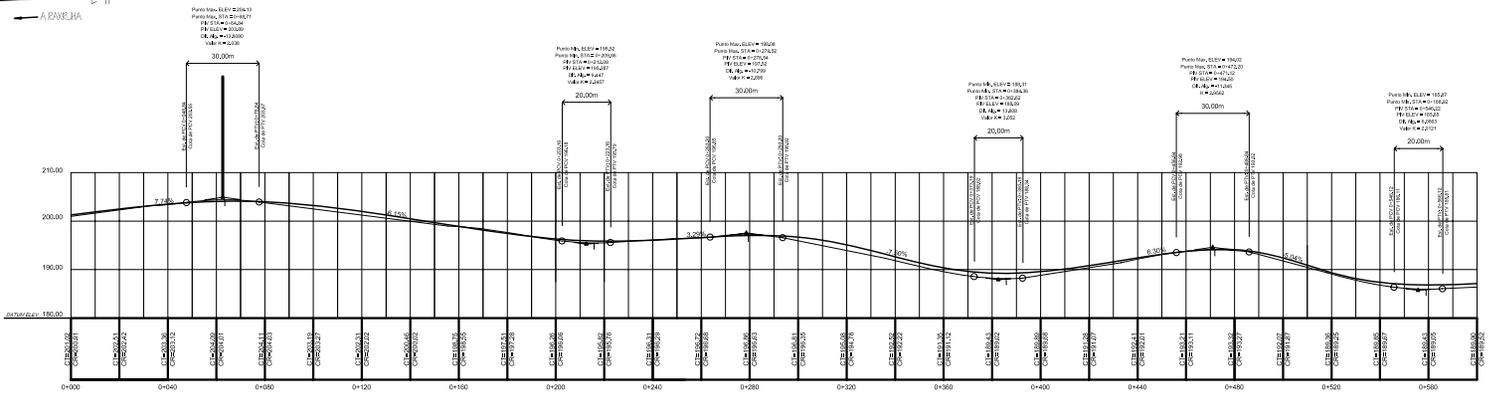
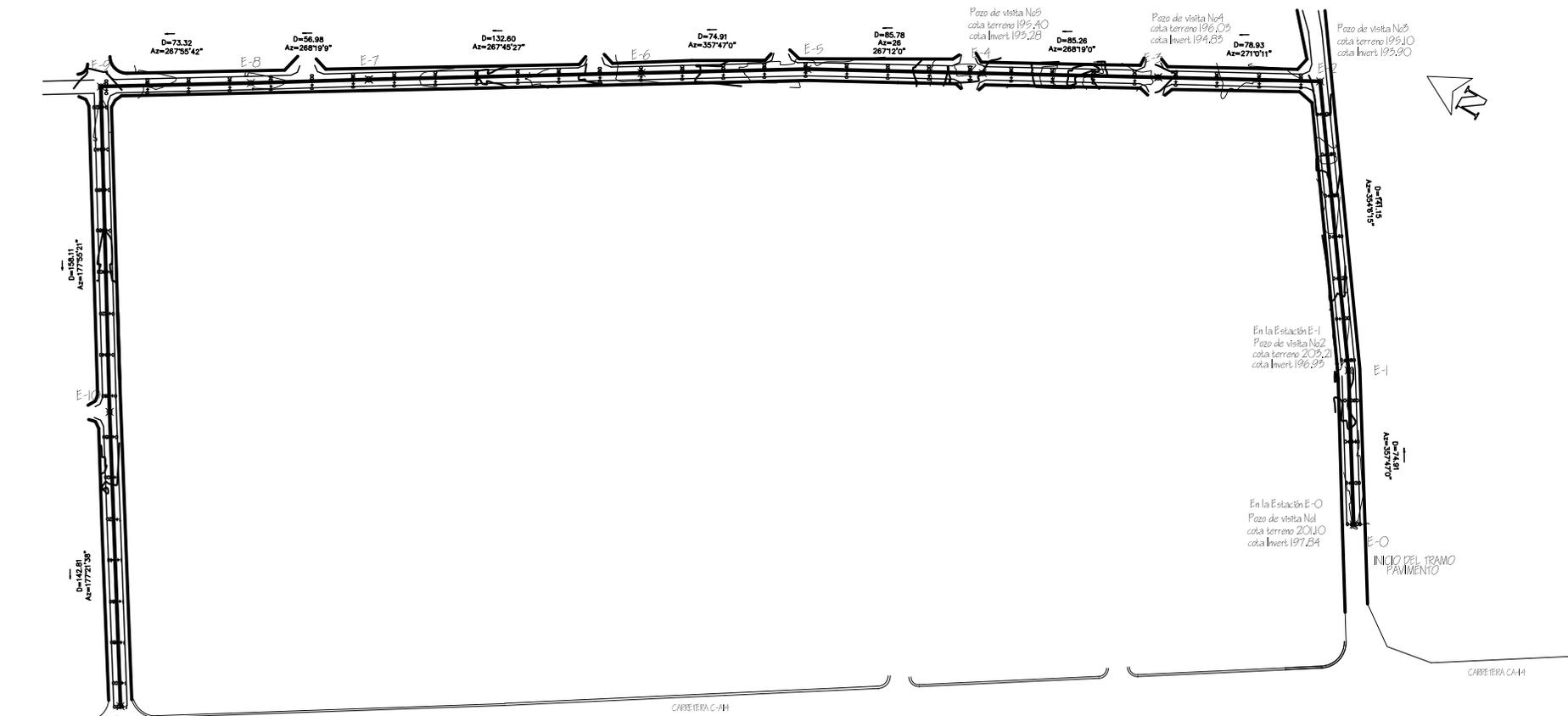
Características de suelo:
 Clasificación F.A.A. = Jc-5
 Descomposición del suelo = Arcilla limosa color rojo oscuro
 Límite líquido = 64.5
 Índice plástico = 14.5
 Peso unitario seco máximo = 16.1 t/m³
 Humedad óptima = 21.8 %
 C.B.R. = 4.15 % de compactación de 5.4 %

NOTA: Los muestras para el ensayo de suelo fueron
 extraídas en los comentarios D-300 y D-800

PLANTA GENERAL

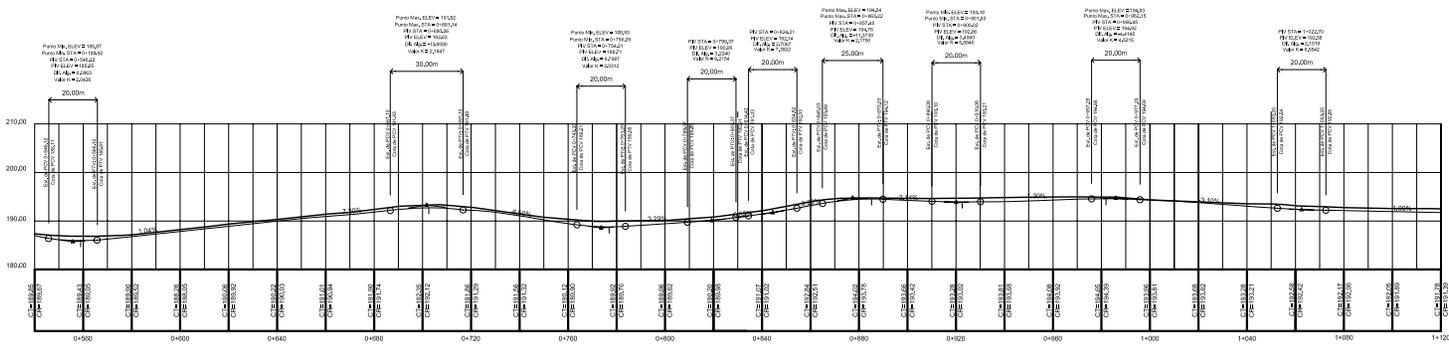
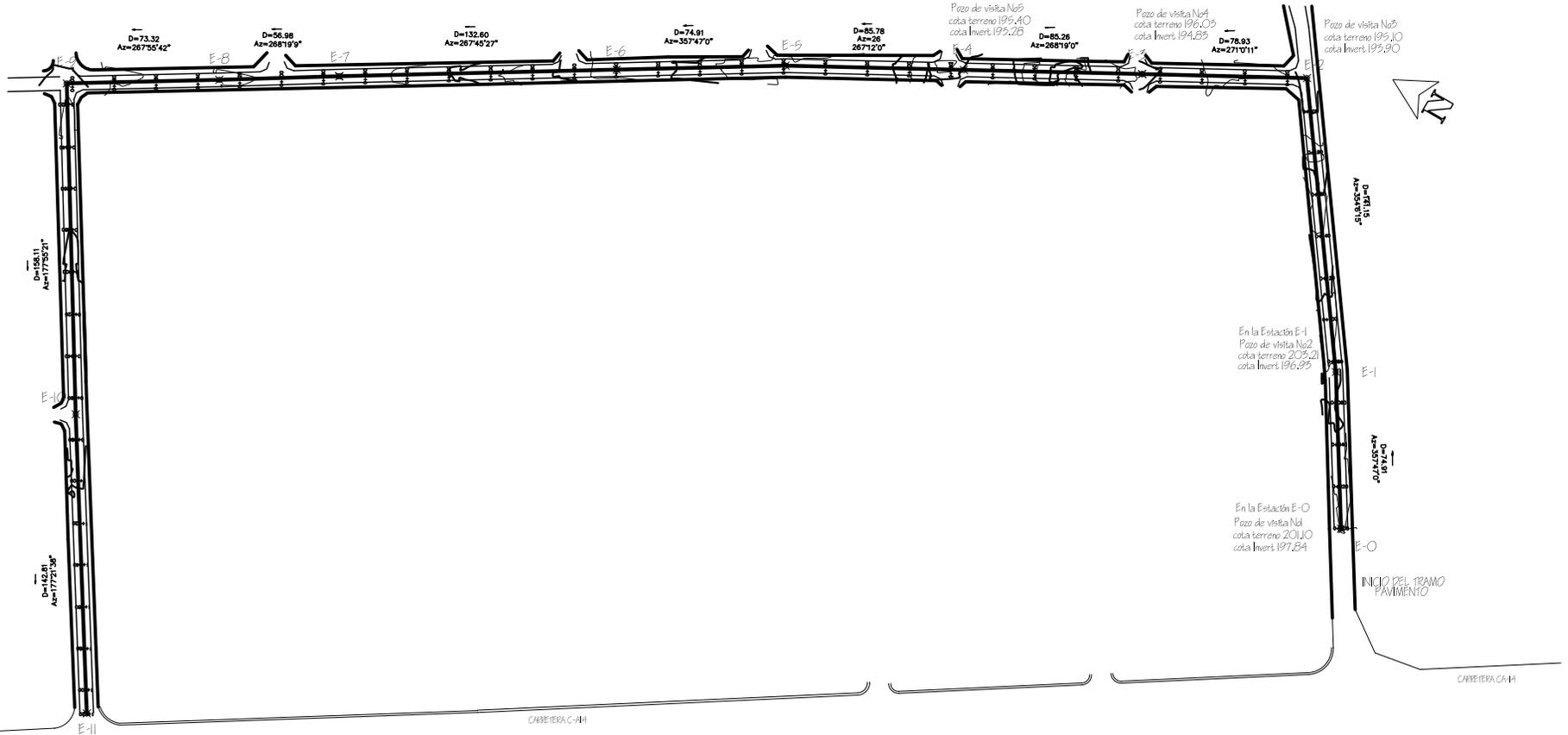
ESCALA: _____ / 1200

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
PROYECTO: PAVIMENTO ÁREA URBANA MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ		
DISEÑO: A.D. CALDERÓN A.D. ESTUDIANTE DISEÑO MANO APRENDIZ DELGADO PEREZ A.D. ESCALA: 1:2000	COORDENADOR: PLANTA GENERAL CURSOS: 01	FECHA: AÑO: 2008



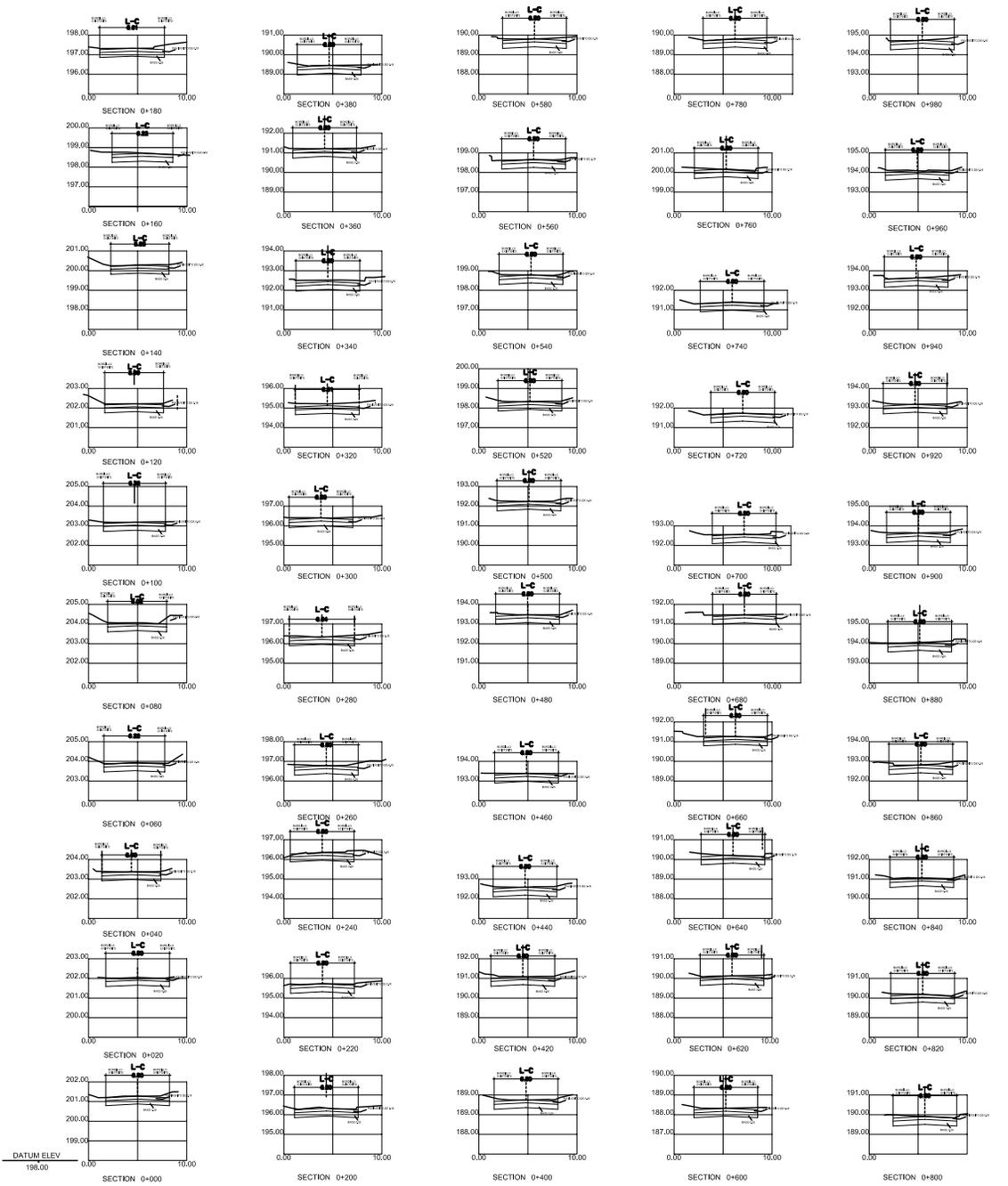
PLANTA - PERFIL DE LA EST. 0+000 A EST. 0+560

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		MUNICIPALIDAD DE CHISOC, ALTA VERAPAZ	
PROYECTO: PAVIMENTO AREA URBANA MUNICIPIO DE CHISOC, ALTA VERAPAZ		CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE EST. 0+000 A 0+560	
DISEÑO: J.A.	CALCULO: J.A.	ESTUDIANTE: JOSUE MARIO ANEXILDO DELGADO PEREZ	
REVISOR: J.A.	ESCUELA INGENIERIA	CARRERA: INGENIERIA CIVIL	
FECHA: ABRIL 2006	AÑO: 2006	02 / 05	



PLANTA - PÉRFIL DE LA EST 0+560 A EST 01+120

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
ESTUDIANTE:		MUNICIPALIDAD DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
PROYECTO:		PAVIMENTO ÁREA URBANA MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
DISEÑO: J.A. CALCULO: J.A. DIBUJO: J.A. FECHA: MAR 2008	COPIE: J.A. ESTUDIANTE: J.A. ESCALA: BORGAR FECHA: MAR 2008	PLANTA - PÉRFIL DE EST 0+560 A 1+120 CARRE: 1000/1000	03/05



STATION	AREA				VOLUMEN				CUMULATIVO VOLUMEN				STATION	AREA				VOLUMEN				CUMULATIVO VOLUMEN			
	TOP	FIN	BASE	FIN	TOP	FIN	BASE	FIN	TOP	FIN	BASE	FIN		STATION	TOP	FIN	BASE	FIN	TOP	FIN	BASE	FIN	TOP	FIN	BASE
0+00	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0+00	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+05	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	525.95	0.00	525.95	0.00	0+05	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+10	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	1051.90	0.00	1051.90	0.00	0+10	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+15	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	1577.85	0.00	1577.85	0.00	0+15	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+20	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	2103.80	0.00	2103.80	0.00	0+20	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+25	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	2629.75	0.00	2629.75	0.00	0+25	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+30	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	3155.70	0.00	3155.70	0.00	0+30	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+35	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	3681.65	0.00	3681.65	0.00	0+35	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+40	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	4207.60	0.00	4207.60	0.00	0+40	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+45	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	4733.55	0.00	4733.55	0.00	0+45	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+50	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	5259.50	0.00	5259.50	0.00	0+50	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+55	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	5785.45	0.00	5785.45	0.00	0+55	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+60	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	6311.40	0.00	6311.40	0.00	0+60	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+65	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	6837.35	0.00	6837.35	0.00	0+65	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+70	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	7363.30	0.00	7363.30	0.00	0+70	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+75	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	7889.25	0.00	7889.25	0.00	0+75	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+80	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	8415.20	0.00	8415.20	0.00	0+80	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+85	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	8941.15	0.00	8941.15	0.00	0+85	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+90	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	9467.10	0.00	9467.10	0.00	0+90	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
0+95	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	9993.05	0.00	9993.05	0.00	0+95	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00
1+00	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	10519.00	0.00	10519.00	0.00	1+00	5.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00	105.19	0.00



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE CHISEC, ALTA VERAPAZ

PROYECTO:
PAVIMENTO AREA URBANA MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ

CONTENIDO:
SECCIONES TRANSVERSALES

ESTUDIOS:
CONSEJERO: ANTONIO DELGADO PEREZ
1999-1999

ALBERIC J. G.

CALDERON A.B.

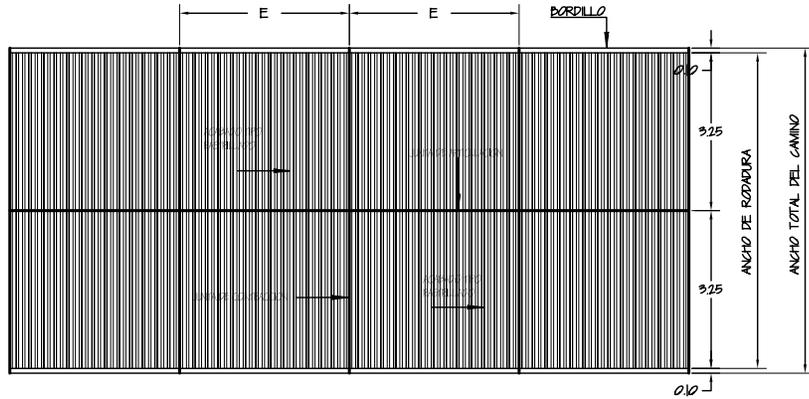
DEJAS J.D.

ESCALA: INGENIA

FECHA: 05.08.2008

04

05



PLANTA

JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y ARTICULACIÓN

ESCALA 1/50

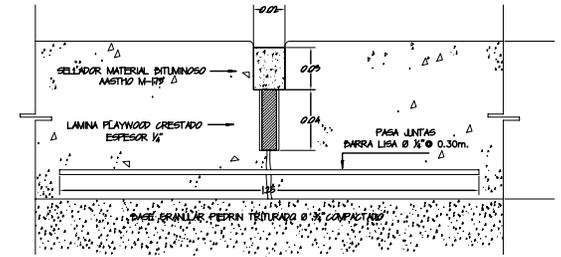
ESPECIFICACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE JUNTAS

ESPESOR DE LOSA (cm)	1 ESPACIAMIENTO ENTRE JUNTAS (cm)	2 PROFUNDIDAD DEL CORTADO (cm)	3 PROFUNDIDAD DEL MATERIAL DE SELLADO (cm)	4 ANCHO DEL CORTADO (cm)
15.00	360.00	5.00	1.00	0.50
16.00	384.00	5.33	1.07	0.53
17.00	408.00	5.67	1.13	0.57
18.00	432.00	6.00	1.20	0.60
19.00	456.00	6.33	1.27	0.63
20.00	480.00	6.67	1.33	0.67
21.00	504.00	7.00	1.40	0.70
22.00	528.00	7.33	1.47	0.73

Columna 1: El espaciamiento entre juntas, es 24 veces el espesor de la losa.
 Columna 2: La profundidad del corte de la junta, es 1/3 del espesor de la losa.
 Columna 3: La profundidad del material de sellado, es 1/5 de la profundidad de la junta.
 Columna 4: Al ancho del corte de la junta es 1/10 de la profundidad de la junta.

Todas las dimensiones en centímetros.

Fuente: Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos.



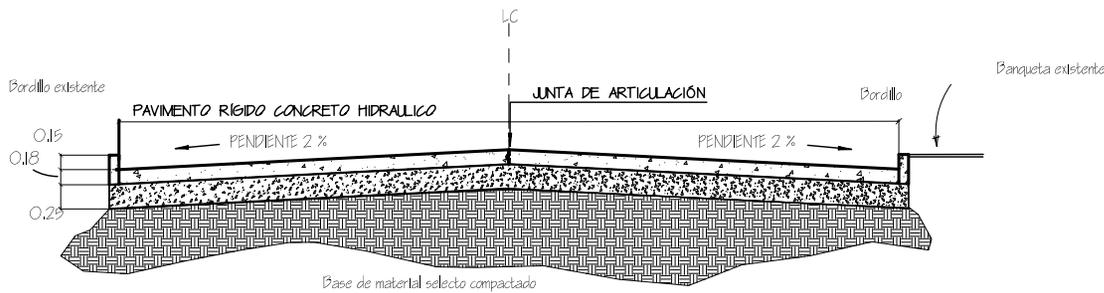
DETALLE JUNTA DE CONTRACCIÓN

JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y ARTICULACIÓN

ESCALA 1/200

Materiales más comunes para sellado de juntas

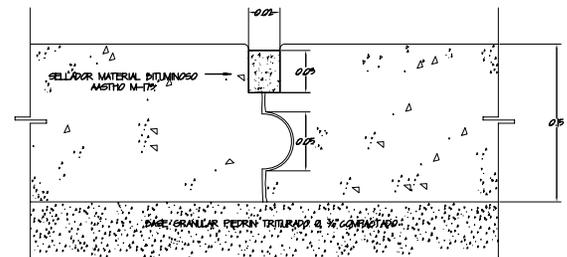
Asfalto polimérico, especificación AASHTO M-173
 Material de relleno hule-espuma, especificación AASHTO M-213
 Material de relleno bituminoso, especificación AASHTO M-33
 Fuente: Diseño, Construcción y Mantenimiento de concreto
 Londoño, Cipriano,
 De utilizar un ligante a base de polímero y agregado fino, debe ser en las proporciones recomendadas por el fabricante y deberá tener una resistencia a la compresión mínima de 25 MPa (3,625 psi).



SECCIÓN TÍPICA

PAVIMENTO RÍGIDO CONCRETO HIDRAULICO

ESCALA 1/250



DETALLE JUNTA DE ARTICULACIÓN

EN SENTIDO LONGITUDINAL AL PAVIMENTO, LONGITUD 35cm

ESCALA 1/200

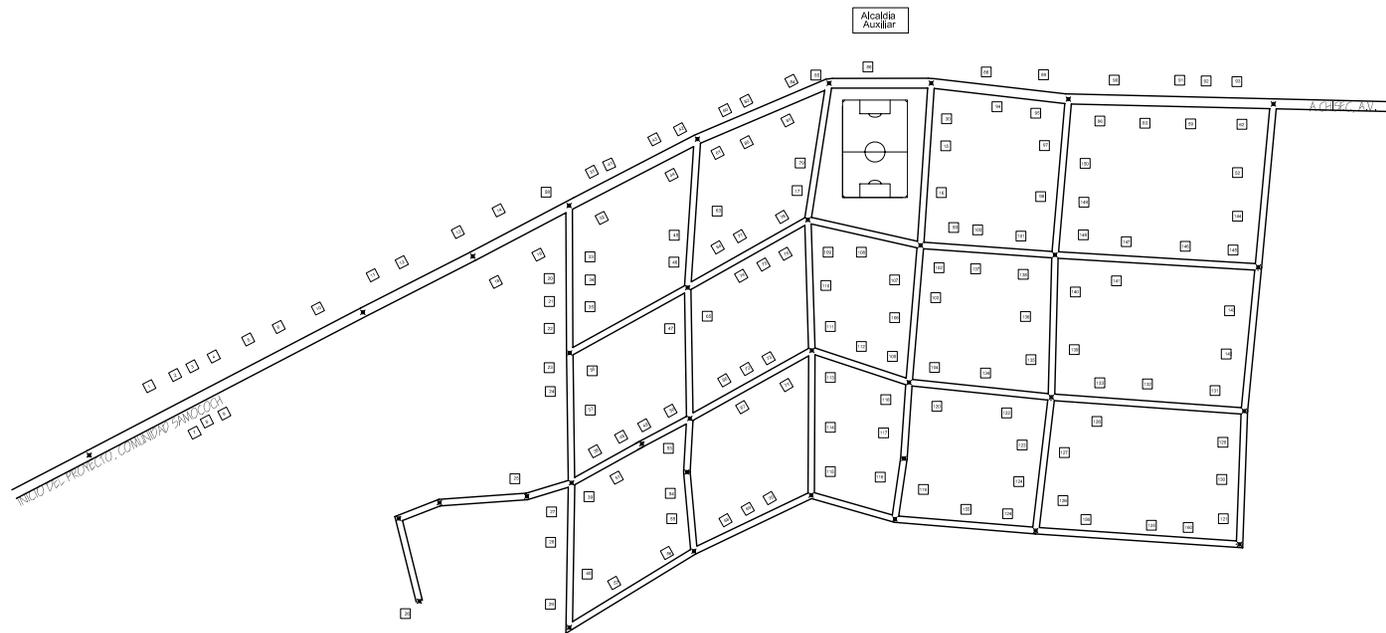
ESPECIFICACIONES:

CONCRETO: EN EL CONCRETO SE VA UTILIZAR UN CEMENTO DE 4,000 pH Y EL CONCRETO POR MEDIO DE LA RELACION DE MEZCLA 1:2:2 1/4 A LLEGAR A UNA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE 3,000 PSI EN 28 DÍAS.
 AGREGADO FINO: DEBE ESTAR LIMPIO, GRADUADO Y LIBRE DE MATERIA ORGANICA, QUE PUEDA REDUCIR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO, SE EMPLEARA ARENA NATURAL, QUE CONTENGA DE 12 A 15 % DE MATERIAL QUE PASA LA MALLA No. 5 PARA MEJOR TRABAJABILIDAD.
 AGREGADO GRUESO: DEBE SER RESISTENTE AL DESGASTE PARA LOS CONCRETOS UTILIZADOS EN PAVIMENTOS, SE DEBERA UTILIZAR UN AGREGADO CON UNA BUENA GRANULOMETRIA.
 MATERIAL SELECTO GRANULAR:
 LA MAXIMA DIMENSION DE CUALQUIER PARTICULA CONTENIDA EN EL MATERIAL, Y QUE NO SEA POS DESINTEGRAR CON EL EQUIPO DE CONFORMACION O DE COMPACTACION, NO DEBERA SER MAYOR 1/3 DEL ESPESOR ESPECIFICADO DE LA BASE.
 LA BASE SE DEBERA CONFORMAR PARA DAR EL BOMBEO DE DISEÑO.
 SE DEBERA HUMEDecer Y COMPACTAR CON RODILLO
 VIBROCOMPACTADOR HASTA ALCANZAR UNA DENSIDAD MAXIMA DEL 95% SEGUN PRUEBA (PROCTOR MODIFICADO AASHTO T-190)
FUENTE: Especificaciones del libro Azul y Características Geométricas de carretera tipo "C" de la D.G.C. de Guatemala

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE CHESIC, ALTA VERAPAZ PROYECTO: PAVIMENTO AREA URBANA MUNICIPIO DE CHESIC, ALTA VERAPAZ	
DISEÑO: J.D.	CONFESION: DETALLES CONSTRUCTIVOS	
ESTUDIANTE: J.B.	CARRIL: JOSSE MARIA ARBOLDO DELGADO PEREZ	
LIBRO: A. ESCALA: INDICADA	FECHA: AÑO: 2006	
10 del mes de mayo del 2006		05 05



ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	
POBLACION ACTUAL:	725 HABITANTES
TASA DE CRECIMIENTO:	3.4%
VIVIENDAS ACTUALES:	160
DOTACION:	120 L/H/D
FACTOR DE HORA MAXIMO:	1.8
FACTOR DIA MAXIMO:	1.2
HORAS DE BOMBEO:	8

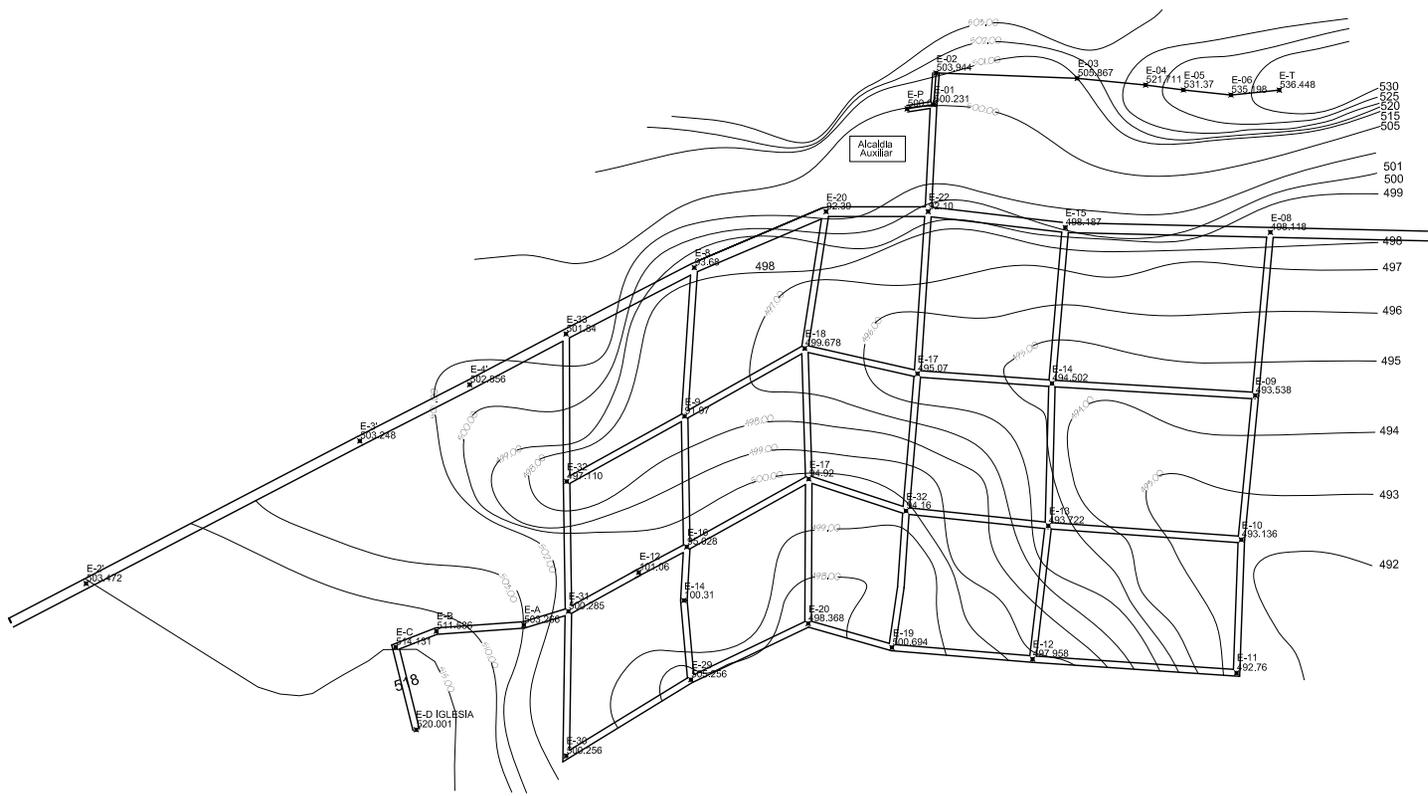


EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.MTS.	EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.MTS.
E-0	E-1	36°54'30"	24.97	E-30	E-31	353°54'40"	29.52
E-1	E-2	27°27'10"	235.00	E-31	E-32	37°45'31"	29.86
E-2	E-3	27°51'30"	189.98	E-32	E-33	268°0'58"	53.20
E-3	E-4	27°13'35"	76.00	E-33	E-34	157°45'10"	71.92
E-4	E-5	27°45'10"	66.97	E-34	E-35	265°13'40"	84.61
E-5	E-6	84°9'10"	88.98	E-35	E-36	355°56'1"	83.00
E-6	E-7	27°13'55"	93.69	E-36	E-37	162°24'18"	63.78
E-7	E-8	27°20'25"	88.94	E-37	E-38	356°3'55"	88.07
E-8	E-9	28°58'3"	83.00	E-38	E-39	266°4'41"	17.00
E-9	E-10	27°48'13"	79.86	E-39	E-40	261°38'31"	37.58
E-10	E-11	269°49'58"	89.00	E-40	E-41	162°45'3"	54.44
E-11	E-12	28°56'58"	49.51	E-41	E-42	355°7'41"	86.87
E-12	E-13	166°58'15"	28.74	E-42	E-43	356°19'6"	125.79
E-13	E-14	164°2'48"	53.06	E-43	E-44	83°5'42"	82.66
E-14	E-15	20°13'20"	26.94	E-44	E-45	174°3'50"	88.07
E-15	E-16	284°10'53"	52.41	E-45	E-46	355°32'41"	119.99
E-16	E-17	95°4'23"	48.89	E-46	E-47	88°32'29"	87.56
E-17	E-18	28°32'13"	79.99	E-47	E-48	356°34'21"	125.35
E-18	E-19	86°53'58"	33.52	E-48	E-49	161°5'7"	96.16
E-19	E-20	107°56'28"	37.38	E-49	E-50	358°39'40"	126.27
E-20	E-21	297°1'3"	85.99				
E-21	E-22	40°56'56"	85.85				
E-22	E-23	29°23'28"	84.93				
E-23	E-24	86°13'41"	95.97				
E-24	E-25	84°29'24"	70.87				
E-25	E-26	23°0'18"	88.02				
E-26	E-27	89°3'25"	84.39				
E-27	E-28	269°35'20"	85.59				
E-28	E-29	211°17"	62.94				
E-29	E-30	266°12'56"	99.95				
E-30	E-31	353°22'40"	89.00				
E-31	E-32	87°5'1"	65.95				
E-32	E-33	189°1'40"	16.51				
E-33	E-34	85°42'20"	19.48				
E-34	E-35	357°49'56"	86.98				
E-35	E-36	266°3'41"	38.88				
E-36	E-37	354°25'41"	42.32				
E-37	E-38	352°34'28"	23.38				

DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA _____ 1:1500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE CHISEC, ALTA VERAPAZ PROYECTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
OBJETOS: CÁLCULO: D.B. DEBUIO: D.B. ESCALA: HOJAS FECHA: AÑO: 2008	CONTENIDO: DENSIDAD DE VIVIENDA	CÁRTEL: CARNE: HOJA: 01 07

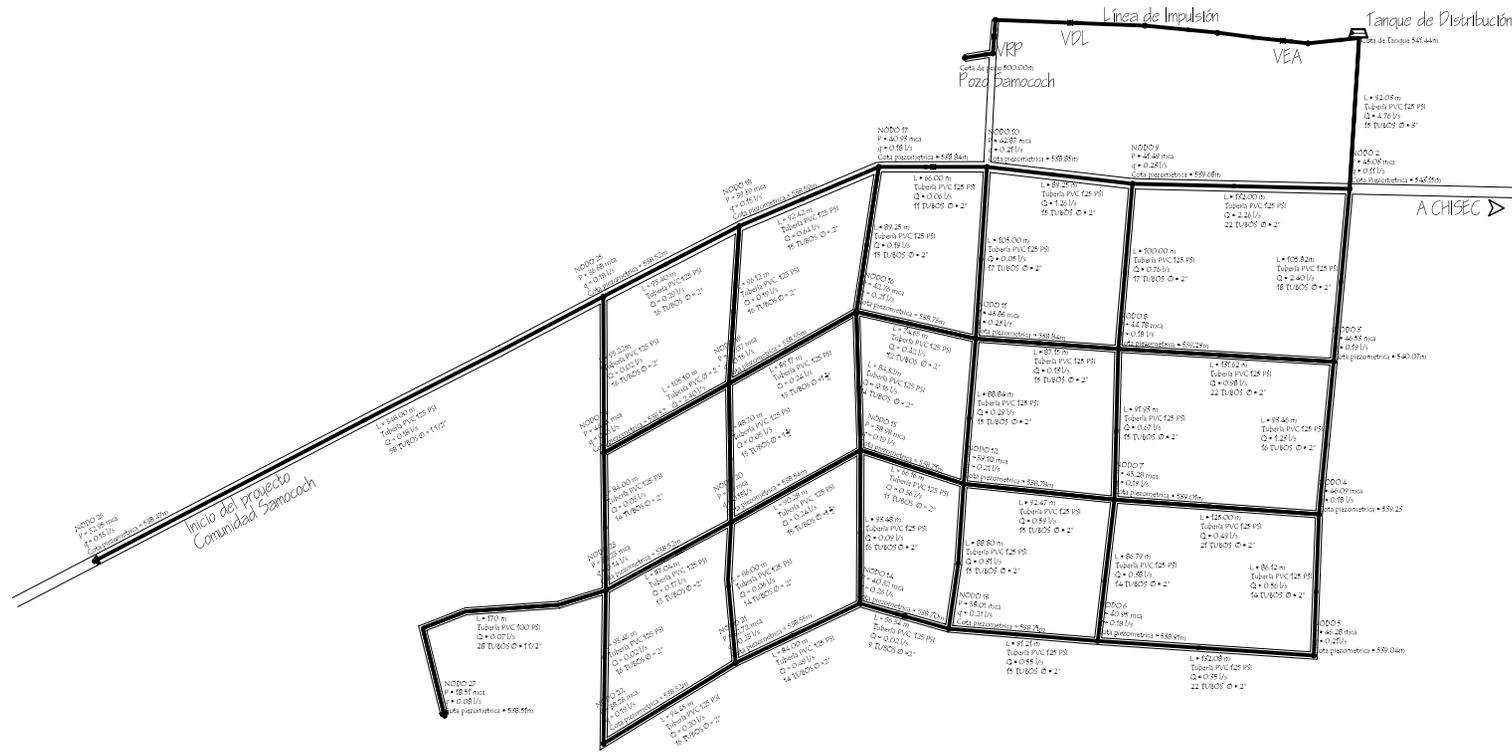


NOMENCLATURA	
	PUNTO OBSERVADO
E-1	INDICA EL NÚMERO DE ESTACIÓN
536.41	ELEVACION VERTICAL
	CURVA DE NIVEL

CURVAS DE NIVEL

ESCALA _____ 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	MUNICIPALIDAD DE CHISEC, ALTA VERAPAZ PROYECTO SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCCHÍ DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
OBJETIVO: J.D.	CONTENIDO: CURVAS DE NIVEL	CARNE: NÚMERO: FECHA:
CÁLCULO: J.D.	ESTUDIANTE: NOMBRE:	FECHA: 02 / 07
DISEÑO: J.D.	ESCALA:	02 / 07
REVISOR: A.D. 2.088	INGENIERO EN JEFE: NOMBRE:	02 / 07

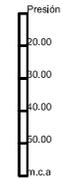
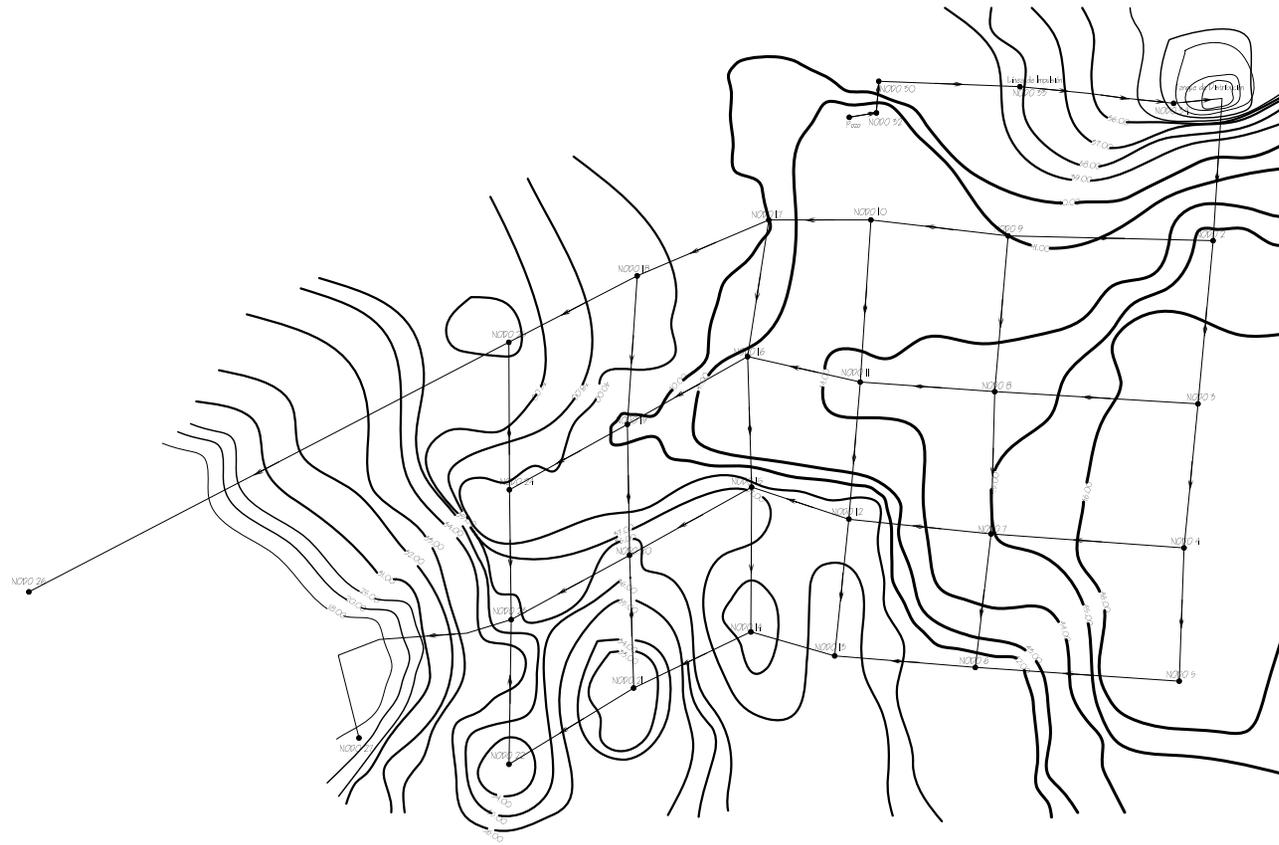


NOMENCLATURA	
	TUBERIA PVC 125 PSI
	NODO
	ELEVACION EN NODO (m.s.n.m.)
	CAUDAL EN NODO (m ³ /s)
	DIAMETRO DE TUBERIA (cm)
	LONGITUD DE TUBERIA (m)
	DIAMETRO DE TUBERIA (cm)
	CAUDAL DE TUBERIA (m ³ /s)
	TIPO DE TUBERIA (PVC)
	VALVULA REGULADORA DE PRESION
	VALVULA DE INTAKE
	VALVULA DE VENTOSA

RED DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA _____ 1:1500

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		MUNICIPALIDAD DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
		PROYECTO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DAMACOCH DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
OBJETO:	RED DE DISTRIBUCIÓN	ESTUDIANTE:	CAJALTE:
ELABORADO:		FECHA:	NOVA
ESCALA:		FECHA:	03/07
FECHA:	AGO. 2008		



PRESIONES EN LA RED		
NODO	COTA m	PRESION m. c. a.
2	498.11	45.03
3	493.53	45.53
4	493.13	45.09
5	492.78	45.28
6	497.95	40.95
7	493.72	45.28
8	494.50	44.78
9	498.18	41.49
10	495.97	42.87
11	495.01	43.83
12	496.68	39.10
13	500.09	35.01
14	498.35	40.32
15	496.73	38.98
16	495.97	42.76
17	497.91	40.63
18	496.19	39.38
19	497.48	41.07
20	500.04	38.00
21	505.83	32.72
22	500.25	38.26
23	500.28	38.23
24	497.11	41.47
25	501.84	36.68
26	505.51	32.95
27	520.01	18.51

CURVAS ISÓBARAS

ESCALA

1:1500

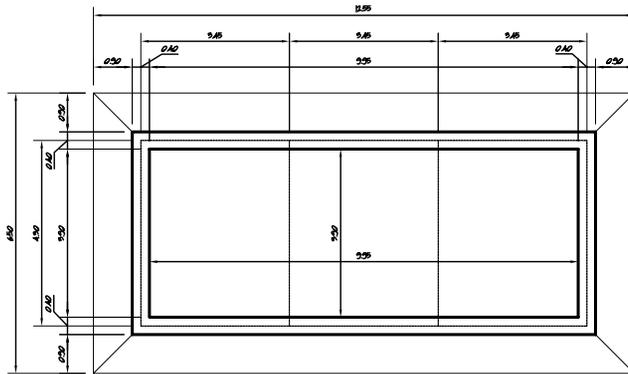


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE CHISIC, ALTA VERAPAZ
PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD BARROCOCHI DEL MUNICIPIO DE CHISIC, ALTA VERAPAZ

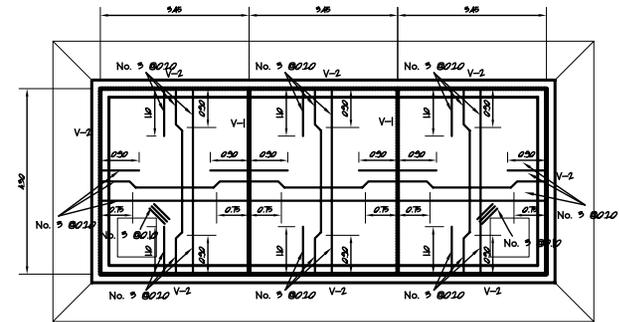
SERIE: AL
CALCULO: AL
DIBUJO: AL
ESCALA INICIAL: AL
FECHA: AÑO: 2008

CORTEJERO: CURVAS ISÓBARAS
ESTUDIANTE: JOSÉ MARCELO ARRIOLA DELGADO PÉREZ
CARRERA: INGENIERIA CIVIL
NOJA: 04
07



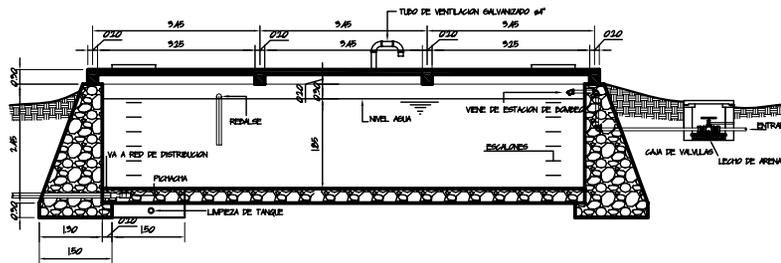
PLANTA

ESCALA 1/75



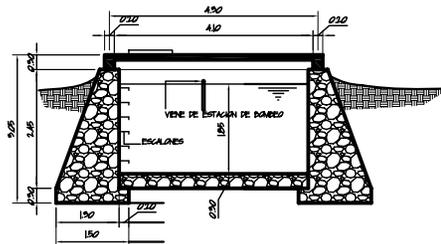
PLANTA ARMADO DE LOSA

ESCALA 1/75



SECCION A - A'

ESCALA 1/100



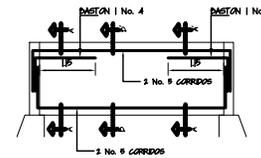
SECCION B - B'

ESCALA 1/100

ESPECIFICACIONES:
 LA MANFRESTERA DE PIEDRA SE HARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA:
 95% DE MORTERO
 5% PIEDRA POLA
 EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN EN VOLUMEN 12
 CEMENTO Y ARENA DE RÍO RESPECTIVAMENTE.
 EL CONCRETO SERÁ DE PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE 12-5
 CEMENTO, ARENA DE RÍO Y PIEDRA DE 2" DE DIÁMETRO.

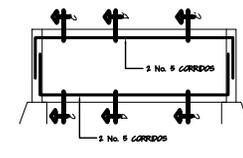
SE REPELLARÁ EN EL INTERIOR CON SABIETA PROPORCIÓN 12
 CEMENTO, ARENA DE RÍO, CON REQUERIMIENTO MÍNIMO DE 15CM
 Y UN ALZADO INTERIOR CON CEMENTO Y ARENA DE RÍO EN
 PROPORCIÓN 1:1 PARA INTERIORIZAR LAS PAREDES DEL TANQUE.

EN LAS TAPAS DEBEN DEJAR UN DESNIVEL DE 3% PARA
 PREVENIR EL AGUA DE LLUVIA.



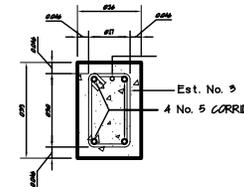
DETALLE DE VIGA TIPO I

ESCALA HORIZONTAL 1/50
 ESCALA VERTICAL 1/10



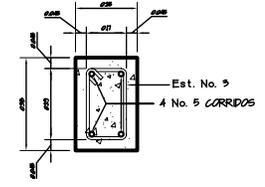
DETALLE DE VIGA PERIMETRAL TIPO 2

ESCALA HORIZONTAL 1/50
 ESCALA VERTICAL 1/10



SECCION A - A'

ESCALA 1/10



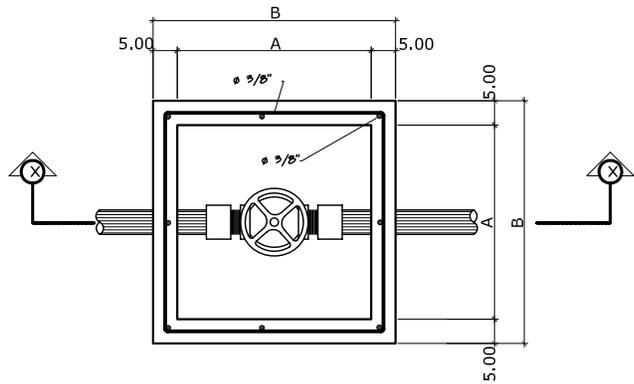
SECCION C - C'

ESCALA 1/10

ARMADO DEL REFUERZO POR CORTE EN VIGAS

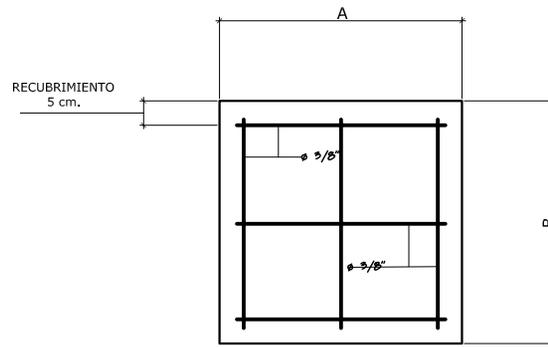
SÍMBOLO	DISTRIBUCIÓN DE ESTRIBOS
V - 1	CONFINAMIENTO: Est. No. 3, lero @ 0.24 m, EN EXTREMOS, RESTO @ 0.10 m
V - 2	CONFINAMIENTO: Est. No. 3, lero @ 0.24 m, EN EXTREMOS, RESTO @ 0.10 m

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		MUNICIPALIDAD DE CHISEC, ALTA VERAPAZ PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAMOCHOC DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
BEBENS 40. CÁLCULO 40. DISEÑO 40. ESCALA INDICADA FECHA: AÑO: 2008	COFENEDIC TANQUE DE DISTRIBUCIÓN CÁRNE: 100/300		
		06/07	



PLANTA
CAJA PARA VALVULAS

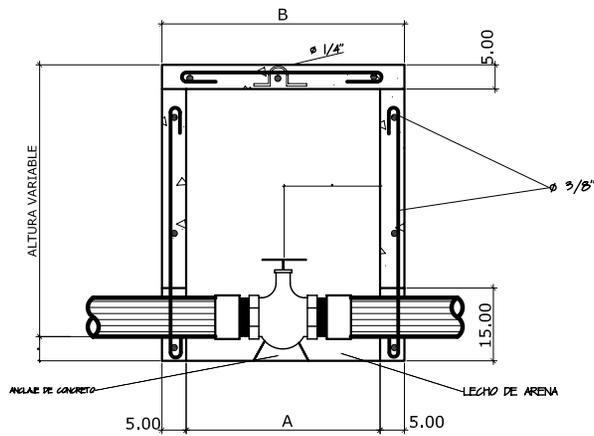
ESCALA 1:25



PLANTA
CAJA PARA VALVULAS

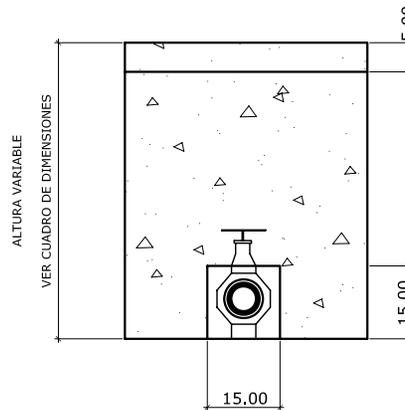
ESCALA 1:25

DIMENSIONES EN cms.				
Ø	A	B	C	ALTURA MINIMA
1/2"	30	40	15	30
3/4"	30	40	15	30
1"	35	45	17.5	45
1 1/4"	35	45	17.5	45
1 1/2"	40	50	20	50



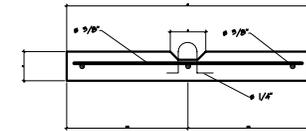
CORTE X-X
CAJA PARA VALVULAS

ESCALA 1:25



ELEVACION
CAJA PARA VALVULAS

ESCALA 1:25



DETALLE
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS

ESCALA 1:25

ESPECIFICACIONES:

- 1- LAS VALVULAS SE ASENTARÁN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE.
- 2- LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- 3- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN CENTIMETROS.
- 4- EL HIERRO DE REFORZADO SERÁ DE Ø 3/8".
- 5- TODAS LAS PAREDES SON ALIZADAS CON SADETTAS PROPORCIÓN 1 CEMENTO, 2 ARENA DE RIO.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		MUNICIPALIDAD DE CHISEC, ALTA VERAPAZ PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SAPOCOCHOL DEL MUNICIPIO DE CHISEC, ALTA VERAPAZ	
DISEÑO: A.B.	CÁLCULO: A.B.	CONTENIDO: DETALLE DE CAJAS	CÁMERA: 1999-2000
DIBUJO: A.B.	ESCALA: 1:25	ESTUDIANTE: JOSE HANNO ARRIOLA DELGADO PEREZ	FECHA: 07/07
RECIBIÓ: A.B.	AÑO: 2000	TÍTULO:	07