



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

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO COLONIA TIERRA VERDE DE 3ª.
Y 4ª CALLE SECTOR 2 Y 3, 4ª AVENIDA SECTOR 3, 2ª AVENIDA
SECTOR 2 Y 2º AVENIDA SECTOR 1 Y DISEÑO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FRANCISCO
EL CAMPAMENTO, ESCUINTLA.**

Gustavo Adolfo Figueroa Campos
Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, marzo de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO COLONIA TIERRA VERDE DE 3ª.
Y 4ª CALLE SECTOR 2 Y 3, 4ª AVENIDA SECTOR 3, 2ª AVENIDA
SECTOR 2 Y 2º AVENIDA SECTOR 1 Y DISEÑO DEL SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FRANCISCO
EL CAMPAMENTO, ESCUINTLA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

GUSTAVO ADOLFO FIGUEROA CAMPOS
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2009

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. Rafael Enrique Morales Ochoa
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
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 RÍGIDO COLONIA TIERRA VERDE DE
3ª. Y 4ª. CALLE SECTOR 2 Y 3, 4ª. AVENIDA SECTOR 3, 2ª.
AVENIDA SECTOR 2 Y 2ª. AVENIDA SECTOR 1 Y DISEÑO DEL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
ALDEA SAN FRANCISCO EL CAMPAMENTO, ESCUINTLA,**

tema que fue aprobado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 13 de agosto de 2007.



Gustavo Adolfo Figueroa Campos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala 19 de enero de 2009.
Ref.EPS.DOC.27.01.09.

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 **Gustavo Adolfo Figueroa Campos** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200313381**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO COLONIA TIERRA VERDE DE 3a. Y 4a. CALLE SECTOR 2 Y 3, 4a, AVENIDA SECTOR 3, 2a AVENIDA SECTOR 2 Y 2a. AVENIDA SECTOR 1 Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FRANCISCO EL CAMPAMENTO, ESCUINTLA”**.

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

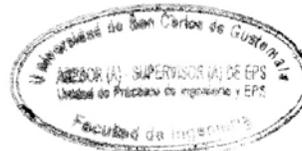
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todas”

ing. Angel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil

c.c. Archivo
ANSG/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 19 de enero de 2009.
Ref.EPS.D.31.01.09

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 RÍGIDO COLONIA TIERRA VERDE DE 3a. Y 4a. CALLE SECTOR 2 Y 3, 4a, AVENIDA SECTOR 3, 2a AVENIDA SECTOR 2 Y 2a. AVENIDA SECTOR 1 Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FRANCISCO EL CAMPAMENTO, ESCUINTLA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Figueroa Campos**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **ing. Angel Roberto Sic García**.

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 Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala,
24 de febrero de 2009

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

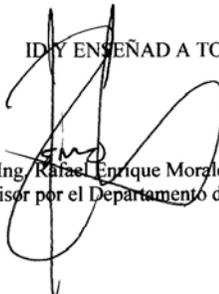
Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO COLONIA TIERRA VERDE DE 3ª. Y 4ª. CALLE SECTOR 2 Y 3, 4ª. AVENIDA SECTOR 3, 2ª. AVENIDA SECTOR 2 Y 2ª. AVENIDA SECTOR 1 Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FRANCISCO EL CAMPAMENTO, ESCUINTLA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Gustavo Adolfo Figueroa Campos, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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. Ángel Roberto Sic García y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Gustavo Adolfo Figueroa Campos, titulado DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO COLONIA TIERRA VERDE DE 3ª. Y 4ª CALLE SECTOR 2 Y 3, 4ª AVENIDA SECTOR 3, 2ª AVENIDA SECTOR 2 Y 2º AVENIDA SECTOR 1 Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FRANCISCO EL CAMPAMENTO, ESCUINTLA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Sydney Alexander Samuels Wilson



FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECTOR
USAC

Guatemala, marzo 2009-03-12

/bbdeb

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.066.2009

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 RÍGIDO COLONIA TIERRA VERDE DE 3ª. Y 4ª. CALLE SECTOR 2 Y 3, 4ª. AVENIDA SECTOR 3, 2ª. AVENIDA SECTOR 2 Y 2ª. AVENIDA SECTOR 1 Y DISEÑO DEL SISTEMA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FRANCISCO EL CAMPAMENTO, ESCUINTLA** presentado por el estudiante universitario **Gustavo Adolfo Figueroa Campos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRIMASE.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a large, hand-drawn oval.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, marzo de 2009



/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

a la Vida:	Por darme las circunstancias adecuadas para realizarme como persona.
a Mi papá:	Por dejarme una ideología y enseñarme a luchar por lo que uno ama y cree, Papá fuiste y seguirás siendo inspiración para la gente.
Mi mamá:	La mujer de mi vida, gracias por esa inagotable energía de enseñanza y superación que me has inculcado a lo largo de mi caminar.
Mis abuelos:	Mamá Eva, mi segunda mamá, el pilar de la familia, gracias por ese amor tan altruista que has inculcado en todos y en mi. Papa Peyo por ser un hombre incansable, inteligente, siempre me cuidaste y aconsejaste.
Mi familia:	Mis tíos, tías, primas, todos son un gran ejemplo de superación, gracias por el apoyo que me han dado.
Mi compañera:	Sofía, por estar en todo momento apoyándome y ayudándome, gracias por ser incondicional.
Mis amigos:	Por apoyarme y darme palabras significativas que me hacen alcanzar mis metas.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Facultad de Ingeniería por enseñarme los conocimientos que pondré en práctica en mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ, ESCUINTLA.	1
1.1 Generalidades.	1
1.1.1 Límites y localización.	1
1.1.2 Accesos y comunicaciones.	3
1.1.3 Topografía e hidrografía.	3
1.1.4 Aspectos climáticos.	3
1.1.5 Actividades económicas.	5
1.1.6 Población.	5
1.1.7 Vías de acceso.	5
1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares de estudio.	6
1.2.1 Descripción de las necesidades.	6
1.2.2 Priorización de las necesidades.	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.	9
2.1 Descripción del proyecto a desarrollar.	9
2.2 Definiciones de teóricas.	9

2.2.1 Definición de pavimentos.	9
2.2.2 Tipos de pavimentos.	10
2.2.3 Pavimentos flexibles.	10
2.2.4 Pavimentos rígidos.	10
2.2.5 Maquinaria utilizada en la compactación de suelos.	11
2.2.6 Maquinaria utilizada en pavimentación.	14
2.3 Ensayos de laboratorio de suelo.	15
2.3.1 Granulometría.	16
2.3.2 Límites de Atterberg.	17
2.3.2.1 Límite líquido.	18
2.3.2.2 Límite plástico.	19
2.3.2.3 Índice plástico.	19
2.3.3 Ensayo de compactación o proctor modificado.	20
2.3.4 Ensayo de valor soporte (C.B.R).	21
2.3.5 Análisis de resultados.	22
2.4 Diseño de pavimento rígido para la colonia Tierra Verde en los sectores 1, 2 y 3 de Siquinalá, Escuintla.	24
2.4.1 Trabajos a realizar antes del dimensionamiento de un pavimento.	24
2.4.2 Topografía.	24
2.4.2.1 Planimetría.	25
2.4.2.2 Altimetría.	25
2.4.3 Teoría de diseño de pavimentos rígidos.	25
2.4.4 Diseño de pavimento rígido.	34
2.4.5 Presupuesto.	44
2.4.6 Cronograma de ejecución.	55

2.5 Diseño de la línea de conducción y distribución de agua potable para la comunidad de “San Francisco El Campamento”, Siquinalá, Escuintla.	56
2.5.1 Descripción del proyecto.	56
2.5.2 Localización de fuentes de abastecimiento.	56
2.5.3 Aforo de las fuentes.	56
2.5.4 Ensayos de calidad del agua.	59
2.5.4.1 Análisis físico-químico sanitario.	59
2.5.4.2 Análisis bacteriológico.	61
2.5.5 Criterios de diseño.	61
2.5.5.1 Período de diseño.	61
2.5.5.2 Tasa de crecimiento poblacional.	62
2.5.5.3 Estimación de la población de diseño.	63
2.5.5.4 Dotación.	64
2.5.6 Determinación de caudales.	65
2.5.6.1 Caudal medio diario.	65
2.5.6.2 Caudal máximo diario.	66
2.5.6.3 Caudal máximo horario.	67
2.5.6.4 Caudal por bombeo.	67
2.5.7 Parámetros de diseño.	68
2.5.8 Diseño de los componentes del sistema.	69
2.5.8.1 Captación.	69
2.5.8.2 Línea de impulsión.	69
2.5.8.3 Línea de distribución.	70
2.5.8.4 Tanque de almacenamiento.	70
2.5.8.5 Obras de arte.	71
2.5.8.6 Válvulas.	72
2.5.9 Desinfección del agua.	73

2.5.10 Planos y detalles.	75
2.5.11 Presupuesto.	75
2.5.12 Programa de operación y mantenimiento.	84
2.5.13 Propuesta de tarifa.	88
2.5.14 Evaluación socio-económica.	90
2.5.14.1 Valor presente neto.	90
2.5.14.2 Tasa interna de retorno.	92
2.5.15 Evaluación de impacto ambiental.	92
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	97
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	101
APÉNDICE	107

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figuras

1. Mapa de localización de la república de Guatemala, departamento de Escuintla.	1
2. Mapa de localización del municipio de Siquinalá.	2
3. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte.	38
4. Cronograma de ejecución del pavimento rígido.	55

Tablas

I. Clasificación general de C.B.R.	21
II. Símbolos utilizados en el sistema S.U.C.S.	24
III. Porcentaje anual de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes.	31
IV. Categorías de carga por eje.	34
V. Tipos de suelos de subrasante y valores de k.	35
VI. Valores de k para diseños sobre bases no tratadas.	35
VII. TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con junta de trabe por agregados.	36
VIII. Asentamiento según la estructura.	39
IX. Cantidad de agua según asentamiento y tamaño de agregado.	40
X. Relación A/C según la resistencia.	40
XI. Porcentaje de arena sobre el agregado.	41
XII. Conversiones de materiales a medidas comerciales.	43
XIII. Norma COGUANOR NGO-29001	59
XIV. Límites en la cantidad de compuestos.	60
XV. Dotaciones rurales.	65

LISTA DE SÍMBOLOS

A	Área
AASHTO	Asociación oficial Americana de Carreteras y Transportes
ACI	Instituto Americano del Concreto
ASTM	Sociedad Americana para Prueba de Materiales
Ø	Diámetro de tubería
CBR	California Bearing Ratio
DH	Distancia horizontal
D	Dotación
FDM	Factor de día máximo
FHM	Factor de hora máximo
f'c	Resistencia del concreto
fy	Resistencia del acero
gr/hr	Gramos por hora
Ha	Hectárea
Hf	Pérdidas en tuberías
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
L	Longitud
LMA	Límite máximo aceptable
LMP	Límite máximo permisible

L.L.	Límite líquido
L.P.	Límite plástico
lts/seg	Litros sobre segundo
lts/hab/día	Litros por habitantes por día
lts/min	Litros por minuto
m	Metro
mm	Milímetro
m/seg	Metros por segundo
mg/lt	Miligramos por litro
mm/hr	Milímetros hora
msnm	Metros sobre el nivel del mar
m²	Metros cuadrados
m³/seg	Metros cúbicos sobre segundo
k	Módulo de reacción
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado
kg/m³	Kilogramo por metro cúbico
MR	Módulo de ruptura
P_o	Población actual
P_f	Población futura
PCA	Portland Cement Association
PVC	Material fabricado a base de Cloruro de Polivinilo

psi	Libra sobre pulgada cuadrada
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qm	Caudal medio
QMD	Caudal máximo diario
QMH	Caudal máximo horario
Qviv	Caudal por vivienda
Qu	Caudal unitario
s	Segundo
S	Pendiente
TPD	Tránsito promedio diario
TPDC	Tránsito promedio diario de camiones
r	Tasa de crecimiento de la población
v	Velocidad
V	Volumen
V_s	Valor soporte del suelo
w	Peso seco

GLOSARIO

ASSHTO	Siglas de la American Association State Highway and Transportation Officials.
Acera	Parte de la estructura dedicada dedicada exclusivamente al paso de los peatones.
Aforo	Medición del rendimiento de una fuente de agua.
Agua	Compuesto de hidrógeno y oxígeno. En la naturaleza no puede hallarse libre de sustancias en suspensión o solución.
Agua potable	Aquella que por sus características es adecuada para el consumo humano; es decir, agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman entre si dos líneas o dos planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Área	Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.
Área rural	De acuerdo a la ley (Acuerdo Gubernativo del Ministerio de Gobernación, con fecha 7 de abril de 1938), "Las aldeas, caseríos, parajes, fincas y otras con población dispersa". También debe considerarse el número de habitantes de la comunidad; en general cuando pasa de 2,500 habitantes empiezan a cobrar características urbanas. Otro aspecto importante a considerar es el índice de pobreza, el cual es medido por estándares Internacionales.

Bacterias	Microorganismos sencillos reproducibles por división.
Banco de marca	Es el lugar que tiene un punto fijo, cuya elevación se toma como referencia para determinar la altura de los otros puntos.
Bombeo	Es la pendiente transversal que se le da al piso de las carreteras, para permitir que drenen las agua superficiales.
Captación	Estructura que sirve para la toma adecuada del agua de una fuente.
Carga dinámica	Presión ejercida por el agua circulante en un punto determinado del acueducto. O sea, la suma de las cargas de velocidad $\left(\frac{V^2}{2g}\right)$ y de presión.
Carga estática	Diferencia de alturas entre la superficie de una fuente de abastecimiento y un punto determinado de acueducto no más allá de su descarga libre. Se mide en metros columna de agua (m.c.a.), llamada también presión estática.
Caudal	Volumen de agua que corre en un tiempo determinado.
Caudal medio diario	Promedio de los consumos diarios observados en el período de un año.
Caudal máximo diario	Es el mayor caudal de agua consumido por la población en un día durante el transcurso del año.
Caudal máximo horario	Llamado también caudal de distribución, es el que se utiliza para diseñar la red de distribución.

Clima	Condiciones meteorológicas consideradas durante tiempos muy prolongados.
Cloración	Aplicación de cloro con fines de desinfección.
Consumo	Volumen de agua que está en función de una serie de factores inherentes a la localidad que se abastece y que varía de una ciudad a otra, así como podrá variar de un sector de distribución a otro, en una misma ciudad.
Conexión domiciliar	Tubería y accesorios destinados al servicio exclusivo de un usuario, que une la tubería externa de servicio con la red de distribución interna, del inmueble.
Coordenadas	Son distancias que sirven para determinar la posición de un punto, relativas a los ejes o planos de referencia.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno, de conformidad al trazo de la carretera o camino. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cota del terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Cota piezométrica	Cota del terreno más la altura de la presión del agua.
Densidad de vivienda	Número de viviendas por unidad de superficie.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que, en promedio, consume cada habitante, se expresa en lts/hab/día.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier

	operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Esterilización	Dstrucción de organismos y sus formas resistentes.
Estribos	Varillas transversales de hierro que resisten los esfuerzos de corte en el alma de la viga.
Formaleta	Armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.
FMD	Factor por el cual debe multiplicarse el caudal medio para encontrar el caudal máximo diario.
FHM	Es el factor por el cual debe multiplicarse el caudal medio para encontrar el caudal máximo horario.
Gradiente hidráulico	Función de la resistencia por fricción a fluir en una longitud dada de conducto.
Grifo	Es la derivación domiciliar de la red de distribución hacia el medidor de cada uno de los inmuebles.
Hidrología	Parte de las ciencias naturales que trata de las aguas.
Hipoclorador	Dispositivo para aplicación de cloro.
Infraestructura	Conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera Base material sobre la que se asienta algo.
Límite líquido	Contenido de humedad con el cual el suelo cambia del estado líquido al estado plástico.

Límite plástico	Contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico y depende generalmente de la cantidad de arcilla.
Línea de distribución	Es un conjunto compuesto de tuberías, válvulas, hidrantes e interconexiones que contribuyen a conducir y distribuir agua potable para que esta llegue a cada conexión domiciliar con calidad, cantidad y presión adecuada.
Método de incremento aritmético	Método que se usa para la predicción de población, en el cual toma como base que el aumento de la población (dy) en el intervalo de tiempo (dt) es invariable e independiente del tamaño de la población, es decir, dy/dt es constante.
Método de incremento geométrico	Método que se usa para encontrar el crecimiento de la población, en donde dy/dt es proporcional al tamaño de la población.
Monografía	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
Pérdida de carga	Energía perdida por un peso unitario de agua a causa de la resistencia superficial dentro del conducto, energía mecánica que es convertida en energía térmica.
Presión	Es la fuerza ejercida sobre la superficie de algún elemento estructural.
Proctor	Se creó para determinar la humedad óptima con que el suelo puede alcanzar su máxima densidad posible.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.

Relleno	Es el material especial o de terracería uniformemente colocado y compactado en las partes laterales y superiores del camino.
Sección típica	En toda la extensión de la carretera tiene una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces.
Subrasante	Es el nivel del terreno sobre el que se asientan los diferentes elementos del pavimento (sub-base o base y carpeta) de una carretera o camino.
Tanque de almacenamiento	Depósito destinado para suplir las demandas máximas y consumos por incendio de un sistema.
Tasa	Incremento probable por año, expresado en porcentaje.
Terraplén	Son los depósitos de material que se realizan sobre el terreno natural, para alcanzar el nivel de la subrasante.
Topografía	Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima de la superficie terrestre, sobre dicha superficie y debajo de la misma.
Válvula de aire	La función de una válvula automática de aire es expulsar el aire disuelto en el agua que tiende a depositarse en los puntos más altos de la línea de distribución. Esta acumulación de aire reduce la sección de la tubería y, por consiguiente, la capacidad de conducción. La válvula será de bronce, adaptada para tubería de PVC.
Válvula de limpieza	Es utilizada para extraer los sedimentos que hayan ingresado en la tubería y que se acumulan en los puntos más bajos de la línea

de distribución. La válvula será de compuerta de bronce de diámetro igual a la tubería.

RESUMEN

Este proyecto está encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de la comunidad San Francisco El Campamento y la colonia Tierra Verde, ya que tiene por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos.

El pavimento de la colonia Tierra Verde es de suma importancia debido al mal estado del camino, dificultando el acceso vehicular y peatonal, con esto se garantiza el acceso a los servicios, mediante una mejor infraestructura.

El diseño del pavimento se realizó por el método simplificado de la PCA, tomando esfuerzos combinados de la sub-base y la base para mejorar la estructura del pavimento. El éxito en un diseño de pavimento rígido se basa en un buen estudio de suelos, ya que este nos da como resultado la capacidad de absorber esfuerzo de deformación y valor soporte, tanto de la sub-base como los de la base y así poder diseñar el espesor adecuado de la carpeta de rodadura del pavimento redigo para el lugar.

La comunidad San Francisco El Campamento está careciendo del vital líquido, fue necesario diseñar un abastecimiento de agua potable, ya que anteriormente recogían el agua directamente del pozo.

La línea de distribución abastecerá a todos los sectores de la población, desde el tanque de distribución. Para este diseño se utilizó la fórmula de Hazen-Williams para ramales abiertos, por su facilidad relativa a otros métodos y fórmulas; fueron utilizados criterios referentes a instituciones como la UNEPAR.

Por tales razones, el presente trabajo de graduación propone actividades de beneficio para la problemática planteada en cada uno de los proyectos, así como un plan de trabajo a efectuar.

OBJETIVOS

General:

- Planificar la ejecución de las obras que contribuyan al desarrollo integral de las comunidades, para mejorar la vía de acceso de la colonia Tierra Verde, a fin de satisfacer la distribución del vital líquido para la comunidad San Francisco El Campamento.

Específicos:

1. Realizar una investigación de tipo monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura, de las aldeas San Francisco el Campamento y Tierra Verde.
2. Charlas con los miembros del comité de desarrollo de las aldeas, sobre aspectos de mantenimiento y funcionamiento de ambos proyectos.
3. Desarrollar el estudio de cada proyecto aplicando los conocimientos de Ingeniería.

INTRODUCCIÓN

Como en todo proceso de transformación, encaminado a mejorar el nivel de vida de los habitantes de determinada región, juegan un papel importante las políticas de desarrollo, las que tienen por objeto promover un cambio positivo en el modo de vida de los pueblos, entre los proyectos que contribuyen a realizar dichos cambios está la comunidad San Francisco El Campamento y la colonia Tierra Verde.

En cuanto al diseño del pavimento rígido se considera que es de suma urgencia mejorar las calles de la colonia Tierra Verde, debido al mal estado del camino, dificultando el acceso vehicular y peatonal. Con esto se garantiza el acceso a los servicios, mediante una mejor infraestructura.

Al igual que la problemática anterior, la población de la comunidad San Francisco El Campamento está careciendo del vital líquido, considerando que es de suma importancia para la subsistencia humana es necesario ejecutar este proyecto pues carecen de un sistema de agua, ya que anteriormente recogían el agua directamente del pozo, para solucionar el problema se deberá poner especial énfasis en la satisfacción de esta necesidad que es elemental, ejecutando trabajos necesarios relacionados a dicho proyecto.

Por tales razones, el presente trabajo de graduación propone actividades de beneficio para la problemática planteada en cada uno de los proyectos, así como un plan de trabajo a efectuar.

Para realizar este trabajo se realizaron actividades como investigación, ensayos y estudios de laboratorio, trabajo de campo y de gabinete.

En el primer capítulo se presenta la investigación monográfica de la colonia Tierra Verde y de la comunidad San Francisco El Campamento. En el segundo capítulo, se presenta el trabajo técnico-profesional que incluye el diseño de cada proyecto y, por último, se incluyen las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la realización del proyecto.

1. MONOGRAFIA DEL MUNICIPIO DE SIQUINALÁ ESCUINTLA

Fase de Investigación

La categoría de la cabecera municipal es de Pueblo, por acuerdo del Ejecutivo se erigió en pueblo el 6 de marzo de 1867, su extensión territorial es de 168 kilómetros cuadrados, con una altura de 336 metros sobre el nivel del mar.

El origen del nombre de Siquinalá puede venir de la etimología Tziquin = pájaro, alá = joven. Lo que se puede interpretar como pájaro joven, o muchacho macho.

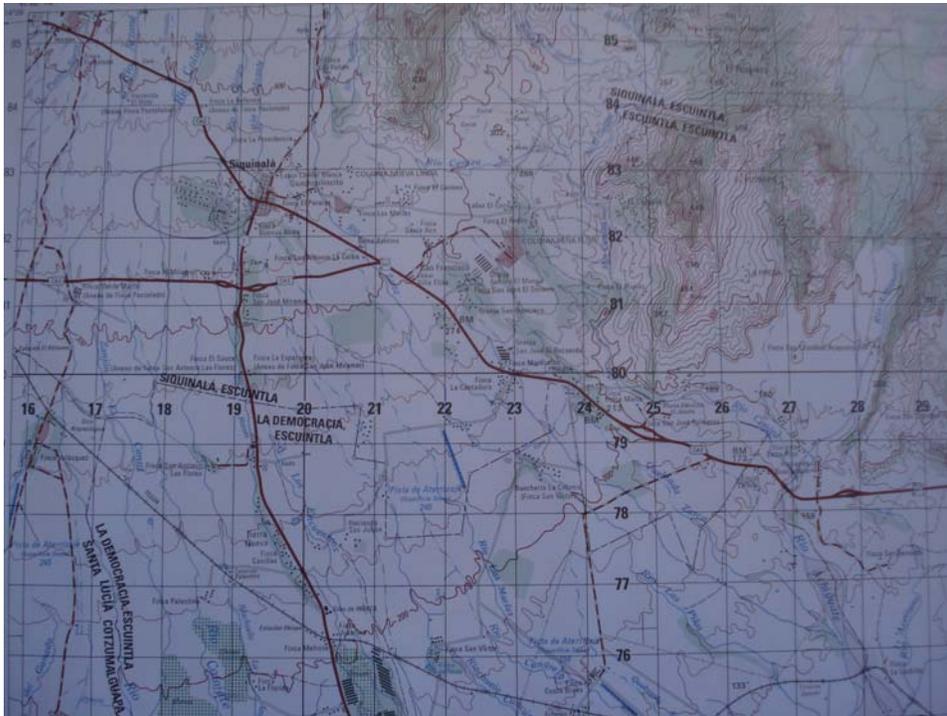
La fiesta titular es el 25 de noviembre, día principal que la iglesia conmemora a la virgen Santa Catalina de Alejandría. Según publicación por el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT), se acostumbra en esa ocasión los bailes folklóricos de la conquista, y otros.

1.1 Generalidades

1.1.1 Límites y localización

El municipio de Siquinalá se encuentra situado en la parte norte del departamento de Escuintla, en la región V o región Central. Se localiza en la latitud 15° 18'21" y en la longitud 90°0'58". Sus límites territoriales son: al norte con Santa Lucía Cotzumalguapa y Escuintla, al este con Escuintla, al sur con la Democracia y al oeste con Santa Lucía Cotzumalguapa (todos del departamento de Escuintla).

Mapa 1:50,000 Colonia Tierra Verde



Mapa 1:50,000 San Francisco el Campamento



Fuente: IGN.

1.1.2 Accesos y comunicaciones

Por la carretera Internacional del Pacífico CA-2 del parque de la cabecera departamental y municipio de Escuintla en dirección oeste a 23 kilómetros de la cabecera de Siquinalá, de donde son 8 kilómetros para la cabecera de Santa Lucía Cotzumalguapa. El municipio cuenta con servicio de telefonía.

1.1.3 Topografía e hidrografía

En su jurisdicción se encuentran la montaña el Níspero, 3 cerros: el Campanario, el Peñón y el Sobretudo, lo riegan 24 ríos descritos a continuación: Acomé, Cauches, las Pilas, Achíguate, Cuncuyá, Mazate, Agua Zarca, el Capulín, Melina, Agüero, el Tigre, Pantaleón, Cangrejo, el Jutillo, Plataneras, Ceniza, la Parida, Taniyá, (aguas abajo cambia a Obispo), Colojate, la Toma, Zarco, Colojatillo, las Marías, Zarza, 2 riachuelos: Cancún y la Azotea, 2 zanjonés: el Cantil y Lempa, 1 quebrada ancha: el Convento, la Arenera, los Encuentros del Níspero, el Jute, la Ceiba, Pueblo Nuevo, Zarca de la Pulpa, el Volador, la Lagunilla, toma de San Víctor y la catarata el Capulín.

1.1.4 Aspectos climáticos

El pueblo de Santa Catalina de Siquinalá está situado en tierra de costa caliente y húmeda tempestuosa, el pueblo está cerca de un promontorio o peñón, que se descubre a mucha distancia; su temperatura no es tan caliente como los otros de la costa, tiene unos grados menos de calor, por irse acercando a la sierra, aunque no está distante del mar. El insivumeh cuenta con dos estaciones meteorológicas en el departamento de Escuintla:

- Sabana Grande.
- Camantulul, Santa Lucía Cotzumalguapa.

La referencia del clima en los meses de enero – agosto.

Sabana Grande.

ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	TMEDIA	GRADOC	-9999	9999	9999	9999	9999	24.7	24.2	23.3
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	TMAXPR	GRADOC	-9999	9999	9999	9999	9999	29.4	29.0	27.8
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	TMINPR	GRADOC	-9999	9999	9999	9999	9999	18.9	19.3	19.0
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	TMAXAB	°C	-9999	9999	9999	9999	9999	31.2	32.0	30.0
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	TMINAB	°C	-9999	9999	9999	9999	9999	11.2	17.2	17.0
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	HRMED	%	-9999	9999	9999	9999	9999	82.0	86.0	90.0
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	LLUVIA	MM	0.0	5.4	20.9	112.2	356.8	500.3	280.6	604.1
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	DIASLL	DIAS	0	2	5	9	17	18	19	24
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	NUBOSI	OCTAS	6.0	6.0	7.0	8.0	8.0	7.0	8.0	8.0
SABANA GRANDE	142203	904948	730	2007	VVIENTO	KM/HRA	6.0				***	1.1	0.8	0.4

Camantulul, Santa Lucia Cotzumalguapa

ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	TMEDIA	GRADOC	*****	26.8	27.6	28.0	25.2	27.2	26.6	24.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	TMAXPR	GRADOC	**	33.2	34.4	33.7	32.3	32.2	31.9	31.2
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	TMINPR	GRADOC	**	18.9	19.6	21.7	22.0	21.7	21.3	21.6
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	TMAXAB	GRADOC	**	35.5	38.0	35.4	34.6	33.8	33.6	33.8
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	TMINAB	GRADOC	**	16.0	17.0	19.2	20.1	19.8	19.4	20.0
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	HRMED	%	**	76.0	65.0	73.0	82.0	81.0	82.0	83.0
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	NUBOSI	OCTAS	**	3.0	3.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	LLUVIA	MM	**	17.2	57.8	239.2	444.8	496.0	608.4	760.1
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	DIASLL	DIAS	**	3	8	10	22	24	22	29
CAMANTULUL	141930	910303	280	2007	VVIENT	KM/HRA	**	5.2	2.3	1.4	1.5	1.4	1.5	1.7

Referencias:

TMEDIA: Temperatura media

TMAXPR: Temperatura máxima promedio

TMAXAB: Temperatura máxima absoluta

TMINAB: Temperatura minima absoluta

HRMED: Humedad relativa media

NUBOSI: Nubosidad

VVIENT: Velocidad viento

1.1.5 Actividades económicas

La principal riqueza del municipio esta en sus valiosas fincas y en la crianza de ganado, la elaboración de aceites esenciales, así como la panela y azúcar que se obtienen de las plantaciones de caña dentro de la jurisdicción, especialmente del Ingenio Pantaleón.

1.1.6 Población

La densidad poblacional según las proyecciones realizadas por la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), que presenta el municipio es de 64 personas por kilómetro cuadrado en el año 2002 incrementando para el año 2003 a 65 personas. Actualmente, el municipio cuenta con una población de 17,436 habitantes siendo 8,667 hombres y 8,769 mujeres.

1.1.7 Vías de acceso

La carretera Interamericana CA-2, nos permite llegar al municipio de Siquinalá. Asimismo, cuenta con caminos vecinales, veredas y roderas que lo comunican con otros municipios y poblados rurales. Otra vía de comunicación con que cuenta Siquinalá es la vía férrea, por medio de la cual se encuentra la estación del ferrocarril Pantaleón.

1.2 Investigación diagnóstica sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares de estudio.

1.2.1 Descripción de las necesidades.

Las necesidades de infraestructura se hacen cada vez más indispensables y se deterioran rápidamente, debido a los continuos desastres naturales que acontecen en el país, dentro de los proyectos que están propuestos en ambas comunidades se encuentran:

- Reconstrucción de calles, caminos y carreteras
- Restauración de los cauces de ríos
- Reconstrucción de sistemas de Agua Potable y alcantarillado.

1.2.2 Priorización de las necesidades.

Tomando en cuenta las necesidades expuestas por el comité de vecinos de cada lugar, como de lo expuesto por los funcionarios de la administración municipal y el EPS, la priorización se hace de la siguiente manera:

Para la colonia Tierra Verde, Siquinalá, Escuintla:

- El diseño de pavimento rígido se considera de suma urgencia para mejorar las calles de esta colonia, debido a la dificultad del acceso vehicular, sobre todo por estar en pleno casco urbano.

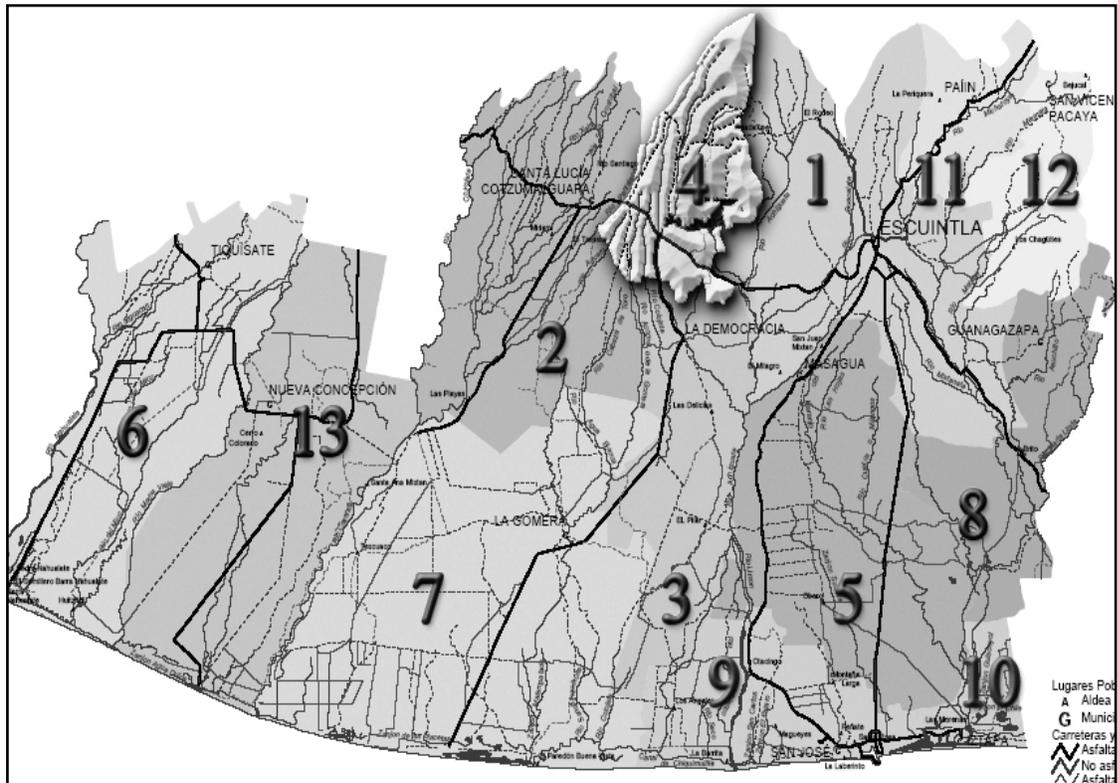
Para la aldea San Francisco El Campamento, municipio de Siquinalá, Escuintla:

- El diseño de la línea de distribución de agua potable es primordial, pues siendo este un servicio básico, colabora con la gestión de una mejor salud y calidad de vida de los habitantes.

Figura 1. Mapa de localización de la república de Guatemala departamento de Escuintla



**Figura 2. Mapa del departamento de Escuintla
Localización del municipio de Siquinalá**



2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1 Diseño de pavimento rígido para la Colonia Tierra Verde

2.1 Descripción del proyecto a desarrollar

Actualmente, el camino de la colonia Tierra Verde es de terracería y se encuentra en pésimas condiciones.

El proyecto trata de un nuevo diseño de trazo de camino para pavimentar con concreto hidráulico por el sistema de fundición por bloques alternos. La línea de trazo de camino conforme a los planos indica la línea central diseñada, los garabitos indican los anchos de calle, situación de banquetas y niveles con cotas de sub-rasante propuesta y de rasante final.

El proyecto en principio beneficiará a 2877 habitantes directos, con pavimento de calidad el cual tendrá una vida útil de 20 años.

El proyecto consta de 10,058 m^2 de pavimento rígido distribuido a lo largo de 2011.6 metros lineales.

2.2 Definiciones Teóricas

2.2.1 Definición de pavimento

Pavimento es toda estructura multicapa que se coloca sobre la subrasante de una carretera, integrada principalmente por la sub-base, la base y la carpeta de rodadura.

2.2.2 Tipos de pavimentos

Según la carpeta de rodadura, los pavimentos pueden ser: flexibles, rígidos y semirígidos; los pavimentos de losas de concreto son pavimentos rígidos, mientras que los pavimentos de asfalto son flexibles; los pavimentos con carpeta de rodadura de adoquín se consideran como semirígidos o semiflexibles.

2.2.3 Pavimentos flexibles

Conjunto de capas bituminosas, que deben resistir los esfuerzos tangenciales producidos por el tráfico, proporcionando a éste una superficie de rodadura adecuada. Consta de capa de rodadura y de capa intermedia, pudiendo no existir esta última.

2.2.4 Pavimentos rígidos

Es aquel en el cual la capa de rodamiento está constituida por losas de concreto de Cemento Pórtland simple o reforzado, soportadas en toda su superficie. A la mezcla de cemento Pórtland con arena, agregado mineral grueso (piedra triturada o grava) y agua, se le conoce también como concreto hidráulico. Los pavimentos de concreto hidráulico están sujetos a los esfuerzos siguientes:

- a. Abrasivos: causados por las llantas de los vehículos.
- b. Directos de compresión y acortamiento: por las cargas de las ruedas.
- c. De compresión y tensión: que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas y los ocasionados por la combadura del pavimento, por efectos de los cambios de temperatura.

2.2.5 Maquinaria utilizada en la compactación de suelos

Clasificación de las máquinas de compactación: Tras estas ideas generales sobre compactación, las máquinas compactadoras se clasifican según sus diferentes principios de trabajo: 1.- Por presión estática. 2.- Por impacto. 3.- Por vibración. Las primeras trabajan fundamentalmente mediante una elevada presión estática que debido a la fricción interna de los suelos, tienen un efecto de compactación limitado, sobre todo en terrenos granulares donde un aumento de la presión normal repercute en el aumento de las fuerzas de fricción internas. Las segundas, de impacto, trabajan únicamente según el principio de que un cuerpo que choca contra una superficie, produce una onda de presión que se propaga hasta una mayor profundidad de acción que una presión estática, comunicando a su vez a las partículas una energía oscilatoria que produce un movimiento de las mismas. Las últimas, o sea, las de vibración, trabajan mediante una rápida sucesión de impactos contra la superficie del terreno, propagando hacia abajo trenes de ondas, de presión que producen en las partículas movimientos oscilatorios, eliminando la fricción interna de las mismas que se acoplan entre sí fácilmente y alcanzan densidades elevadas. Es pues, un efecto de ordenación en que los granos más pequeños rellenan los huecos que quedan entre los mayores. Por lo tanto, ya vemos que según sea el material, capaz de ser ordenado o no, este sistema de compactación por vibración, será más o menos efectivo.

Máquinas que compactan por presión estática: Apisonadoras clásicas de rodillos lisos. "Rodillos patas de cabra." Compactadores de ruedas neumáticas. Apisonadoras clásicas de rodillos lisos: En estas apisonadoras la característica más importante es la presión que ejercen sobre el terreno. Se considera un área de contacto en función del diámetro de los rodillos, peso de la máquina y tipo de suelo, a través del cual se transmite la presión estática. Estas máquinas, aunque muy empleadas, la verdad es que su efecto de compactación alcanza

muy poca profundidad en suelos coherentes. En los no coherentes, causan desgarros en la superficie, transversales a la dirección de la marcha, destruyendo de esta manera parte de su propio trabajo. Sin embargo, son útiles para el planchado, sellado de superficies regadas con emulsiones asfálticas. Su utilización máxima la tienen hoy día en las primeras pasadas de compactación de aglomerados asfálticos. Combinado los triciclos de 16 Tm. con los tamaños de 10 Tm, siendo suficientes para compactar con cuatro a seis pasadas capas de 1~9 centímetros. Para que no se adhiera la mezcla asfáltica van provistas de depósitos de agua que mojan constantemente los rodillos. La pericia del maquinista es muy importante, sobre todo, para borrar sus propias huellas y no enrollar, el material delante de los rodillos, para lo cual hay que esperar a que la mezcla se enfríe algo y alcance la temperatura adecuada.

Rodillos de patas de cabra: Estos compactadores concentran su peso sobre la pequeña superficie de las puntas tronco cónicas solidarias al rodillo, ejerciendo por lo tanto, unas presiones estáticas muy grandes en los puntos en que las mencionadas partes penetran en el suelo. Conforme se van dando pasadas y el material se compacta, dichas partes profundizan cada vez menos en el terreno, llegando un momento en que no se aprecia mejora alguna, pues la superficie, en una profundidad de unos 6 centímetros siempre quedara distorsionada. Al pasar la máquina sobre la nueva tongada de material se compacta perfectamente esa superficie distorsionada de la capa anterior. Este tipo de compactador trabaja bien con suelos coherentes, sin piedras, en capas de 20 cm. Con humedad adecuada, se consiguen resultados satisfactorios en unas 8/10 pasadas. Debido a su alta presión específica ($15/30 \text{ kg/cm}^2$) y a los efectos de amasado que producen las partes, compactan bien los suelos altamente plásticos, con poco contenido de agua e incluso pobres de aire y de vacíos. Como se trata de una maquina muy sencilla y robusta, el rendimiento que se obtiene es francamente bueno. Los pesos de estos compactadores

oscilan entre 1.000 y 8.000 kg., se puede acoplar en paralelo o también en varias unidades para obtener mejores rendimientos. Existen varios tipos de compactador fundados en el mismo principio, con los que se consiguen también presiones específicas altas, solo con modificar las superficies de contacto tales como rejas, trenes de ruedas pequeñas, etc.

Compactadores con ruedas neumáticas: Estas máquinas trabajan principalmente por el efecto de la presión estática que producen debido a su peso, pero hay un segundo efecto, debido al modo de transmitir esta presión por los neumáticos que tiene singular importancia. Las superficies de contacto de un neumático dependen de la carga que soporte y de la presión a que este inflado, pero la presión que transmite al suelo el neumático a través de la superficie elíptica de contacto no es uniforme. Por lo tanto y para simplificar el problema se emplea el término “presión media” de contacto que se obtiene dividiendo la carga sobre cada rueda por la superficie de contacto. Estas superficies de contacto se obtienen para las diferentes presiones de inflado y cargas sobre rueda, marcando las huellas de contacto sobre una placa de acero con el neumático en posición estática. Es norma general esperar una presión del orden del 90 % de la presión en la superficie a profundidades de 70 cm. y actuando en un ancho de unos 2/3 del ancho de la huella del neumático. Esto obliga a las máquinas compactadoras de estos tipos a procurar un cierto solape entre las huellas de los neumáticos delanteros y traseros. Un compactador de neumáticos inflado a poca presión da unas superficies de contacto cóncavas y en los bordes del neumático, en los que la cubierta recibe el apoyo estructural de los laterales aparecen unas presiones horizontales adicionales que ayudan al asentamiento de las partículas y a su mezclado.

Los neumáticos para compactadores deben ser de banda de rodadura ancha y lisa y capaces de ejercer una presión media de contacto entre 60 y 9

PSI. uniformemente sobre la superficie de contacto ajustando lastre y presión de inflado.

2.2.6 Maquinaria utilizada en pavimentación

Existen dos métodos de construcción: con formas fijas (encofrados) y con pavimentadora deslizante.

El método con formas fijas requiere el encofrado de la vía a ser pavimentada y los equipos usualmente utilizados son reglas vibratorias, rodillos vibratorios, o máquinas de vibración y conformación transversales. La pavimentación con encofrados requiere un equipo de obreros que coloque y nivele los encofrados a través del perímetro del pavimento. Los encofrados mantienen el hormigón en su lugar hasta que éste alcance una resistencia mínima.

La pavimentadora deslizante no requiere de encofrados. La máquina extiende, compacta y termina el concreto en una sola pasada.

Sobre la capa base, y mientras la misma mantenga sus condiciones de estabilidad y humedad, se colocará el hormigón inmediatamente elaborado en la obra, en descargas sucesivas distribuyéndolo en todo el ancho de la calzada o faja a hormigonar y con un espesor tal que al compactarlo resulte el indicado para el pavimento en los planos del proyecto o en las especificaciones del mismo.

Para el método de formas fijas, la distribución, enrasado y consolidación se realiza mediante el paso de la maquinaria (regla vibradora, por ejemplo) sobre el vaciado, de manera de compactarlo y borrar las imperfecciones que

existan. Este trabajo debe ser complementado con vibradores de inmersión que compactarán el concreto en todo el ancho de la losa.

Una vez compactado el hormigón, se procede a la terminación del mismo, dando a la superficie características de lisura y textura tales que al mismo tiempo faciliten el rodamiento y la hagan antideslizante. Para el alisado longitudinal, se utilizará la regla metálica y frotachos metálicos, los cuales son manejados en forma transversal al pavimento de tal manera que prácticamente floten en la superficie del concreto aún flexible.

Para la terminación se usará una rastra de arpillera (yute), que consiste en el arrastre de una faja de ese material humedecida sobre la losa vaciada. Este trabajo dará a la superficie una textura longitudinal arenosa. Después de la operación anterior, se efectuará un terminado con el empleo de un cepillo metálico con cerdas aceradas el cual se pasará perpendicularmente al eje longitudinal de la losa.

2.3 Ensayos de laboratorio de suelos

Para garantizar el diseño de la pavimentación de la colonia Tierra Verde, se realizó un estudio de suelos en las muestras tomadas de la subrasante. Los ensayos que se realizaron son:

- Ensayo de granulometría
- Ensayo de Límites de Atterberg
- Ensayo de Compactación o Proctor Modificado
- Ensayo de Razón Soporte California (CBR)

2.3.1 Granulometría

Normado por la AASHTO T-27. El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso sirve para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado. El análisis granulométrico se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de los diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Los resultados de este análisis son luego representados en forma gráfica, obteniéndose con ello una curva de distribución granulométrica.

Con la curva obtenida, se calculan los siguientes coeficientes.

$$C_u = D_{60}/D_{10}$$

donde:

C_u = coeficiente de uniformidad

D_{60} = tamaño correspondiente al 60% del porcentaje que pasa por el tamiz, obtenido de la curva.

D_{10} = tamaño correspondiente al 10%, del porcentaje que pasa por el tamiz obtenido de la curva.

El coeficiente de uniformidad indica la variación del tamaño de los granos.

$$C_g = (D_{30})^2/D_{10}*D_{60}$$

donde:

C_g = coeficiente de graduación

D_{60} = tamaño correspondiente al 60% del porcentaje que pasa por el tamiz, obtenido de la curva

El coeficiente de graduación indica una medida de la forma de la curva entre D_{60} y D_{10} .

De la curva de granulometría en la figura 3 del apéndice vemos que:

$$D_{60} = 0.53$$

$$D_{10} = 0$$

$$D_{30} = 0.16$$

Como $D_{10} = 0$, los coeficientes no son aplicables.

Los valores del coeficiente de uniformidad y el de graduación indican si se tiene un suelo bien graduado para que las partículas pequeñas llenen los espacios vacíos entre los granos de mayor tamaño durante la compactación. El suelo se clasifica como arena de origen andesito, ligeramente limosa de color negro. Los resultados del ensayo de granulometría para este proyecto se encuentran en el apéndice (Figura 2).

2.3.2 Límites de Atterberg

Para conocer la plasticidad de un suelo, que es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse hasta cierto límite sin romperse, se hace uso de los límites de Atterberg, quien por medio de ellos separó los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado líquido. Los resultados del ensayo de límites para este proyecto se encuentran en el apéndice, figura 1.

2.3.2.1 Límite líquido

Normado por la AASHTO T-89. Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, respecto del peso seco de la muestra con el cual el suelo cambia del estado líquido al estado plástico. El método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido es el que ideó Casagrande.

El límite líquido debe determinarse con muestras del suelo que hayan pasado la malla No. 40. Si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

El límite líquido es una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad.

El límite líquido se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$L.L. = W \left(\frac{N}{25} \right)^{0.121}$$

donde:

L.L. = Límite líquido calculado del suelo.

W = % de humedad arbitraria del suelo con respecto al peso seco.

N = Número de golpes necesario para cerrar la ranura en la copa de Casagrande, correspondiente a W.

2.3.2.2 Límite plástico

Es el contenido de humedad por debajo del cual se comporta como un material plástico y depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

Normado por la AASHTO T-90. Es el contenido de humedad expresado en porcentaje de su peso secado al horno que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada (3 mm) de diámetro sin romperse.

El límite plástico se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$L.P. = \left[\frac{(P_h - P_s)}{P_w} \right] * 100$$

donde:

L.P.= Humedad correspondiente al límite plástico en %

P_h = Peso de los trocitos de filamentos húmedos en gramos

P_s = Peso de los trocitos de filamentos secos en gramos

P_w = Peso del agua contenida en los filamentos pesados en gramos.

2.3.2.3 Índice plástico

No es más que la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Indica el margen de humedades, dentro del cual se encuentra en estado plástico tal como lo definen los ensayos

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Tanto el límite líquido como el límite plástico dependen de la calidad y del tipo de arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad, depende, generalmente, de la cantidad de arcilla del suelo.

Según Atterberg:

- I.P. = 0 suelo no plástico
- I.P. = 7 suelo tiene baja plasticidad
- $7 \leq \text{I.P.} \leq 17$ suelo medianamente plástico

Dado que el índice plástico es de cero, según el resultado obtenido en el laboratorio; el suelo es NO PLÁSTICO.

2.3.3 Ensayo de compactación o proctor modificado

Normado por la AASHTO T-180. La densidad que se puede obtener en un suelo por medio de un método de compactación dado depende de su contenido de humedad. Al contenido que da el más alto peso unitario en seco (densidad) se le llama “Contenido óptimo de humedad” para aquel método de compactación. En general, esta humedad es menor que la del límite plástico y decrece al aumentar la compactación.

Antes de la realización de este ensayo, el material debe ser triturado, secado y pasado por el tamiz No. 4. Se entiende por triturado únicamente el espolvorear terrones, no así las gravas si las hubiere.

La prueba de proctor reproduce en el laboratorio el tipo de compactación uniforme de la parte inferior hacia la superficie de la capa compactada. Los resultados del ensayo de proctor para este proyecto se encuentran en el apéndice (figura 3).

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

Normado por la AASHTO T-193. Este ensayo sirve para determinar el valor soporte del suelo compactado a la densidad máxima y humedad óptima, simulando las peores condiciones probables en el terreno, para lo cual las probetas obtenidas se sumergen completamente en una pila llena de agua. Es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante.

El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad, de una muestra de suelo patrón de piedra triturada de propiedades conocidas.

Los resultados del ensayo de CBR para este proyecto muestran que 10 golpes en la probeta núm. 1 son suficientes para alcanzar un 92.81 % de compactación y el CBR que resulta es del 26%. La probeta núm. 2 muestra que el CBR alcanzaría el 44% con el 95.12% de compactación; en la tabla VI vemos q nuestro suelo se clasifica como bueno (CBR 20-50), pudiéndose usar como sub-base o base.

Tabla I. Clasificación general de C.B.R.

No. de CBR	Clasificación general	Usos
0 – 3	Muy pobre	Subrasante
3 – 7	Pobre o regular	Subrasante
7 – 20	Regular	Sub-base
20 – 50	Bueno	Sub-base, base
50 o más	Excelente	Base

Fuente: Viguera Rubio, Javier, Albarrán, Ángel, Estudio de suelos y su analítica, pág. 60

- **Ensayo de equivalente de arena.**

Normado por la AASHTO T-176. Esta prueba se aplica para evaluar de manera cualitativa y cuantitativa el material fino presente en los suelos por utilizar. Consiste en ensayar los materiales que pasan la malla No. 4 en una probeta estándar parcialmente llena, de una solución que propiciará la sedimentación de los finos. Se hace con el fin de conocer el porcentaje relativo de finos plásticos que contienen los suelos en relación con los agregados pétreos (apéndice, figura 5).

2.3.5 Análisis de resultados

Todos los resultados obtenidos de los ensayos de la muestra, así como las graficas, pueden observarse en los anexos.

El suelo presenta las siguientes características:

- Clasificación P.R.A.: A-2-4
- Clasificación S.C.U.: SP-SM
- Descripción del suelo: Arena de origen andesito, ligeramente limosa de color negro.
- Límite líquido: No plástico
- Límite plástico: No plástico
- Descripción del suelo con respecto a los límites: Suelo no plástico.
- Densidad seca máxima: 121.4 Lb/pie³
- Humedad óptima: 7.8%
- C.B.R. critico: 26.00%

El material cumple con los requisitos para ser usado como una excelente sub-base o base, el 92.81% de compactación requerida se alcanzará con la humedad óptima según el ensayo de proctor modificado (CBR 20 - 50%).

Clasificación de los suelos

Existen diferentes clasificaciones de acuerdo con los puntos de vista de geólogos, agrónomos, ingenieros civiles, etc.; sin embargo, hoy es casi aceptado por la mayoría que el Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos (S.U.C.S.) es el que mejor satisface los diferentes campos de aplicación de la Mecánica de Suelos. Este sistema fue presentado por Arthur Casagrande como una modificación y adaptación más general a su sistema de clasificación propuesto en 1942 para aeropuertos.

Los suelos de partículas gruesas y los suelos de partículas finas se distinguen mediante el cribado del material que pasa por la malla No. 200. Los suelos gruesos corresponden a los retenidos en dicha malla y los finos a los que pasan, y así un suelo se considera grueso si más del 50% de las partículas del mismo son retenidas en la malla No. 200, y fino si más del 50% de sus partículas pasan dicha malla.

Los suelos se designan por símbolos de grupo. El símbolo de cada grupo consta de un prefijo y un sufijo. Los prefijos son las iniciales de los nombres ingleses de los seis principales tipos de suelos (grava, arena, limo, arcilla, suelos orgánicos de grano fino y turba), mientras que los sufijos indican subdivisiones en dichos grupos.

Tabla II. Símbolos utilizados en el sistema S.U.C.S.

Símbolo	Descripción
G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla
O	Limos orgánicos y arcilla
Pt	Turba y suelos altamente orgánicos
H	Alta Plasticidad
L	Baja Plasticidad
W	Bien graduados
P	Mal Graduados

Fuente: Características de los métodos de clasificación de los suelos, Abilio Méndez, trabajo de graduación, Facultad de Ingeniería, 1990, pág. 33

2.4 Diseño de pavimento rígido para la colonia Tierra Verde en los sectores 1, 2 y 3 de Siquinalá, Escuintla.

2.4.1 Trabajos a realizar antes del dimensionamiento de un proyecto

Lo constituyen los trabajos de topografía la cual conlleva la planimetría y la altimetría del proyecto.

2.4.2 Topografía

Lo constituyen la planimetría y la altimetría, las cuales son bases fundamentales para todo proyecto vial. Es determinante su aplicación para obtener las libretas de campo de las cuales resultan los planos que reflejan la conformación real del lugar de ejecución del proyecto.

2.4.2.1 Planimetría

La información topográfica necesaria para el diseño de un pavimento consiste en tomar en campo los ángulos y distancias horizontales que definen la ruta preliminar, haciendo uso del teodolito, estadal y una cinta métrica. El levantamiento consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos orientados a un mismo norte, en este caso magnético.

2.4.2.2 Altimetria

Consiste en pasar una nivelación en todos los puntos fijados por el levantamiento planimétrico, fijando bancos de marca a cada cierto tramo, los que deben ser ubicados en puntos permanentes o en monumentos de concreto, en los que deberá anotarse la estación, la elevación y las distancias acumuladas. Como cota de salida se fijará una arbitraria entera, la cual se recomienda que sea 100 metros para no tener cotas negativas. Es recomendable ir dibujando el perfil que se ha levantado en el día, con el objeto de apreciar si tiene una forma congruente a la realidad y si cumple con las especificaciones de pendientes máximas permisibles; lo anterior permite que los errores se encuentren a tiempo y no hasta realizar el dibujo en gabinete.

2.4.3 Teoría de diseño de pavimentos rígidos

Existen dos métodos para el cálculo del espesor de pavimentos rígidos, método de capacidad y método simplificados (según Portland Cement Association (PCA)).

Método de capacidad: éste es aplicado cuando existen posibilidades de obtener datos de distribución de carga por eje de transito. Este método asume

datos detallados de carga por eje, que son obtenidos de estaciones representativas.

Método simplificado: al contrario del anterior, éste se aplica cuando no es posible obtener datos de carga por eje, y se utilizan tablas basadas en distribución compuesta de tráfico clasificado, en diferentes categorías de carreteras y tipos de calles.

Para determinar el espesor de la losa es necesario conocer los esfuerzos combinados de la sub-rastante y la base, ya que mejoran la estructura del pavimento rígido.

El éxito de un diseño de pavimento rígido se basa en un buen estudio de suelos, ya que este nos da como resultado la capacidad de absorber esfuerzo de deformación y valor soporte tanto de la sub-base como los de la base y así poder diseñar el espesor adecuado de la carpeta de rodadura del pavimento rígido para el lugar.

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 afecte la carga de diseño correspondiente a la estructura prevista. La función de la subrasante es servir de soporte para el pavimento después de ser estabilizada, homogenizada y compactada. Dependiendo de sus características puede soportar directamente la capa de rodadura de un pavimento rígido.

Sub-base

Es la primera capa de la estructura destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito provenientes de las

capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de la subrasante las pueda soportar. 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 subrasante pero en ningún caso menor de 10 cm. ni mayor de 70 cm. Deberá estar libre de vegetales, basura, terrones de arcilla, y/o cualquier otro material que pueda causar fallas en el pavimento. Sus funciones son:

- Eliminar la acción del bombeo.
- Aumentar el valor soporte.
- Hacer mínimos los efectos de cambio de volumen en los suelos de la subrasante.

La sub-base está compuesta por suelos granulares en estado natural o mezclados, los cuales deberán llenar los siguientes requisitos:

- Valor soporte: debe tener un CBR mínimo de 30 (AASHTO T-193), efectuando sobre muestra saturada a 95% de compactación (AASHTO T-180).
- Granulometría: el tamaño máximo de las piedras del material que se utilice para sub-base no debe ser mayor de 7cm y no tener más del 50% en peso, partículas que pasen el tamiz No. 200.
- Plasticidad y cohesión: el material que pase por el tamiz No. 40, no deberá tener un índice de plasticidad mayor de 6% (AASHTO T-90), ni un límite líquido mayor que 25% (AASHTO T-89). En casos especiales, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero no podrá ser mayor de 8%. El equivalente de arena no puede ser menor de 25% (AASHTO T-176).

Base: Constituye la capa de material selecto que se coloca encima de la sub-base o subrasante; esta capa permite reducir los espesores de carpeta y drenar el agua atrapada dentro del cuerpo del pavimento a través de las carpetas y hombros hacia las cunetas; deberá de transmitir y distribuir las cargas provenientes de la superficie de rodadura y debido a que está en contacto directo con la superficie de rodadura, tendrá que ser resistente a los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión, producidas por el tránsito.

El material de base debe estar conformado de grava de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno y libre de materia vegetal, basura o terrones de arcilla. Además, debe llenar los requisitos siguientes:

- Valor soporte: debe tener un C.B.R, mínimo de 90, efectuado sobre muestra saturada a 95% de compactación (AASHTO T-180).
- Abrasión: el material que quede retenido en el tamiz No. 4, no debe de tener un desgaste mayor de 50 a 500 revoluciones en la prueba de la AASHTO T-96.

Carpeta de rodadura

Está constituida por losas de concreto simple o reforzado, diseñada para soportar las cargas inducidas por la circulación del tránsito.

En pavimentos rígidos es necesario que la capa de rodadura tenga otros elementos no estructurales, para proteger tanto esta capa como las inferiores; entre las cuales, podemos mencionar:

- Juntas de dilatación rellenas con material elastomérico (para su impermeabilización).

- Bordillos.
- Cunetas o bien un sistema de alcantarillado pluvial, para el drenaje correcto del agua que pueda acumular en su superficie.

La capa de rodadura debe de estar diseñada para cumplir las siguientes funciones:

- a) Proteger la superficie sobre la cual está construido el pavimento de los efectos destructivos del tránsito.
- b) Prevenir la filtración del agua a las capas inferiores.
- c) Proveer un valor soporte elevado, a fin de que resista las cargas provenientes de los vehículos y estas se distribuyan a las capas inferiores.
- d) Textura superficial poco resbaladiza aun cuando se encuentre húmeda.
- e) Proporcionar buena visibilidad y seguridad por su color claro al tráfico nocturno de vehículos.

Módulo de ruptura del concreto

La flexión de un pavimento de concreto bajo cargas de eje, produce tanto esfuerzo de flexión como de compresión. Sin embargo, la relación de esfuerzos compresivos de resistencia a la compresión, es bastante pequeña como para influenciar el diseño del espesor de la losa. En cambio los promedios de esfuerzos de flexión y de las fuerzas de flexión son mucho mayores y por eso son usados estos valores para el diseño de espesores de los pavimentos rígidos.

La fuerza de flexión está determinada por el módulo de ruptura del concreto y está definida con el esfuerzo máximo de tensión en la fibra extrema

de una viga de concreto. La resistencia a la tensión del concreto es relativamente baja.

Módulo de reacción del suelo (k)

Éste es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada en un área cargada, dividida entre la deflexión, en pulgadas, para dicha carga. El valor de k está expresado en libras por pulgada cuadrada (PSI).

Este módulo nos proporciona la característica de resistencia que implica la elasticidad del suelo. Se dice que es igual al coeficiente del esfuerzo aplicado por una placa entre la deformación correspondiente, producida por dicho esfuerzo. Esta propiedad del suelo es muy importante en el diseño de pavimentos, pero debido a que la prueba de carga de plato es tardada y cara, el valor de k, es usualmente estimado por correlación a una prueba simple, tal como la Relación de Soporte de California (CBR), o una prueba del valor R.

El resultado es válido ya que no se requiere una determinación exacta del valor k; las variaciones normales de un valor estimado no afectan apreciablemente los requerimientos del espesor del pavimento.

Tránsito y cargas de diseño

El tránsito es el número y los pesos por eje pesados, durante la vida de diseño, son las variables del pavimento de concreto. Éstos son derivados de estimaciones siguientes; el tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos lo llamaremos TPD y el tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones, lo llamaremos TPDC.

El tránsito futuro tiene considerable influencia en el diseño, el crecimiento anual es del 2% al 6% que corresponden a factores de proyección de tránsito a 20 años de 1.1 a 1.8. (ver tabla III) Pero el uso de razones altas de crecimiento para calles residenciales no son aplicables, ya que estas calles llevan poco tránsito, por lo que las tasas de crecimiento podrían estar debajo del 2% por año (factor de proyección 1.1 a 1.2).

Tabla III. Porcentaje anual de crecimiento de tráfico y factores de proyección correspondientes

PORCENTAJE ANUAL DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO %	FACTOR DE PROYECCIÓN 20 AÑOS	FACTOR DE PROYECCIÓN 40 AÑOS
1	1.1	1.2
1½	1.2	1.3
2	1.2	1.5
2½	1.3	1.6
3	1.3	1.8
3½	1.4	2.0
4	1.5	2.2
4½	1.6	2.4
5	1.6	2.7
5½	1.7	2.9
6	1.8	3.2

Fuente: Westergaard H. N. Computación of stresses in concrete roads. Pág. 18

Diseño de juntas

El objetivo principal de éstas es el de permitir la construcción del pavimento por losas separadas para evitar grietas de construcción, estableciendo al mismo tiempo una unión adecuada entre ellas, que asegure la continuidad de la superficie de rodadura y la buena conservación del pavimento. Cuando un concreto se agrieta puede que sea debido a las siguientes condiciones:

- Cambio de volumen por encogimiento por secado
- Esfuerzos directos por cargas aplicadas
- Esfuerzos de flexión por pandeo

Las juntas que usualmente se usan en los pavimentos de concreto caen dentro de dos clasificaciones: transversales y longitudinales, que a su vez se clasifican como el de contracción, de construcción y de expansión. Las juntas se pueden clasificar como:

Juntas longitudinales

Éstas se colocan paralelamente al eje longitudinal del pavimento, para prevenir la formación de las grietas longitudinales; pueden ser en forma mecánica o unión macho-hembra. La profundidad de la ranura superior de esta junta, no debe ser inferior de un cuarto del espesor de la losa. La separación máxima entre juntas longitudinales es de 12.5 pies (3.81m) y es la que determina qué ancho tendrá el carril.

Juntas transversales

La función de éstas, es la de controlar las grietas causadas por la retracción del secado del concreto. Las juntas transversales deberán de tener una ranura que tenga, por lo menos, tener una profundidad de un cuarto del espesor de la losa. Se deberán de construir perpendicularmente al tráfico. Se pueden llamar también juntas de contracción, ya que controlarán el agrietamiento transversal que produce la contracción del concreto. Se deberán de separar a una distancia no mayor de 15 pies (4.57m).

Juntas de expansión

Son necesarias únicamente cuando existan estructuras fijas, tales como: puentes, aceras, alcantarillas, etc. Se dejará una separación de dos centímetros, donde sea necesario. Su función es disminuir las tensiones, cuando el concreto se expande. Es obligatoria su colocación frente a estructuras existentes y en intersecciones irregulares. Cuando las juntas de contracción controlan adecuadamente el agrietamiento transversal, las juntas de expansión no son necesarias.

Juntas de construcción

Son necesarias cuando hay una interrupción no mayor de treinta minutos en la colocación del concreto. Son de tipo trabado, debido a que llevan barras de acero o material adecuado que forman tabiques, y cara vertical con una traba apropiada.

Trabajos preliminares

Los trabajos preliminares consisten en la limpieza, puentado y trazo del perfil topográfico del terreno, para que la colocación de las planchas de pavimento a colocar garanticen el trabajo a realizar. El corte del terreno se hará basado en el nivel del terreno actualmente, por lo que es necesario realizar un corte para que el nivel de pavimento terminado sea el mismo que el nivel del terreno.

2.4.4 Diseño de pavimento rígido

Diseño del espesor de losa

Utilizando el método simplificado, propuesto por la PCA para pavimentos rígidos.

En este proyecto se utilizará el método simplificado, ya que no se cuenta con los datos de carga por eje. El procedimiento para calcular la dimensión del espesor de losas de un pavimento se describe a continuación:

1. Determinar la categoría de la vía, por medio de la tabla de categorías por eje (ver tabla IV). De acuerdo con la tabla se determina la categoría 1, donde se refiere a calles residenciales, carreteras rurales y secundarias.

Tabla IV. Categorías de carga por eje

Carga por eje Categoría	DESCRIPCIÓN	TRÁFICO			Máxima Carga por Eje KPS	
		TPD	TPDC		EJE DOMICILIO	EJE TANDEM
			%	Por día		
1	CALLES RESIDENCIALES CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (BAJO A MEDIO)	200 a 800	1-3	ARRIBA DE 25	22	36
2	CALLES COLECTORAS, CARRETERAS RURALES Y SECUNDARIAS (ALTAS) CARRETERAS PRIMARIAS Y CALLES ARTESANALES (BAJO)	700 a 5000	5-18	DE 40 A 100	26	44
3	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS (MEDIO) SUPERCARRETERAS E INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (BAJO A MEDIO)	3000-12000 2 CARRILES 3000-50000	8-30	DE 500 A 5000	30	52
4	CALLES ARTESANALES, CARRETERAS PRIMARIAS, SUPER CARRETERAS (ALTAS) INTERESTATALES URBANAS Y RURALES (MEDIO ALTO)	3000-20000 2 CARRILES 3000-15000 4 CARRILES O MAS	8-30	DE 1500 A 8000	34	60

Fuente: Westergaard H. N. Computación of stresses in concrete roads. Pág. 48

2. Establecer el tipo de junta por utilizar, transversales serán construidas a cada 3.00 metros divididas a 1.50 metros y la junta longitudinal a cada 2.50 metros divididas a 1.25 metros, con el fin que no fallen por esfuerzos directos de cargas aplicadas, la pendiente de bombeo será de 3%.

3. Determinar con base al tipo de suelo, el soporte de las subrasante; un valor aproximado a través del porcentaje de CBR. (ver tabla VI). Con base en el tipo de suelo con que se cuenta en la subrasante, que es un SP-SM, se clasificó el suelo como arena de origen andesito, ligeramente limosa de color café. Determinamos un valor de k, según la figura 3, en la cual obtuvimos un k igual a 310 lbs/ pulg^3 utilizando un C.B.R de 26%.

Tabla V. Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de k.

TIPO DE SUELO	APOYO	RANGO DE VALORES DE K PSI
SUELOS DE GRANO FINO EN LOS CUALES PREDOMINAN LAS PARTÍCULAS DE LIMO Y ARCILLA	BAJO	75 -120
ÁRENAS Y MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON CANTIDADES MODERADAS DE LIMO Y ARCILLA	MEDIO	130 -170
ÁRENAS Y MEZCAS DE ARENA Y GRAVA RELATIVAMENTE LIBRES DE FINOS Y PLÁSTICOS	ALTO	180 – 220
SUB-BASES TRATADAS CON CEMENTO	MUY ALTO	250 - 400

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 49

Tabla VI. Valores de k para diseños sobre bases no tratadas

SUBRASANTE VALORES DE K PSI	SUB – BASE VALORES DE K PSI			
	4 Plg	6 Plg	9 Plg	12 Plg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: Westergaard H. N. Computación of streses in concrete roads. Pág. 14

4. Con base en el valor k de la subrasante determinar el espesor de la base. (según la tabla VII). Se determinó una base no tratada, con un valor k de subrasante igual al inmediato superior de 320 PSI y un espesor de 4 pulgadas (10.16 cms de material selecto). Se calcula el módulo de ruptura del concreto tomando un porcentaje de resistencia de compresión, el porcentaje es de 16.25% f'c; el f'c tiene un valor de 4000 PSI y el módulo de ruptura es de 650 PSI.

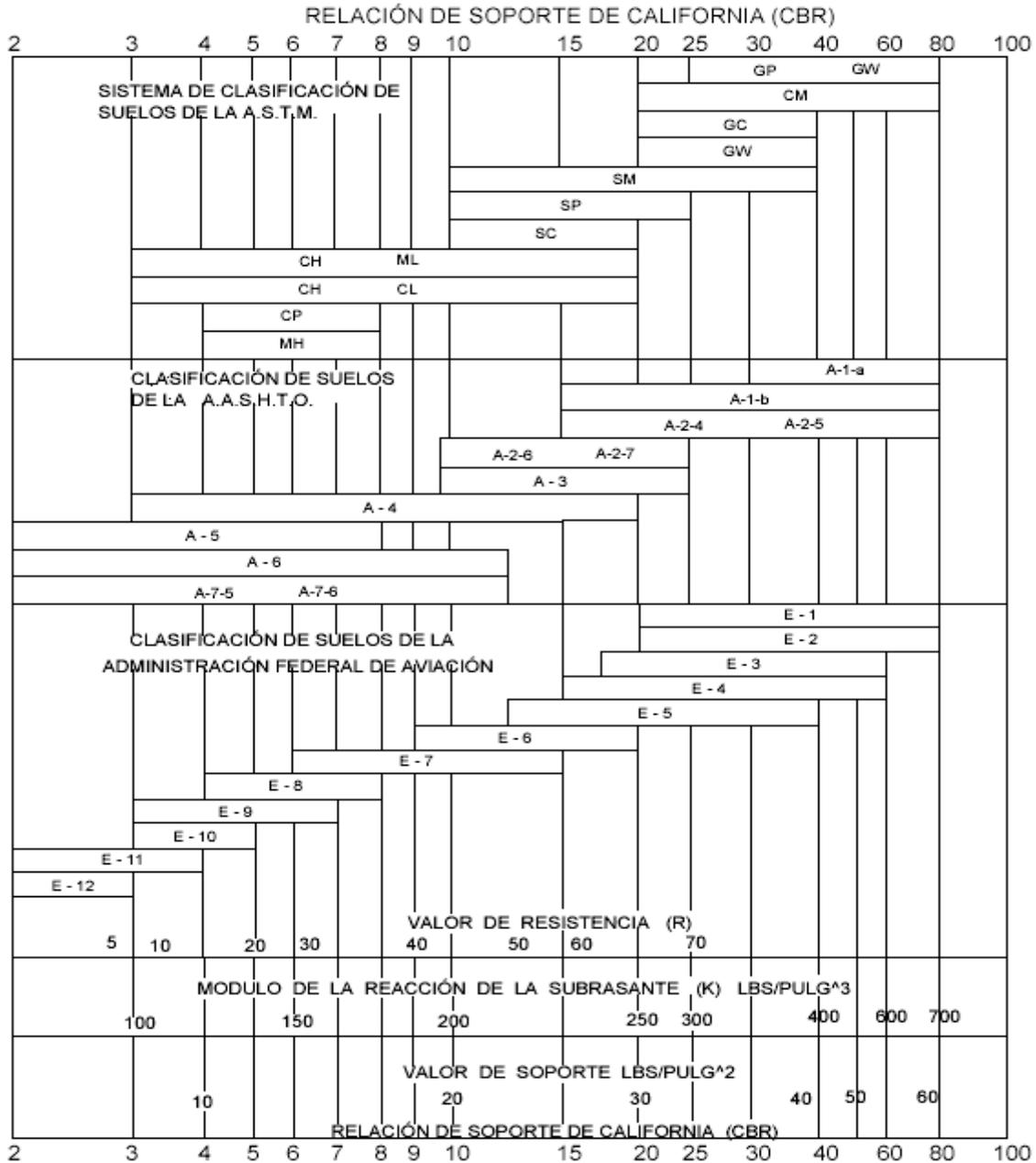
Tabla VII. TPDC permisible, carga por eje categoría 1 pavimentos con junta de trabe por agregados (no necesita dovela)

SIN HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO				CON HOMBROS DE CONCRETO O BORDILLO			
ESPESOR DE LOSA PLG	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE			ESPESOR DE LOSA PLG.	SOPORTE DE SUBRASANTE Y SUB-BASE		
	BAJO	MEDIO	ALTO		BAJO	MEDIO	ALTO
MR = 650 PSI							
4.5			0.1	4 4.5	2	0.2 8	0.9 25
5 5.5	0.1 3	0.8 15	3 45	5 5.5	30 320	130	330
6 6.5	40 330	160	430				
MR = 600 PSI							
5 5.5	0.5	0.1 3	0.4 9	4 4.5	0.2	1	0.1 5
6 6.5	8 76	36 300	98 760	5 5.5	6 73	27 290	75 730
7 7.5	520			6	610		
520 MR = 550 PSI							
5.5	0.1	0.3	1	4.5		0.2	0.6
6 6.5	1 13	6 60	18 160	5 5.5	0.8 13	4 57	13 150
7 7.5	110 620	400		6	130	480	

Fuente: Westergaard H. N. Computación of stresses in concrete roads. Pág. 51

5. Determinar el volumen de tránsito promedio diario de camiones o el promedio diario de vehículos. A su vez determinar el espesor de losa. El espesor de losa según la tabla anterior es de 5.5 pulgadas (14.0 cms) con un MR de 650 PSI, por facilidad de construcción se dejara de 15cms de espesor.

Figura 3. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y los valores de soporte



Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos. Pág. 5

Diseño de mezcla

Memoria de cálculo para el diseño de mezcla

Datos:

La resistencia del concreto será de $f'c = 4000 \text{ PSI} = 281 \text{ kg/cm}^2$

Se usará un agregado grueso de $\frac{3}{4}$ "

Peso unitario del concreto (PU) es de 2400 kg/m^3

- Encontrar el asentamiento en la siguiente tabla

Tabla VIII. Asentamientos según la estructura.

Tipo de estructura	Asentamiento (cm)
Para cimientos, muros reforzados, vigas, paredes reforzadas y columnas.	10
Pavimentos y losas	8
Concreto masivo	5

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 63.

Para pavimentos el asentamiento es de 8 centímetros, según la tabla anterior.

- Conociendo el asentamiento y el tamaño del agregado obtenemos en la siguiente tabla, la cantidad de agua requerida, que como vemos es de 200 lt/m^3

Tabla IX. Cantidad de agua según asentamiento y tamaño de agregado.

Asentamiento (cm)	Cantidad de agua en lt/m ³				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3 a 5	205	200	185	180	175
8 a 10	225	215	200	195	180
15 a 8	240	230	210	205	200

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 65.

Como, 1 Lt de agua=1 Kg de agua, podemos decir que necesitamos 200 kg/m³ de agua.

- Como sabemos la resistencia requerida, que es de $f'_c=281 \text{ kg/cm}^2$, buscamos en la tabla XIII la relación agua/cemento, que como vemos es de 0.48.

Tabla X. Relación A/C según la resistencia.

Resistencia Kg/cm ²	Relación A/C
281	0.48
210	0.50
176	0.54

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 66.

- Para determinar la cantidad de cemento a usar, relacionamos:

$$\frac{A}{C} = 0.48 \qquad \frac{200 \text{ kg/m}^3}{\text{Cantidad.de.cemento}} = 0.48$$

$$C = \frac{200}{0.48} = 416.67 \text{ kg/m}^3$$

- El peso de los agregados lo encontramos por medio de la siguiente fórmula:

Peso agregados = Peso total – (Peso agua + Peso cemento)

Peso agregados = 2400 – (200+416.67)

Peso agregados = 1783.33 kg/m³.

- Conociendo el tamaño de agregado grueso (3/4”), obtenemos en la tabla XIV el porcentaje de arena sobre el agregado grueso, que es del 44%.

Tabla XI. Porcentaje de arena sobre el agregado

Tamaño de agregado grueso	Porcentaje de arena sobre el total de agregado
3/8”	48
1/2”	46
3/4”	44
1”	42
1 1/2”	40

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 67.

Agregado total: 1783.33 kg/m³

Arena (0.44 * 1783.33) = 784.66 kg/m³

Piedrín (0.56 * 1783.33) = 998.66 kg/m³

Resumen:

Agua	200	kg/m ³
Cemento	416.67	kg/m ³
Arena	784.66	kg/m ³
Piedrín	998.66	kg/m ³

Proporciones:

$$\frac{C}{C} : \frac{Ar}{C} : \frac{P}{C} : \frac{A}{C}$$

$$\frac{416.67}{416.67} : \frac{784.66}{416.67} : \frac{998.66}{416.67} : \frac{200}{416.67}$$

Cemento : Arena : Piedrín : Agua

1 : 1.8 : 2.4 : 0.48

- Calculamos el volumen total tomando en cuenta un **10%** de desperdicio. El volumen de pavimento se determinó que es de 1645.473 según los planos adjuntos.

$$\text{Volumen total} = 1645.473 + 0.1(1645.473) = 1810.02 \text{ m}^3$$

- Calculamos la cantidad de material a emplear, dividiendo,

Peso Unitario del concreto o peso total (PU)

Sumatoria de la proporción

$$\frac{2400 \text{ kg}}{1 + 1.8 + 2.4 \text{ m}^3} = 461.54 \text{ kg}$$

Luego multiplicar cada material relación en peso * cantidad de material * volumen total de pavimento

$$\text{Cemento} = 1 * 461.54 \text{ kg} * 1810.02 \text{ m}^3 = 835,396.63 \text{ kg}$$

$$\text{Arena} = 1.8 * 461.54 \text{ kg} * 1810.02 \text{ m}^3 = 1,503,713.93 \text{ kg}$$

$$\text{Piedrín} = 2.4 * 461.54 \text{ kg} * 1810.02 \text{ m}^3 = 2,004,951.91 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 0.48 * 461.54 \text{ kg} * 1810.02 \text{ m}^3 = 400,990.38 \text{ kg}$$

- Podemos determinar las cantidades que debemos comprar, operando los resultados anteriores por las siguientes relaciones:

Tabla XII. Conversiones de materiales a medidas comerciales

1 saco de cemento	42.5 kg
1 m ³ arena	1400 kg
1 m ³ piedrín	1600 kg
1 lt de agua	1 kg

Fuente: Manual de cuantificación de materiales, Gustavo Adolfo Estrada, 1990, página 67.

De la tabla anterior deducimos que:

$$835,396.63 / 42.5 = 19656.39 \quad = 19657 \text{ sacos de cemento}$$

$$1,503,713.93 / 1400 = 1074.08 \quad = 1075 \text{ m}^3 \text{ de arena}$$

$$2,004,951.91 / 1600 = 1253.09 \quad = 1254 \text{ m}^3 \text{ de piedrín}$$

$$400,990.38 / 1 \quad = 400,990.38 \text{ lt de agua}$$

Planos y detalles.

Los planos, para su presentación, se dibujaron en hojas con formato A-1 y se redujeron a tamaño doble carta para su inclusión en el presente trabajo de graduación.

2.4.5 Presupuesto.

El presupuesto presentado se trabajó con base en los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal.

Presupuesto pavimento rígido Colonia Tierra Verde.

TRABAJOS PRELIMINARES					
REGLON: REPLANTEO TOPOGRAFICO					
UNIDAD DE MEDIDA:	###	m^2	0.58	Q	8,212.50
A MATERIALES					
Descripción	cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
Pintura de aceite rojo	7	Galón	Q 80.00	Q	560.00
Estacas de madera	60	Unidad	Q 4.50	Q	270.00
				Q	-
				Q	-
				Q	-
TOTAL DE MATERIALES				Q	830.00
B MANO DE OBRA					
Descripción	cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
Topógrafo	4	Día	Q 400.00	Q	1,600.00
Ayudantes	4	Día	Q 60.00	Q	240.00
				Q	-
				Q	-
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q	1,840.00
C HERRAMIENTA Y EQUIPO					
Descripción	cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
Teodolito + trípode (ALQUILER)	4	Día	Q 600.00	Q	2,400.00
Nivel + trípode (ALQUILER)	4	Día	Q 300.00	Q	1,200.00
Estadal de aluminio	4	Día	Q 75.00	Q	300.00
				Q	-
TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO				Q	3,900.00
SUB-TOTAL				Q	6,570.00
COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)				Q	6,570.00
COSTOS INDIRECTOS (25%)				Q	1,642.50
COSTO TOTAL DE REPLANTEO				Q	8,212.50
COSTO UNITARIO				Q	0.58

REGLON: BODEGA					
UNIDAD DE MEDIDA:	48.00	m ²	143.7213542	Q	6,898.63
A	MATERIALES				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Parales de madera 2" x 3" x 9 pies	2.5	Docena	Q 300.00	Q 750.00
	Lamina de zinc de 12 pies calibre 28	25	Unidades	Q 75.00	Q 1,875.00
	clavos de 3"	8	Lbs	Q 5.00	Q 40.00
	Bisagras	3	Unidades	Q 3.00	Q 9.00
	Candados	1	Unidades	Q 25.00	Q 25.00
	Alambre de amarre	7	Lbs	Q 5.00	Q 35.00
	Cadenas	1	Unidades	Q 15.00	Q 15.00
	Tabla de 1" x 12" x 9'	5	Docena	Q 410.00	Q 2,050.00
	TOTAL DE MATERIALES			Q	4,799.00
B	MANO DE OBRA				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Mano de obra calificada				
	Mano de obra no calificada	48	m ²	Q 5.00	Q 240.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA			Q	240.00
C	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Herramienta menor	10	%	Q 4,799.00	Q 479.90
	TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO			Q	479.90
D	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				
	SUB- TOTAL			Q	5,518.90
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)				Q 5,518.90
	COSTOS INDIRECTOS (25%)				Q 1,379.73
	COSTO TOTAL				Q 6,898.63
	COSTO UNITARIO				Q 143.72

REGLON: LIMPIEZA Y REMOCION DE BASURA					
UNIDAD DE MEDIDA:	14081.20	m^2	Q	1.68	Q 23,676.50
A	MATERIALES				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Escobones	9.00	Unidad	Q 45.00	405.00
	Machetes	5.00	Unidad	Q 50.00	250.00
	Azadones	6.00	Unidad	Q 75.00	450.00
	Palas	9.00	Unidad	Q 75.00	675.00
	Piochas	7.00	Unidad	Q 90.00	630.00
	Carretilla de mano	6.00	Unidad	Q 300.00	1800.00
	TOTAL DE MATERIALES				2430.00
B	MANO DE OBRA				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Mano de obra calificada				
	Mano de obra no calificada	14081.20	m^2	Q 1.00	14081.20
					0.00
					0.00
					0.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA				14081.20
C	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Herramienta menor	10.00	%	243.00	2430.00
	TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO				2430.00
D	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				
	SUB- TOTAL				Q 18,941.20
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)				Q 18,941.20
	COSTOS INDIRECTOS (25%)				Q 4,735.30
	COSTO TOTAL				Q 23,676.50
	COSTO UNITARIO				Q 1.68

RENGLON: TRAZO Y ESTAQUEADO							
UNIDAD DE MEDIDA:	2011.60	ML	Q	14.35	Q	28,872.38	
A	MATERIALES						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Hilo plastico	5.00	Rollo	Q 25.00	Q	125.00	
	Cal hidratada	10.00	Bolsa	Q 22.00	Q	220.00	
	Cinta metrica de 50 metros	3.00	Unidad	Q 80.00	Q	240.00	
	metro de mano de 5 metros	3.00	Unidad	Q 30.00	Q	90.00	
	Reglas de 2" x 3" x 9"	10.00	Docena	Q 300.00	Q	3,000.00	
	Clavo de 3"	20.00	Lbs	Q 5.00	Q	100.00	
	Almagana de 4 lbs.	2.00	Unidad	Q 80.00	Q	160.00	
	Nivel de mano	5.00	Unidad	Q 45.00	Q	225.00	
	Alambre de amarre	45.00	Lbs	Q 5.00	Q	225.00	
				TOTAL DE MATERIALES	Q	4,385.00	
B	MANO DE OBRA						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Mano de obra calificada	2011.60	ML	6.50		13075.40	
	Mano de obra no calificada	2011.60	ML	2.50		5029.00	
				TOTAL DE MANO DE OBRA		18104.40	
C	HERRAMIENTA Y EQUIPO						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Herramienta menor	10.00	%	4385.00		438.50	
				TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO		438.50	
D	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Viajes	1	viajes	Q 170.00	Q	170.00	
				TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE	Q	170.00	
				SUB- TOTAL	Q	23,097.90	
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)					Q	23,097.90
	COSTOS INDIRECTOS (25%)					Q	5,774.48
	COSTO TOTAL					Q	28,872.38
	COSTO UNITARIO					Q	14.35

RENGLON: CONFORMACION DEL TERRENO							
UNIDAD DE MEDIDA:	14081.20	m ²	Q	15.95	Q	224,654.68	
A	MATERIALES						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Azodones	2.00	Unidad	Q 75.00	Q	150.00	
	Palas	1.00	Unidad	Q 75.00	Q	75.00	
	Carretas	2.00	Unidad	Q 300.00	Q	600.00	
				TOTAL DE MATERIALES	Q	825.00	
B	MANO DE OBRA						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Mano de obra calificada						
	Mano de obra no calificada	14081.20	m ²	0.20		2816.24	
				TOTAL DE MANO DE OBRA		2816.24	
C	HERRAMIENTA Y EQUIPO						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Herramienta menor	10.00	%	825.00		82.50	
	Vibrocompactadora de 10 ton.	440.00	hora	400.00		176000.00	
				TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO		176082.50	
D	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
				TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE	Q	-	
				SUB- TOTAL	Q	179,723.74	
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)					Q	179,723.74
	COSTOS INDIRECTOS (25%)					Q	44,930.94
	COSTO TOTAL					Q	224,654.68
	COSTO UNITARIO					Q	15.95

UNIDAD DE MEDIDA:		14081.20	m^2	Q	28.36	Q	399,364.78
A	MATERIALES						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Azadones	3.00	Unidad	Q	75.00	Q	225.00
	Palas	3.00	Unidad	Q	75.00	Q	225.00
	Carreta de mano	2.00	Unidad	Q	300.00	Q	600.00
	Materiale selecto	1408.12	m^3	Q	60.00	Q	84,487.20
	TOTAL DE MATERIALES					Q	85,537.20
B	MANO DE OBRA						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Mano de obra calificada	14,081.20	m^2	0.50		7040.60	
	Mano de obra no calificada	14,081.20	m^2	0.25		3520.30	
	TOTAL DE MANO DE OBRA					10560.90	
C	HERRAMIENTA Y EQUIPO						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Herramienta menor	10.00	%	85537.20		8553.72	
	Vibrocompactadora de 10 ton.	430.00	hora	400.00		172000.00	
	TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO					180553.72	
D	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario		Total	
	Transporte de material selecto	252	viaje	Q	170.00	Q	42,840.00
	TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE					Q	42,840.00
	SUB- TOTAL					Q	319,491.82
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)					Q	319,491.82
	COSTOS INDIRECTOS (25%)					Q	79,872.96
	COSTO TOTAL					Q	399,364.78
	COSTO UNITARIO					Q	28.36

REGLON:		CAPA DE RODADURA				
UNIDAD DE MEDIDA:	1508.70	m ³	Q	1,962.49	Q	2,960,812.63
A	MATERIALES					
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
	Cemento portland 4000 PSI	18022.00	Saco	Q 53.00	Q	955,166.00
	Arena de río	985.00	m ³	Q 220.00	Q	216,700.00
	Piedrín	1149.00	m ³	Q 230.00	Q	264,270.00
	Tabla de 1" x 12" x 9'	110.00	Docena	Q 410.00	Q	45,100.00
	reglas de de 2" x 3" x 9'	30.00	Docena	Q 300.00	Q	9,000.00
	Alambre de amarre	100.00	Lbs	Q 5.00	Q	500.00
	Ciavo de 3"	75.00	Lbs	Q 5.00	Q	375.00
	TOTAL DE MATERIALES				Q	1,491,111.00
B	MANO DE OBRA					
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
	Mano de obra calificada	1,508.70	m ³	400.00	603480.00	
	Mano de obra no calificada	1,508.70	m ³	40.00	60348.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA				663828.00	
C	HERRAMIENTA Y EQUIPO					
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
	Herramienta menor	10.00	%	1491111.00	149111.10	
	TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO				149111.10	
D	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE					
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
	Viajes	380	viaje	Q 170.00	Q	64,600.00
	TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				Q	64,600.00
	SUB- TOTAL				Q	2,368,650.10
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)				Q	2,368,650.10
	COSTOS INDIRECTOS (25%)				Q	592,162.53
	COSTO TOTAL				Q	2,960,812.63
	COSTO UNITARIO				Q	1,962.49

REGLON: Base de banqueta y bordillos							
UNIDAD DE MEDIDA:		4023.20	m ²	Q	15.34	Q	61,712.56
A	MATERIALES						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total		
	Material Selecto	402.32	m ³	Q 60.00	Q	24,139.20	
	TOTAL DE MATERIALES				Q	24,139.20	
	MANO DE OBRA						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total		
	Mano de obra calificada	4115.90	m ²	0.50	2057.95		
	Mano de obra no calificada	4115.90	m ²	0.25	1028.98		
	TOTAL DE MANO DE OBRA				3086.93		
	HERRAMIENTA Y EQUIPO						
B	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total		
	Herramienta menor	10.00	%	24139.20	2413.92		
	Vibrocompactadora de 10 ton	20.00	hora	400.00	8000.00		
	TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO				10413.92		
	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE						
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total		
C	Viajes	69	viaje	Q 170.00	Q	11,730.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				Q	11,730.00	
	SUB- TOTAL				Q	49,370.05	
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)				Q	49,370.05	
D	COSTOS INDIRECTOS (25%)				Q	12,342.51	
	COSTO TOTAL				Q	61,712.56	
	COSTO UNITARIO				Q	15.34	

REGLON:		Bordillos laterales			
UNIDAD DE MEDIDA:	4023.20	ML	Q	94.48	Q 380,117.00
A	MATERIALES				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Cemento portland 4000 PSI		Saco		Q -
	Arena de río		m ³		Q -
	Bordillo prefabricado residencial	4024.00	Unidad	Q 39.00	Q 156,936.00
	TOTAL DE MATERIALES				Q 156,936.00
B	MANO DE OBRA				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Mano de obra calificada				
	Mano de obra no calificada	4,023.20	MI	20.00	80464.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA				80464.00
C	HERRAMIENTA Y EQUIPO				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Herramienta menor	10.00	%	156936.00	15693.60
	TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO				15693.60
D	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total
	Viajes	300	viaje	Q 170.00	Q 51,000.00
	TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				Q 51,000.00
	SUB-TOTAL				Q 304,093.60
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)				Q 304,093.60
	COSTOS INDIRECTOS (25%)				Q 76,023.40
	COSTO TOTAL				Q 380,117.00
	COSTO UNITARIO				Q 94.48

REGLON:		Adoquín Colonial				
UNIDAD DE MEDIDA:	4023.20	m ²	Q	173.49	Q	697,971.00
A	MATERIALES					
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
	Adoquín colonial	4023.20	m ²	Q 90.00	Q	362,088.00
	TOTAL DE MATERIALES				Q	362,088.00
	MANO DE OBRA					
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
	Mano de obra calificada	4023.20	m ²	20.00	80464.00	
	Mano de obra no calificada	4023.20	m ²	5.00	20116.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA				100580.00	
	HERRAMIENTA Y EQUIPO					
B	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
	Herramienta menor	10.00	%	362088.00	36208.80	
	TOTAL DE HERRAMIENTA Y EQUIPO				36208.80	
	TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE					
	Descripción	Cantidad	Medida	Costo Unitario	Total	
C	Viajes	350	viaje	Q 170.00	Q	59,500.00
	TOTAL DE TRANSPORTE Y COMBUSTIBLE				Q	59,500.00
	SUB-TOTAL				Q	558,376.80
	COSTO DIRECTO (MATERIALES + MANO DE OBRA + HERRAMIENTA Y EQUIPO)				Q	558,376.80
	COSTOS INDIRECTOS (25%)				Q	139,594.20
	COSTO TOTAL				Q	697,971.00
	COSTO UNITARIO				Q	173.49

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE S IQUINALÁ, ES CUINTLA
PRES UPUES TO INTEGRADO
PAVIMENTO COLONIA TIERRA VERDE, S IQUINALÁ, ESCUINTLA
AGOSTO 2008

	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	14081.20	m ²	0.58	Q8212.50
2	BODEGA	48.00	m ²	143.72	Q6.896.63
3	LIMPIEZA Y REMOCIÓN DE BASURA	14081.20	m ²	1.68	Q23.676.50
4	TRAZO Y ESTAJEADO	2011.60	M.	14.35	Q28872.38
5	CONFORMACIÓN DEL TERRENO	14081.20	m ²	15.95	Q224.654.68
6	BASE DE MATERIAL SELECTO	14081.20	m ²	28.36	Q999.364.78
7	CAPA DE RODADURA	1508.70	m ³	1962.49	Q2,960,812.63
8	BASE DE BANQUETA Y BORDILLOS	4023.20	m ²	15.34	Q61712.56
9	BORDILLO LATERALES	4023.20	ML	94.48	Q380,117.00
10	ADOQUÍN COLONIAL	4023.20	m ²	173.49	Q697,971.00

EL COSTO TOTAL DEL PROYECTO ASCIENDE A:	Q4,792,292.63
--	----------------------

2.4.6 Cronograma de ejecución

Figura 4. Cronograma de ejecución del pavimento rígido

No	ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5
1	Construcción de bodega y guardianía	■				
2	Levantamiento topográfico	■				
3	Trazo y nivelación	■				
4	Movimiento de tierra	■	■	■		
5	Conformación de la subrasante		■	■	■	
6	Nivelación de la subrasante		■	■	■	
7	Conformación de la sub-base		■	■	■	
8	Fundición de la losa			■	■	■
9	Limpieza general					■

2.5 Diseño de la línea de conducción y distribución de agua potable para la comunidad de “San Francisco El Campamento”, Siquinalá, Escuintla.

2.5.1 Descripción del proyecto.

Igual que el proyecto anterior surge a raíz de las principales necesidades que requiere la comunidad, la población de esta aldea está careciendo del vital líquido, considerando que es de suma importancia para la subsistencia humana, es necesario ejecutar este proyecto ya que la población carece de un sistema de abastecimiento de agua potable y debe llegar hasta la fuente de abastecimiento.

El proyecto consiste en diseñar la línea de distribución para la aldea San Francisco El Campamento, cuenta con 1,014.80 metros lineales, con un sistema de conducción y distribución de agua potable, beneficiando a 30 viviendas.

2.5.2 Localización de fuentes de abastecimiento.

Acorde a los recursos hídricos de la zona, la comunidad San Francisco el Campamento cuenta con un pozo subterráneo para abastecerlos del servicio del agua potable. Por lo que en este proyecto se tomara el nombrado Pozo No. 1, un sistema de conducción por bombeo y distribución.

2.5.3 Aforo de las fuentes.

El aforo consiste en medir la cantidad de agua que produce la fuente en el período más seco del año y que pueda surtir a la población actual y de diseño. Dentro de los métodos utilizados para aforar están:

a) Método directo: se basa en la fórmula de Chezy ($V = CRI$). Solo sirve cuando se conocen las condiciones geométricas de la vertiente.

b) Método volumétrico: consiste en determinar el tiempo en que se llena un recipiente de volumen conocido, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal} = \text{volumen} / \text{tiempo}$$

a) Método por vertederos: los vertederos son elementos que se construyen para obstaculizar una corriente que, dependiendo del tipo de caudal puede variar su forma. El concepto de velocidad se basa en la caída libre

La fórmula general utilizada para calcular el caudal es la siguiente:

$$Q = MA\sqrt{2gh}$$

Donde:

Q = caudal

M = coeficiente de contracción

A = área de la abertura del vertedero

g = aceleración de la gravedad

h = altura del vertedero

d) Método de flotadores: este método consiste en colocar flotadores en una sección de la corriente que se va a aforar, tomando el tiempo que cruza una longitud preestablecida, con lo que se obtiene la velocidad con que fluye el agua. Para determinar el área es necesario medir la sección en que se colocarán los flotadores. Este método tiene como limitantes que se debe contar con una corriente de poca turbulencia, un sector rectilíneo y que la sección no varíe demasiado.

e) Método químico: este método consiste en verter colorantes químicos no nocivos sobre la corriente para medir el tiempo en que cruza una longitud establecida. Es utilizable en lugares donde no se puede utilizar el molinete. Por lo general, se utilizan materiales que no se combinen con los materiales de la corriente.

Se puede utilizar para medir la velocidad media de un tramo, midiendo el tiempo desde que se inyecta hasta que llega a un punto localizado aguas abajo. En el método de dilución una concentración (c_t) se inyecta en la corriente (q_t) en un punto localizado aguas abajo. Se toman muestras puntuales y después de que se ha llegado a una concentración de equilibrio (c_e), el caudal estará dado por:

$$q = (c_t/c_e - 1)(q_t)$$

Es esencial una mezcla completa en el flujo y una determinación exacta de las concentraciones inicial y final.

f) Método del molinete: consiste en colocar dispositivos eléctricos que flotan anclados sobre una corriente y que cuentan las revoluciones de un molinete ubicado a una profundidad preestablecida. Considerando el tiempo con que fueron contabilizados los datos, se obtiene la velocidad según el área en que se encuentre.

Para el presente caso, se utilizó el método volumétrico, dando como resultado un aforo de 9.39 lt./ seg.

2.5.4 Ensayos de calidad de agua.

2.5.4.1 Análisis físico-químico sanitario.

- **Análisis físico**

Es el que se efectúa para determinar las características físicas del agua y que puedan ser percibidas por los sentidos, causando la aceptación o rechazo por parte del consumidor. Éstas son el aspecto, el color, la turbiedad, el olor, el sabor, la temperatura y la conductividad eléctrica.

Tabla XIII. Norma COGUANOR NGO-29001

Características	LMA	LMP
Color	5.0u	50.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Ph (3)	7.0 – 8.5	6.5 – 9.2
Residuos totales	500.00 mg/L	1,5000.0 mg/L
Temperatura	18.0° - 30.0°	No mayor de 34.0°C
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 Uth o Utj	25.0 Uth o Utj (2)

Fuente: NORMAS PARA EXÁMENES BACTERIOLÓGICO Y FÍSICO - QUÍMICO SANITARIO, norma COGUANOR 29001. Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala.

(1) Unidad de color en la escala de platino-cobalto

(2) Unidad de turbiedad, sea en unidades Jackson (u.t.j.)

(3) Potencial de hidrógeno en unidades de ph 24712176

LMA = Límites máximos aceptables LMP = Límites máximos permisibles

- **Análisis químico**

Este análisis determina la cantidad de compuestos químicos presentes en el agua. Cuando el agua será utilizada para el consumo humano, debe incluir en su análisis un estudio de dureza y de potencial de hidrógeno (pH), el cual es un parámetro que expresa la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución; así como hierro, magnesio, amoníaco, fluoruros, nitratos, sulfatos y total de sólidos en suspensión.

Tabla XIV. Límites en la cantidad de compuestos

SUBSTANCIAS	LMA	LMP
Detergentes aniónicos	0.02 mg/L	1.000 mg/L
Aluminio (Al)	0.050 mg/L	0.100 mg/L
Bario(Ba)	-----	1.000 mg/L
Boro(B)	-----	1.000 mg/L
Calcio(Ca)	75.000 mg/L	200.000 mg/L
Cinc(Zn)	5.000 mg/L	15.000 mg/L
Cloruros(Cl)	200.000 mg/L	600.000 mg/L
Cobre(Cu)	0.050 mg/L	1.500 mg/L
Dureza Total (CaCO ₃)	100.000 mg/L	500.000 mg/L
Fluoruros (F)	-----	1.700 mg/L
Hierro total (Fe)	0.100 mg/L	1.000 mg/L
Magnesio (Mg)	50.000 mg/L	150.000 mg/L
Manganeso (Mn)	0.050 mg/L	0.500 mg/L
Niquel (Ni)	0.010 mg/L	0.020 mg/L
Substancias fenolicas	0.001 mg/L	0.002 mg/L
Sulfatos (SO ₄)	200.000 mg/L	400.000 mg/L

Fuente: NORMAS PARA EXÁMENES BACTERIOLÓGICO Y FÍSICO - QUÍMICO SANITARIO. Norma COGUANOR 29001. Comisión Guatemalteca de Normas, Guatemala

2.5.4.2 Análisis bacteriológico.

Es fundamental para determinar las condiciones bacteriológicas del agua desde el punto de vista sanitario. Los gérmenes patógenos de origen entérico y parásito-intestinal son los que pueden transmitir enfermedades. Por lo tanto, el agua debe estar exenta de ellos.

2.5.5 Criterios de diseño.

2.5.5.1 Período de diseño.

Es el tiempo durante el cual la obra prestará un servicio satisfactorio a la población. El período de diseño se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra. Depende de la población a servir, es decir, que se estima con base al incremento de la población, tomando en cuenta la vida útil de las instalaciones y del equipo, la cantidad de mano de obra y la capacidad de administración, operación y mantenimiento del sistema.

Es reducido para poblaciones pequeñas, mientras que se incrementa en poblaciones grandes.

No tiene el mismo significado que vida útil de las instalaciones y equipo, ya que son períodos distintos. Por ejemplo: un sistema de abastecimiento de agua potable puede haber concluido el período para el cual fue diseñado, sin embargo, los materiales que constituyen dicho sistema pueden ser utilizados nuevamente, es decir, que no ha terminado su vida útil.

Con base a lo expuesto anteriormente, el período de diseño para la línea de distribución de agua potable de la aldea San Francisco El Campamento será de 20 años.

2.5.5.2 Tasa de crecimiento poblacional.

- **Método geométrico**

Es un método que se usa para encontrar el crecimiento de la población, en donde dy/dt es proporcional al tamaño de la población.

Incremento geométrico:

$$Pf = Po (1+i)^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Po = Población actual

i = Tasa de crecimiento

n = Período de diseño

- **Método aritmético**

Es un método que se usa para la predicción de población, en el cual se toma como base que, el aumento de la población (dy) en el intervalo de tiempo (dt) es invariable e independiente del tamaño de la población, es decir, (dy/dt) es constante.

$$Pf = Po + \frac{(P1 - Po) * (Tf - To)}{(T1 - To)}$$

donde:

Po= Población inicial

Pf= Población final

P1= Población 1

To= Tiempo inicial

Tf= Tiempo final

T1= Tiempo 1

2.5.5.3 Estimación de la población de diseño.

El número de habitantes de cualquier comunidad varía con el tiempo. Por lo general, se incrementa en la mayoría de las poblaciones con el transcurso del tiempo.

Para determinar la población de diseño, es decir, la población a servir al final del período, se deben considerar factores de crecimiento poblacional, tales como: servicios existentes, facilidad de saneamiento, actividad productiva, comunicación, tasa de natalidad y mortandad, inmigración y emigración.

Para estimar la población de diseño, se utilizó el método geométrico, que involucra de forma directa la población actual y la tasa del crecimiento del lugar.

En este caso se recurre para la estimación de la población al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda. En estudios recientes se llegó a determinar que el número de habitantes por vivienda para el área rural variaba entre 6.5 y 6.9. De acuerdo a condiciones propias de cada localidad, el número de habitantes por vivienda puede tomarse de 6 ó 7.

Para determinar la población a servir para el final del período de diseño bastaría multiplicar el número total de casas estimado para entonces, por el número adoptado de habitantes por vivienda.

En función de lo anterior, se tomó el número de habitantes por vivienda equivalente a 6.

Número de viviendas = 30

Po = (Número de viviendas x número promedio habitantes por vivienda)

Po = (30 x 6) = 180 habitantes

La tasa de crecimiento (i) para la comunidad San Francisco El Campamento, municipio Siquinalá, departamento Escuintla es de 3.00% según el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Con n = 20 años

Pf = Po (1 + i)ⁿ

Pf = 180 hab. (1 + 0.03)²⁰ ≈ 325 habitantes

2.5.5.4 Dotación.

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (lts/hab/día).

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, el clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Los estudios de demanda llevados a cabo para poblaciones de características semejantes pueden servir de base para fijar la dotación de una población como también criterios establecidos en la Guía para el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable a Zonas Rurales INFOM/UNEPAR, Guatemala junio 1,997.

Tabla XV. Dotaciones rurales.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	DOTACIÓN (Lt/hab./día)
Llena cántaros	30 - 60
Llena cántaros y conexiones prediales	60 - 90
Conexiones prediales	60 - 120
Conexión intradomociliar	90 - 170
Pozo excavado	15 mínimo

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

En función de lo anterior se establece que la dotación para la aldea San Francisco El Campamento será de 70 lts/hab/día.

2.5.6 Determinación de caudales.

2.5.6.1 Caudal medio diario.

Es conocido también como caudal medio y 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, pero cuando no se cuenta con registros

de consumos diarios se puede calcular en función de la población futura y a la dotación asignada en un día. Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_m = \frac{(\text{población futura}) * (\text{dotación})}{86400 \text{ segundos}}$$

$$Q_m = \frac{325 \text{ hab} * 70 \text{ /hab/día}}{86400 \text{ seg}} = 0.2633 \text{ lts/seg.}$$

2.5.6.2 Caudal máximo diario.

El caudal máximo diario o consumo máximo diario es conocido también como caudal de conducción, ya que es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción y es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año, el cual no incluye gastos causados por incendios. Cuando no se cuenta con información de consumo diario, este se puede calcular multiplicando el factor de día máximo (FDM) por el caudal medio diario.

$$Q_c = Q_m * \text{FDM}$$

En acueductos rurales el FDM puede variar de 1.2 a 1.5, en el área rural. Para el proyecto de la aldea San Francisco El Campamento se utilizó un factor de día máximo de 1.5, debido a que su población es menor de 1000 habitantes; esto lo recomienda UNEPAR.

$$Q_c = 0.2633 \text{ lts/seg} * 1.50 = 0.39495 \text{ lts/seg}$$

2.5.6.3 Caudal máximo horario.

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la línea de distribución y 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 registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima (FHM).

$$Q_d = Q_m * FHM$$

El FHM puede variar de 2.0 a 3.0 en el área rural. Para el proyecto de la aldea San Francisco El Campamento se utilizó un factor de día máximo de 2.0, debido a que su población es menor de 1000 habitantes según la UNEPAR.

$$Q_d = 0.2633 \text{ lts/seg} * 2.00 = 0.5266 \text{ lts/seg}$$

2.5.6.4 Caudal por bombeo.

El caudal de bombeo se utiliza para determinar la potencia de la bomba. Se define como el caudal máximo que se puede bombear al tanque de distribución durante las horas de funcionamiento.

$$Q_b = (Q_{D\max}) (24) / \text{hrs. Bombeo}$$

Donde:

$Q_{D\max}$. = Caudal día máximo

Q_b . = Caudal de bombeo

Hrs de bombeo = horas que funciona la bomba

$$Q_b = (0.39495)(24 / 8)$$

$$Q_b = 1.18485 \text{ L/seg.}$$

$$\text{Potencia de la bomba} = \frac{(CDT)(Q_b)}{(76)(\text{eficiencia})}$$

Donde:

CDT: Carga dinamica total

Q_b : Caudal de bombeo

Eficiencia: eficiencia de la bomba

$$\text{Potencia de la bomba} = \frac{(31.1694)(1.18485)}{(76)(0.7)} = 0.69 = 1 \text{ HP}$$

2.5.7 Parámetros de diseño.

NÚMERO DE VIVIENDAS	→	30 VIVIENDAS
HABITANTES / VIVIENDA	→	6 HABITANTES
POBLACIÓN ACTUAL	→	180 HABITANTES
TASA DE CRECIMIENTO	→	3.00 % ANUAL
PERÍODO DE DISEÑO	→	20 AÑOS
POBLACIÓN FUTURA	→	325 HABITANTES
DOTACIÓN	→	70 Lts/hab/dia.
AFORO	→	9.39 L/seg.
CAUDAL MEDIO DIARIO	→	0.0.39495 L/seg.
CAUDAL POR BOMBEO	→	1.18485 L/seg.
CAUDAL DE DISTRIBUCIÓN	→	0.5266 L/seg.
FACTOR DIA MÁXIMO	→	1.5
FACTOR HORA MÁXIMO	→	2.00
TANQUE DE ALMACENAMIENTO	→	27.00 M3 (ver pagina)
SISTEMA POR	→	BOMBEO, GRAVEDAD
TIPO DE PROYECTO	→	LLENA CANTAROS
CÁLCULO DE TUBERÍA	→	HAZEN & WILLIAMS

2.5.8 Diseño de los componentes del sistema.

2.5.8.1 Caja de captación.

Es toda estructura de captación, que se construye con fines de coleccionar el agua de las fuentes. El fin básico, es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año, la captación de la cantidad de agua necesaria para el suministro de la población.

El tipo de obra a emplear, será en función de las características de la fuente, de la cantidad físico-química y bacteriológica del agua. Dependiendo del tipo de fuente disponible o seleccionada.

En este caso se tiene previsto la construcción de una caja de captación colocada contiguo al pozo núm. 1.

2.5.8.2 Línea de impulsión.

Es un conjunto de tuberías forzadas o a presión, que viene desde las obras de captación al tanque de almacenamiento. De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, las conducciones pueden ser por bombeo o por gravedad.

El diseño de una línea de conducción deberá tener en cuenta lo siguiente:

- a) La capacidad deberá ser suficiente para transportar el caudal máximo diario de diseño.
- b) La selección de la clase y diámetro de la tubería a emplear, deberá ajustarse a la máxima economía.

- c) La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para la tubería, a su protección y mantenimiento.

2.5.8.3 Línea de distribución.

El objetivo principal por el cual se diseñó la línea de distribución, fue de abastecer a todos los sectores de la población, desde los tanques de distribución. Para este diseño se utilizó la fórmula de Hazen-Williams para ramales abiertos, por su facilidad relativa a otros métodos y fórmulas; fueron utilizados criterios referentes a instituciones como la UNEPAR.

2.5.8.4 Tanque de almacenamiento.

En todo sistema, debe diseñarse un tanque como mínimo, con las siguientes características:

- Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
- Almacenar agua en horas de poco consumo como reservas.
- Regular presiones en la red de distribución.
- Que el agua almacenada se renueve cada 24 horas.

El volumen de capacidad para este tanque se calcula así:

$$V = \frac{Q_{cond} * 86400}{1000} * F_c$$

$$V = \frac{(1.18485)(86400)}{1000} * 0.25 = 25.60 \approx 26m^3$$

Y sus dimensiones interiores para cumplir con la capacidad serán:

$$V = L * A * H$$

$$V = 3 * 3 * 3 = 27 m^3$$

Donde:

0.25 = es el porcentaje de almacenamiento destinado a garantizar la renovación de agua depositada en 24 horas y las demandas máximas por no contar con un estudio de demandas.

V = volumen del tanque (m³).

L = largo del tanque (m).

A = ancho del tanque (m).

2.5.8.5 Obras de arte

Las obras de arte son accesorios muy importantes en una línea de conducción y distribución de agua potable ya que por medio de estas podemos interrumpir el paso de un fluido o podemos liberar el aire que se queda atrapado en los puntos altos de la tubería, también en los puntos bajos los sólidos que lleva el flujo se sedimentan creando taponamiento en las tuberías.

2.5.8.6 Válvulas

Válvulas liberadoras de aire:

Son válvulas cuya función es permitir el escape del aire, que se acumula en las tuberías. Si en un sistema no se permite la liberación del aire acumulado, creará una obstrucción al libre flujo del caudal.

Válvulas de limpieza:

Sirven para extraer los sedimentos, que se pudieran depositar en las partes bajas de la tubería. Estos sedimentos pueden representar un factor de importancia en el funcionamiento eficiente del sistema, ya que estos sedimentos obstruyen con el correr del tiempo de forma permanente, por lo que la apertura de éstas válvulas debe ser periódica.

Válvulas de compuerta:

Salvo indicación otro tipo en los planos o en bases especiales. Las válvulas de compuerta hasta 4" serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y para una presión de 250 lb/pulg², excepto que se indique otra presión en los planos. Las válvulas de compuerta para tubería mayor a 4" serán de cuerpo de hierro fundido y montura de bronce. Para unirse a la tubería, se deberá hacer por medio de bridas planas roscadas aseguradas con pernos o con los extremos roscados.

2.5.9 Desinfección del agua.

Se puede decir que la desinfección del agua es el método que permite la destrucción de los agentes capaces de producir infección, mediante la aplicación directa de medios químicos o físicos.

La cloración es el método más común para la desinfección del agua en sistemas de abastecimiento público. El cloro y sus compuestos son activos desinfectantes para la destrucción de la flora bacteriana que se encuentra en el agua, y en especial las de origen entérico. Ya que la cloración es de fácil aplicación de bajo costo, de efecto inocuo para el hombre en las dosis utilizadas en la desinfección del agua, de fácil mantenimiento en la red de distribución y por su efectiva acción, hacen que éste sea el sistema de mayor uso en los sistemas de abastecimiento de agua potable rurales.

El cloro es utilizado como gas o compuesto clorado. El compuesto clorado de mayor uso es el hipoclorito de calcio. La aplicación de cloro se hace mediante equipos especiales. Dentro de los equipos más utilizados en nuestro medio esta el Hipoclorador, utilizado en este proyecto.

Hipoclorador hidráulico

Este método de cloración es recomendado por diferentes instituciones encargadas de estudiar el abastecimiento de agua a las diferentes comunidades. Por su fácil manejo y gran efectividad, se recomienda a las pequeñas y medianas comunidades. Requiere de una persona para realizar el procedimiento inicial; luego, automáticamente clora toda el agua del tanque de distribución.

Es un hipoclorador que funciona por gravedad, basado en el principio de carga hidráulica constante. Se compone de un flotador plástico, que soporta un elemento de toma para la captación de la solución; y de un dispositivo de control de la solución que va unido a una manguera flexible, que es por donde se suministra la solución al agua que ingresa de las tuberías de la línea de conducción a los tanques de distribución.

Esta tubería o manguera será de 2 ½ pulgadas y estará colocada exactamente sobre la tubería de ingreso de agua para que ingrese conjuntamente la solución clorada, de tal manera que la mezcla sea lo más homogénea posible (agua y cloro).

El sistema de captación de la solución va colocado en el interior de un recipiente inmune al cloro, cuyo objetivo es almacenar la solución.

Se usará un solo hipoclorador que dosifique una solución de hipoclorito de calcio al 65%, diluido en agua en pequeñas dosis, directamente al caudal de entrada del tanque de almacenamiento.

Dosis de cloro necesaria

La solución para aplicar en la entrada del tanque, el flujo de cloro (fc) en gramos/hora, se calcula con la siguiente fórmula:

$$F_c = Q * D_c * 0.06$$

Donde:

Fc= Flujo de cloro en gr/hr

Q = caudal de agua conducida en Litro/minuto

Dc = demanda de cloro en mg/lit (mínimo 2 gramos por cada m³ ó 2 mg/lit)

$$F_c = 70.80 \text{ lts/min} * 2 \text{ mg/lit} * 0.06$$

$$F_c = 8.496 \text{ gr/h}$$

Para cumplir con la demanda de cloro que se necesita cubrir en un mes de trabajo ininterrumpido se necesitaran $8.496 * 24 * 30 = 6,117.12$ gramos de solución de cloro.

Tomando en cuenta que una tableta de cloro contiene 300 gramos, tenemos: $(6,117.12 \text{ gr/mes}) * (1 \text{ tableta}/300\text{gr}) = 20.39 \approx 21$ tabletas

De acuerdo a lo anterior se usarán 21 tabletas de hipoclorito de calcio al mes.

2.5.10 Planos y detalles.

Los planos son el resultado gráfico del diseño hidráulico. Para su presentación se dibujaron en hojas con formato A-1 y se redujeron a tamaño doble carta para su inclusión en la presente trabajo de graduación.

2.5.11 Presupuesto.

El presupuesto presentado se trabajo con base en los precios unitarios, la mano de obra calculada se basó en los datos proporcionados por la municipalidad, mientras que los materiales fueron cotizados en ventas de materiales de construcción de la cabecera municipal.

DISEÑO HIDRÁULICO, LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO

TRAMO E.	LONG. (m)	θ (in)	Num. TUBOS	Q (L/S)	V (m/s)	Hf (m)	COTA TERRENO INICIAL	COTA TERRENO FINAL	CDT (m)	CALIDAD TUBERIA	POTENCIA BOMBA
9	0	129	2,00	22	1.185	0.486	125.516	160.000	31.1694	PVC 160 PSI	1 HP

DISEÑO HIDRÁULICO, LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

TRAMO E.	LONG. (m)	θ (in)	Num. TUBOS	Q (l/s)	V (m/s)	Hf (m)	COTA PIEZOMETRICA INICIAL	COTA TERRENO FINAL	CARGA DINAMICA	CARGA DISPONIBLE	CALIDAD TUBERIA
0	5	144.500	1.00	24	0.527	1.210	149.458	160.000	138.300	11.158	21.700 PVC 250 PSI
5	6	48.000	3/4	8	0.527	2.030	137.203	138.300	133.047	4.156	5.253 PVC 315 PSI
SIGUIENTE RAMAL											
0	3	51.600	3/4	9	0.301	1.159	145.329	160.000	143.026	2.303	16.974 PVC 315 PSI
3	18	269.000	3/4	45	0.301	1.159	75.000	143.026	70.000	5.000	73.026 PVC 315 PSI
18	19	34.018	1.00	6	0.301	0.690	69.120	70.000	63.775	5.345	6.225 PVC 250 PSI
19	20	59.500	1.00	10	0.301	0.690	62.230	63.775	47.504	14.726	16.271 PVC 250 PSI
SIGUIENTE RAMAL											
21	23	79.000	1.00	13	0.301	0.441	44.690	45.371	43.591	1.099	1.780 PVC 250 PSI
23	27	106.000	3/4	18	0.301	0.690	41.550	43.591	30.755	10.795	12.836 PVC 250 PSI

Presupuesto conducción agua potable San Francisco El Campamento

TANQUE DE CAPTACIÓN 27M3

DESCRIPCIÓN	MATERIALES			TOTAL
	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	
Cemento	Saco	581	Q43.00	Q24,983.00
Arena	m ³	32	Q80.00	Q2,560.00
Piedrín 3/4	m ³	37	Q130.00	Q4,810.00
Piedra Bola	m ³	27	Q90.00	Q2,430.00
Hierro N° 3	Varilla	4	Q19.88	Q79.52
Válvula de compuerta	Unidad	1	Q320.00	Q320.00
Adaptador macho de PVC de D 3"	Unidad	3	Q9.84	Q29.52
Adaptador macho de PVC de D 2"	Unidad	2	Q4.94	Q9.88
Tubo PVC de 3" 160 PSI	Unidad	1	Q226.72	Q226.72
Tubo PVC de 2" 160 Psi	Unidad	1	Q103.85	Q103.85
Alambre de amarre	Libra	8	Q5.00	Q40.00
Madera de pino 1" x 12" x10'	Pie Tabla	400	Q5.00	Q2,000.00
Paral de 3" x 3" x 10'	Pie Tabla	120	Q5.00	Q600.00
Clavos de 3"	Libra	20	Q5.00	Q100.00
Candado	Unidad	1	Q65.00	Q65.00
Bomba sumergible de 1HP	Unidad	1	Q4,615.00	Q4,615.00
TOTAL MATERIALES				Q42,972.49
MANO DE OBRA				
Fundir muro de mampostería	m ³	80	Q180.00	Q14,400.00
Hacer tanque de captacion	Unidad	1	Q500.00	Q500.00
Instalación para accesorios para caja	Global	1	Q100.00	Q100.00
TOTAL MANO DE OBRA				Q15,000.00
COSTO DEL RENGLÓN				Q57,972.49
COSTO UNITARIO				Q2,147.13

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 10m³

DESCRIPCIÓN	MATERIALES			TOTAL
	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	
Cemento	Sacos	53	Q43.00	Q2,279.00
Arena	m ³	3	Q80.00	Q240.00
Piedrín	m ³	4	Q130.00	Q520.00
Tabla de 1" x 12" x 9'	Pie Tabla	210	Q5.00	Q1,050.00
Paral de 3" X 3" X 10'	Pie Tabla	60	Q5.00	Q300.00
Clavo de 3"	Libra	40	Q5.00	Q200.00
Alambre de amarre	Libra	50	Q5.00	Q250.00
Hierro N°. 2	Varilla	34	Q8.83	Q300.22
Hierro N°. 3	Varilla	8	Q19.88	Q159.04
Hierro N°. 4	Varilla	13	Q35.35	Q459.55
Adaptador macho de PVC de 2" para entrada	UNIDAD	1	Q4.95	Q4.95
Válvula de compuerta de 2"	UNIDAD	1	Q70.00	Q70.00
Codo de HG a 90° de 2"	UNIDAD	2	Q85.00	Q170.00
Adaptador macho de PVC de 1" para salida	UNIDAD	2	Q9.84	Q19.68
Reductor de PVC de 1" a 3/4"	UNIDAD	1	Q10.83	Q10.83
Codo de PVC de 1"	UNIDAD	1	Q55.35	Q55.35
Tubería de PVC de 1"	Tubo	3	Q46.51	Q139.53
Abrazadera para tubo de PVC de 1"	UNIDAD	1	Q5.00	Q5.00
Escalera para Tanque	UNIDAD	1	Q1,500.00	Q1,500.00
Candado	UNIDAD	1	Q65.00	Q65.00
TOTAL DE MATERIALES				Q7,798.15
MANO DE OBRA				
Limpieza	m ²	21	Q7.00	Q147.00
Trazo y estaqueado	ML	9.6	Q10.00	Q96.00
Fundición	m ³	4.872	Q180.00	Q876.96
Formaletado	ML	64.8	Q23.00	Q1,490.40
Desencofrado	ML	64.8	Q12.00	Q777.60
Armado	m ²	7.48	Q18.00	Q134.64
Armar escalera y hacer tapadera	Unidad	1	Q375.00	Q375.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q3,897.60
COSTO TOTAL DE RENGLÓN				Q11,695.75
COSTO UNITARIO				Q1,169.58

TANQUE HIPOCLORADOR 1m³

DESCRIPCION	MATERIALES				TOTAL
	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.		
Cemento	SACO	12	Q43.00		Q516.00
Arena	m ³	1	Q80.00		Q80.00
Piedrín	m ³	1	Q130.00		Q130.00
Tubería PVC 315 PSI de 1/2"	TUBO	1	Q28.92		Q28.92
Adaptador macho PVC de 1/2"	UNIDAD	6	Q1.28		Q7.68
Valvula de compuerta 1/2" de Br.	UNIDAD	3	Q65.00		Q195.00
Tee PVC 1"	UNIDAD	1	Q6.31		Q6.31
Valvula de compuerta 1"	UNIDAD	1	Q70.00		Q70.00
Adaptador macho PVC 1"	UNIDAD	2	Q4.94		Q9.88
Codo PVC 90° 1/2"	UNIDAD	1	Q1.65		Q1.65
Reducidor PVC de 1" a 1/2"	UNIDAD	1	Q3.65		Q3.65
Válvula de flote 3/4"	UNIDAD	1	Q123.60		Q123.60
Reducidor PVC de 1" a 1/2"	UNIDAD	1	Q3.23		Q3.23
Adaptador macho PVC 3/4"	UNIDAD	1	Q2.40		Q2.40
Manguera plástica de 3/4"	UNIDAD	1	Q12.50		Q12.50
Hierro N°. 3	VARILLA	20	Q19.88		Q397.60
Hierro N°. 4	VARILLA	1	Q35.35		Q35.35
Alambre de amarre	LIBRA	5	Q5.00		Q25.00
Candado	UNIDAD	1	Q65.00		Q65.00
Tabla de pino rústica de 1" x 12" x 10'	PIE TABLA	71	Q5.00		Q355.00
Parales de 3" x 3" x 10'	PIE TABLA	45	Q5.00		Q225.00
Clavo 2"	LIBRA	6	Q5.00		Q30.00
TOTAL DE MATERIALES					Q2,323.77
MANO DE OBRA					
HACER CAJA PARA HIPOCLORADOR	UNIDAD	1	Q550.00		Q550.00
COLOCACIÓN DE ACCESORIOS	GLOBAL	1	Q50.00		Q50.00
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q600.00
COSTO DEL RENGLÓN					Q2,923.77
COSTO UNITARIO					Q2,923.77

CAJA ROMPE PRESION DE 1m³

DESCRIPCIÓN	MATERIALES				TOTAL
	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.		
CEMENTO	SACO	12	Q43.00		Q516.00
ARENA	m ³	1	Q80.00		Q80.00
PIEDRÍN	m ³	1	Q130.00		Q130.00
ADAPTADOR MACHO PVC 2"	UNIDAD	2	Q5.06		Q10.12
VÁLVULA DE COMPUERTA 2"	UNIDAD	1	Q89.00		Q89.00
CODO PVC 2"	UNIDAD	5	Q14.37		Q71.85
REDUCIDOR PVC DE 3/4" A 1/2"	UNIDAD	1	Q10.63		Q10.63
VÁLVULA DE FLOTE 3/4"	UNIDAD	1	Q123.60		Q123.60
ADAPTADOR MACHO PVC 3/4"	UNIDAD	1	Q2.40		Q2.40
REDUCIDOR PVC DE 2" A 1"	UNIDAD	1	Q10.63		Q10.63
ADAPTADOR HEMBRA PVC 1"	UNIDAD	1	Q5.84		Q5.84
PICHACHA DE BRONCE 1"	UNIDAD	1	Q69.00		Q69.00
TEE PVC 2"	UNIDAD	1	Q16.37		Q16.37
VÁLVULA DE PILA	UNIDAD	1	Q25.00		Q25.00
PVC 2"	TUBO	1	Q82.96		Q82.96
ABRAZADERA PARA TUBO PVC	UNIDAD	1	Q5.00		Q5.00
HIERRO N° 3	VARILLA	20	Q19.88		Q397.60
HIERRO N° 4	VARILLA	1	Q35.35		Q35.35
ALAMBRA DE AMARRE	LIBRA	5	Q5.00		Q25.00
CANDADO	UNIDAD	1	Q65.00		Q65.00
TABLA PINO DE 1" X 12" X 10'	PIE TABLA	70	Q5.00		Q350.00
PARALES DE 3" X 3" X 10'	PIE TABLA	45	Q5.00		Q225.00
CLAVO 2"	LIBRA	6	Q5.00		Q30.00
TOTAL DE MATERIALES					Q2,376.35
MANO DE OBRA					
EXCAVACIÓN	m ³	2.85	Q35.00		Q99.75
HACER CAJA ROMPE PRESIONES	UNIDAD	1	Q550.00		Q550.00
COLOCACIÓN DE ACCESORIOS	GLOBAL	1	Q50.00		Q50.00
TOTAL DE MANO DE OBRA					Q699.75
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN					Q3,076.10
COSTO UNITARIO					Q3,076.10

CAJA DE VÁLVULAS PARA ACCESORIOS DE 2"

DESCRIPCIÓN	MATERIALES			TOTAL
	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	
CEMENTO	SACO	6	Q43.00	Q258.00
ARENA	m ³	3	Q80.00	Q240.00
PIEDRÍN	m ³	1	Q130.00	Q130.00
LADRILLO TAYUYO	UNIDAD	56	Q1.10	Q61.60
HIERRO N°. 3	VARILLA	10	Q19.88	Q198.80
ADAPTADOR MACHO PVC 2"	UNIDAD	2	Q25.95	Q51.90
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	2	Q5.00	Q10.00
CANDADO TABLA DE PINO DE 1" X 12" X 10'	UNIDAD	1	Q65.00	Q65.00
TABLA DE PINO DE 1" X 12" x 10'	PIE TABLA	3	Q5.00	Q15.00
CLAVO	LIBRA	1	Q5.00	Q5.00
TOTAL DE MATERIALES				Q1,035.30
MANO DE OBRA				
EXCAVACIÓN	m ³	0.3	Q35.00	Q10.50
HACER CAJA	UNIDAD	1	Q550.00	Q550.00
COLOCACIÓN DE ACCESORIOS	GLOBAL	1	Q50.00	Q50.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q610.50
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN				Q1,645.80
COSTO UNITARIO				Q1,645.80

CAJA DE VÁLVULAS PARA ACCESORIOS DE 1/2"

DESCRIPCIÓN	MATERIALES			TOTAL
	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	
CEMENTO	SACO	6	Q43.00	Q258.00
ARENA	m ³	3	Q80.00	Q240.00
PIEDRÍN	m ³	1	Q130.00	Q130.00
LADRILLO TAYUYO	UNIDAD	56	Q1.10	Q61.60
HIERRO N°. 3	VARILLA	10	Q19.88	Q198.80
ADAPTADOR MACHO PVC 1/2"	UNIDAD	2	Q10.63	Q21.26
ALAMBRE DE AMARRE	LIBRA	2	Q5.00	Q10.00
CANDADO TABLA DE PINO DE 1" X 12" X 10'	UNIDAD	1	Q65.00	Q65.00
TABLA DE PINO DE 1" X 12" x 10'	PIE TABLA	3	Q5.00	Q15.00
CLAVO	LIBRA	1	Q5.00	Q5.00
TOTAL DE MATERIALES				Q1,004.66
MANO DE OBRA				
EXCAVACIÓN	m ³	0.3	Q35.00	Q10.50
HACER CAJA	UNIDAD	1	Q550.00	Q550.00
COLOCACIÓN DE ACCESORIOS	GLOBAL	1	Q50.00	Q50.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q610.50
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN				Q1,615.16
COSTO UNITARIO				Q1,615.16

LÍNEA DE IMPULSIÓN TUBERÍA PVC 160 PSI DE 2"

DESCRIPCIÓN	MATERIALES			TOTAL
	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	
TUBERÍA DE PVC 160 PSI 2"	TUBO	22	Q103.85	Q2,284.70
CEMENTO SOLVENTE PARA PVC	GALON	0.066	Q443.81	Q29.29
CODO PVC 2" 45°	UNIDAD	2	Q70.10	Q140.20
TOTAL DE MATERIALES				Q2,454.19
MANO DE OBRA				
EXCAVACIÓN	m ³	Q56.60	Q35.00	Q1,981.00
RELLENO DE EXCAVACIÓN	m ³	Q12.90	Q28.00	Q361.20
INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC DE 2"	ML	Q129.00	Q21.32	Q2,750.28
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q5,092.48
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN				Q7,546.67
COSTO UNITARIO				Q58.50

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

DESCRIPCIÓN	MATERIALES			TOTAL
	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	
TUBERÍA PVC 250 PSI 3/4"	TUBO	58	Q32.20	Q1,867.60
TUBERÍA PVC 315 PSI 1/2"	TUBO	62	Q28.92	Q1,793.04
TUBERÍA PVC 250 PSI 1"	TUBO	13	Q52.41	Q681.33
CODO PVC 1/2" 45°	UNIDAD	6	Q5.40	Q32.40
CODO PVC 3/4" 45°	UNIDAD	5	Q6.10	Q30.50
CODO PVC 1" 45°	UNIDAD	1	Q8.32	Q8.32
CEMENTO SOLVENTE PARA PVC	GALON	0.526	Q443.81	Q233.44
TOTAL DE MATERIALES				Q4,646.63
MANO DE OBRA				
EXCAVACIÓN	m ³	265.74	Q35.00	Q9,300.90
RELLENO DE EXCAVACIÓN	m ³	26.57	Q28.00	Q743.96
COLOCACIÓN DE TUBERÍA	ML	885.8	Q21.32	Q18,885.26
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q28,930.12
COSTO TOTAL DEL RENGLÓN				Q33,576.75
COSTO UNITARIO				Q42.42

LLENA CANTARO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	m ²	9.54	Q66.98	Q638.99
ZANJEO	m ³	2.22	Q88.78	Q197.09
CIMIENTO CORRIDO	ML	4.44	Q548.55	Q2,435.56
LEVANTADO DE CIMENTACIÓN	m ²	1.23	Q 174.44	Q214.56
LEVANTADO DE MUROS	m ²	1.23	Q 174.44	Q214.56
SOLERAS DE CIMENTACIÓN Y DE CORONA	ML	4.44	Q 352.75	Q1,566.21
FUNDICIÓN MESA DE LLENACANTARO	m ³	0.44	Q 2,753.20	Q1,211.41
COLUMNA	UNIDAD	4	Q177.56	Q710.24
COLUMNA CON TUBERÍA	UNIDAD	1	Q471.67	Q471.67
TOTAL MATERIALES				Q7,660.29

MANO DE OBRA

ACABADOS EN MUROS	m ²	7.10	Q1.98	Q14.06
PINTURA FINAL	m ²	7.10	Q107.62	Q764.10
TOTAL MANO DE OBRA				Q778.16

COSTO TOTAL DEL RENGLON**Q8,438.45****RESUMEN DE PRESUPUESTO**

REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	1014.8	0.38	385.624
OBRAS HIDRÁULICAS				
TANQUE DE CAPTACIÓN	UNIDAD	1	Q57,972.49	Q57,972.49
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	1	Q11,695.75	Q11,695.75
TANQUE HIPOCLORADOR	UNIDAD	1	Q2,923.77	Q2,923.77
CAJA ROMPE PRESION DE 1 METRO CUBICO	UNIDAD	1	Q3,076.10	Q3,076.10
CAJA DE VÁLVULAS PARA ACCESORIOS DE 2"	UNIDAD	1	Q1,645.80	Q1,645.80
CAJA DE VÁLVULAS PARA ACCESORIOS DE 1/2"	UNIDAD	1	Q1,615.16	Q1,615.16
LÍNEA DE IMPULSION TUBERIA PVC 160 PSI DE 2"	ML	129.00	Q58.50	Q7,546.50
LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	ML	791.62	Q42.42	Q33,580.41
LLENA CANTARO	UNIDAD	7	Q8,438.45	Q59,069.17
SUBTOTAL				Q179,510.78

COSTO INDIRECTO

HERRAMIENTA Y EQUIPO 3.19%				Q5,726.39
ADMINISTRACIÓN 8.51%				Q15,276.37
SUPERVISIÓN 6.38%				Q11,452.79
UTILIDADES 7.10%				Q12,745.27
SUMA DE COSTOS INDIRECTOS				Q45,200.81

COSTO TOTAL DE LA OBRA**Q224,711.60**

2.5.12 Programa de operación y mantenimiento.

Para que un sistema de abastecimiento de agua potable funcione correctamente, se tiene que contemplar un programa de operación y mantenimiento tanto para los equipos como para la infraestructura, situación que va a determinar la vida útil del proyecto.

Operación

Se refiere a las acciones externas que se ejecutan a las instalaciones o equipo, sin afectar su naturaleza y características internas.

Mantenimiento

Se refiere a las acciones internas que se ejecutan a las instalaciones o equipos y que de algún modo alteran su naturaleza o partes constitutivas del sistema. Estas acciones internas tienen por objeto la prevención o la reparación de daños.

Hay dos clases de mantenimiento: correctivo y preventivo.

Mantenimiento correctivo

Consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipos. Este tipo de mantenimiento no se puede programar, debido a que los daños pueden ser de diferente índole y por diferentes circunstancias. Para ello, es necesario que se disponga de personal especializado y equipo idóneo.

Mantenimiento preventivo

Consiste en la ejecución de un conjunto de acciones internas en las instalaciones o el equipo para evitar, dentro de lo posible, que se produzcan daños. Todas las intervenciones en las instalaciones o equipos deben programarse usando un calendario, con intervalos periódicos basados en otras experiencias de sistemas similares y, con el tiempo, ajustarlos a las necesidades propias del acueducto correspondiente.

Es importante tomar en cuenta, además, los informes sobre las características y el comportamiento operacional de los equipos o instalaciones que provienen de los lugares de fabricación.

Las etapas para la organización eficiente del mantenimiento preventivo de un sistema son:

- Inventario técnico de las instalaciones o equipos.
- Clasificación en grupos de acuerdo con características similares.
- Identificación individual de cada una de las instalaciones o equipos.
- Formularios necesarios para el control del mantenimiento preventivo.
- Normas de mantenimiento preventivo para cada grupo de componentes.
- Plan periódico de mantenimiento preventivo, que se recomienda sea archivos técnicos de mantenimiento.

Programación para el mantenimiento preventivo

Actividad	Frecuencia
Captación	
Verificar el nivel en el tanque de captación.	diario
Revisar válvulas y rebalses.	diario
Limpiar el área adyacente a la captación (removiendo plantas, piedras, tierra o cualquier otra obstrucción).	mensual
Limpiar la contra cuneta de protección.	mensual
Revisar la malla perimetral.	trimestral
Inspeccionar el área de influencia del nacimiento para detectar posibles fuentes de contaminación, como aguas negras presencia de animales domésticos, letrinas, etc.	anual
Operar válvulas para verificar si giran con facilidad. Si tienen partes rotas o fugas se corrigen; revisar las tuberías, corregir las fugas si las hubiera y pintar con pintura anticorrosiva.	anual
Línea de Conducción	
Mantener una brecha sobre la línea de conducción con el fin de facilitar la inspección y detectar fugas.	anual
Observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que pueda afectar la línea: cualquier área húmeda anormal sobre la línea enterrada debe ser investigada.	mensual
Inspeccionar elementos de mampostería y concreto en la línea.	semestral
Tanque de distribución	
Para su limpieza, cortar la entrada del agua cerrando la válvula de la línea de conducción. Abrir la válvula de drenaje para vaciar el tanque, abrir la escotilla, penetrar al tanque y limpiar con cepillos metálicos las paredes y el fondo del tanque. Sacar los residuos de la limpieza usando un chorro de agua.	semestral
Revisar el estado extremo de las válvulas, verificar que no haya fugas, roturas o falta de piezas, en cuyo caso deberá repararse la válvula o bien cambiarla por otra si fuese necesario.	trimestral
Revisar la estructura del tanque.	semestral
Red de distribución	
Inspeccionar la red de distribución con el fin de detectar fugas u otra anomalías; si es posible, corregirlas; en caso contrario, anotarlas en las hojas de registro, verificar y revisar las cajas de válvulas.	mensual
Revisar el funcionamiento de las válvulas, las cuales deben abrir y cerrar lentamente. Pintar y retocar con pinturas anticorrosivas las válvulas y accesorios que estén a la vista de la red de distribución.	semestral
Válvulas	
Abrir y cerrar lentamente la válvula para evitar el golpe de ariete, comprobar que el número de vueltas y el sentido de rotación, al cerrar o abrir, coincide con el indicado en la hoja de registro.	semestral
Abrir y cerrar varias veces las válvulas con el fin de eliminar los depósitos que se hayan podido acumular en el asiento de la compuerta; comprobar el estado de la empacadura del presa-estopa y reemplazarla si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminan apretando el presa-estopa.	semestral
Revisar los empaques; si están en mal estado cambiarlos. Verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.	semestral
Cambiar la pieza si es necesario, pintar o retocar la pintura de las válvulas y accesorios. Para ello, usar pintura anticorrosiva. Revisar y limpiar la caja de la válvula. Revisar tapaderas y reemplazar las que estén rotas.	semestral
Conexiones domiciliarias	
Revisar las conexiones por sectores del sistema	diario
Revisar empaques de las llaves de chorro	mensual
Revisar llaves de paso y posibles fugas en las conexiones	trimestral

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

Responsabilidad del técnico:

Conocer todas las partes del acueducto y sus funciones

- Organizar el mantenimiento preventivo de la obra.
- Recibir capacitación técnica práctica en su comunidad en el momento que se está llevando a cabo la construcción de la obra de agua potable (Se llevará a cabo en la fase de docencia).
- Recibir herramientas básicas para el mantenimiento de las obras de agua potable, y responder por ellas en todo momento.
- Realizar, con la ayuda de los demás beneficiarios, las reparaciones de la obra.
- Para ejercer correctamente sus funciones, se recomienda que el técnico, tenga buen liderazgo, sepa leer y escribir, y permanezca en la comunidad; tenga curiosidad por entender el funcionamiento de las cosas y encontrar solución a los problemas, estando disponible para las intervenciones de emergencia.
- Además, cada técnico debe capacitar a un reemplazante que pueda intervenir en caso de que este ausente de la comunidad.

2.5.13 Presupuesto de tarifa.

El estudio tarifario se realiza con base en los gastos que se generan mensualmente para que el sistema funcione, un porcentaje de imprevistos, más un porcentaje de reserva con el que se tiene que contar para poder reemplazar cualquier componente del sistema en el momento que éste falle o se deteriore por llegar al término de su vida útil.

El propósito de ésta es rembolsar el costo del proyecto al mismo tiempo recaudar el costo de su mantenimiento y así lograr un proyecto sostenible.

Costo de operación:

Es el pago que se efectuara al fontanero y ayudante por la revisión de tubería, conexiones domiciliarias, mantenimiento y operación. Estimando un recorrido de 2Km. De línea revisara 28 conexiones al dia además se contempla un factor que representa las prestaciones como aguinaldo, bono 14 e indemnización.

$$O = (1.49) \left[\text{Jornal} * \left(\frac{\text{longitudLC}}{3000} + \frac{\text{No.conexiones}}{20} \right) \right]$$
$$O = (1.49) \left[35 * \left(\frac{129}{3000} + \frac{30}{20} \right) \right] = \mathbf{Q\ 80.47/mes}$$

Costo de mantenimiento:

Se estima un 4 por millar del costo del proyecto, que será utilizado para la compra de materiales.

$$M = \frac{0.004 \times \text{CostoTotalDel Proyecto}}{\text{PeríodoDiseño}}$$

$$M = \frac{0.004 \times 204,467.6}{20} = \mathbf{Q\ 40.89/mes}$$

Costo de Tratamiento:

Será para la compra mensual de tratamiento según el método de desinfección.

$$T = \frac{(30)(\text{CostoDeUnGramoHipoclorito})(Qc)(0.001)(86400)}{\text{ConcentracionCloro}}$$

$$T = \frac{(30)(23.5)(1.18485)(0.001)(86400)}{70} = \mathbf{Q\ 1,031.023}$$

Costo de administración:

Gastos que se incurrirá en papelería, sellos, viáticos, se estima un 15% de total de los resultados anteriores

$$A = 0.15(O + M + T)$$

$$A = 0.15(80.47 + 40.89 + 1031.023) = \mathbf{Q\ 172.86}$$

Costo de reserva:

Como un 12% de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R = 0.12(80.47 + 40.89 + 1031.023) = \mathbf{Q\ 138.29}$$

CÁLCULO DE TARIFA PROPUESTA:

$$Tc = \frac{O + M + T + A + R}{\text{No.VIVIENDAS}}$$

$$T_c = \frac{80.47 + 40.89 + 1031.023 + 172.86 + 138.29}{30} = \mathbf{Q\ 48.784}$$

2.5.14 Evaluación socio-económica.

La evaluación socio-económica trata del tiempo en el cual será reembolsado el costo del proyecto, el tiempo de reembolso debe ser el menor que se pueda para que empiece a generar ganancias.

Por medio de este estudio se puede conocer la rentabilidad del proyecto, en este caso se analizó el valor presente neto y su comparación con la tasa interna de retorno.

2.5.14.1 Valor presente neto.

EL valor presente neto (VPN) se define como el valor presente del flujo de ingresos (flujo positivo) menos el valor presente del flujo de egresos (flujo negativo). Esto es, la suma algebraica de los flujos de efectivo futuros (positivos y negativos) al valor presente, incluyendo en esta suma el egreso inicial de la inversión.

Costo de operación y mantenimiento anual del análisis de tarifa se tiene:

$$CA = (O + M + T + R) (12\text{MESES})$$

$$CA = (80.47+40.89+1031.023+138.29)(12) = \mathbf{Q\ 15,488.076}$$

Tasa de población anual:

$$IA = \mathbf{Q\ 15.00/viv} * 30 \text{ viviendas} * 12 = \mathbf{Q\ 5,400.00}$$

Costo de operación y mantenimiento:

$$VP = CA \left[(1+i)^n - \frac{1}{i(1+i)^n} \right] = 15,488.076 \left[\frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11(1+0.11)^{20}} \right] = \mathbf{Q\ 123336.153}$$

Tarifa poblacional

$$VP = IA \left[(1+i)^n + \frac{1}{i(1+i)^n} \right] = 5,400 \left[\frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11(1+0.11)^{20}} \right] = \mathbf{Q\ 43001.97183}$$

- **Valor presente neto (VPN):**

Se utilizará el signo negativo para los egresos (CA) y el signo positivo para los ingresos (IA).

$$VPN = 5,400 \left[\frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11(1+0.11)^{20}} \right] - 15,488.076 \left[\frac{(1+0.11)^{20} - 1}{0.11(1+0.11)^{20}} \right]$$

$$VPN = 40135.17 - 64524.94$$

$$\mathbf{VPN= -80334.18146}$$

Como el valor presente neto calculado es menor que cero, se dice que el proyecto no es rentable, significa que la inversión realizada en el proyecto no se recuperará, por lo que es definitivo utilizar fondos ajenos a la municipalidad.

2.5.14.2 Tasa interna de retorno (TIR).

Conceptualmente, la tasa interna de retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de un proyecto. Se encuentra la TIR cuando el VPN es igual a 0.

- a. Con el 11% obtuvimos un VPN de **-80334.18146**
- b. Con un 5% tenemos:

$$VPN = 5,400 \left[\frac{(1 + 0.05)^{20} - 1}{0.05(1 + 0.05)^{20}} \right] - 15,488.076 \left[\frac{(1 + 0.05)^{20} - 1}{0.05(1 + 0.05)^{20}} \right]$$

$$VPN = \mathbf{-125718.97}$$

Se utiliza interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca:

11% VPN= **-80334.18146**
5% VPN= **-125718.97**
TIR VPN= 0

$$TIR = \frac{((11 - 5) - (0 - (-125718.97)))}{-80334.18146 - (-125718.97)} + 11$$

$$TIR = \mathbf{2.16\% \text{ anual}}$$

Las ganancias del proyecto son beneficiar a la población que carece del vital líquido, menor ingesta de enfermedades y un crecimiento al desarrollo de la comunidad.

2.5.15 Evaluación de impacto ambiental.

En sentido estricto, la ecología ha definido al ambiente como el conjunto de factores externos que actúan sobre un organismo, una población o una comunidad.

Estos factores son esenciales para la supervivencia, el crecimiento y la reproducción de los seres vivos e inciden directamente en la estructura y dinámica de las poblaciones y de las comunidades. Sin embargo, la naturaleza es la totalidad de lo que existe. Dentro de ella, también entra lo que la sociedad construye a través de su accionar. Generalmente, esto es lo que se identifica como "ambiente".

Podría definirse el Impacto Ambiental (IA) como la alteración, modificación o cambio en el ambiente, o en alguno de sus componentes de cierta magnitud y complejidad originado o producido por los efectos de la acción o actividad humana. Esta acción puede ser un proyecto de Ingeniería, un programa, un plan, o una disposición administrativo-jurídica con implicaciones ambientales.

Debe quedar explícito, que el término impacto no implica negatividad, ya que éste puede ser tanto positivo como negativo. La Evaluación de Impacto Ambiental está destinada a predecir, identificar, valorar y corregir, las consecuencias o efectos ambientales que determinadas acciones pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno. Es un documento técnico que debe presentar el titular del proyecto y sobre la base del cual se produce la Declaración o Estimación de Impacto Ambiental.

Identificación de los factores que puedan causar impacto al medio ambiente y a que parte está afectando en la etapa de construcción y operación.

Al analizar el diseño del proyecto, se determinó que los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que serán impactados por el proyecto son:

El agua: debido a que pueden contaminarse con el movimiento de tierra, al momento del zanjeo. Aplica a etapa de construcción.

El suelo: se impactará negativamente el mismo si no se verifica la etapa de compactación, pudiendo sufrir el suelo hundimientos y provocar fisuras o quebraduras en la tubería. Aplica a etapa de construcción y operación.

Salud: se impactara negativamente si existiera fugas de agua que no sean localizadas rápidamente, ocasionando contaminación de la misma. Aplica a etapa de operación.

CONCLUSIONES

1. En cuanto al diseño del pavimento rígido será de gran beneficio a la población, porque es una colonia con mucho tránsito. De suma urgencia mejorar el acceso, debido al mal estado del camino. Con esto se garantiza el acceso a los servicios, mediante una mejor infraestructura.
2. El período de vida de un pavimento dependerá de un diseño adecuado y la construcción del mismo, con los materiales y procedimientos específicos a utilizar.
3. El método simplificado que propone la PCA para el diseño de pavimentos rígidos, utilizado en este caso, es bastante simple y práctico, especialmente en las áreas del interior de la república de Guatemala, se basa en buena parte en tablas, que son resultados de ensayos y experimentos de laboratorio y de campo. Ayudando así a economizar recursos.
4. La población de la aldea San Francisco El Campamento está careciendo del vital líquido, considerando que es de suma importancia para la subsistencia humana es necesario ejecutar este proyecto pues no existe tubería de abastecimiento, de esta manera se mejorará la distribución.

5. Se proveerá a los usuarios de un servicio sin interrupción, que además contará con un sistema eficaz de cloración para evitar la contaminación con algún agente patógeno.

RECOMENDACIONES

1. Para garantizar el período de diseño de los proyectos, es necesario que los que en su construcción, sigan las indicaciones de los planos y especificaciones técnicas. Que el supervisor indique cambios, si los hay, y que los trabajadores directos de campo, sigan las indicaciones del supervisor.
2. Apoyar el programa de EPS, con el fin de fortalecerlo, ya que los resultados que proporciona son del beneficio para el país.
3. Involucrar a los beneficiarios dentro del proceso constructivo para ambos proyectos, así podrán valorar y conservar los mismos.
4. El presupuesto de ejecución es una referencia y no se debe tomar como definitivo al momento de realizar la construcción, ya que está sujeto a cambios, principalmente por las circunstancias económicas que existan al momento de la ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

1. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. REGLAMENTO DE LAS CONSTRUCCIONES DE CONCRETO REFORZADO (ACI 318S-05) Y COMENTARIOS. (ACI 318SR-05). Versión en español y en sistema métrico. Producido por el Comité ACI 318, 2005
2. GUÍA PARA EL SISTEMA DE ABSTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES. Instituto de Fomento Municipal - INFOM. Ciudad de Guatemala, junio 1997.
3. INVENTARIOS DE TECNOLOGÍAS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN GUATEMALA UTILIZADAS EN COMUNIDADES RURALES E INDÍGENAS. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Organización Mundial de la Salud, octubre 2,003.
4. NORMAS PARA EXÁMENES BACTERIOLÓGICO Y FÍSICO- QUÍMICO SANITARIO. Norma COGUANOR 29001. Comisión Guatemalteca de Normas. Guatemala.
5. AXT MULL ANA JUDITH. DISEÑO DE JUNTAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS Y DISEÑO DEL PAVIMENTO DE UN SECTOR DE QUETZALTENANGO, Trabajo de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala 1991. Pág. 32
6. ESTRADA HURTARTE GUSTAVO ADOLFO. MANUAL DE CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES PARA URBANIZACIONES Y EDIFICACIONES. Guatemala, Febrero de 1990. Pág. 45
7. VILLALAZ CRESPO. MECÁNICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES. México: Editorial Limusa, 1998. Pág. 25

ANEXOS

- 1. Ensayo de próctor modificado.**
- 2. Ensayo de C.B.R.**
- 3. Ensayo de equivalente de arena.**
- 4. Ensayo de límites de Atterberg.**
- 5. Ensayo de granulometría.**

Anexo 1.



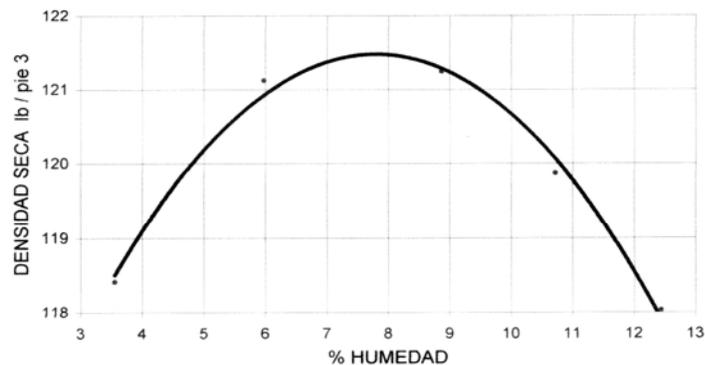
SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA • CIMENTACIONES • LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INFORME No W-17-08

INTERESADO: GUSTAVO FIGUEROA
ASUNTO: ENSAYO DE PRÓCTOR MODIFICADO ASSHO T-180
PROYECTO: PAVIMENTACION COLONIA TIERRA VERDE, SIQUINALA
FECHA: ENERO DEL 2,008

GRAFICA DENSIDAD SECA - HUMEDAD RELATIVA



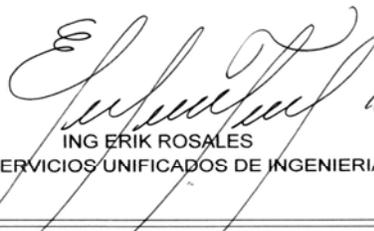
DESCRIPCION DEL SUELO: ARENA DE ORIGEN ANDESITO, LIGERAMENTE LIMOSA DE COLOR NEGRO.

DENSIDAD SECA OPTIMA: 121.4 LIBRAS / PIE 3

HUMEDAD OPTIMA: 7.8 %

OBS.

Atentamente,


ING ERIK ROSALES
POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA



8a. Avenida, 25-54, Zona 8, Valle Dorado, Mixco, Guatemala
Tels: (502) 2477 9092 • 2477 9948 • Fax: (502) 2477-9327

Anexo 2.



SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA • CIMENTACIONES • LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INFORME No W-24-08

INTERESADO: GUSTAVO FIGUEROA
 ASUNTO: C.B.R. AASHO T-193
 PROYECTO: PAVIMENTACION COLONIA TIERRA VERDE, SIQUINALA
 FECHA: ENERO DEL 2,008

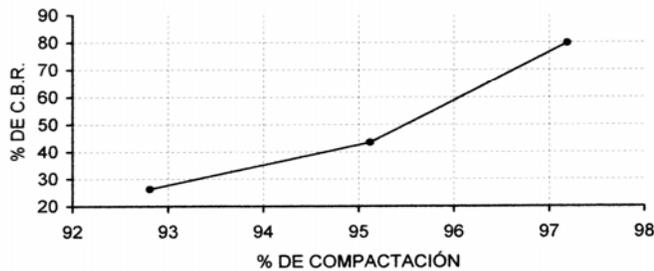
I.- IDENTIFICACION

- 1.1 MUESTRA: UNICA
 1.2 DESCRIPCIÓN: ARENA DE ORIGEN ANDESITO, LIGERAMENTE LIMOSA DE COLOR NEGRO.
 1.3 USO: COMPACTACIÓN DE BASE

II.- RESULTADOS

PROBETA No	GOLPES No	A LA COMPACTACION		COMPACTACION %	EXPANSION %	C.B.R. %
		HUMEDAD %	DENSIDAD Lb/PIE3			
1	10	8.87	112.67	92.81	0.10	26
2	30	8.87	115.48	95.12	0.16	44
3	65	8.87	117.99	97.19	0.06	80

% C.B.R. vrs % COMPACTACIÓN



Atentamente,

Erik Rosales
 ING. ERIK ROSALES

POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA



8a. Avenida, 25-54, Zona 8, Valle Dorado, Mixco, Guatemala
 Tels: (502) 2477 9092 • 2477 9948 • Fax: (502) 2477-9327

Anexo 3.



SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA • CIMENTACIONES • LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INFORME No W-61 -08

INTERESADO: GUSTAVO FIGUEROA
ASUNTO: EQUIVALENTE DE ARENA AASHTO T - 176
PROYECTO: PAVIMENTACIÓN COLONIA TIERRA VERDE, SIQUINALA
FECHA: ENERO DEL 2,008

I Muestra :

UNICA

II Descripción del Material:

ARENA DE ORIGEN ANDESITO, LIGERAMENTE LIMOSA DE COLOR NEGRO.

III Resultados:

2.1 Lectura de la Arena:	1.8
2.2 Lectura de la Arcilla:	3.4
2.3 Equivalente de Arena:	53 %

Atentamente,



ING. ERIK ROSALES



POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

8a. Avenida, 25-54, Zona 8, Valle Dorado, Mixco, Guatemala
Tele: (502) 2477 9092 • 2477 9948 • Fax: (502) 2477-9327

Anexo 4.



SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

GEOTECNIA • CIMENTACIONES • LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

INFORME No W-30-08

INTERESADO: GUSTAVO FIGUEROA
ASUNTO: LIMITES DE ATTERBERG ASSHO T-89, T-90
PROYECTO: PAVIMENTACION COLONIA TIERRA VERDE, SIQUINALA
FECHA: ENERO DEL 2,008

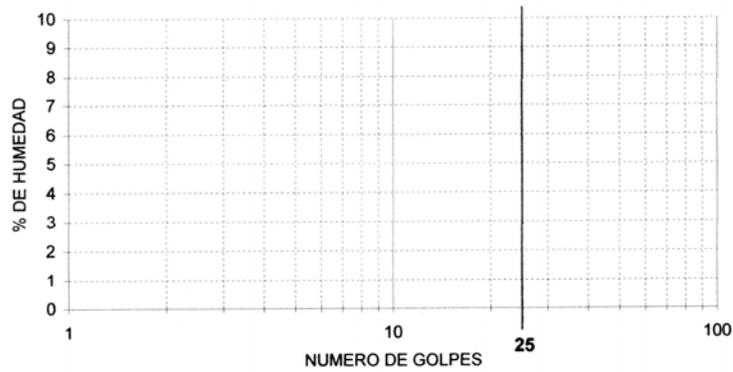
I. IDENTIFICACION

1.1 DESCRIPCION: ARENA DE ORIGEN ANDESITO, LIGERAMENTE LIMOSA DE COLOR NEGRO.

1.2 MUESTRA: UNICA

II. RESULTADOS

CURVA DE FLUJO



LIMITE LIQUIDO: N.P. INDICE DE GRUPO:
LIMITE PLASTICO: N.P. CLASIFICACION:
INDICE PLASTICO: N.P. HUMEDAD NATURAL:

OBSERVACIONES: N.P. = NO PLASTICO

Atentamente,

Erik Rosales
ING. ERIK ROSALES

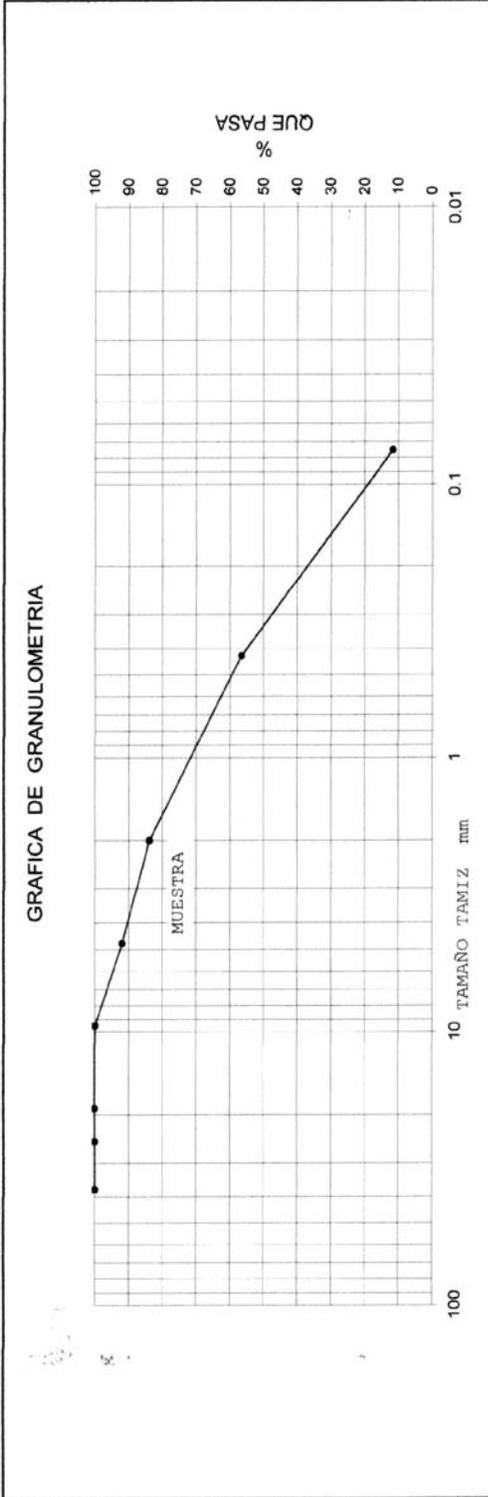
POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA



8a. Avenida, 25-54, Zona 8, Valle Dorado, Mixco, Guatemala
Tels: (502) 2477 9092 • 2477 9948 • Fax: (502) 2477-9327

Anexo 5.

INTERESADO: GUSTAVO FIGUEROA INFORME No W-29-08
 ASUNTO: ENSAYO DE GRANULOMETRIA LAVADA ASSHO T-27 PROYECTO: PAVIMENTACION COLONIA TIERRA VERDE SIQUINALA
 MUESTRA: ÚNICA FECHA: ENERO DEL 2,008



TAMIZ No	GRAVA		ARENA				LIMO	
	GRUESA	FINA	GRUESA	MEDIA	FINA	ARCILLA		
3	2 1/2	1 1/2	1	3/4	1/2	3/8	1/4	200
TAMIZ mm	75.0	63.0	50.0	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5
% QUE PASA	---	---	100.0	100.0	100.0	---	100.0	---
			91.9	83.8	---	56.6	---	11.6




 ING. ERIK ROSALES
 POR SERVICIOS UNIFICADOS DE INGENIERIA

OBS. N.A = NO APLICA
 Atentamente,
 Coeficiente de Uniformidad (Cu) = N.A
 Coeficiente de Curvatura (Cz) = N.A

APÉNDICE

- 1. Topografía del proyecto de pavimento rígido para la Colonia Tierra Verde.**
- 2. Topografía del proyecto de sistema de agua potable para la aldea San Francisco El Campamento.**
- 3. Planos y detalles, pavimento rígido Colonia Tierra Verde y línea de distribución de agua potable aldea San Francisco El Campamento.**

Apéndice 1

PLANIMETRIA Y ALTIMETRIA SECTOR 2 Y 3 COLONIA TIERRA VERDE

EST	P.O.	AZMUT	H.SUP.	H.MED	H.INF.	<VERT	VERT	<VERT RADIAN	DIST.HZ.	DIST.ACUM	DIST.VERT	V-H	H.I.	BM	COTA
E-0	1	00° 00' 00"	1.65	1.615	1.58	0	26	17	0.4381	0.007646287	0.05321926	-1.56147807	1.665	101.56	101.451
	2	70° 16' 59"	1.54	1.5	1.46	0	20	11	0.3384	0.008371288	0.046669221	-1.45303078	1.665	101.45	101.663
	3	116° 25' 02"	0.75	0.515	0.28	0	11	4	0.1844	0.003218387	0.15261511	-0.38379886	1.665	101.66	102.965
	4	117° 41' 49"	0.76	0.46	0.2	0	20	16	0.3378	0.00565722	0.301152793	-0.4984721	1.665	102.96	104.460
	5	123° 37' 52"	1.05	0.93	0.81	0	10	49	0.1803	0.003146829	0.07523389	-0.85447861	1.665	104.48	105.290
	6	310° 47' 00"	3.14	3	2.86	2	1	21	2.0225	0.035289284	0.98758912	-2.01244088	1.665	105.29	107.887
	7	309° 37' 52"	3.63	3.35	3.07	1	33	55	1.5653	0.027319639	3.226990364	-0.93199904	1.665	107.89	107.525
E-8	8	353° 25' 13"	1.01	0.95	0.89	3	36	40	0.3111	0.063025585	0.75403592	-0.19580421	1.68	107.37	108.853
	10	35° 27' 52"	0.59	0.395	0.2	0	20	2	0.3339	0.005827654	-0.22727375	-0.62227337	1.68	108.85	109.911
	11	33° 54' 14"	2.26	1.835	1.41	0	49	1	0.8169	0.014257595	-1.211731317	-3.04673132	1.68	108.91	108.544
	12	28° 25' 41"	1.5	0.8	0.1	0	21	55	0.3652	0.006373942	-0.89232771	-1.69232771	1.68	108.54	108.532
	13	31° 46' 46"	1.77	1.125	0.48	0	22	2	0.3672	0.009488949	-0.626718885	-1.95171888	1.68	108.53	108.263
	14	121° 11' 35"	2.53	2.09	1.65	1	59	34	1.9828	0.034780921	8.799986757	-3.05825328	1.68	108.26	104.792
	15	302° 48' 14"	1.79	1.355	0.92	1	17	5	1.2847	0.024224245	-1.950181541	-3.20508154	1.68	104.79	103.167
E-13	16	35° 31' 44"	1.67	1.2	0.73	0	30	50	0.5139	0.00898247	-0.843064004	-2.043064	1.655	103.17	102.889
	17	31° 35' 32"	2.3	1.64	0.98	0	35	54	0.5983	0.010442305	-1.37829405	-3.01828405	1.565	102.69	101.236
E-17	18	104° 42' 28"	0.86	0.715	0.57	0	18	30	0.3083	0.00538085	-0.1504164	-0.87104164	1.6	101.24	101.965
	19	110° 39' 09"	2	1.64	1.28	1	30	33	1.5092	0.026340509	-1.89563544	-3.53563544	1.6	101.96	100.029
	20	300° 56' 34"	2.89	2.78	2.67	1	29	10	1.4681	0.028973738	-0.57066549	-3.50666549	1.6	100.03	98.279
	21	300° 28' 03"	3.54	3.225	2.91	0	3	19	0.0553	0.000965167	-0.06005488	-3.28580549	1.6	98.28	96.953
	22	298° 03' 19"	1.99	1.58	1.17	1	34	59	1.8831	0.027630307	-2.264532248	-3.84463225	1.6	98.59	94.348
	23	39° 02' 26"	1.76	1.4425	1.125	0	32	23	0.5397	0.009419542	-0.589105335	-2.04060533	1.6	94.35	93.908
	24	35° 48' 31"	2.1	1.29	0.48	0	27	17	0.4547	0.007956012	-1.26570983	-2.57567088	1.6	93.91	92.832
	25	33° 54' 15"	2.28	1.47	0.86	0	27	11	0.4531	0.007908087	-1.281056857	-2.75105686	1.6	92.93	91.781
E-25	26	36° 15' 33"	3.9	3.445	2.99	1	35	50	1.5972	0.027876399	-1.87149878	-5.9804383	1.56	91.78	87.361
	27	32° 05' 48"	2.8	2.345	1.89	0	45	0	0.75	0.013008969	-1.92498792	-1.19105148	1.56	87.36	85.385
E-27	28	32° 26' 51"	1.82	1.26	0.7	0	31	32	0.2526	0.009173451	-1.027368922	-2.28736892	1.54	85.38	84.637
E-14	29	28° 57' 58"	2.13	1.52	0.91	0	43	32	0.7256	0.012684109	-1.544858116	-3.06485812	1.57	84.64	83.142
E-29	30	30° 02' 59"	1.55	0.99	0.43	6	27	56	6.4656	0.112846008	-12.53172939	-13.5217294	1.57	83.14	71.191
E-30	31	35° 18' 35"	2.4	1.3	0.2	0	31	45	0.2392	0.008286282	-2.031666666	-3.33166667	1.63	71.19	69.489
	32	35° 40' 13"	2.5	1.41	0.32	0	29	45	0.4958	0.008653342	-1.866334481	-3.28633448	1.63	69.49	67.822
E-32	33	29° 19' 16"	3.1	2.49	1.88	0	49	58	0.8328	0.014535102	-1.779326396	-4.2630327	1.64	67.82	65.199
E-33	34	35° 29' 22"	2.93	2.005	1.08	0	28	42	0.4783	0.00834791	-1.544291588	-3.54929157	1.56	65.20	63.210
E-15	35	236° 51' 15"	2.28	2.175	2.07	1	52	6	1.8683	0.032670966	-0.84282418	-2.85928242	1.67	63.21	62.071
	36	221° 27' 30"	1.6	1.335	1.07	0	24	40	0.4411	0.007715049	-0.380264522	-1.71526452	1.67	62.02	61.976
	37	221° 27' 19"	2.29	2.025	1.76	1	22	57	1.3825	0.024129177	-0.380264522	-1.71526452	1.67	61.98	60.342
	38	330° 36' 34"	1.5	1.445	1.39	0	40	12	0.67	0.011683706	-0.12861904	-1.57381904	1.67	60.34	60.439
	39	307° 52' 29"	2.03	1.75	1.47	0	40	0	0.6667	0.01163611	-0.651653349	-2.40156335	1.67	60.44	59.707
	40	304° 31' 24"	2.45	1.98	1.51	0	40	5	0.6881	0.011660545	-1.059891682	-3.07589168	1.67	59.71	58.301
	41	26° 00' 51"	0.79	0.46	0.13	0	42	4	0.7011	0.012236503	-0.807528609	-1.26752861	1.67	58.30	58.703

E-41	42	50°	43'	30"	1.523	1.4415	1.36	3	23	35	3.3931	0.059220767	16.29999259	3423.799282	-0.96304315	-2.40454315	1.66	58.70	57.989
	43	33°	36'	45"	2.7	1.955	1.21	0	31	49	0.6303	0.009235481	148.9999961	3572.799778	-1.378997916	-3.3399792	1.66	57.96	56.295
E-43	44	30°	06'	19"	1.37	1.2	1.03	0	42	30	0.7083	0.012382167	33.99999942	3606.799777	-0.4207086	-1.62027086	1.65	56.28	56.315
	45	119°	08'	53"	1.358	1.3305	1.303	0	43	38	0.7272	0.012692034	5.49999973	3612.899777	-0.069798692	-1.40299869	1.65	56.31	56.564
	46	209°	37'	21"	1.2	0.975	0.75	0	43	31	0.7253	0.012699873	44.99999978	3657.299774	-0.568598433	-1.54459843	1.65	56.56	56.670
E-44	47	299°	13'	16"	0.44	0.33	0.22	4	37	51	4.6308	0.080822707	21.99999522	3679.299774	-1.770366266	-2.1003627	1.65	56.67	56.219
	48	289°	21'	40"	1.25	0.94	0.63	2	24	10	2.4028	0.041936771	61.99999678	3741.299197	-2.59702396	-3.5370324	1.65	56.22	54.332
	49	294°	07'	11"	2.48	2.055	1.63	1	35	11	1.5664	0.027697903	84.99999015	3826.299178	-2.352269149	-4.40726915	1.65	54.33	51.575
	50	70°	58'	04"	2.45	2.39	2.33	4	57	33	4.9592	0.086545468	11.99997261	3838.29915	-1.03347271	-3.42347271	1.65	51.58	49.802
	51	36°	40'	03'	1.8	1.24	0.68	0	18	46	0.3128	0.00545939	111.999999	3950.299149	-0.611439519	-1.85143952	1.65	49.80	49.600
	52	34°	07'	12'	2.75	1.965	1.18	0	10	47	0.1797	0.003136357	158.9999995	4107.299149	-0.492404761	-2.45740477	1.65	49.60	48.793
E-52	53	34°	35'	11"	2.8	2.13	1.46	0	56	37	0.9436	0.01648927	133.9999989	4241.299138	-2.209437182	-4.33943718	1.625	48.79	46.081
	54	32°	19'	20"	1.94	1.14	0.34	0	38	49	0.6469	0.01230535	158.9999938	4401.299131	-1.80633207	-2.94633207	1.625	46.08	44.760
E-54	55	88°	18'	15"	1.4	0.855	0.31	1	1	10	1.0194	0.017791886	108.9999995	4510.299121	-1.939906381	-2.79390638	1.625	44.76	43.591
	56	279°	52'	14"	1.6	1.1	0.6	2	17	0	2.2833	0.039851103	99.99995162	4610.299073	-3.998992424	-5.08099242	1.625	43.59	40.135
E-40	57	27°	38'	24"	1.55	1.285	1.02	0	16	43	0.2786	0.004862487	52.99999962	4663.299072	-0.257707765	-1.54270776	1.665	40.14	40.258
	58	31°	03'	25"	1.9	1.185	0.47	0	1	59	0.6331	0.000577704	142.99999999	4806.299072	-0.082611651	-1.26761165	1.665	40.26	40.655
	59	31°	59'	03'	3	1.95	0.9	0	11	13	0.1884	0.003262719	208.9999993	5016.299071	-0.686166023	-2.63516602	1.665	40.65	39.895
	60	32°	39'	22"	3.19	2.035	0.88	0	11	12	0.1867	0.00325853	230.9999993	5247.299071	-0.752715036	-2.78771504	1.665	39.88	38.562
E-60	61	294°	46'	08"	1.89	1.61	1.33	0	46	57	0.7825	0.016657201	55.9999962	5303.299068	-0.764708181	-2.37470818	1.61	38.56	37.797
	62	24°	49'	44"	0.46	0.375	0.29	2	1	11	2.0197	0.035293415	16.99999357	5320.299061	-0.598760755	-0.97376076	1.61	37.80	38.434
	63	49°	32'	43"	0.41	0.3275	0.245	2	0	0	2	0.034906585	16.49999388	5336.799055	-0.575493098	-0.90293091	1.61	38.43	39.141
	64	31°	22'	51"	1.52	1.025	0.53	0	7	20	0.1222	0.002132792	96.99999986	5435.799055	-0.211456802	-1.2361458	1.61	39.14	39.574
	65	33°	20'	36"	2.96	2.24	1.52	0	17	48	0.2967	0.005178392	143.9999988	5579.799054	-0.746575102	-2.9865751	1.61	39.51	38.139
E-65	66	33°	24'	36"	2.8	2.115	1.43	0	47	20	0.7889	0.013768902	136.9999921	5716.799046	-1.886101236	-4.0010124	1.61	38.74	35.748
5716.799046																			
E-75	76	89°	56'	29"	2.0	1.56	1.12	1	34	41	1.57806	0.027542343	87.99997967	87.99997967	-2.42520624	-3.9625062	1.64	100	102.343
	77	96°	56'	29"	1.6	1.391	1.182	1	31	34	1.52611	0.026635644	417.9999097	129.7999706	-1.112843412	-2.50394341	1.64	100	100.894
	78	282°	12'	22"	1.7	1.455	1.21	1	54	0	1.9	0.033161256	48.99999359	178.7999542	-1.62371056	-3.07871056	1.64	100	98.561
	79	273°	06'	04"	2.0	1.68	1.36	1	52	26	1.8739	0.032705725	63.99997915	242.7999534	-2.091674053	-3.77167405	1.64	100	97.868
	80	277°	13'	16"	2.0	1.31	0.62	1	33	16	1.5544	0.027129398	137.9999991	380.7999024	-3.74020183	-5.05202018	1.64	100	96.588
	81	278°	21'	05"	2.5	1.51	0.52	1	32	16	1.5378	0.028839673	197.9999566	578.799859	-5.311703522	-6.82770352	1.64	100	94.818
578.799859																			

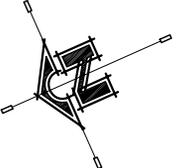
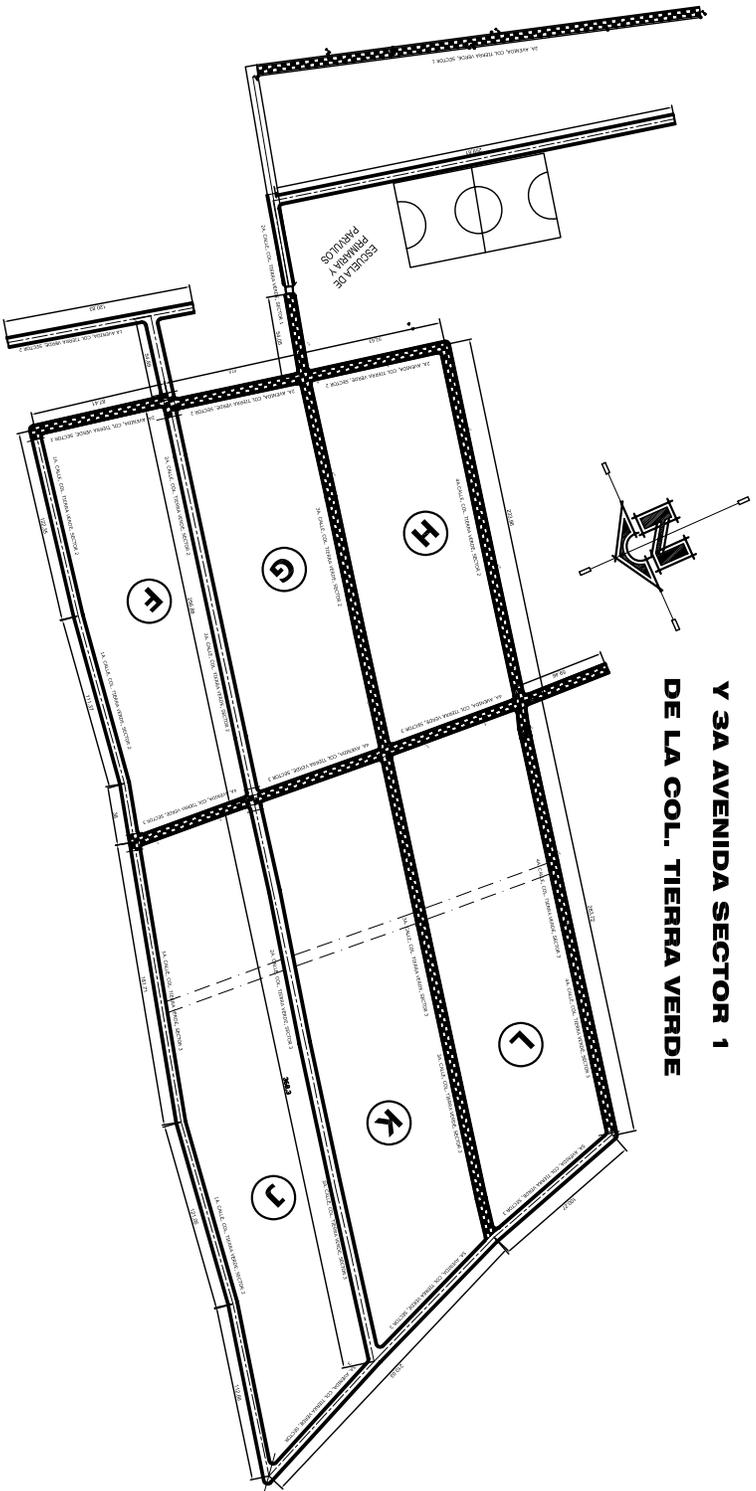
Apéndice 2

TOPOGRAFIA CAMPAMENTO. Conduccion A.P.																	
		AZIMUT			<VERT												
EST.	P.O.	< hz	min	seg.	< ver	min	seg	radianes	Hs e Hi	Hm	Dist. Hz	Dist. Vert.	V-Hm	A.I	BM	COTA	
E-0	E-1	279°	9'	17"	5°	2'	50"	5.047	0.088	2.19	2.075	23.000	-2.016	-4.091	1.450	150.000	147.359
"	E-2	215°	52'	50"	7°	47'	36"	7.793	0.136	1.96	1.355	35.000	-4.702	-6.057	1.450	150.000	145.393
"	E-3	193°	46'	27"	7°	47'	24"	7.790	0.136	1.18	1.5075	51.500	-6.916	-8.424	1.450	150.000	143.026
"	E-4	117°	33'	18"	4°	0'	32"	4.009	0.070	1.250	1.84	1.405	-6.067	-7.472	1.450	150.000	143.978
E-4	E-5	86°	16'	45"	6°	1'	6"	6.018	0.105	0.97	1.335	1.0725	-5.474	-6.547	1.420	143.978	138.851
E-5	E-6	65°	25'	36"	6°	37'	10"	6.619	0.116	0.81	1.44	1.175	-6.069	-7.244	1.440	138.851	133.047
E-0	E-7	163°	3'	41"	9°	23'	4"	9.384	0.164	0.91	1.665	1.3375	-10.537	-11.875	1.460	150.000	139.585
E-7	E-8	167°	1'	58"	11°	25'	26"	11.424	0.199	1.01	2.41	2.15	-10.095	-12.245	1.600	139.585	128.940
E-8	E-9	140°	1'	22"	9°	12'	20"	9.206	0.161	1.89	3.305	3.2475	-1.816	-5.064	1.640	128.940	125.516
E-3	E-10	152°	34'	15"	10°	21'	14"	10.359	0.181	3.19	2.345	2.1475	-6.987	-9.134	1.530	125.516	117.912
E-10	E-11	158°	31'	53"	12°	31'	32"	12.526	0.219	1.95	1.3	1.035	-11.221	-12.256	1.650	117.912	107.306
E-11	E-12	167°	29'	40"	4°	29'	20"	4.489	0.078	0.77	1.604	1.487	-1.826	-3.313	1.560	107.306	105.553
E-12	E-13	192°	31'	40"	20°	31'	20"	20.522	0.358	1.37	1.5	1.42	-5.253	-6.673	1.490	105.553	100.370
E-13	E-14	178°	28'	52"	3°	45'	40"	3.761	0.066	1.34	3.795	3.6575	-1.800	-5.458	1.720	100.370	96.632
E-14	E-15	214°	43'	40"	16°	54'	20"	16.906	0.295	3.520	1.65	1.5415	-6.038	-7.579	1.640	96.632	90.693
E-15	E-16	209°	19'	00"	11°	17'	20"	11.289	0.197	1.433	3.81	3.685	-4.799	-8.484	1.490	90.693	83.699
E-16	E-17	168°	10'	40"	5°	3'	40"	5.061	0.088	3.56	2.47	2.34	-2.285	-4.625	1.540	83.699	80.614
E-17	E-18	223°	35'	00"	14°	2'	10"	14.031	0.245	2.21	3.73	3.545	-8.703	-12.248	1.530	80.614	69.896
E-18	E-19	198°	44'	00"	8°	48'	5"	8.801	0.154	3.36	2.67	2.5	-5.141	-7.641	1.520	69.896	63.775
E-19	E-20	150°	48'	40"	14°	36'	20"	14.606	0.255	2.33	3.68	3.3825	-14.519	-17.901	1.630	63.775	47.504
E-20	E-21	292°	16'	20"	0°	47'	40"	0.794	0.014	3.085	3.484	3.303	-0.502	-3.805	1.672	47.504	45.371
E-20	E-22	118°	25'	00"	1°	1'	50"	1.031	0.018	3.122	1.46	1.255	-0.737	-1.992	1.610	45.371	44.989
E-22	E-23	124°	58'	35"	0°	12'	29"	0.208	0.004	1.05	2.96	2.77	-0.138	-2.908	1.510	44.989	43.591
E-23	E-24	120°	45'	27"	7°	48'	24"	7.807	0.136	2.58	1.02	0.81	-5.652	-6.462	1.560	43.591	38.689
E-24	E-25	118°	10'	00"	13°	24'	48"	13.413	0.234	0.6	1.26	1.195	-2.933	-4.128	1.560	38.689	36.120
E-25	E-26	123°	51'	02"	10°	56'	24"	10.940	0.191	1.13	2.45	2.345	-3.913	-6.258	1.420	36.120	31.282
E-26	E-27	125°	48'	05"	0°	14'	40"	0.244	0.004	2.24	2.00	1.85	-0.128	-1.978	1.450	31.282	30.755
										1.70							

1014.80

Apéndice 3: Planos y detalles, pavimento rígido Colonia Tierra Verde y línea de distribución de agua potable aldea San Francisco El Campamento.

SECTORES DOS Y TRES Y 3A AVENIDA SECTOR 1 DE LA COL. TIERRA VERDE



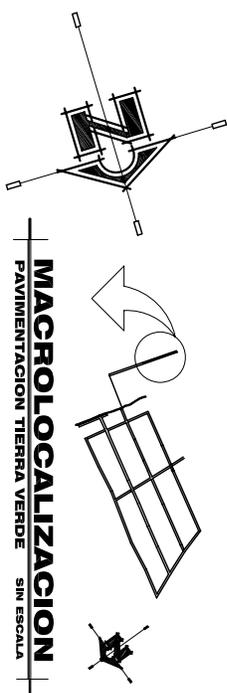
- PAVIMENTACION:**
- LA 2A AVENIDA, SECTOR 1
 - LA 2A AVENIDA, SECTOR 2
 - LA 4A AVENIDA, SECTOR 3
 - LA 4A AVENIDA, SECTOR 2
 - LA 3A AVENIDA, SECTOR 2

METROS LINEALES DE LA AVENIDA:
2011.67 ML
AREA A PAVIMENTAR:
10058 m²
AREA DE BANQUETA
4023.2 M²

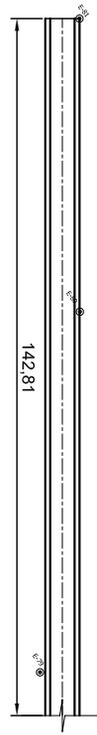
DATOS OBTENIDOS EN AUTOCAD

PLANTA GRAL. DEL AREA A PAVIMENTAR
PAVIMENTACION TIERRA VERDE
ESC. 1/1500

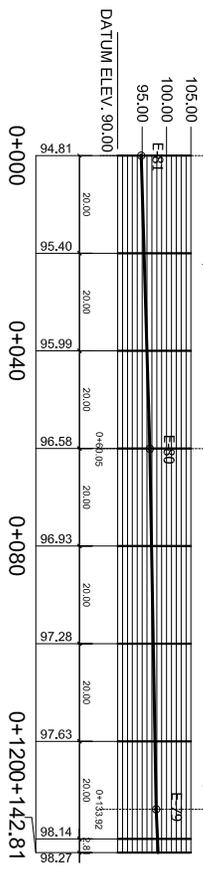
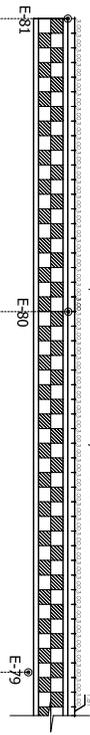
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA VIES FERREROS, JULIO 2007	
MUNICIPALIDAD SIQUINALA, ESCUINTLA	MUNICIPALIDAD SIQUINALA, ESCUINTLA
PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE	PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE
UBICACION: POLIGONO LIBERIA PLANTA	UBICACION: POLIGONO LIBERIA PLANTA
FECHA: 2011	FECHA: 2011
PROYECTADO POR: [Name]	PROYECTADO POR: [Name]
REVISADO POR: [Name]	REVISADO POR: [Name]
APROBADO POR: [Name]	APROBADO POR: [Name]



2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 1



2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 1

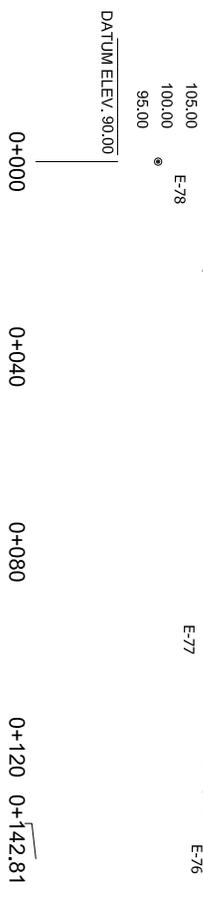
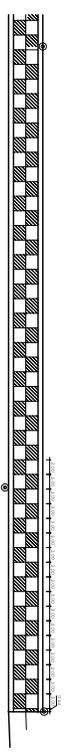
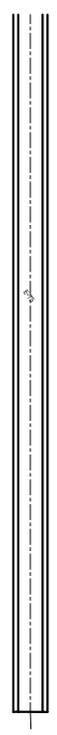


2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 1

PERFIL TRAMO
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/1000
ESCALA VER. 1/500



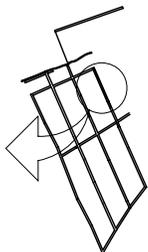
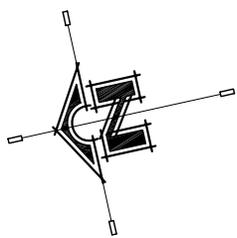
2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 1



2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 1

PERFIL TRAMO
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/1000
ESCALA VER. 1/500

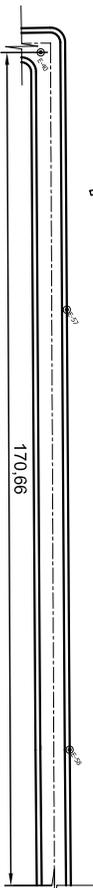
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <small>EN EL CARRILLO, JUNIO 2007</small>	
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS SIQUIMULA, ESCUINTLA MUNICIPALIDAD		PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE EN LA AVENIDA COL TIERRA VERDE, SECTOR 1	
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION		FECHA: 2007	
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION		PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE EN LA AVENIDA COL TIERRA VERDE, SECTOR 1	
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION		FECHA: 2007	
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION		PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE EN LA AVENIDA COL TIERRA VERDE, SECTOR 1	
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION		FECHA: 2007	



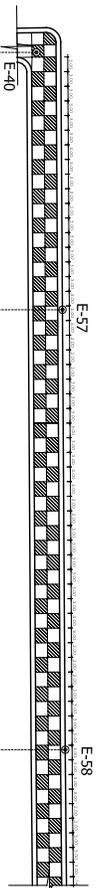
MACROLOCALIZACION

PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

4A.CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

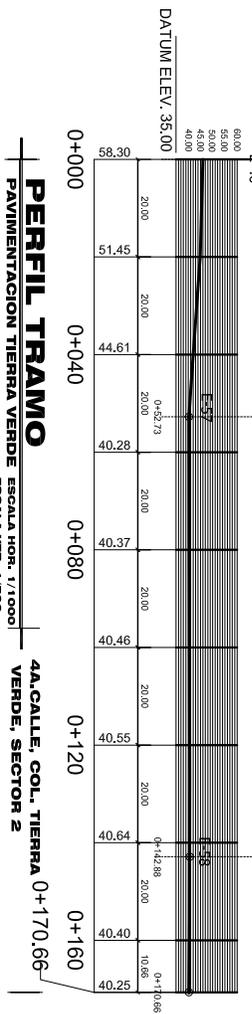


4A.CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2



DISEÑO PAVIMENTACION

PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500



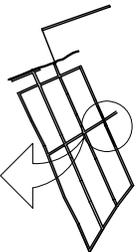
PERFIL TRAMO

PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/1000

4A.CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

ESCALA VER. 1/500

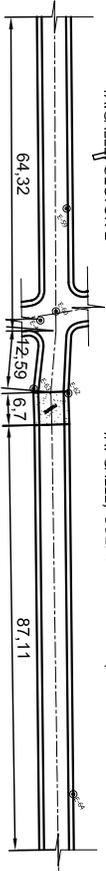
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <small>SIN FERRERO, JULIO 2007</small>	
INSTITUTO SIQUIMULA, ESCUENTLA MUNICIPALIDAD	PROYECTO PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE EN LA CALLE TIERRA VERDE, SECTOR 2
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION	FECHA 04/15



MACROLOCALIZACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE
SIN ESCALA

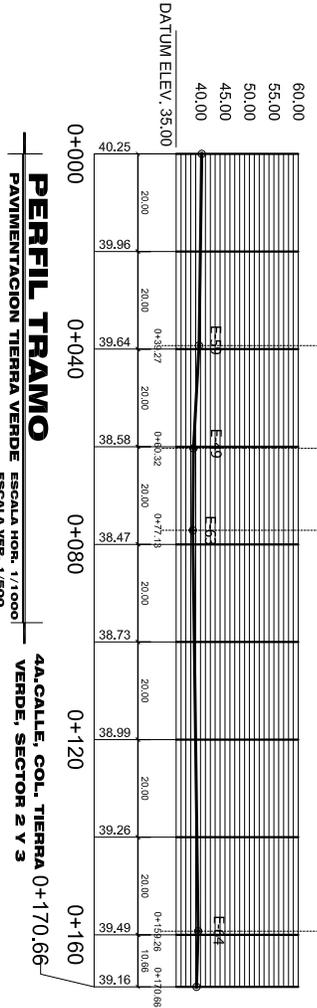
4A.CALLE, SECTOR 2

4A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



4A.CALLE, SECTOR 2

4A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



PERFIL TRAMO
PAVIMENTACION TIERRA VERDE
ESCALA HOR. 1/1000
ESCALA VER. 1/500

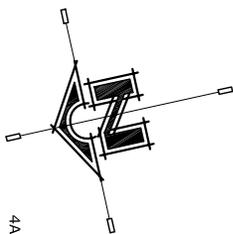
4A.CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2 Y 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARR. PANAMERICANO, J. ABOGADO REYES

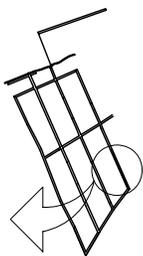
INSTITUTO MUNICIPAL DE TIERRA VERDE
MUNICIPALIDAD

PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE
UBICACION: TIERRA VERDE, SECTOR 2 Y 3
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION

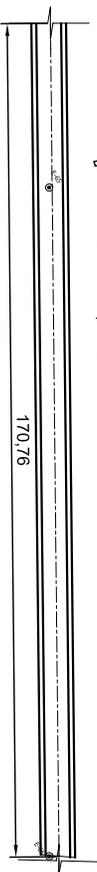
FECHA: 05/18



MACROLOCALIZACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



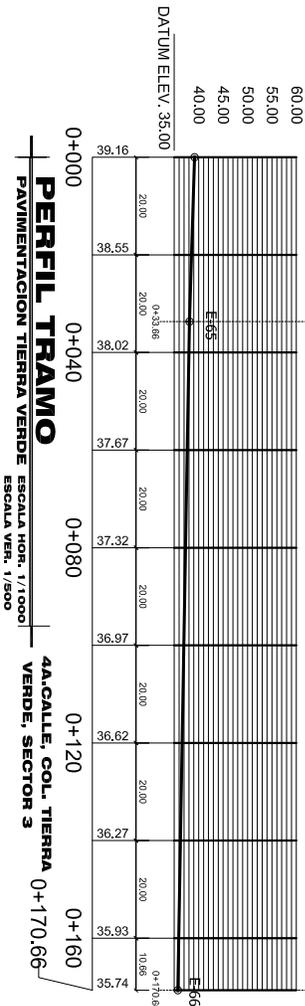
4A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



4A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



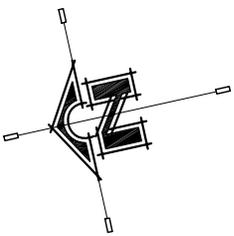
DISEÑO PAVIMENTACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500



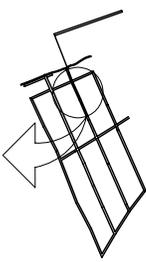
PERFIL TRAMO
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/1000
ESCALA VER. 1/500

4A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3
0+170.66

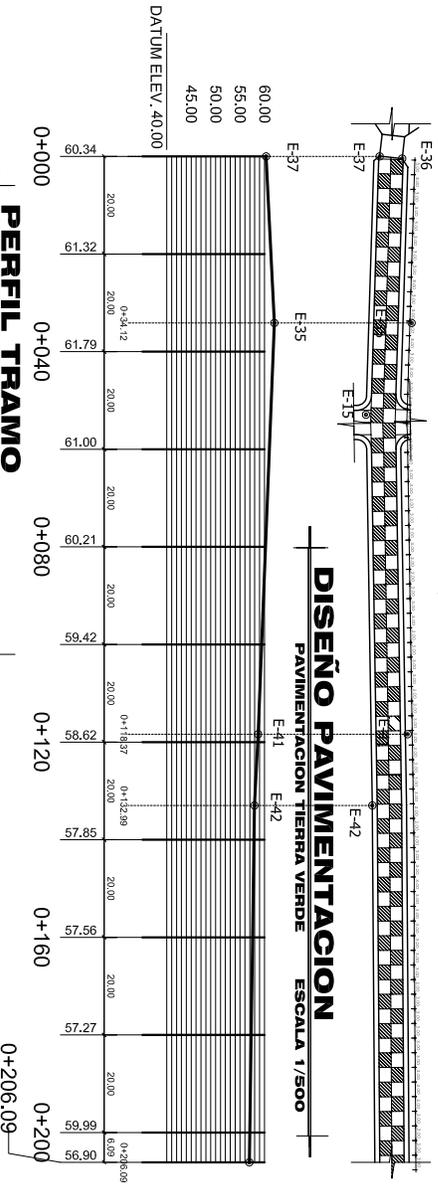
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <small>SIN FERRERES - JULIO 2007</small>	
INSTITUTO SIQUIMULA, ESCUENTLA MUNICIPALIDAD	PROYECTO PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE DEL CANTON DE ESCUENTLA, TIERRA VERDE, SECTOR 3
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION	PROYECTO DE INGENIERIA TITULO CARRERA HOJAS
No. _____ Fecha _____	No. _____ Fecha _____



MACROLOCALIZACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE
SIN ESCALA



3A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2



PERFIL TRAMO PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/1000

3A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2

Stationing	Elevation								
0+000	60.34	0+040	61.79	0+080	60.21	0+120	57.85	0+160	57.27
	20.00		20.00		20.00		20.00		20.00
	61.32		61.00		59.42		57.56		56.99
	20.00		20.00		20.00		20.00		6.99
	61.79		61.00		58.62		57.27		56.90
	20.00		20.00		20.00		20.00		6.99
	61.00		60.21		58.62		57.27		56.90
	20.00		20.00		20.00		20.00		6.99
	60.21		58.62		57.85		57.27		56.90
	20.00		20.00		20.00		20.00		6.99
	59.42		58.62		57.85		57.27		56.90
	20.00		20.00		20.00		20.00		6.99
	58.62		57.85		57.27		56.99		56.90
	20.00		20.00		20.00		6.99		56.90
	57.85		57.27		56.99		56.90		56.90
	20.00		20.00		6.99		56.90		56.90
	57.27		56.99		56.90		56.90		56.90
	20.00		6.99		56.90		56.90		56.90
	56.99		56.90		56.90		56.90		56.90
	6.99		56.90		56.90		56.90		56.90
	56.90		56.90		56.90		56.90		56.90

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARR. FARMACIA - JALANDZHOZ

INSTITUCION: SIQUIMULA, ESCUINTLA MUNICIPALIDAD

PROYECTO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE

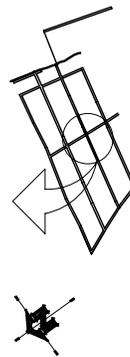
OBJETO: PAVIMENTACION DE LA COLONIA TIERRA VERDE - SECTOR 2

DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION

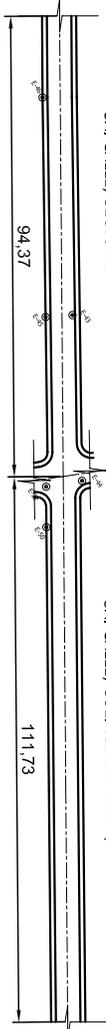
FECHA: 07/18

MACROLOCALIZACION

PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



3A. CALLE, SECTOR 2



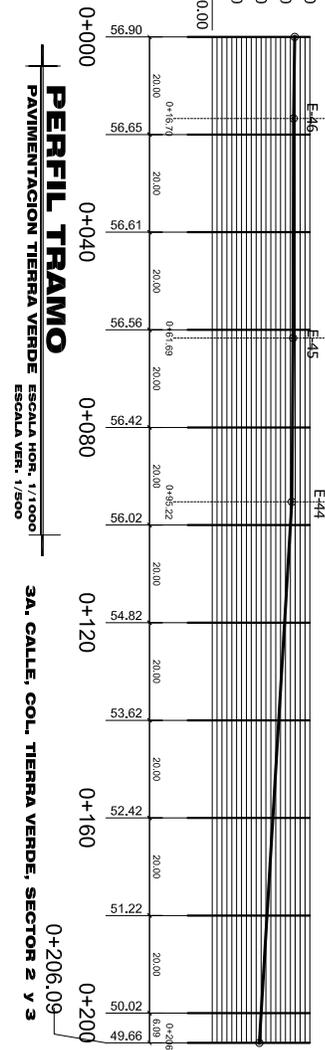
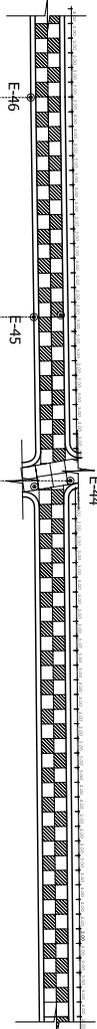
3A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

3A. CALLE, SECTOR 2

3A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

DISEÑO PAVIMENTACION

PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500

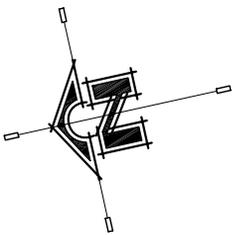


PERFIL TRAMO

PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/1000

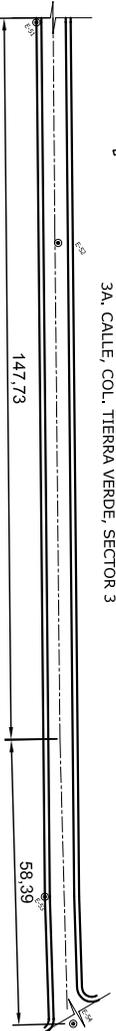
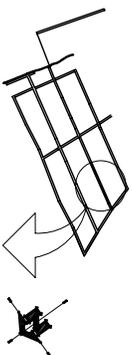
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA VER. 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARR. FARMACIA - JALANDZUCO	
TITULO: SIGUIMULA, ESCUENTLA MUNICIPALIDAD	TITULO: PAVIMENTACION TIERRA VERDE COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3
DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION	DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION
AUTOR: INGENIERO CIVIL	AUTOR: INGENIERO CIVIL
FECHA: 2018	FECHA: 2018



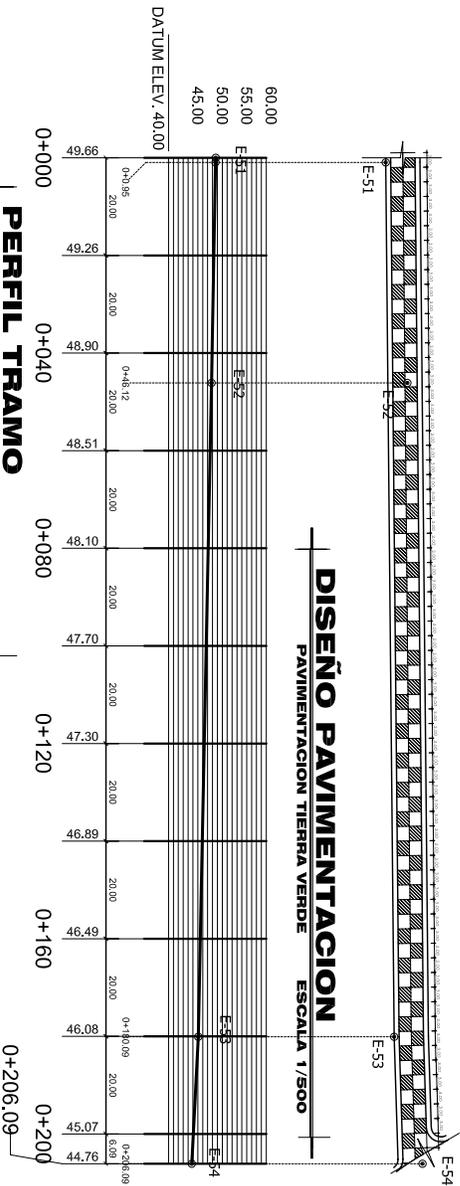
3A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

MACROLOCALIZACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



3A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

DISEÑO PAVIMENTACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500

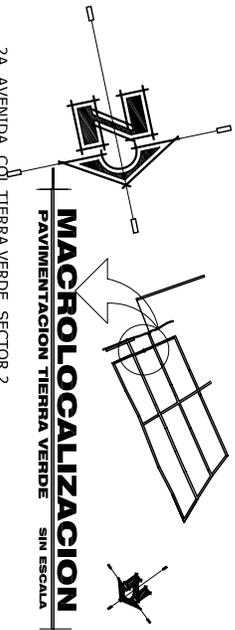


PERFIL TRAMO
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA HOR. 1/1,000
ESCALA VER. 1/500

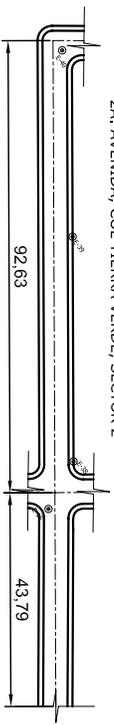
3A. CALLE, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3

<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARR. FARMACIA - JALANDZUC</p>		<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE CALLE 3A, TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>	
<p>INSTITUCION: MUNICIPALIDAD</p>		<p>FECHA: 15/05/2017</p>	
<p>DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION</p>		<p>PROYECTO DE PAVIMENTACION</p>	
<p>PROYECTANTE: ING. CARLOS J. JIMENEZ</p>		<p>PROYECTANTE: ING. CARLOS J. JIMENEZ</p>	
<p>REVISOR: ING. CARLOS J. JIMENEZ</p>		<p>REVISOR: ING. CARLOS J. JIMENEZ</p>	
<p>APROBADO: ING. CARLOS J. JIMENEZ</p>		<p>APROBADO: ING. CARLOS J. JIMENEZ</p>	
<p>FECHA: 15/05/2017</p>		<p>FECHA: 15/05/2017</p>	

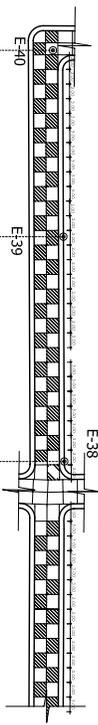
MACROLOCALIZACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



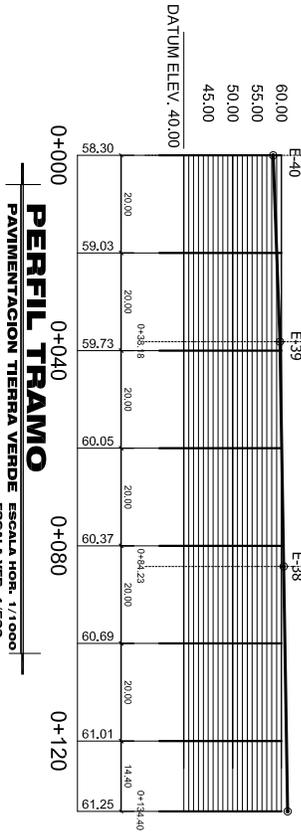
2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 2



2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 2 VERDE, SECTOR 2



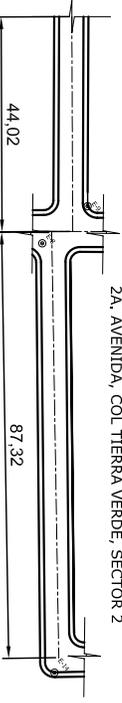
DISEÑO PAVIMENTACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500



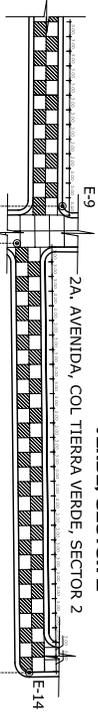
MACROLOCALIZACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



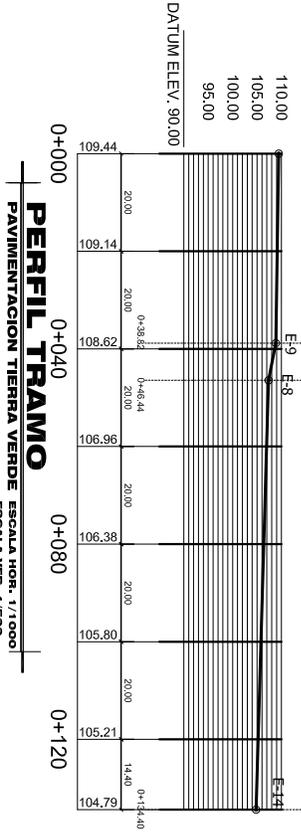
2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 2



2A. AVENIDA, COL TIERRA VERDE, SECTOR 2 VERDE, SECTOR 2



DISEÑO PAVIMENTACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500

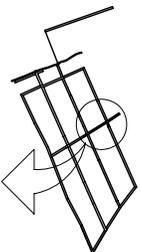
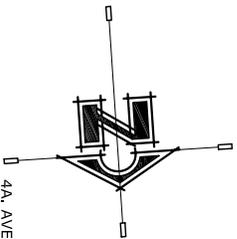


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARR. PANAMERICANO, J. AUSTO 2007

INSTITUTO MUNICIPALIDAD SIQUINALPA, SIQUINALPA

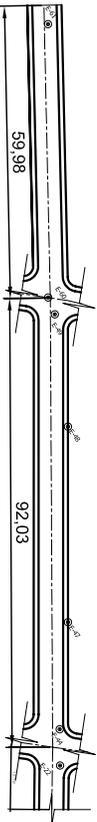
PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE
UBICACION: 2A AVENIDA, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 2
OBJETIVO: DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION

FECHA: 15/05/2018
Escala: 1/500

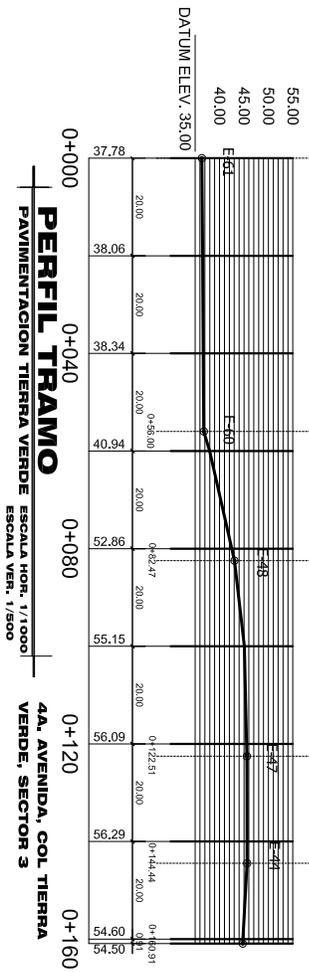
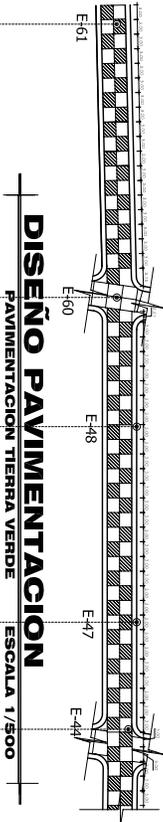


MACROLOCALIZACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA

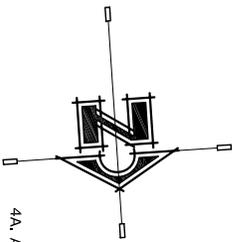
4A, AVENIDA, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



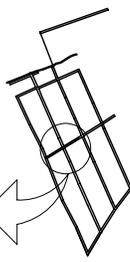
4A, AVENIDA, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARR. FARMACIA - JALDO XOPU</p>		<p>INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>INSTITUTO MUNICIPALIDAD</p>		<p>INSTITUTO MUNICIPALIDAD</p>	
<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE</p>		<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE</p>	
<p>CLIENTE: MUNICIPIO DE TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>		<p>CLIENTE: MUNICIPIO DE TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>	
<p>DISEÑO GENERAL DE PAVIMENTACION</p>		<p>DISEÑO GENERAL DE PAVIMENTACION</p>	
<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE</p>		<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE</p>	
<p>CLIENTE: MUNICIPIO DE TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>		<p>CLIENTE: MUNICIPIO DE TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>	
<p>DISEÑO GENERAL DE PAVIMENTACION</p>		<p>DISEÑO GENERAL DE PAVIMENTACION</p>	
<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE</p>		<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE</p>	
<p>CLIENTE: MUNICIPIO DE TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>		<p>CLIENTE: MUNICIPIO DE TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>	
<p>DISEÑO GENERAL DE PAVIMENTACION</p>		<p>DISEÑO GENERAL DE PAVIMENTACION</p>	
<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE</p>		<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE</p>	
<p>CLIENTE: MUNICIPIO DE TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>		<p>CLIENTE: MUNICIPIO DE TIERRA VERDE, SECTOR 3</p>	
<p>DISEÑO GENERAL DE PAVIMENTACION</p>		<p>DISEÑO GENERAL DE PAVIMENTACION</p>	



MACROLOCALIZACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE SIN ESCALA



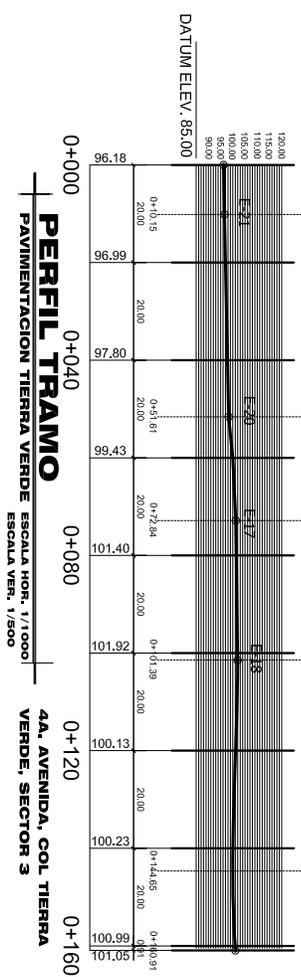
4A. AVENIDA, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



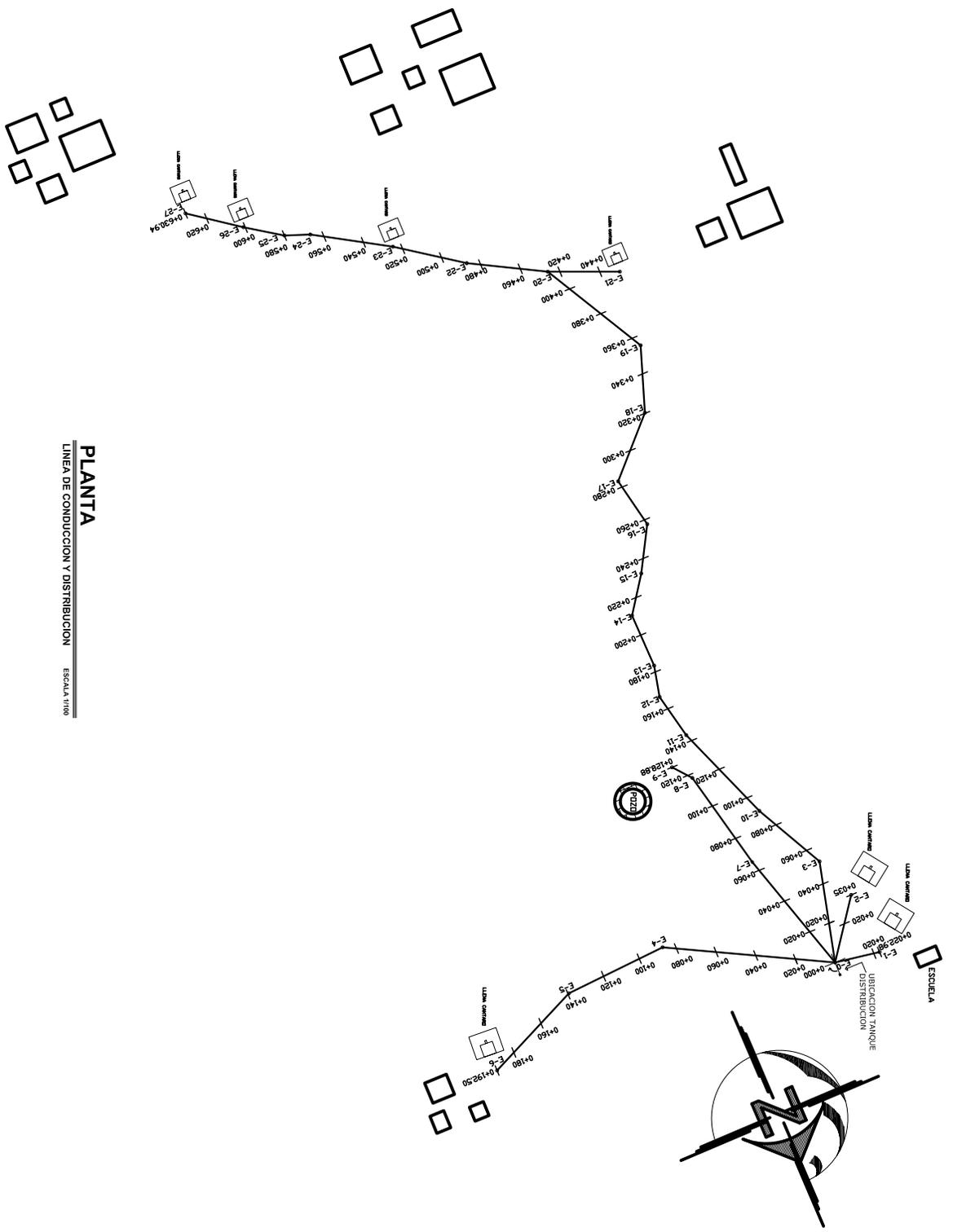
4A. AVENIDA, COL. TIERRA VERDE, SECTOR 3



DISEÑO PAVIMENTACION
PAVIMENTACION TIERRA VERDE ESCALA 1/500



<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA CARRERAS DE INGENIERIA EN INGENIERIA CIVIL Y EN INGENIERIA DE SISTEMAS</p>	
<p>PROYECTO: PAVIMENTACION DE COLONIA TIERRA VERDE UBICACION: 4A AVENIDA, COLONIA TIERRA VERDE, SECTOR 3 DISEÑO ESPECIFICO DE PAVIMENTACION</p>	<p>INSTITUCION: MUNICIPALIDAD DE TIERRA VERDE</p>
<p>PROYECTISTA: [] DISEÑADOR: [] REVISOR: [] AUTORIZADO: []</p>	<p>FECHA: [] LUGAR: []</p>



PLANTA
 LINEA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION ESCALA 1/100

LINEA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION			
Est. P.L.	AZUMUTH	Int. HZ	COTA
E-0	E-1	234.00	147.259
E-1	E-2	234.00	143.293
E-2	E-3	139°46'27"	143.085
E-3	E-4	137°33'31"	143.379
E-4	E-5	69°16'42"	138.651
E-5	E-6	69°33'32"	138.417
E-6	E-7	143°02'41"	139.295
E-7	E-8	167°04'39"	128.946
E-8	E-9	149°01'39"	125.516
E-9	E-10	122°34'12"	117.242
E-10	E-11	139°31'53"	107.206
E-11	E-12	167°32'42"	105.553
E-12	E-13	136°31'44"	104.370
E-13	E-14	179°33'22"	104.632
E-14	E-15	214°43'44"	104.583
E-15	E-16	209°15'00"	103.639
E-16	E-17	168°01'42"	104.614
E-17	E-18	223°23'00"	63.936
E-18	E-19	139°44'00"	63.275
E-19	E-20	139°44'44"	47.294
E-20	E-21	229°16'37"	43.271
E-21	E-22	118°23'00"	44.599
E-22	E-23	124°49'27"	43.291
E-23	E-24	120°43'27"	38.689
E-24	E-25	119°10'00"	36.420
E-25	E-26	123°01'00"	31.282
E-26	E-27	123°49'00"	30.725

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EN EL CARRILLO DE LA PAZ

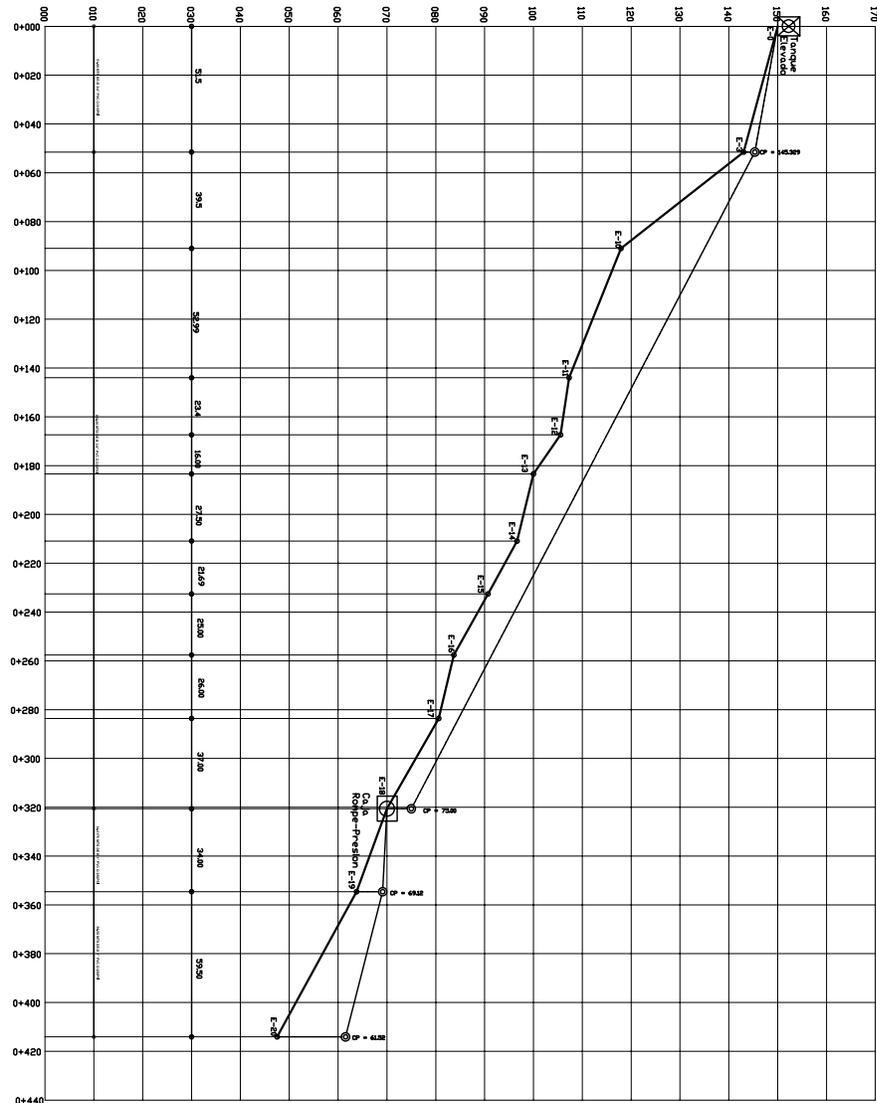
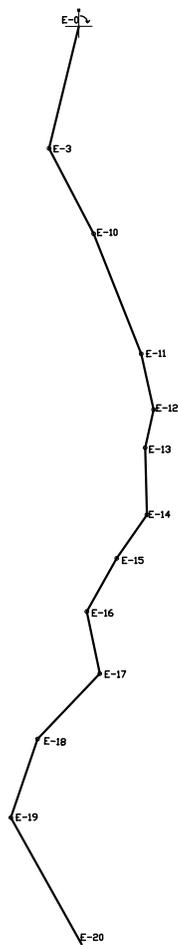
INSTITUCION
MUNICIPALIDAD

PROYECTO
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

CONTRATO
ALBERCA SAN FRANCISCO EL CAMARERO, SEÑALIA, ESCUNTLA

LINEA DE CONDUCCION Y DISTRIBUCION

FECHA _____ **HOJA** _____

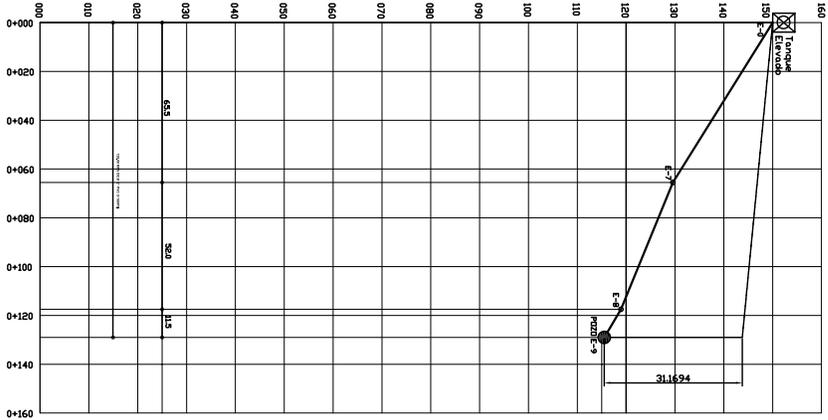
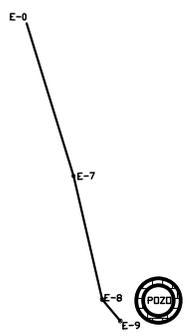


PERFIL

ESCALA V: 1/50
ESCALA H: 1/100

Simbología de Referencia

	ESTACION (E)		VALOR DE COTACION (V.C.)
	COTA, NIVEL, ESQUINA		TIROO HORIZONTAL (T.H.)
	CAMINO, CALLE		REDUCCION ALISADO (R.A.)
	TUBERIA LINEA DE DIRECCION, y Nivelado		CURVATURA
	CODO (C) 90°, 45°		Taqueo de Direccion (T.D.)
	TIRO CRUZ Y VOZ		LINEA PIEZOMETRICA



PERFIL

ESCALA V: 1/50
ESCALA H: 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 5015 FERRERES, J. A. ALDO 2007

MUNICIPALIDAD DE SEQUIMUL, ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 ALBERTO SAN FERRERES EL CAMBIERITO, SEQUIMUL, ESCUINTLA

CONTRATO: PERFIL GENERAL

FECHA: 2011

HOJA: 2

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 5015 FERRERES, J. A. ALDO 2007

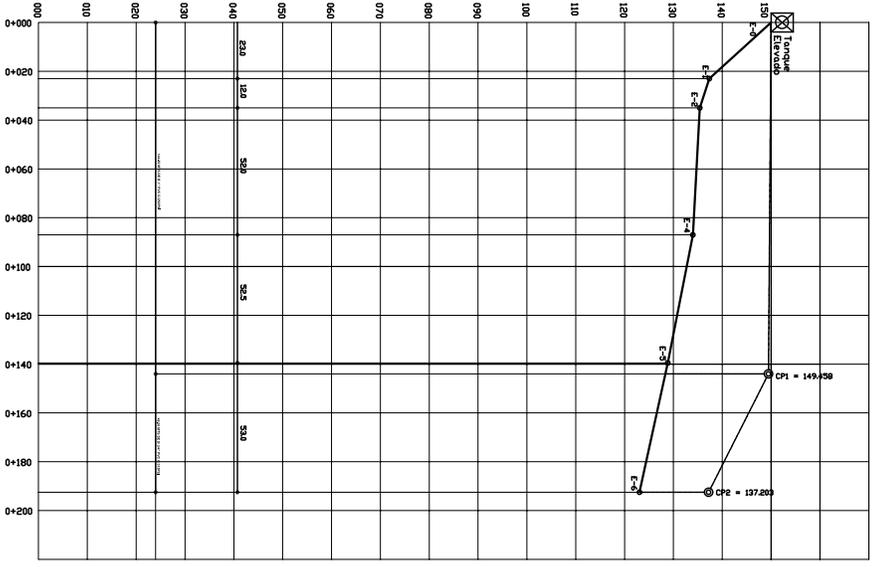
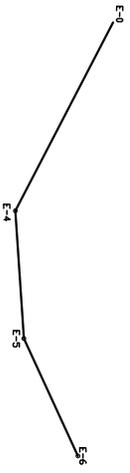
MUNICIPALIDAD DE SEQUIMUL, ESCUINTLA

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 ALBERTO SAN FERRERES EL CAMBIERITO, SEQUIMUL, ESCUINTLA

CONTRATO: PERFIL GENERAL

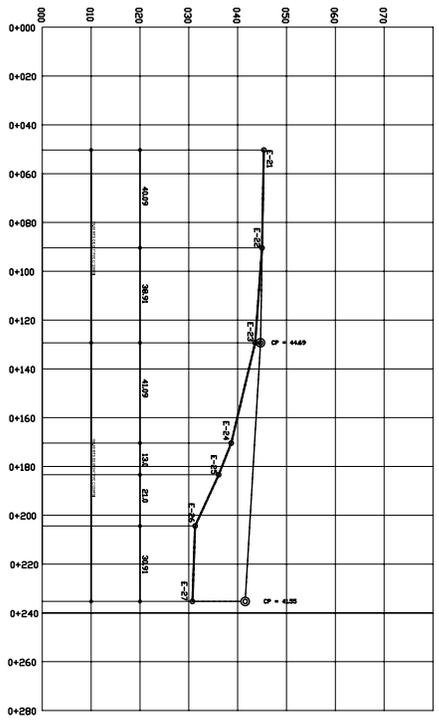
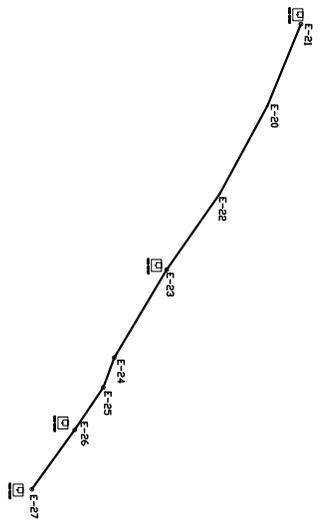
FECHA: 2011

HOJA: 2



PERFIL

ESCALA V: 1/50
ESCALA H: 1/100



PERFIL

ESCALA V: 1/50
ESCALA H: 1/100

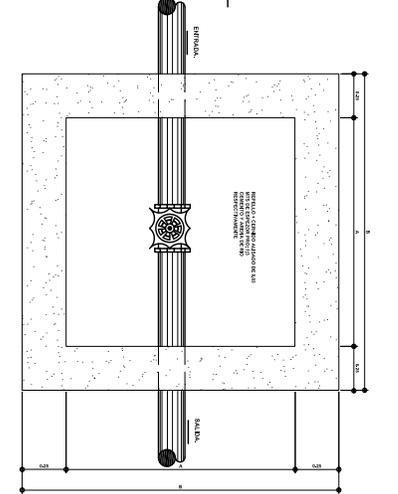
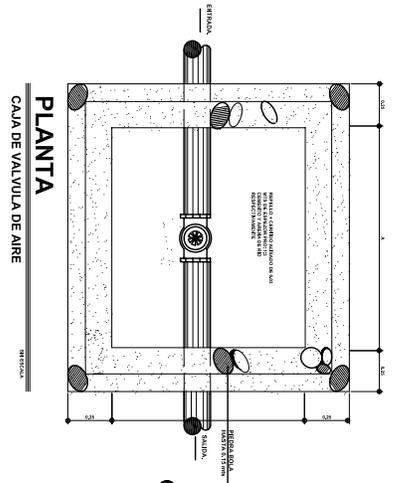
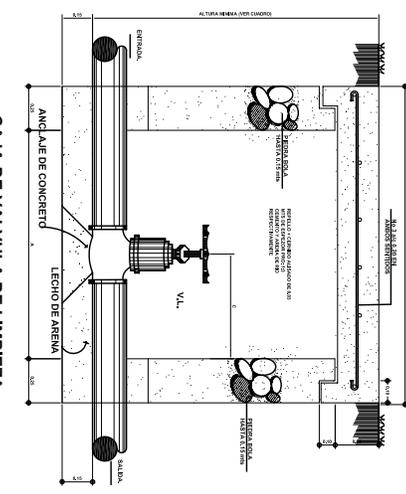
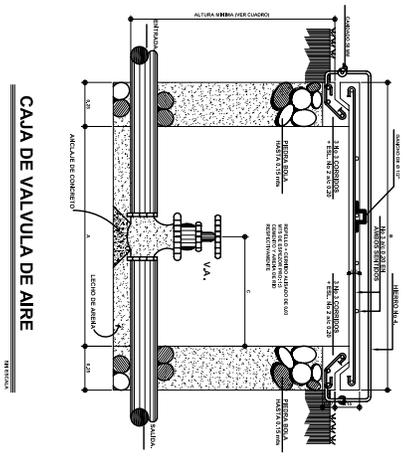
SIMBOLOGIA DE REFERENCIA	
	ESTACION (E)
	CANAL, DUCTO
	TUBERIA LINEA DE DISTRIBUCION, # pulgadas
	CODO (90°, 45°)
	TEE, CRUCE Y TEE
	VALVULA DE COMPUERTA (V.C.)
	TAPON (T.A.)
	REDUCCION (R.D.)
	CERRADURA
	TANQUE DE DISTRIBUCION (T.D.)
	LINEA REFERENCIAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERAS DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
MUNICIPALIDAD: Siquinalá, Escuintla

FECHA: 2017

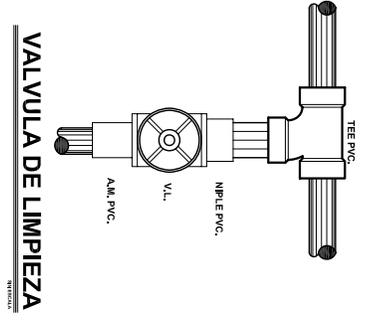
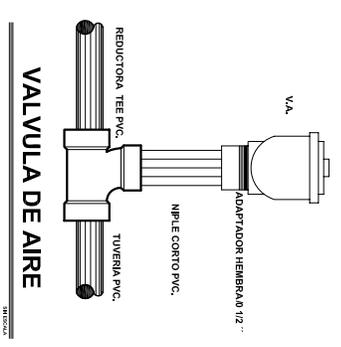
ESCALA: V: 1/50, H: 1/100



DIMENSIONES

Ø	A	B	C	ALTURA MIN.
1 1/2"	30	40	15	30
1"	35	45	17.5	45
1 1/2"	40	50	20	30

NOTA
 LAS VALVULAS SE ASERTAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE.



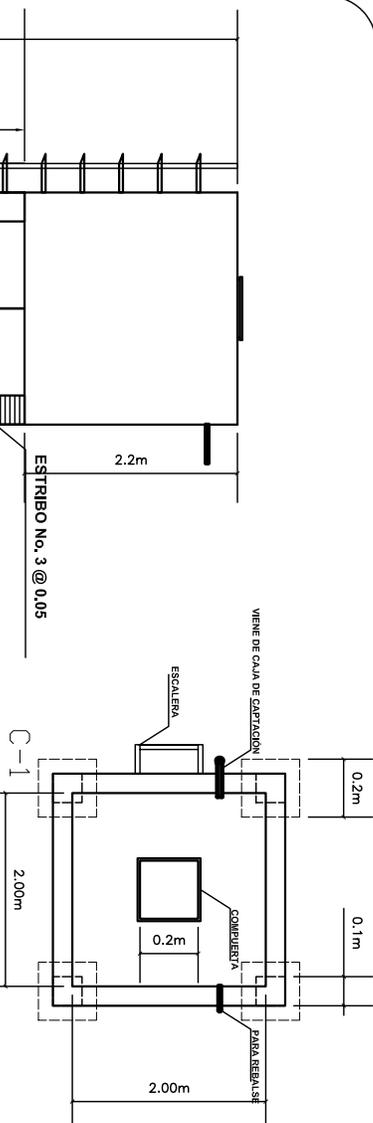
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
 CARRER FERRENO, J. A. J. 2000

INGENIERO
SIQUIMULA, ESCUINTLA
MUNICIPALIDAD

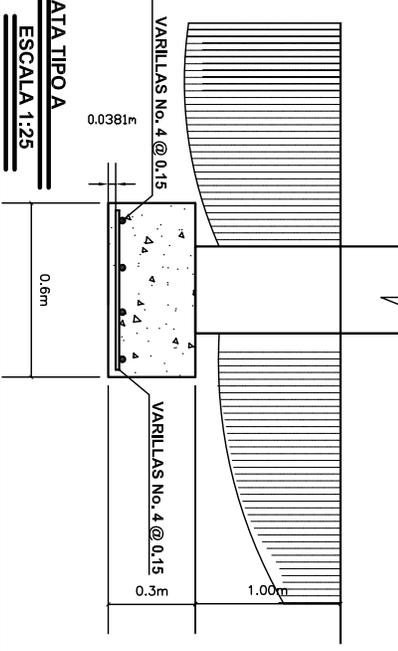
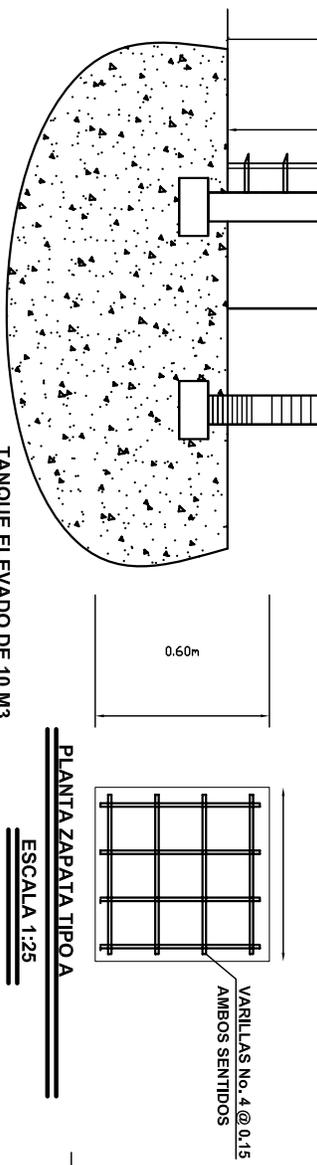
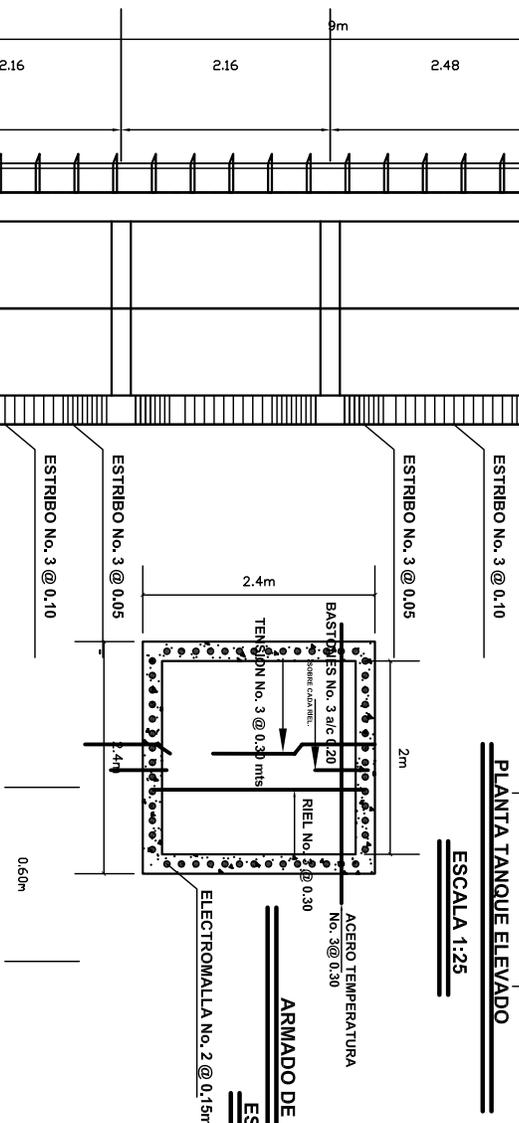
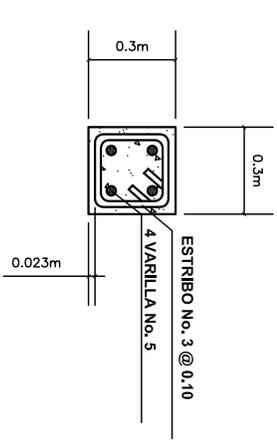
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 CLIENTE: ALBERCA SAN FRANCISCO EL CAMPAMENTO, SIQUIMULA, ESCUINTLA
 CONTEO: DETALLE DE VALVULA DE AIRE Y LIMPIEZA

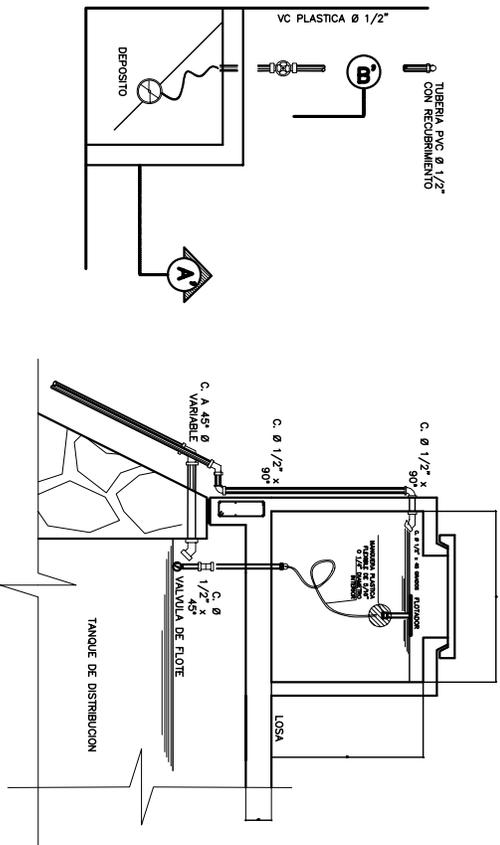
FECHA: 15/05/2017
 HOJA: 4 DE 5

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <small>EPS FEBRERO - JULIO 2007</small>	
PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA SAN FRANCISCO EL CAMPAMENTO, SIQUINALÁ, ESCUINTLA		INDICACIONES: SIGNA LA ESCUINTLA MUNICIPALIDAD	
CONTERG: TANQUE ELEVADO		INDICACIONES: ESCALA INDICADA	
HOJA No. 6		TOTAL No. 9	



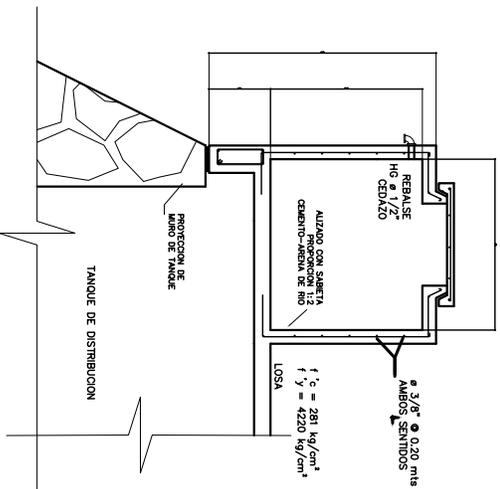
C-1 COLUMNA TIPO 1





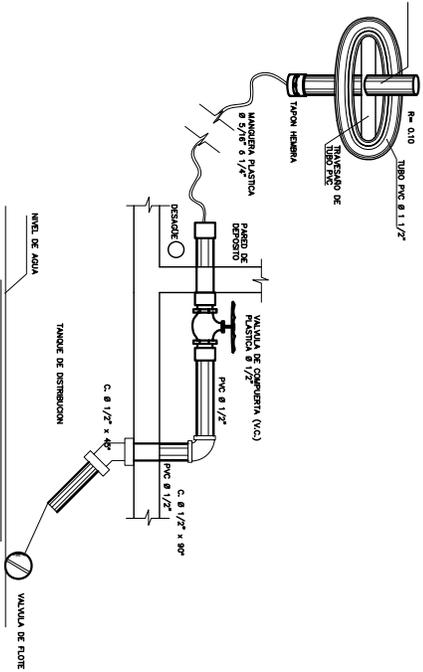
SECCION A-A' DE HIPOCLORADOR

ESCALA: 1:20



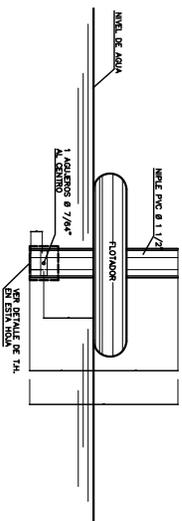
DETALLE DE ARMADO

ESCALA: 1:20



SECCION B-B' DE HIPOCLORADOR

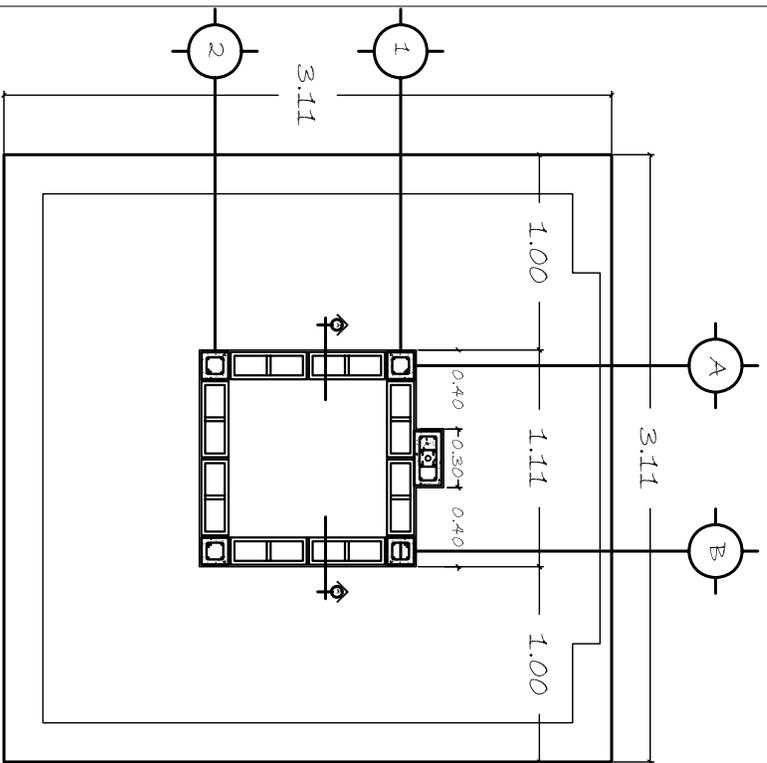
ESCALA: 1:20



DETALLE DE FLOTADOR

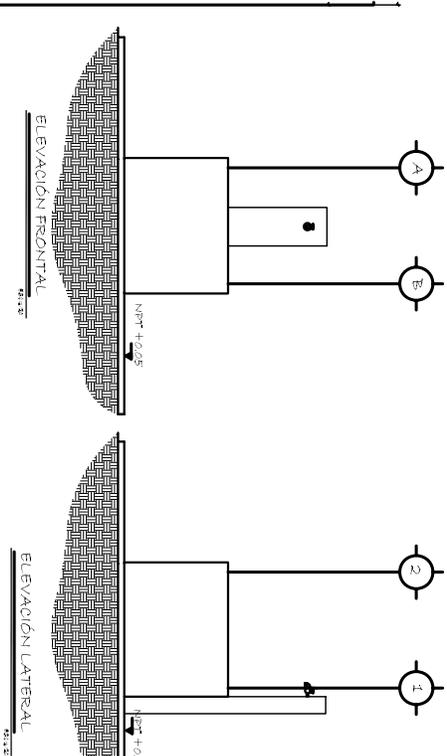
ESCALA: 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <small>AV. FRANCISCO J. MORALES</small>	
INSTITUCION MUNICIPALIDAD	PROYECTO SEGUIMIENTO MUNICIPALIDAD
TITULO SEGUIMIENTO MUNICIPALIDAD	PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
FECHA 15/05/2017	LUGAR CANTON SAN FRANCISCO EL CARMEN, GUATEMALA, GUATEMALA
PROFESOR ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	CONDOMINIO DETALLE HIPOCLORADOR
ESTUDIANTE ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	FECHA 15/05/2017
FECHA 15/05/2017	FECHA 15/05/2017



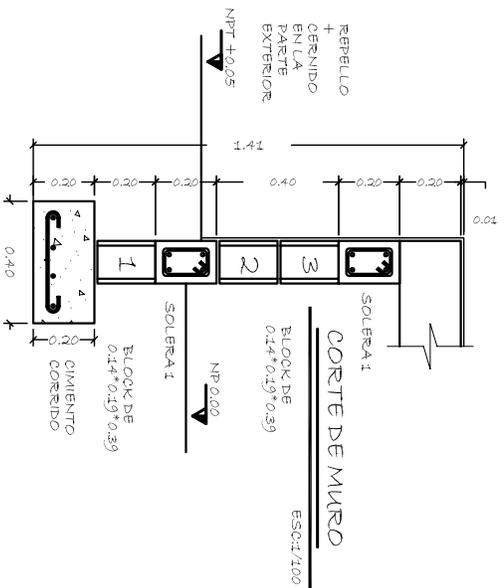
PLANTA

ESCALA 2/3



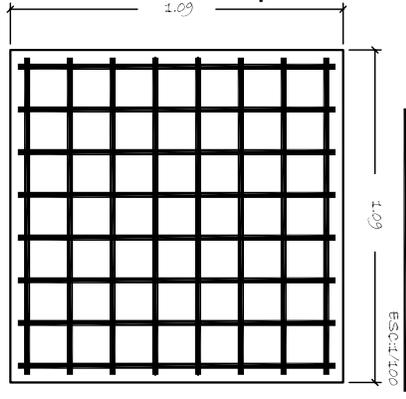
ELEVACION FRONTAL

ELEVACION LATERAL



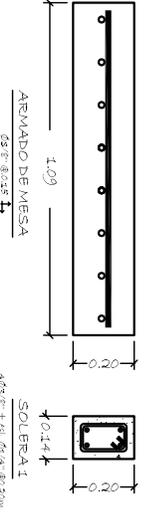
CORTE DE MURO

ESCALA 1/100



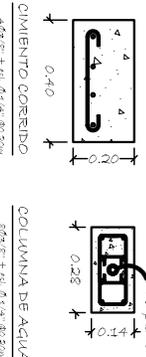
DETALLES

ESCALA 1/100



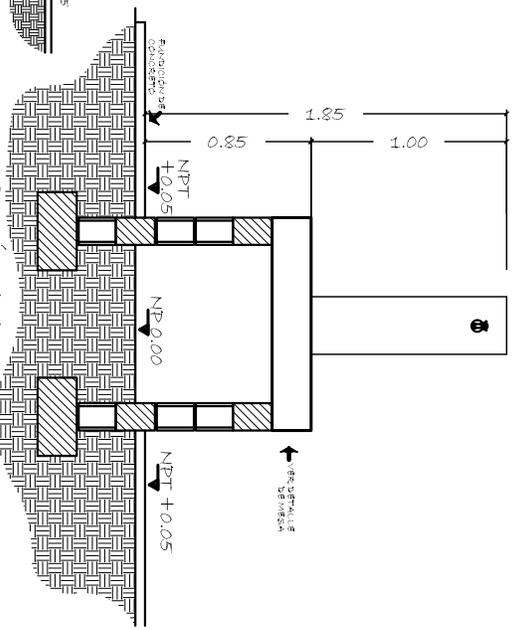
ARMADO DE MESA

ESCALA 1/100



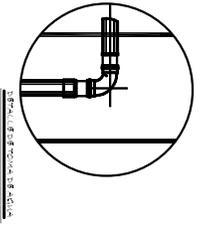
CIMENTADO CORRIDO

ESCALA 1/100



SECCION A-A'

ESCALA 1/20



COLUMNA DE AGUA

ESCALA 1/100

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA <small>ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL</small>	
MUNICIPALIDAD SIGUNALA ESCUINTLA	PROYECTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE SUBESTACION DE CANTONAMIENTO SIGUNALA ESCUINTLA LEMANCANTON
PROYECTISTA [Blank]	FECHA [Blank]
PROYECTO [Blank]	FECHA [Blank]
PROYECTO [Blank]	FECHA [Blank]