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

DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

Carlos Alexander Rico Lopez
Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS ALEXANDER RICO LOPEZ
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento 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 CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de agosto 2014.

Carlos Alexander Rico Lopez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 11 de febrero de 2016
Ref.EPS.DOC.80.02.16

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor–Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Carlos Alexander Rico López con carné No. 200714303,** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

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

c.c. Archivo
SJRS/ra

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

http;//civil.ingenieria.usac.edu.gt

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala,
18 de julio de 2016

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Alexander Rico López, con Carnet No.200714303 , quien contó con la asesoría de la Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

ESCUELA INGENIERIA CIVIL

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA
USAC

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

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingenierías
ACAAI
PERIODO 2013 – 2019

USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

http;//civil.ingenieria.usac.edu.gt

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil

Guatemala, 5 de septiembre de 2016

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **"DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ"** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Carlos Alexander Rico López con carné 2007-14303, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Mario Estuardo Arriola Ávila
Coordinador del Área de Topografía y Transportes

FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingeniería
ACAAI
PERIODO 2013 – 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, 06 de septiembre de 2016
Ref.EPS.D.638.09.16

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ,** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Alexander Rico López, carné 200714303,** quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS

Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

CCdP/ra

El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Carlos Alexander Rico López, titulado **DISEÑO DE CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco

Guatemala, octubre 2016.

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Contínua

PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL ACREDITADO POR
Agencia Centroamericana de Acreditación de Programas de Arquitectura e Ingenierías
ACAAI
PERIODO 2013 – 2019

Universidad de San Carlos
de Guatemala

Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 481.2016

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 CARRETERA HACIA LA ALDEA POCOLÁ Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA TANCHÍ, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ,** presentado por el estudiante universitario: **Carlos Alexander Rico López,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANO
FACULTAD DE INGENIERIA

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la oportunidad de lograr todas mis metas en la vida.
Mis padres y hermanos	Por darme su amistad, cariño, apoyo, compresión y sobretodo guiarme por el camino correcto para lograr esta meta.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Tricentenaria casa de estudios, y principalmente a la Facultad de Ingeniería, por formarme como profesional.
Dirección Municipal de Planificación (DMP), San Pedro Carchá	Por haberme permitido realizar mi trabajo de graduación, y apoyarme para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por permitirme culminar una de mis metas, y guiarme siempre en el camino correcto.
Mis padres	Carlos Arnoldo Rico Sisniega y Aura Liseth López de Rico, por todo el apoyo que me otorgaron, ya que sin ellos no hubiese sido posible este logro.
Mis hermanos	Yohana y Wilder, por cada momento y apoyo que siempre existió de parte de ustedes, Gracias.
A mi asesor	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, quien de manera desinteresada compartió sus conocimientos y me guió en cada paso del EPS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES VII
LISTA DE SÍMBOLOS IX
GLOSARIO XI
RESUMEN XIII
OBJETIVOS XV
INTRODUCCIÓN XVII

1. FASE DE INVESTIGACIÓN 1
1.1. Monografía del municipio de San Pedro Carchá 1
1.2. Características físicas 1
1.2.1. Ubicación y localización 1
1.2.1.1. Colindancias 3
1.2.1.2. Topografía 3
1.2.1.3. Clima 3
1.2.1.4. Tipo de vivienda y actividad económica 4
1.2.1.5. Población y demografía 5
1.3. Características de la infraestructura 6
1.3.1. Servicios públicos 6
1.3.2. Educación 6
1.3.3. Salud 6
1.4. Características socioeconómicas 7
1.4.1. Origen de la comunidad 7
1.4.2. Actividad económica 7
1.4.3. Idioma y religión 7

1.4.4. Cultura 8
1.4.5. Comercio 8

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL 9
2.1. Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá, Alta Verapaz 9
2.1.1. Descripción del proyecto 9
2.1.2. Tipos de pavimentos 10
2.1.2.1. Definición de pavimentos 10
2.1.2.2. Elementos estructurales de pavimentos 10
2.1.2.3. Pavimentos flexibles 10
2.1.2.4. Pavimentos rígidos 11
2.1.3. Levantamiento topográfico 11
2.1.3.1. Planimetría 11
2.1.3.2. Altimetría 12
2.1.3.3. Secciones trasversales 12
2.1.4. Diseño geométrico 13
2.1.4.1. Alineamiento horizontal 13
2.1.4.1.1. Curvas horizontales 13
2.1.4.1.2. Curvas de transición 16
2.1.4.1.3. Peralte 16
2.1.4.1.4. Sobreancho 16
2.1.4.2. Alineamiento vertical 17
2.1.4.2.1. Subrasante y pendiente 17
2.1.4.2.2. Curvas verticales 17
2.1.4.2.3. Velocidad de diseño 18

2.1.4.2.4. Pendiente mínima y máxima 18
2.1.4.2.5. Longitud de curvas verticales 18
2.1.4.2.6. Valores k para visibilidad de parada..... 19
2.1.5. Movimiento de tierras 22
2.1.5.1. Seccionamiento transversal..... 22
2.1.5.2. Cálculo de áreas de secciones transversales 23
2.1.5.3. Cálculo de volúmenes 23
2.1.5.4. Balance y diagrama de masas..... 25
2.1.6. Ensayos de laboratorio de suelos..... 26
2.1.6.1. Granulometría..... 26
2.1.6.2. Límites de Attemberg..... 27
2.1.6.2.1. Límite líquido 27
2.1.6.2.2. Límite plástico..... 27
2.1.6.2.3. Índice plástico..... 28
2.1.6.3. Ensayo de compactación o proctor Modificado 28
2.1.6.4. Ensayo del valor soporte (C.B.R.) 29
2.1.6.5. Ensayo equivalente de arena 29
2.1.6.6. Análisis de resultados..... 30
2.1.7. Consideraciones de diseño 31
2.1.8. Método PCA 31
2.1.8.1. Sub-base 31
2.1.8.2. Carpeta de rodadura..... 32
2.1.9. Diseño y cálculo de pavimento 37
2.1.9.1. Juntas 37

2.1.9.1.1. Transversales de expansión 37
2.1.9.1.2. Longitudinales 37
2.1.9.1.3. De construcción 37
2.1.10. Drenajes 38
2.1.10.1. Longitudinal 38
2.1.10.1.1. Cálculo de caudal para bordillo prefabricado 39
2.1.10.2. Transversal 41
2.1.11. Presupuesto proyecto 43
2.1.11.1. Precios unitarios 44
2.1.11.2. Cuadro resumen 44
2.1.12. Planos 45
2.1.13. Evaluación ambiental 46
2.1.14. Operación y mantenimiento 46
2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. 47
2.2.1. Descripción del proyecto 48
2.2.2. Levantamiento topográfico 48
2.2.2.1. Planimetría 48
2.2.2.2. Altimetría 49
2.2.3. Calidad del agua 49
2.2.3.1. Examen físico-químico 49
2.2.3.2. Examen bacteriológico 50
2.2.4. Fuente 50
2.2.5. Caudal de aforo 51
2.2.6. Criterios de diseño 51
2.2.6.1. Periodo de diseño 52

2.2.6.2. Estimación de la población de diseño.. 52
2.2.6.3. Dotación 53
2.2.6.4. Tipo de sistema 54
2.2.7. Determinación de caudales 54
2.2.7.1. Caudal medio diario..... 55
2.2.7.2. Caudal máximo diario 55
2.2.7.3. Caudal máximo horario..... 56
2.2.8. Parámetros de diseño..... 57
2.2.9. Captación..... 57
2.2.10. Línea de conducción..... 60
2.2.11. Diseño del tanque de almacenamiento..... 62
2.2.11.1. Sistema de desinfección..... 78
2.2.12. Diseño de la línea y red de distribución 80
2.2.13. Obras hidráulicas..... 82
2.2.13.1. Caja de válvulas 82
2.2.14. Válvulas 83
2.2.14.1. Válvula de aire 83
2.2.14.2. Válvula de compuerta 83
2.2.14.3. Caja rompe-presión 83
2.2.15. Planos..... 84
2.2.16. Operación y mantenimiento 84
2.2.16.1. Propuesta de tarifa 85
2.2.17. Evaluación socioeconómica..... 85
2.2.17.1. Valor presente neto 86
2.2.17.2. Tasa interna de retorno 87
2.2.18. Especificaciones técnicas..... 88
2.2.19. Presupuesto..... 88
2.2.20. Estudio de impacto ambiental..... 89

CONCLUSIONES 91
RECOMENDACIONES 93
BIBLIOGRAFÍA 95
APÉNDICES 97
ANEXOS 115

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1 Ortofoto aldea Pocolá 2
2 Ortofoto aldea Tanchí 2
3 Elementos de curva horizontal 14
4 Tipos de curva vertical 19
5 Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra 23
6 Distancia de paso 25
7 Diagrama de masas 26
8 Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos 35
9 Esquema de juntas en un pavimento 38
10 Cálculo de caudal para bordillo prefabricado 40
11 Curva duración, intensidad y frecuencia (IDF) 42
12 Cronograma de ejecución física y financiera 45
13 Captación típica 59
14 Análisis de volteo del tanque de $\mathbf{20\ m3}$ 73

TABLAS

I. Estación meteorológica 4
II. Tabla curvas horizontales 15
III. Valores de “K” según velocidad de diseño 20
IV. Tabla curvas verticales 21
V. Cálculo de un área transversal por determinantes 22
VI. Espesores estimados de bases según su uso 32

VII. Categorías de tráfico en función de cargas por eje 33
VIII. Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de “K” 36
IX. TTPD permisible, categoría de carga por eje núm.1 36
X. Coeficientes de escorrentía C 41
XI. Cuadro resumen carretera hacia aldea Pocolá 44
XII. Detalles y número de planos 46
XIII. Caudal de aforo nacimiento 51
XIV. Dotaciones de agua potable 54
XV. Cálculo del momento 71
XVI. Detalles de números y planos 84
XVII. Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Tanchí, San Pedro Carchá, Alta Verapaz 88
XVIII. Medidas de mitigación de impacto ambiental en un proyecto de agua potable 90

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
HI	Altura del instrumento
Φ	Ángulo de fricción interna
A	Área
As	Área de acero de refuerzo
Asmáx	Área de acero máximo permitido
Asmin	Área de acero mínimo permitido
CM	Carga muerta
CMu	Carga muerta última
CU	Carga última
Pu	Carga última viga
CV	Carga viva
CVu	Carga viva última
Q	Caudal
Qdis	Caudal de diseño
DH	Distancia horizontal
S	Espaciamiento del acero de refuerzo
Est	Estación
e	Excentricidad
d	Factor de flujo plástico del concreto
Hab	Habitantes
H	Horas
kg	Kilogramo
kg/cm²	Kilogramo por centímetro cuadrado

l/hab/d	Litros habitante día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud del elemento
m	Metro (s)
m/s	Metros por segundo
M	Momento
Mb	Momento balanceado
MCM	Momento inducido por la carga muerta
MCV	Momento inducido por la carga viva
MS	Momento inducido por la fuerza sísmica
M(-)	Momento negativo
M(+)	Momento positivo
Mx	Momento último actuando en el sentido X
My	Momento último actuando en el sentido Y
Wc	Peso volumétrico del concreto
Ws	Peso volumétrico del suelo
in	Pulgadas
f' c	Resistencia a la compresión del concreto
Fy	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
TIR	Tasa interna de retorno
Ton	Toneladas
VPN	Valor presente neto
Vs	valor soporte del suelo

GLOSARIO

Aforo Cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.

Altimetría Procedimiento utilizado para definir las diferencias de nivel existente entre puntos distintos de terreno o construcción.

Azimut Es el ángulo formado por su dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente. El azimut se mide en el plano horizontal en el sentido de las agujas del reloj.

Base Capa de suelo constituida por el material seleccionado, de granulometría y espesor determinado que se construye sobre la sub-base.

Caudal Es el volumen de agua que pasa en una sección de flujo por unidad de tiempo.

Concreto Es un material pétreo, artificial, obtenido de la mezcla en proporciones determinadas, de cemento, arena, piedrín y agua.

Dotación	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades. Se expresa en litros por habitante por día.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Factor de retorno	Factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que consume al día y la dotación destinada para cada persona. Puede variar este factor en función de la región de estudio.
Momento	Esfuerzo al que está sometido un cuerpo, resultado de la aplicación de una fuerza a distancia de su centro de masa.
Pendiente	Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente, haciendo uso de la fuerza de gravedad.
Período de diseño	Tiempo durante el cual un sistema dará un servicio satisfactorio a la población.
Planimetría	La planimetría sólo toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (base productiva).

RESUMEN

Con el Ejercicio Profesional Supervisado se realiza un trabajo práctico, en el que se beneficia a pobladores de las comunidades, en este trabajo de graduación, se desarrolla el diseño de carretera hacia la Aldea Pocolá y sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz**.** El documento consta de dos capítulos compuestos de la siguiente manera: se indican los antecedentes, los motivos que propician la realización de los proyectos, la localización y la descripción de los proyectos de agua potable y la carretera de pavimento rígido. Luego se indican los beneficios que conllevaría la ejecución de los proyectos así como los posibles obstáculos que se puedan presentar.

Por último se diseñan los dos proyectos: la carretera de pavimento rígido de la Aldea Pocolá, y el sistema de abastecimiento de agua potable para la Aldea Tanchí del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz

OBJETIVOS

General

Diseñar la carretera de pavimento rígido para la aldea Pocolá y el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

Específicos

1. Elaborar un perfil monográfico y un diagnóstico de la realidad social y de las necesidades de servicios e infraestructura de las Aldeas Pocolá y Tanchí.

2. Aplicar las bases y normas existentes para el análisis y el diseño, en el desarrollo de los proyectos propuestos.

3. Elaborar una guía de mantenimiento para la carretera de pavimento rígido y para el sistema de agua potable.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es la etapa en la cual se ponen del manifiesto los conocimientos adquiridos durante el período académico dentro de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Durante la realización del EPS se desarrollarán los estudios en las Aldeas Pocolá y Tanchí. En estas aldeas, luego de un proceso de priorización de necesidades, se determina que es necesario realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en la Aldea Tanchí y el diseño de carretera hacia la Aldea Pocolá.

Los proyectos a desarrollar consisten en el diseño de carretera de aproximadamente 3.5 km de pavimento rígido en la Aldea Pocolá, así como el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, de aproximadamente 3 km en la Aldea Tanchí, constituido por la captación, la línea de conducción, el tanque de almacenamiento y la línea y red de distribución.

La construcción de los proyectos planteados mejorará el nivel de vida de los pobladores de las aldeas beneficiadas, logrando un desarrollo económico y social en el municipio de San Pedro Carchá.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Pedro Carchá

Por medio de esta investigación de servicios e infraestructura del área rural de municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, se pudo observar las necesidades de la población, y de qué manera se puede mitigar la problemática en servicios básicos e infraestructura del municipio.

1.2. Características físicas

A continuación se presentan las características físicas del municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

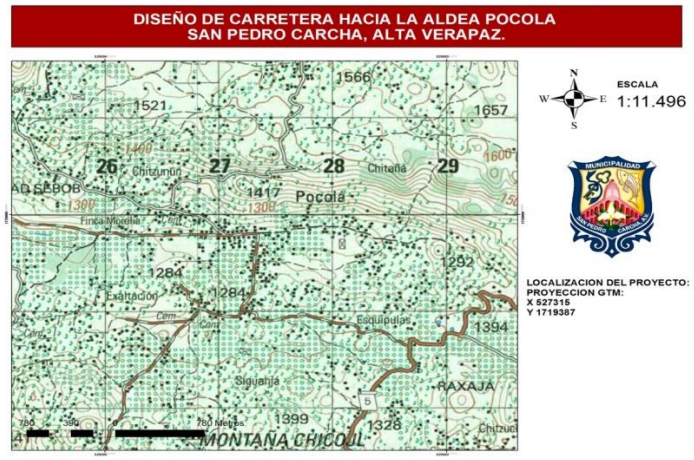
1.2.1. Ubicación y localización.

Geográficamente se localiza en la latitud 15 grados 28 minutos 38 segundos. Longitud 90 grados, 18 minutos y 38 segundos A una distancia de 217 kilómetros al norte de la Ciudad Capital. San Pedro Carchá, se encuentra a una altura de 1 282 metros sobre el nivel del mar, correspondiendo a los niveles del altiplano de Guatemala.

La República de Guatemala se encuentra dividida en ocho regiones, las que se establecen política y administrativamente en veintidós departamentos, entre los cuales se enmarca, en la zona norte del país, Alta Verapaz, con sus diferentes municipios. Desglosando estos se puede notar la presencia de San Pedro Carchá, A.V. (uno de los más extensos y poblados del país). Está

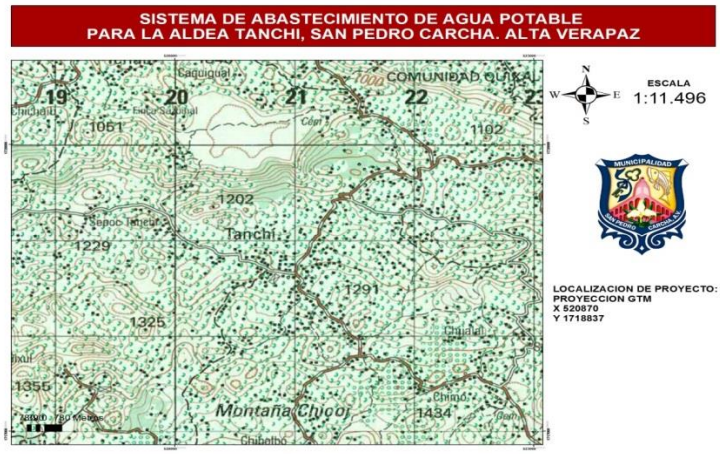
elevada a la categoría de Villa por acuerdo Gubernativo del 8 de abril de 1967 y Ciudad, por acuerdo Gubernativo del 15 de febrero de 1974.

Figura 1. **Ortofoto aldea Pocolá**



Fuente: Municipalidad departamento de Alta Verapaz.

Figura 2. **Ortofoto aldea Tanchí**



Fuente: Municipalidad departamento de Alta Verapaz.

1.2.1.1. Colindancias

Las colindancias de los municipios son las siguientes:

- Norte: con Chisec y Fray Bartolomé de las Casas
- Este: con Cahabón, Lanquín y Senahú
- Sur: con Senahú, Tucurú y San Juan Chamelco
- Oeste: con Cobán y Chisec

1.2.1.2. Topografía

El municipio San Pedro Carchá, tiene es uno de los más extensos y poblados de la república de Guatemala. Tiene una extensión territorial de 1 082 kilómetros cuadrados, de los cuales la mayor parte presenta una topografía irregular. Los grandes embudos que forman las cordilleras, cerros y numerosas hondonadas, en su mayor parte de terreno tipo karst, presentan el aspecto único de que no tienen salidas naturales, terminando generalmente el embudo en siguanes o barrancos, que por lo general sirven de resumidero a las aguas pluviales

1.2.1.3. Clima

El factor determinante de las condiciones climatológicas lo constituye la altura sobre el nivel del mar, que se ubica a 1 280 (msnm), el clima es cálido y húmedo, la temperatura media anual varía entre 17 y 25 grados centígrados. De acuerdo a la altura, se determina la presencia de la masa forestal conformada por bosques de coníferas, mixtos y latifoliados. La época lluviosa es de junio a octubre.

Tabla I. **Estación meteorológica**

CLAVE		ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO
10108		COBÁN	152 800	902 427	1 323	90-2003
VARIABLE	DIMENSIÓN	ANUAL		VARIABLE	DIMENSIÓN	ANUAL
TMEDIA	°C	20		LLUVIA	DIAS	174
TMAXPR	°C	25,9		PRESIAT	MM	870,9
TMINPR	°C	13,6		NUBOSI	OCTAS	6
TMAXAB	°C	29		INSOLA	HORAS	171,9
TMINAB	°C	9,3		EVPICH	MM	1,6
HUMED	%	81		EVTANQ	MM	3,4
LLUVIA	MM	1 583,3		VVIENT	KM/HRA	5,7

Fuente: elaboración propia.

1.2.1.4. Tipo de vivienda y actividad económica

Las características usuales de las viviendas en el casco urbano de San Pedro Carchá son las siguientes: las casas presentan estructura de block con techo de losa de concreto o lamina, puertas de metal y piso de cemento, mientras que el resto están fabricadas con adobe, techo de lámina, puertas rústicas de madera y piso de tierra.

Las del área rural, están construidas con paredes de block, techadas con lámina, puertas de madera y piso de cemento; mientras que las localizadas en los lugares de delicado acceso, están construidas con adobe, techo de lámina y piso de tierra.

El tipo de vivienda que predomina en el municipio, es la construida de paredes de madera, techo de lámina y piso de tierra, constan de dos ambientes, de los cuales uno lo destinan para dormitorio y el otro para cocina-comedor, lo cual provoca aglomeración y condiciones antihigiénicas, debido al humo que genera la combustión de leña dentro de los ambientes.

1.2.1.5. Población y demografía

La población económicamente activa (PEA) del municipio es del 40 %, de esta el 82 % son hombres y el restante 18 % son mujeres, lo lamentable de ello es que la mujer del área rural es la más desfavorecida en poder contar con empleo. Cabe mencionar que la mayoría de la PEA, se emplea como mano de obra no calificada, lo que se traduce en que las familias cuentan con muy mala calidad de vida, por lo que es necesario generar programas de capacitación que contribuyan a mejorar los ingresos en la economía familiar, haciendo hincapié en el involucramiento de la mujer ya que es esta quien se encuentra marginada en actividades que contribuyan al desarrollo personal y familiar.

El porcentaje de las mujeres que trabajan en actividades remuneradas no agrícolas es un total de 35,35 % 30, en tanto que la proporción que trabaja por cuenta propia o en empresas familiares se reporta un total de 63,61 % 31. Cabe mencionar que las principales actividades a desarrollar son por cuenta propia, por ejemplo la venta de los productos obtenidos de las actividades de traspatio, normalmente son vendido en los mercados locales, esto se debe a varios factores como por ejemplo: carencia de acceso a la tierra para su labranza ya que por lo general éstas prácticas se realizan en minifundios familiares con extensiones que van de 1 a 30 cuerdas; falta de asistencia técnica para un mejoramiento en la producción y comercialización, con el afán de fomentar proyectos que permitan el involucramiento de la mujer indígena.

De acuerdo a la información proporcionada por representantes de las distintas microrregiones, la migración laboral se da de forma periódica o por temporadas específicamente en los periodos de cosecha; la mayoría de los que migran se dirigen a lugares como la Ciudad capital, Peten, Puerto Barrios y San Marcos, principalmente a la empresa minera ubicada en este departamento.

1.3. Características de la infraestructura

La distribución de la infraestructura para el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, cuenta con vías de acceso a servicios públicos.

1.3.1. Servicios públicos

Son el conjunto de actividades y prestaciones permitidas, reservadas o exigidas a las administraciones públicas por la legislación en cada Estado, y que tienen como finalidad responder a diferentes imperativos del funcionamiento social, y en última instancia, favorecer la realización efectiva de la igualdad y del bienestar social.

1.3.2. Educación

Es un elemento indispensable para impulsar el desarrollo del municipio, por lo que se debe considerar como prioridad en las estrategias de la inversión social, mediante la ejecución de programas orientados a elevar el nivel educativo de la población; se podrá desarrollar un capital humano capaz de enfrentar los retos de una comunidad que trabaja por mejorar el nivel de vida de todos sus habitantes

Con respecto al número de establecimientos, se determinó que el cinco por ciento se ubica en el área urbana y el 95 en el área rural.

1.3.3. Salud

- La aldea de Pocolá cuenta con centro de salud
- La aldea Tanchí cuenta con centro de salud

1.4. Características socioeconómicas

Se refiere a las características del municipio, entre ellas el marco general, división política, y adiministrativa.

1.4.1. Origen de la comunidad

El origen de la población de la aldea Pocolá es indígena la cual proviene de la Etnia Quekchí y hablan el Idioma Quekchí.

El origen de la población de la aldea Tanchí Pocolá es indígena, la cual vienen de la Etnia Quekchí y hablan el Idioma Quekchí.

1.4.2. Actividad económica

La mayoría de las personas de la aldea Pocolá y aldea Tanchí se dedica a la agricultura, las mujeres se dedican a las labores domésticas.

1.4.3. Idioma y religión

El idioma de la población de la aldea Pocolá y aldea Tanchí es el español y su lengua maya Quekchí.

La religión es católica y evangélica, sus proporciones son 40 % y un 60 % según el orden anterior.

1.4.4. Cultura

Las tradiciones que aún se conservan en el municipio son las festividades de, El Paabank, es que una celebración que se lleva a cabo casi a diario en la entrega y recibo de Santos y Cofrades. Se han heredado mitos y leyendas de los ancestros, entre ellas destacan el matrimonio, cuya costumbre consiste en que para pedir la mano de la doncella, durante cierto tiempo, los padres reciben dinero, aguardiente, pan y comida, hasta la verificación de la boda, en lo que reciben la bendición ante el sacerdote del pueblo; luego en su propia casa la bendición de parte de los padrinos, hasta que comparten la tortilla como símbolo de la vida que llevaran en común.

1.4.5. Comercio

Las poblaciones se dedican a la agricultura, principalmente en los cultivos: café, maíz, frijol y cardamomo.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá, Alta Verapaz

Para el diseño de dicho pavimento de concreto se tomó en cuenta la cantidad de tránsito vehicular, así como el tipo del mismo para comenzar con el procedimiento con base a los parámetros de diseño descritos a continuación.

2.1.1. Descripción del proyecto

Luego del estudio de las necesidades de la población de la aldea Pocolá se optó por el proyecto de pavimentación, el cual consiste en el diseño de un pavimento rígido (concreto hidráulico). Dicho diseño es realizado por el método PCA. El mismo permitirá una mejora en las actividades económicas de la aldea.

Dado que el proyecto consiste en la pavimentación del tramo carretero, fue necesario realizar un estudio de suelos, el mismo incluye toma de muestras de suelos donde se realizaron los ensayos de límites de Atterberg, granulometría, equivalente de arena, proctor modificado y el ensayo valor soporte CBR. Una vez obtenidos los resultados del estudio de suelos se realizó el diseño de la vía, debido a que el tramo carretero presenta un ancho de carril de 5.5 metros.

2.1.2. Tipos de pavimentos

Dividimos los pavimentos en dos clases: flexibles y rígidos. Esta división, se optó por ser la más conocida y generalizada.

Además de los pavimentos anteriormente mencionados, existe un gran número de pavimentos de tipo especial, tales como aquellos formados por adoquines, ladrillos, bloques de madera, entre otros, los que son empleados, algunas veces, en calles y plazas.

2.1.2.1. Definición de pavimentos

Es la estructura encargada de soportar y distribuir las cargas del tránsito en forma adecuada al suelo, proporcionando una superficie de rodadura, la cual debe funcionar eficientemente.

2.1.2.2. Elementos estructurales de pavimentos

Un pavimento está conformado por distintas capas de material (sub rasante, sub-base, base y capa de rodadura), las cuales varían en su espesor y material, estando estas en función de las propiedades mecánicas del suelo y del tránsito. Sub-rasante, sub-base, base, y capa de rodadura.

2.1.2.3. Pavimentos flexibles

Son aquellos que tienen una base flexible o semirrígida, sobre la cual se ha construido una capa de rodamiento formado por una mezcla bituminosa de alquitrán o asfalto.

2.1.2.4. Pavimentos rígidos

Son aquellos en los cuales la capa de rodamiento está formada por concreto de cemento Portland y materiales granulares apoyada sobre diversas capas, algunas de ellas estabilizadas.

2.1.3. Levantamiento topográfico

Debido a que el tramo carretero ya estaba definido se optó por realizar un estudio de planimetría para obtener una representación gráfica de las características físicas del terreno, siendo estas las medidas de ancho y largo del tramo carretero, así como detalles de curvas. Dado que el tramo será pavimentado, es necesario conocer el perfil del mismo para análisis de movimientos de tierra y pendientes, por ello fue necesario realizar un estudio de altimetría para medir las respectivas diferencias de altitud en todo el tramo.

2.1.3.1. Planimetría

Es la parte de la topografía que comprende los métodos y procedimientos que tieden a conseguir la representación a escala, sobre una superficie plana, de todos los detalles interesantes del terreno.

Métodos más utilizados:

- A partir de un solo punto conocido, por levantamiento de poligonales, un método que consiste en medir distancias horizontales y azimut a lo largo de una línea quebrada.

- A partir de un solo punto conocido, por proyección radial, un método que consiste en medir distancias horizontales y azimut, o ángulos horizontales.
- A partir de dos puntos conocidos por triangulación o intersección, métodos que consisten en medir distancias horizontales y azimut, o ángulos horizontales.

2.1.3.2. Altimetría

No es más que la diferencia de alturas de un terreno y generalmente se proyecta en un plano vertical, la cual es conocida como superficie o plano de comparación.

El objetivo primordial de la nivelación es referir una serie de puntos a un mismo plano de comparación para poder deducir los desniveles entre los puntos observados.

2.1.3.3. Secciones trasversales

Consiste en la medición de las elevaciones del terreno y de sus correspondientes distancias perpendiculares a la izquierda y a la derecha de la línea eje. Las lecturas deben tomarse en la línea eje, en los puntos altos y bajos y en las localidades donde se presentan cambios de pendiente para determinar con precisión el perfil del terreno. Esto puede hacerse en el campo, usando nivel, estacas y cinta.

2.1.4. Diseño geométrico

Consiste en realizar un trazo óptimo en el cual es necesario conocer las especificaciones que regirán el diseño, así como encontrar una armonía entre las normas para el alineamiento horizontal y vertical.

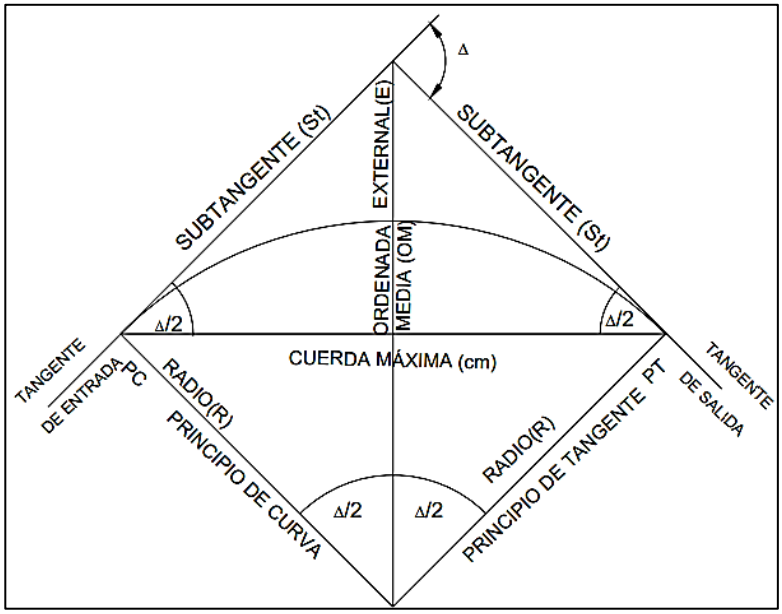
2.1.4.1. Alineamiento horizontal

El diseño horizontal de las carreteras corresponde a un análisis geométrico, con requisitos mínimos que deben ser cumplidos para garantizar el buen diseño y funcionamiento de la carretera.

2.1.4.1.1. Curvas horizontales

Una curva horizontal consta de una parte de un círculo tangente, a dos secciones rectas sobre la alineación horizontal. De preferencia, el radio de una curva debe ser suficientemente grande como para que los conductores no se sientan forzados a disminuir la velocidad de sus vehículos. Sin embargo, ese radio no siempre es factible, a causa de que la alineación debe combinarse en forma armoniosa con la topografía existente.

Figura 3. **Elementos de curva horizontal**



Fuente: PÉREZ MÉNDEZ, Augusto Rene. *Metodología de actividades para el geometrio de carreteras*. p 29.

Ejemplo:

Datos:

Delta : 23,59

Radio : 37

G = $\frac{1\,145{,}9156}{37} = 30{,}97\ grado\ de\ curvatura$

LC= $\frac{20*23{,}59}{30{,}97} = 15{,}24\ metros$

ST= $37 * tg\frac{23{,}59}{2} = 7{,}13\ metros$

CM= $2 * 37 * sen\frac{23,59}{2} = 15,13\ metros$

Tabla II. **Tabla curvas horizontales**

Núm. Curva	Radio	Grado de Curvatura G	Deflexión Δ	Long. Curva	External	Ordenada máxima	Cuerda máxima	e %	Ls	Sa
1	37	30,97	23,59	15,24	0,80	0,78	15,13	3,8	17	1
2	30,97	37,00	31,43	16,99	1,20	1,16	16,78	7,5	34	1,6
3	34	33,70	34,52	20,49	1,60	1,53	20,18	9,8	44	2,4
4	55	20,83	76,96	73,87	15,26	11,94	68,44	8,7	39	1,9
5	35	32,74	51,96	31,74	3,94	3,54	30,67	7,8	35	1,7
6	25	45,84	69,79	30,45	5,48	4,50	28,60	5,8	26	1,3
7	63	18,19	67,30	74,00	12,68	10,56	69,82	9,3	42	2,1
8	143	8,01	18,71	46,68	1,93	1,90	46,48	3,8	17	1
9	55	20,83	83,81	80,45	18,90	14,07	73,47	9,8	44	2,4
10	88	13,02	22,05	33,87	1,65	1,62	33,66	9,3	42	2,1
11	35	32,74	56,31	34,39	4,70	4,14	33,03	9,8	44	2,4
12	60	19,10	28,01	29,33	1,84	1,78	29,04	9,8	44	2,4
13	82	13,97	19,48	27,89	1,20	1,18	27,75	8,1	37	1,8
14	164	6,99	16,82	48,14	1,78	1,76	47,97	8,7	39	1,9
15	28	40,93	45,20	22,09	2,33	2,15	21,52	7,5	34	1,6
16	28	40,93	44,85	21,92	2,29	2,12	21,36	8,7	39	1,9
17	40	28,65	23,28	16,25	0,84	0,82	16,14	8,7	39	1,9
18	143	8,01	14,40	35,94	1,14	1,13	35,85	9,8	44	2,4
19	50	22,92	31,48	27,47	1,95	1,87	27,13	9,8	44	2,4
20	88	13,02	7,74	11,89	0,20	0,20	11,88	8,4	29	1,4
21	143	8,01	31,15	77,74	5,45	5,25	76,78	8,7	39	1,9
22	127	9,02	32,77	72,64	5,38	5,16	71,65	9,8	44	2,4
23	19	60,31	96,16	31,89	9,44	6,31	28,28	9,8	44	2,4
24	40	28,65	80,82	56,43	12,53	9,54	51,86	9,3	43	2,1
25	25	45,84	94,64	41,30	11,88	8,05	36,76	6,4	29	1,4
26	60	19,10	42,18	44,17	4,31	4,02	43,18	6,4	29	1,4
27	50	22,92	29,44	25,69	1,70	1,64	25,41	9,8	44	2,4
28	200	5,73	6,61	23,06	0,33	0,33	23,05	9,8	44	2,4
29	70	16,37	30,87	37,72	2,62	2,52	37,26	9,8	44	2,4
30	40	28,65	47,57	33,21	3,71	3,40	32,27	9,8	44	2,4
31	50	22,92	19,22	16,78	0,71	0,70	16,70	9,8	44	2,4
32	30	38,20	40,79	21,36	2,01	1,88	20,91	9,8	44	2,4
33	18	63,66	116,59	36,63	16,25	8,54	30,63	9,8	44	2,4
34	18	63,66	98,58	30,97	9,60	6,26	27,29	9,8	44	2,4
35	28	40,93	30,74	15,02	1,04	1,00	14,84	9,8	44	2,4
36	18	63,66	48,03	15,09	1,71	1,56	14,65	9,8	44	2,4
37	30	38,20	38,50	20,16	1,78	1,68	19,78	9,8	44	2,4
38	60	19,10	29,11	30,48	1,99	1,93	30,15	9,8	44	2,4

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.1.2. Curvas de transición

Son las que se emplean debido a la necesidad de interponer un elemento que garantice una continuidad dinámica y geométrica entre los anteriores tipos de alineaciones.

Continuidad dinámica: apunta al hecho de que la aparición de la fuerza centrífuga ocasionada al modificar la trayectoria, se haga de manera gradual. De forma que el conductor pueda efectuar una maniobra de giro suave.

Continuidad geométrica: va ligada a la anterior, y se refiere a la inexistencia de discontinuidades o puntos angulosos entre los elementos geométricos de dos alineaciones consecutivas.

2.1.4.1.3. Peralte

Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas, a la plataforma de una vía, con el fin de compensar con una componente de su propio peso, la inercia (fuerza centrífuga), su otra función consiste en evacuar aguas de la vía.

2.1.4.1.4. Sobreancho

Aumento deliberado del ancho de vía en curva, en la cual tendremos las mismas condiciones de seguridad, en el cruce de vehículos, que en las rectas. Es necesario introducir sobre ancho.

2.1.4.2. Alineamiento vertical

El diseño vertical de las carreteras corresponde a un análisis geométrico, con requisitos mínimos que deben ser cumplidos para garantizar el buen diseño y funcionamiento de la carretera.

2.1.4.2.1. Subrasante y pendiente

Es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la subcorona, es la que define el volumen del movimiento de tierra, por lo que un buen criterio en la selección de la misma, dará como resultado un mejor índice de economía en la construcción

Pendiente máxima: es la mayor pendiente que se permite, siento 14 % para sección tipo F, los factores que determinan la pendiente máxima son: el tipo de carretera, determinado por el TPDA, y el tipo de terreno.

Pendiente mínima: se utiliza para la funcionalidad del drenaje y su pendiente es de 0,5 %. En rellenos podrá ser nula, debido a que, para drenajes basta con la pendiente transversal de la misma.

2.1.4.2.2. Curvas verticales

Estas se usan como transición, en donde la alineación vertical cambia el declive o pendiente. Las curvas verticales se diseñan para combinarse lo mejor que se pueda con la topografía existente, considerándose la velocidad especifica de diseño, los aspectos económicos y la seguridad.

2.1.4.2.3. Velocidad de diseño

Va de acuerdo a la velocidad de diseño de la planta y de allí que la DGC, ha tabulado valores constantes k, para determinar la longitud mínima de las curvas verticales a usar, según la velocidad de diseño y si la curva es cóncava o convexa.

2.1.4.2.4. Pendiente mínima y máxima

La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen, la composición del tránsito y la topografía del terreno. Se emplea cuando convenga desde el punto de vista económico, para salvar ciertos obstáculos, siempre que no sobrepase la longitud crítica.

La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje. En los terraplenes puede ser nula (0 %), dado que en ese caso actúa el drenaje transversal, en los cortes se recomienda el 2 % mínimo, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas, en algunas ocasiones la longitud de los cortes y la precipitación pluvial que podría llevar a aumentarla.

2.1.4.2.5. Longitud de curvas verticales

En el momento de diseñar las curvas verticales, deben tenerse presentes las longitudes de estas, para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

En diseños de carreteras para áreas rurales, se ha normalizado entre los diseñadores, usar como longitud mínima de curva vertical, la que sea igual a la velocidad de diseño.

2.1.4.2.6. Valores k para visibilidad de parada

Para calcular la longitud mínima de las curvas verticales, se utiliza la siguiente expresión recomendada por la Dirección General de Caminos, empleada en el diseño geométrico de carreteras.

$$L = K * A$$

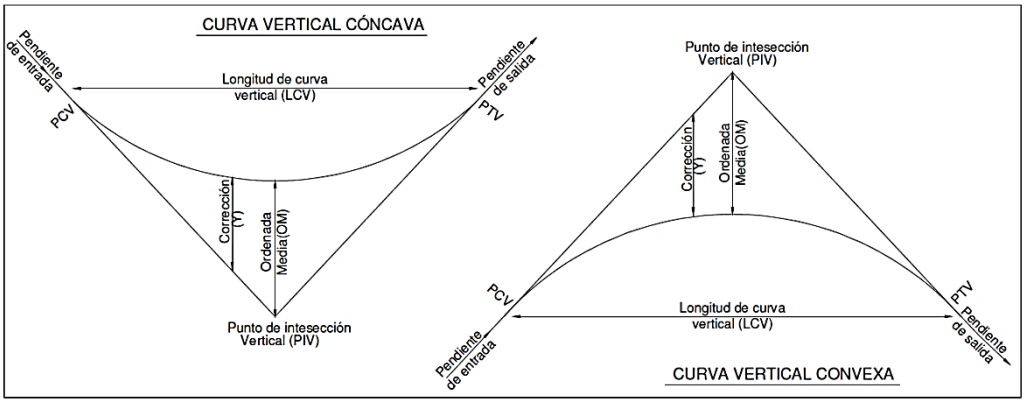
Donde

L = longitud mínima de la curva vertical en metros.

A = diferencia algebraica de las pendientes de las tangentes verticales, en %.

K = parámetro de la curva, cuyo valor mínimo se especifica en la tabla III.

Figura 4. **Tipos de curva vertical**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$A = Ps - Pe$$

Donde

Ps = pendiente de salida

Pe = pendiente de entrada

$$K = \frac{LCV}{A} \geq 30$$

Tabla III. **Valores de “K” según velocidad de diseño**

Velocidad de diseño	Valores de "K" según tipo de curva	
K.P.H.	Cóncava	Convexa
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: PÉREZ, Augusto. *Metodología de actividades para el diseño de carretera*. p. 53.

Criterio de comodidad

$$\frac{LCA}{A} \geq \frac{V^2}{395}$$

El cumplimiento del criterio de comodidad, indicará que las personas que transiten tendrán un manejo adecuado.

Criterio de drenaje.

$$\frac{LCA}{A} \leq 43$$

Si cumple el criterio de drenaje, esto indica que la carretera podrá evacuar el agua de lluvia sin ningun problema.

Tabla IV. **Tabla curvas verticales**

										Velocidad = 30km/hora								
Núm. de curva	EST PIV	EST elevacion	Pendiente	Diferencia Δ	Tipo de curva	K de Visibilidad		LCV de diseño	(LCV/Δ)	Criterio de apariencia (curvas conc.)	Criterio de comodidad (curvas conc.)	Criterio de drenaje	LCV por criterio de seguridad	OM	EST PCV	EST PIV	D	Y
										(LCV/Δ)>=30	(LCV/Δ)>=(V^2/395)	(LCV/Δ)<=43	Δ*K					
						conc	conv				(V^2/395)=2,284810							
0	0,00	100,90	-4,92	-	-			-		-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	120,00	95,00	10,05	15	concava	4	2	70	4,68	No cumple	No cumple	Es menor	70	1,31	85	155	1225	1,31
2	280,60	111,14	-7,43	17,5	convexa	4	2	90	5,15	No aplica	No aplica	Es menor	90	1,97	235,6	325,6	2025	1,97
3	434,95	99,67	9,94	17,4	concava	4	2	70	4,03	No cumple	Es mayor	Es menor	70	1,52	399,95	469,95	1225	1,52
4	571,18	113,21	2,26	7,68	convexa	4	2	55	7,16	No aplica	No aplica	Es menor	55	0,53	543,68	598,68	756,3	0,53
5	687,09	115,83	-4,39	6,65	convexa	4	2	65	9,77	No aplica	No aplica	Es menor	65	0,54	654,59	719,59	1056	0,54
6	800,00	110,87	9,79	14,2	concava	4	2	60	4,23	No cumple	Es mayor	Es menor	60	1,06	770	830	900	1,06
7	919,60	122,58	2,63	7,16	convexa	4	2	70	9,78	No aplica	No aplica	Es menor	70	0,63	884,6	954,6	1225	0,63
8	1114,77	127,72	-5,88	8,51	convexa	4	2	65	7,64	No aplica	No aplica	Es menor	65	0,69	1082,27	1147,27	1056	0,69
9	1272,12	118,46	2,60	8,48	cancava	4	2	70	8,25	No cumple	Es mayor	Es menor	70	0,74	1237,12	1307,12	1225	0,74
10	1420,00	122,31	7,07	4,47	concava	4	2	90	20,13	No cumple	Es mayor	Es menor	90	0,50	1375	1465	2025	0,50
11	1560,00	132,21	-9,88	17	convexa	4	2	60	3,54	No aplica	No aplica	Es menor	60	1,27	1530	1590	900	1,27
12	1669,16	121,42	-6,08	3,8	concava	4	2	60	15,79	No cumple	Es mayor	Es menor	60	0,29	1639,16	1699,16	900	0,29
13	1800,00	113,47	1,05	7,13	concava	4	2	70	9,82	No cumple	Es mayor	Es menor	70	0,62	1765	1835	1225	0,62
14	1947,47	115,02	8,33	7,28	concava	4	2	60	8,24	No cumple	Es mayor	Es menor	60	0,55	1917,47	1977,47	900	0,55
15	2127,30	130,00	-9,71	18	convexa	4	2	80	4,43	No aplica	No aplica	Es menor	80	1,80	2087,3	2167,3	1600	1,80
16	2290,14	114,19	8,50	18,2	concava	4	2	80	4,39	No cumple	Es mayor	Es menor	80	1,82	2250,14	2330,14	1600	1,82
17	2414,76	124,78	5,61	2,89	convexa	4	2	55	19,03	No aplica	No aplica	Es menor	55	0,20	2387,26	2442,26	756,3	0,20
18	2540,00	131,81	3,14	2,47	concava	4	2	65	26,32	No cumple	Es mayor	Es menor	65	0,20	2507,5	2572,5	1056	0,20
19	2706,83	137,05	-4,05	7,19	convexa	4	2	60	8,34	No aplica	No aplica	Es menor	60	0,54	2676,83	2736,83	900	0,54
20	2855,85	131,01	2,72	6,77	convexa	4	2	70	10,34	No aplica	No aplica	Es menor	70	0,59	2820,85	2890,85	1225	0,59
21	2974,44	134,24	-7,88	10,6	concava	4	2	55	5,19	No cumple	Es mayor	Es menor	55	0,73	2946,94	3001,94	756,3	0,73
FIN	3020,00	130,65	-	-				-		-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

2.1.5. Movimiento de tierras

Esta actividad consiste, en el movimiento de una parte de la superficie de tierra de un lugar a otro. En su nueva posición, crea una forma y condición física deseada.

2.1.5.1. Seccionamiento transversal

Es la representación gráfica de los datos obtenidos de la libreta de campo por tipografía, describe la sección trasversal natural.

Tabla V. **Cálculo de un área transversal por determinantes**

X	Y
X0	Y0
X1	Y1
X2	Y2
X3	Y3
X4	Y4
X5	Y5
X0	Y0

Fuente: elaboración propia.

$$Área = \sum \left[\frac{\Sigma(x_t * Y_{t+1}) - \Sigma(Y_{t+1})}{2} \right]$$

$$a = \sum(X * Y) \qquad b = \sum(Y * X)$$

$$Área = \left| \frac{a - b}{2} \right|$$

2.1.5.2. Cálculo de áreas de secciones transversales

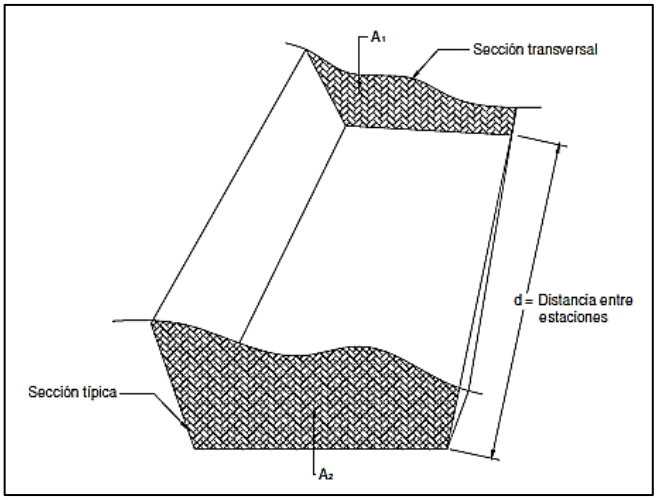
La obtención de áreas consiste la determinación del área de la sección dibujada y delimitada por el contorno de la sección típica y el contorno de la sección transversal del nivel inferior de la capa vegetal.

2.1.5.3. Cálculo de volúmenes

Una vez se han determinado las áreas de las secciones de construcción, se procede al cálculo de los volúmenes de tierra. Para ello, es necesario suponer que el camino está formado por una serie de prismoides, tanto en corte como en relleno.

Como distancia entre dos secciones es de 20 metros regularmente o sea, una estación, el volumen en este caso será.

Figura 5. **Cálculo de volúmenes de movimiento de tierra**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$vol = \frac{A1 + A2}{2} * distancia$$

Donde

V = volumen entre ambas secciones en metros cúbicos

A1, A2 = áreas de secciones consecutivas en metros cuadrados

D = distancia entre secciones en metros

Cuando las secciones a tratar contemplan áreas de corte y relleno, deben de calcularse las distancias de paso, que corresponden al punto donde el área de la sección cambia de corte a relleno o viceversa.

Para determinar la distancia de paso, se realiza una relación de triángulos, con la distancia entre estaciones, los cortes y los rellenos.

$$\frac{C + R}{D} = \frac{R}{D1}$$

Donde

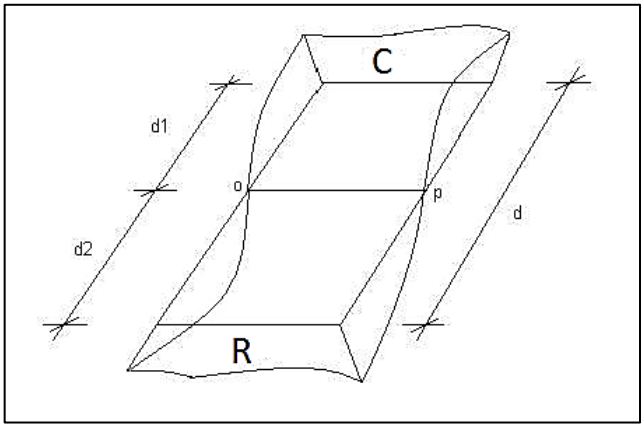
C = área de corte

R = área de relleno

D = distancia entre estaciones

D1= distancia de paso

Figura 6. **Distancia de paso**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Despejando D1 queda:

$$D1 = \frac{R}{C + R} * D$$

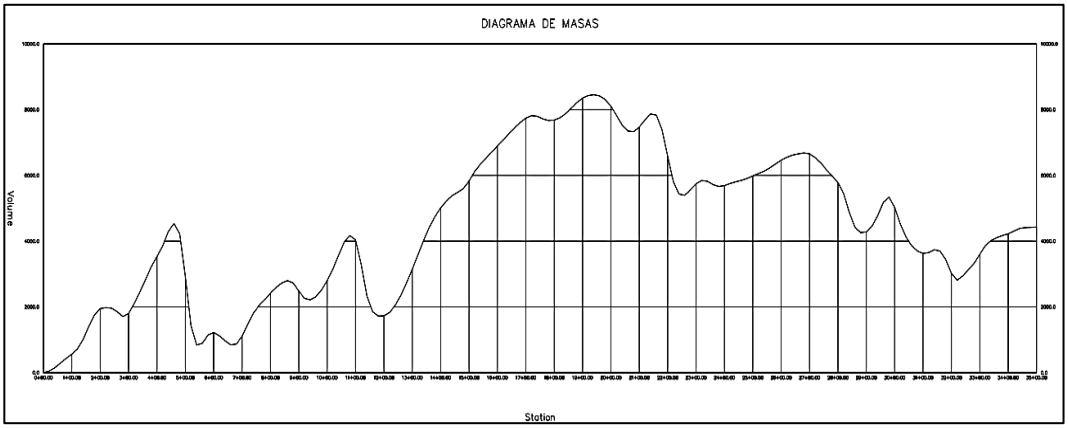
$$D2 = \frac{R}{C + R} * D$$

El cálculo de volumen de corte y relleno se realizó por medio del software AutoCAD Civil 3D 2014, los resultados de volúmenes de corte y relleno se presentan en planos de detalles de la carretera.

2.1.5.4. Balance y diagrama de masas

Determina la acumulación de volúmenes de corte y relleno según la distancia al punto de partida u origen, el corte suele considerarse positivo y el relleno negativo. El volumen de ambos está dado en metros cúbicos.

Figura 7. **Diagrama de masas**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.1.6. Ensayos de laboratorio de suelos

Debido a que el suelo será el que soportará, en última instancia, las cargas del peso de las losas, del pavimento y las cargas de tránsito, es importante realizar un estudio de suelos adecuado para poder determinar las características del mismo, que permitan un diseño y construcción de pavimento adecuado al tipo de suelo.

2.1.6.1. Granulometría

El análisis granulométrico, se refiere a la determinación de la cantidad en porcentaje de diversos tamaños de las partículas que constituyen el suelo. Conocidas las composiciones granulométricas del material, se le representa gráficamente.

Los resultados de este ensayo, correspondientes al suelo de la aldea Pocolá, según AASHTO T-27 el suelo poseen 65,22 % de grava, 26,01 de arena, 8,78 de finos. El suelo se clasifico como grava angulosa con arena limosa color beige.

2.1.6.2. Límites de Attemberg

Son medidas de la consistencia de un suelo, tienen como fin la determinación de las propiedades plásticas de los suelos arcillosos o limosos, siendo de gran importancia dichos estudio para proyectos de pavimentación.

2.1.6.2.1. Límite líquido

Es el contenido de agua o porcentaje de humedad que fija la división entre el estado casi líquido y el 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 cruzado la malla núm. 40. Si el espécimen es arcilloso, es preciso que nunca haya sido secado ha humedades menores que su límite plástico.

2.1.6.2.2. Límite plástico

Está definido como el contenido de agua, que es expresado en porcentaje del peso seco, con el cual se agrieta un cilindro de material de 1/8 de pulgada de diámetro, al rodarse con la palma de la mano sobre una superficie lisa.

2.1.6.2.3. Índice plástico

El índice plástico está determinado como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Clasificación de la plasticidad de un suelo:

IP. = 0 – suelo no plástico
IP. = entre 0 y 7 – suelo con baja plasticidad
IP. = entre 7 y 17 – suelo con plasticidad media
IP. = mayor de 17 – suelo altamente plástico

2.1.6.3. Ensayo de compactación o proctor Modificado

La prueba de Proctor Modificado según la Norma AASTHO. T-180 se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

Un suelo compactado a una humedad óptima llegará a su densidad máxima aumentando así la resistencia del mismo y la capacidad de absorción de agua ya que se reducen los vacíos entre las partículas del suelo. Según el resultado del ensayo el suelo posee una densidad seca máxima de 2 116,56 kilogramos por metro cúbico y una humedad óptima de 2,50 %.

2.1.6.4. Ensayo del valor soporte (C.B.R.)

El ensayo de razón soporte California (C.B.R.), tiene como función la determinación de la resistencia de un suelo ante un esfuerzo cortante en condiciones de compactación y humedad adecuada máxima. Este ensayo consiste en preparar la muestra del suelo con la humedad optima encontrada en el ensayo de Proctor Modificado, dicha muestra se procede a compactar en 5 capas en un cilindro metálico. El material debe estar compactado a diferentes porcentajes, esto se logra compactando tres muestras en tres cilindros por separado, las muestras deben ser compactas a 10, 30 y 65 golpes con el martillo anteriormente descrito. Eso tiene como fin la obtención de distintos grados de compactación.

Posteriormente se procede a sumergir en agua las muestras compactas en los cilindros por un periodo de 72 horas tomando medidas de hinchamiento. Una vez transcurridas las 72 horas se procede a someter a la muestra una carga a velocidad constante producida por un pistón de 3 pulgadas cuadradas de área; se calculan los esfuerzos para las penetraciones de 0,1 y 0,2 pulgadas. El CBR es expresado como un porcentaje del esfuerzo determinado para hacer el pisto a 0,1 y 0,2 pulgadas. Este procedimiento de ensayo está regido por la Norma AASHTO T-193-63.

2.1.6.5. Ensayo equivalente de arena

El equivalente de arena se define como el cociente multiplicado por 100 de la altura de la parte arenoso sedimentaria y de la altura toral de finos floculados depositados en una probeta. Para realizar este ensayo se necesitará dos porciones de muestra de unos 120 gramos cada una, que pase por el tamiz 5. Hay que decir que como se trabaja con dos muestras, las diferentes

operaciones se realizan con una diferencia de 2 o 3 minutos en la primera de la segunda muestra. Cada una de estas muestras se sitúa en una probeta en la cual previamente se ha añadido una solución desfloculante. Una vez se ha introducido la muestra en las probetas y se ha eliminado las burbujas que se hayan formado al verter el suelo se deja reposar cada probeta 10 minutos. Después se tapa la probeta y se agita, manteniéndola horizontal, haciendo 90 ciclos. A continuación se toma la probeta y con una varilla acanalada se introduce más líquido desfloculante por el fondo de la muestra, para poner en suspensión las partículas más finas. Después se deja reposar 20 minutos cada probeta y se mide en cada una la altura (respecto a la base) a la que llegan los finos y también la altura a la que llegan los gruesos. Para obtener el valor del equivalente de arena se divide, para cada probeta la altura de los gruesos entre la altura de los finos y se multiplica por 100, de manera que se obtiene un valor para cada probeta y, para que el ensayo resultante se considere válido, el resultado obtenido para cada probeta no pude diferir en más del 2 %.

2.1.6.6. Análisis de resultados

Los resultados obtenidos, de los ensayos realizados a la muestra representativa, así como las gráficas se encuentras en los anexos. De estos resultados dependen los espesores de las capas que conforman el pavimento rígido.

Resumen resultados:

Clasificación P.R.A:	A-1.a
Clasificación S.C.U:	GP-GM
Descripción del suelo:	grava angulosa con arena limosa color beige
Límite líquido:	N.P
Límite plástico:	N.P

Equivalente de arena:	58,9
Densidad seca máxima:	2 116,56 kg/m³
Humedad óptima:	2,50 %
C.B.R. (95 % compactación):	52,78 %

2.1.7. Consideraciones de diseño

En el diseño de losas de concreto para pavimentos rígidos se debe contemplar con mucho cuidado los componentes del concreto. Si todos estos componentes son proporcionados de forma adecuada, el producto terminado resultará fuerte y durable.

2.1.8. Método PCA

Para el diseño del pavimento rígido se utiliza el método simplificado de la PCA, en donde se ha elaborado tablas basadas en distribuciones de carga-eje para diferentes categorías de calles y carreteras. Estas tablas están formuladas para un periodo de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor es de 1, 1.1, 1.2 y 1.3 para categorías 1,2,3 y 4 respectivamente.

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

2.1.8.1. Sub-base

Referente a la capa sub-base del pavimento, la PCA da mayor importancia a la uniformidad de apoyo que el grado de resistencia del suelo, considerando

que la losa de concreto tiene gran capacidad de distribución de las cargas impuestas por el tránsito.

Con frecuencia los materiales que forman de la sub-rasante presentan características favorables que pueden sustituir las funciones de la base y, por lo tanto, esta se hace innecesaria. El valor de la base del pavimento puede ser estimado por las características y consideraciones del método, recomendándose un valor de 10 cm como mínimo. Como parámetro puede optarse por la tabla V.

Tabla VI. **Espesores estimados de bases según su uso**

TIPO DE BASE	USOS	ESPESOR (cm)
Granular	Carretera	10-15
Estabilizada	Carretera	10-15

Fuente: elaboración propia.

La base estará compuesta por material granulométrico, formando una capa con la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados con trituración parcial para constituir una base integrante del pavimento.

2.1.8.2. Carpeta de rodadura

Es una capa compuesta por cemento Portland y agregados (concreto hidráulico) proporciona un área de rodamiento adecuada, resiste los efectos abrasivos del tránsito e impide el paso del agua, tomando en cuenta que disminuye los esfuerzos provocados por el tránsito.

Pata obtener el espesor de la losa se procedió de la siguiente manera:

- Dado que el tramo carretero se encuentra en zona rural y es un camino secundario con un tránsito pesado medio, su clasificación es de categoría 1, según la tabla VI que es del método PCA.

- Se utiliza el C.B.R. de 30 golpes de compactación cuyo porcentaje es de 52,78 % al 96 % de compactación. Una vez ubicado el valor del C.B.R. en la figura 1, se procede a ir hacia arriba en la zona del módulo de reacción de la sub-rasante k, lo cual se puede observar en la figura pues el módulo de reacción de la sub-rasante es de 14 kilogramos por centímetro cúbico, aproximadamente.

Es necesario definir el tipo de junta a utilizar pues en este proyecto será sin acotamiento ni guarnición, según la tabla VIII, así que el espesor del pavimento que resistirá con un TPDC de 36, el cual nos da un espesor de 15 cm en la tabla VIII, que será de un módulo de ruptura de MR = 42 kg/cm².

Las juntas trasversales serán construidas a cada 2,50 metros y la junta longitudinal a 2,75 metros, la pendiente de bombeo será de 3 % así como lo indica el plano de detalles.

Tabla VII. **Categorías de tráfico en función de cargas por eje**

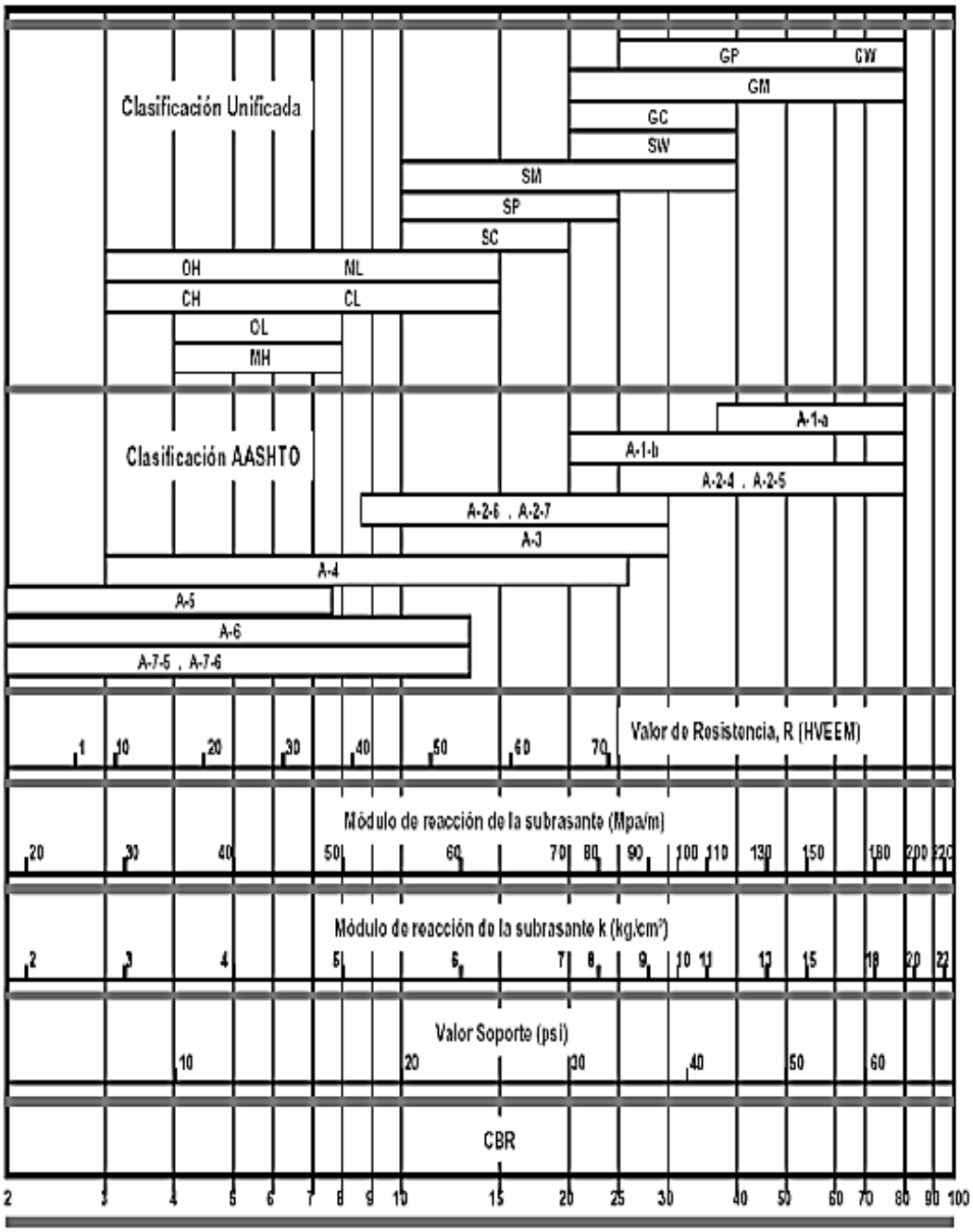
Categoría por carga	**Descripción**	**TPDA**	**TPDC**		**carga máxima por eje**	
			%	**Por día**	**Sencillo**	**Doble**
1	Calles residenciales, caminos rurales y secundarios (de bajo a medio)	200 – 800	1 a 3	Hasta 25	22	36

Continuación de la tabla VII.

2	Calles rurales y secundarias (alta). Calles arteriales y carreteras primarias (baja)	700 – 5 000	700 a 5 000	40 – 1 000	26	44
3	Caminos primarios y arterias principales (medio). Viaductos, vías rápidas periféricos, vialidades urbanas y rurales (de bajo a medio)	3 000 – 12 000 2 carr. 3 000 – 50 000 4 carr. O más	8 a 30	500 – 1 000	30	52
4	arterias principales, carreteras principales, viaductos (altos) Carreteras y vías urbanas y rurales (de medios a alto)	3 000 – 20 000	8 a 30	1 500 – 8 000	34	60

Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos**



Fuente: LODOÑO, Cipriano. *Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto.* p. 13.

Tabla VIII. **Tipos de suelos de sub-rasante y valores aproximados de "K"**

Tipos de suelo	Soporte	Rango de valores de Kg/cm³
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limo y arcilla predominan.	Bajo	2,0 – 3,35
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo y arcilla.	Medio	3,6 – 4,7
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos.	Alto	5,0 – 6,0
Sub-bases tratadas con cemento.	Muy alto	6,9 – 11,0

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos.* p. 149.

Tabla IX. **TTPD permisible, categoría de carga por eje núm.1**

sin acotamiento ni guarnición					Acotamiento o guarnición			
		Apoyo del terreno natural o de sub-base				Apoyo del terreno natural o de sub-base		
Espesor de losa cm		Bajo	Medio	Alto	Espesor de losa cm	Bajo	Medio	Alto
					10,0		0,2	0,9
MR = 46 kg/cm²	11,5				11,5	2	8	25
	12,5	0	0,1	0,8	12,5	30	130	330
	14,0	3	15	45	14,5	320		
	15,0	40	160	430				
	16,5	330						
MR = 42 kg/cm²	12,5		0,1	0,4	10,0			0,1
	14,0	1	3	9	11,5	0,2	1	5
	15,0	**8**	**36**	**98**	12,5	6	27	75
	16,5	76	300	760	14,5	73	290	730
	17,8	520			15,0	610		
MR = 39 kg/cm 131	14,0	0,1	0,3	1,0	11,5		0,2	0,6
	15,0	1	6	18	12,5	0,8	4	13
	16,5	13	60	160	14,0	13	57	150
	17,8	110	400		15,0	130	480	
	19,0	620						

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos.* p. 149.

2.1.9. Diseño y cálculo de pavimento

El módulo de ruptura que se utilizó en este diseño es de MR = 42 kg/cm². Su espesor será uniforme, su constitución estará integrada por agregado fino (arena), agregado grueso (piedrín) y cemento Portland.

2.1.9.1. Juntas

Para controlar los movimientos que generan las tensiones producidas en el interior de las estructuras, se recurre a las juntas de dilatación.

2.1.9.1.1. Transversales de expansión

Estas juntas se colocan en donde se permita el movimiento del pavimento sin dañar estructuras adyacentes (puentes, estructuras de drenaje, entre otros) o el mismo pavimento

2.1.9.1.2. Longitudinales

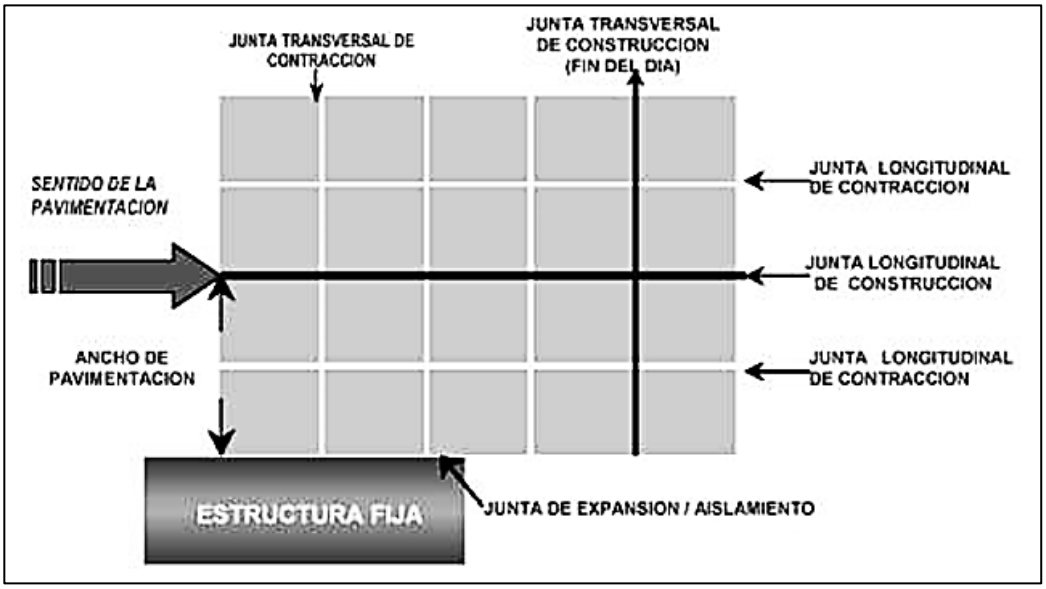
Estas se forman paralelas a la línea central de la carretera para facilitar la construcción de los carriles y prevenir la propagación de grietas longitudinales irregulares. Las juntas se pueden acuñar, juntar a tope, formar mecánicamente o ranurar con sierra.

2.1.9.1.3. De construcción

Cuando se interrumpe el colado del concreto para una losa, resulta conveniente una junta de construcción en la junta fría, entre las dos secciones

de esa losa. Como preparación para la interrupción, se forma una cara vertical con un travesaño de madera en el extremo de la losa que se está colando.

Figura 9. **Esquema de juntas en un pavimento**



Fuente: LONDOÑO, Cipriano. *Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto.* p. 25.

2.1.10. Drenajes

Sistema de drenaje que conduce el agua de lluvia a lugares donde organiza su aprovechamiento.

2.1.10.1. Longitudinal

Este tipo de drenaje se refiere a las obras de captación y defensa, tales como: cunetas, contra cunetas, bombeo, fosas de laminación

$$Q = \frac{C * A * I}{K}$$

C = coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada.

A = área de la cuenca o superficie drenada.

I = intensidad media de precipitación, correspondiente al periodo de retorno, considerando y a un intervalo de duración del aguacero, igual al tiempo de concentración Tc.

K = coeficiente.

2.1.10.1.1. Cálculo de caudal para bordillo prefabricado

Para un aguacero de 20 minutos de duración y un periodo de retorno de 25 años.

$$i = \frac{39\,060}{(t+45)^{1.381}} = \frac{39\,060}{(20+45)^{1.381}} = 122{,}50\ mm/h$$

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

Donde

Q = caudal en m^3/s

C = coeficiente de escorrentía

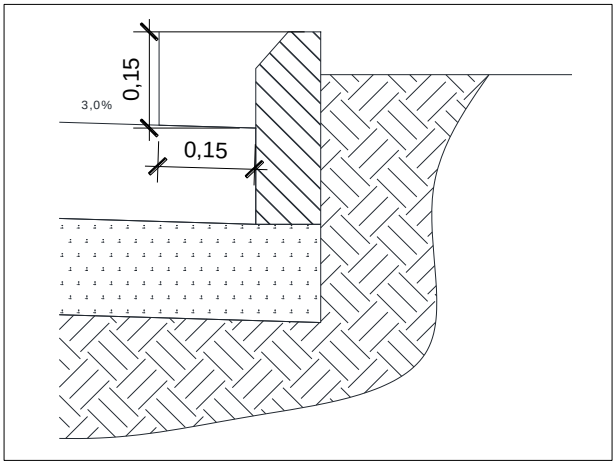
I = intensidad de lluvia mm/h

A = área en hectáreas

$$Q = \frac{0{,}7 * 122{,}5 * 0{,}19}{360}$$

Q = 0,0452 m^3/s

Figura 10. **Cálculo de caudal para bordillo prefabricado**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

S = 2,7 %

Distancia 15 cm

Radio hidráulico

$$R = \frac{A}{P} = \frac{0{,}023}{0{,}32} = 0{,}078 \text{ m}$$

Usando la ecuación de Manning

$$Q = \frac{1}{n} A * R^{\,2/3} * S^{1/2}$$

Donde n = 0,015

$$Q = \frac{1}{0{,}015} 0{,}023 * (0{,}078)^{2/3} * (0{,}027)^{1/2}$$

$$Q = 0{,}046$$

Qdiseño = 0,0452 m^3/s

Qseccion = 0,046 m^3/s

0,0452 $m^3/s \leq$ 0,046 m^3/s

15 cm de distancia del bordillo será lo que ocupará el agua para transportar el caudal hacia el drenaje transversal.

2.1.10.2. Transversal

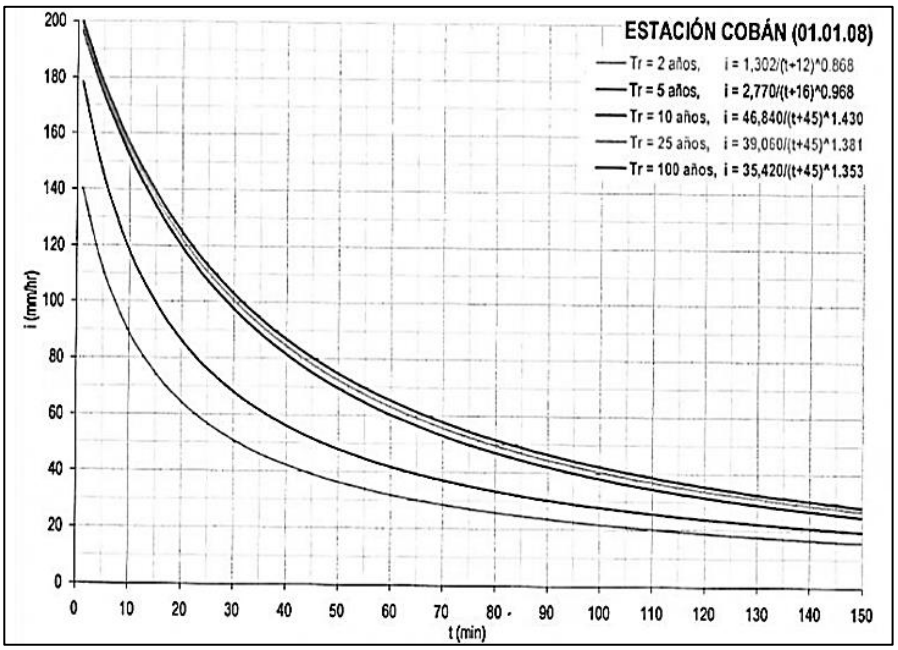
Este se encuentra formado por tuberías y bóvedas, las tuberías pueden ser de concreto reforzado o de lámina corrugada. El objetivo del drenaje transversal es dar paso rápido al agua que no pueda desviarse en otra forma y tenga que cruzar de un lado a otro, el camino

Tabla X. **Coeficientes de escorrentía C**

Tipo de superficie	Coeficiente de escorrentía	
	Mínimo	Máximo
Zona comercial	0,70	0,95
Vecindarios, zonas de edificios, edificaciones densas	0,50	0,70
Zonas residenciales unifamiliares	0,30	0,50
Zonas residenciales multifamiliares espaciadas	0,40	0,60
Zonas residenciales multifamiliares densas	0,60	0,75
Zonas residenciales semiurbanas	0,25	0,40
Zonas industriales espaciadas	0,50	0,80
Zonas industriales densas	0,60	0,90
Parques	0,10	0,25
Zonas deportivas	0,20	0,35
Estaciones e infraestructuras viarias del ferrocarril	0,20	0,40
Zonas suburbanas	0,10	0,30
Calles asfaltadas	0,70	0,95
Calles hormigonadas	0,70	0,95
Calles adoquinadas	0,70	0,85
Aparcamientos	0,75	0,85
Techados	0,75	0,95
Praderas (suelos arenosos con pendientes inferiores al 2%)	0,05	0,10
Praderas (suelos arenosos con pendientes intermedias)	0,10	0,15
Praderas (suelos arenosos con pendientes superiores al 7%)	0,15	0,20
Praderas (suelos arcillosos con pendientes inferiores al 2%)	0,13	0,17
Praderas (suelos arcillosos con pendientes intermedias)	0,18	0,22
Praderas (suelos arcillosos con pendientes superiores al 7%)	0,25	0,35

Fuente: APARICIO MIJARES, Francisco J. *Fundamentos de hidrología de superficie.* p. 50.

Figura 11. **Curva duración, intensidad y frecuencia (IDF)**



Fuente: APARICIO MIJARES, Francisco J. *Fundamentos de hidrología de superficie.* p. 56.

Datos:

Área: 2,25 ha

Coeficiente de escorrentía: 0,70

Intensidad de lluvia: 122,5 mm/h

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

Donde

Q = caudal en m^3/s

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia mm/h

A = área en hectáreas

$$Q = \frac{0{,}7 * 122{,}5 * 2{,}10}{360}$$

Q = 0,50 m^3/s

Condiciones de diseño

S = 3 %

Lleno al 90 %

D= 30 pulgadas (diámetro mínimo de diseño)

$$V = \frac{0{,}03429 * D^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{0{,}03429 * 30^{2/3} * 0{,}03^{1/2}}{0{,}014} = 4{,}10 \ {}^{m}/_{s}$$

$$Q = VA = \frac{\pi}{4} * (30plg)^2 * \frac{(2{,}54\ cm)^2}{1\ plg^2} * \frac{1m^2}{(100\ cm)^2} * 4{,}10 \ {}^{m}/_{s} = {}^{1{,}87\ \ m^3}/_{s}$$

$$\frac{q\ diseño}{Q\ sec.llena} = \frac{0{,}50\ m^3/s}{1{,}87\ \ {}^{m^3}/_{s}} = 0{,}27$$

$$\frac{v}{V} = 0{,}778967 \ \rightarrow \ 0{,}778967\ V = 0{,}778967\ (4{,}10) = 3{,}19\frac{m}{s} < 5{,}00\frac{m}{s} \quad ok$$

El diámetro de la tubería es capaz de conducir el caudal de diseño, ya que dicho caudal es menor al caudal de sección llena de la tubería.

2.1.11. Presupuesto proyecto

En la elaboración del presupuesto, se calcularon los reglones de trabajo, precios unitarios y mano de obra a destajo; cuantificando materiales con precios

que se manejan en la cabecera municipal. El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los costos totales por reglón.

2.1.11.1. Precios unitarios

En la elaboración del presupuesto se aplicaron los criterios. El porcentaje de costos indirectos aplicado es del 35 %

2.1.11.2. Cuadro resumen

En el cuadro resumen se indican los presupuestos del proyecto.

Tabla XI. **Cuadro resumen carretera hacia aldea Pocolá**

Núm.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Limpia chapeo y destronque	2,45	Ha	Q 4 050,20	Q 9 923,00
1.2	Replanteo topográfico	3,50	KM	Q 2 528,29	Q 8 849,01
1.2	Movimiento de tierra				
2.2	Excavación no clasificada	17 138,18	M3	Q 60,22	Q 1 032 102,93
2.3	Excavación no clasificada de desperdicio	4 432,24	M3	Q 71,05	Q 314 929,41
4	Reacondicionamiento de subrasante				
4.1	Conformación de la subrasante	19 250,00	M2	Q 11,25	Q 216 578,75
4.2	Tendido y compactado de base	1 925,00	M3	Q 81,06	Q 156 037,50
5	Pavimento vehicular (0,15 cm espesor)	19 250,00	M2	Q 295,20	Q 5 682 600,00
6	Bordillo prefabricado 0,15 x 0,30 x 0,50	7 000,00	ML	Q 164,72	Q 1 153 040,00
7	Drenajes transversales				
7.1	Excavación drenajes	96,60	M3	Q 404,97	Q 39 120,21
7.2	Concreto ciclópeo	96,60	M3	Q 1 545,97	Q 149 340,96
7.3	Tubería metálica corrugada de 30"	115,50	ML	Q 406,99	Q 162 507,15
8	Señalización				
11	Señalización vertical	52,00	Art. metal	Q 331,25	Q 121 225,00
12	Señalización horizontal	10 500,00	ml	Q 19,17	Q 201 285,00
13	Rotulo del proyecto	1	Art. metal	Q 2 876,00	Q 2 876,00
					Q 9 250 414,92

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Cronograma de ejecución física y financiera**

Núm.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	total	% asignado
1	Trabajos preliminares					
1,1	Limpia chapeo y destronque	2,45	Ha	Q 4 050,20	Q 9 923,00	0,11 %
1,2	Replanteo topográfico	3,50	KM	Q 2 528,29	Q 8 849,01	0,10 %
1,2	Movimiento de tierra					
2,2	Excavación no clasificada	17 138,18	M3	Q 60,22	Q 1 032 102,93	11,16 %
2,3	Excavación no clasificada de desperdicio	4 432,24	M3	Q 71,05	Q 314 929,41	3,40 %
4	Reacondicionamiento de subrasante					
4,1	Conformación de la subrasante	19 250,00	M2	Q 11,25	Q 216 578,75	2,34 %
4,2	Tendido y compactado de base	1 925,00	M3	Q 81,06	Q 156 037,50	1,69 %
5	Pavimento vehicular (0.15 cm espesor)	19 250,00	M2	Q 295,20	Q 5 682 600,00	61,43 %
6	Bordillo prefabricado 0.15 x 0.30 x 0.50	7 000,00	ML	Q 164,72	Q 1 153 040,00	12,46 %
7	Drenajes transversales					
7,1	Excavación drenajes	96,60	M3	Q 404,97	Q 39 120,21	0,42 %
7,2	Concreto ciclópeo	96,60	M3	Q 1 545,97	Q 149 340,96	1,61 %
7,3	Tubería metálica corrugada de 30"	115,50	ML	Q 1 406,99	Q 162 507,15	1,76 %
8	Señalización					
11	Señalización vertical	52,00	Art. metal	Q 2 331,25	Q 121 225,00	1,31 %
12	Señalización horizontal	10 500,00	ml	Q 19,17	Q 201 285,00	2,18 %
13	Rotulo del proyecto	1	Art. metal	Q 2 876,00	Q 2 876,00	0,03 %
					Q 9 250 414,92	**100,00 %**

Fuente: elaboración propia.

2.1.12. Planos

Los planos de la carretera de la Aldea Pocolá se distribuyen de la siguiente manera.

Tabla XII. **Detalles y número de planos**

LISTA DE PLANOS	
Número	Descripción
1 / 15	Planta General
2 / 15	Planta perfil, de estación 0+000 a 0+760
3 / 15	Planta perfil, de estación 0+760 a 1+460
4 / 15	Planta perfil, de estación 1+460 a 2+140
5 / 15	Planta perfil, de estación 2+140 a 2+880
6 / 15	Planta perfil, de estación 2+880 a 3+500
7 / 15	Secciones transversales, de estación 0+000 a 0+700
8 / 15	Secciones transversales, de estación 0+720 a 1+420
9 / 15	Secciones transversales, de estación 1+440 a 2+140
10 / 15	Secciones transversales, de estación 2+160 a 2+860
11 / 15	Secciones transversales, de estación 2+880 a 3+500
12 / 15	Volumen corte y relleno
13 / 15	Detalle pavimento
14 / 15	Detalle de caja y cabezales
15 / 15	Detalle señalización

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. Evaluación ambiental

La importancia que tiene la realización de un estudio de impacto ambiental es que con este se puede determinar si el proyecto presentará daños al medio ambiente y así determinar si el proyecto es factible.

2.1.14. Operación y mantenimiento

Previamente a la iniciación de los trabajos de construcción de las losas de concreto, el contratista ha de someter para su aprobación: el procedimiento, maquinaria, equipos y materiales que utilizará en las operaciones necesarias.

Todas las mezcladoras deben ser de un tipo aprobado y diseñado en tal forma, que aseguren una distribución uniforme de los materiales en toda la mezcla.

Las losas de concreto deben ser construidas sobre las superficies previamente preparadas de conformidad con sus especificaciones.

El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión de 4 000 psi. A los 28 días. La resistencia del concreto debe basarse en previas de cilindros fabricados. La resistencia a la compresión del concreto se basará en pruebas a los 7 y 28 días.

Las formaletas no pueden ser retiradas, hasta después de transcurridas por lo menos 12 horas de haber sido colocado el concreto, y la operación deber ser hecha con cuidado para evitar dañar los bordes de concreto.

El material sellante debe colocarse en las juntas previamente secas y limpias; el material de relleno debe ser cuidadosamente colocado, sin producir desbordamiento. Cualquier exceso debe moverse inmediatamente, limpiando la superficie.

Cualquier daño que se le ocasione al pavimento antes de su aceptación final, las operaciones de reparación correrán como riesgo del contratista. Defectos en la superficie, espesor deficiente, grietas, rajaduras o asentamientos, así como las juntas, serán reparados por el contratista.

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

El sistema funciona por gravedad y está diseñada para un período de 21 años, donde abastecerá a 1 014 habitantes.

2.2.1. Descripción del proyecto

El tipo de sistema a diseñar será por gravedad, tanto la línea de conducción como la red de distribución, siendo esta última por ramales abiertos. Se diseñará una captación típica para fuentes de tipo acuífero libre con brote definido en ladera y tanque de distribución. El servicio será tipo predial con conexiones domiciliares.

2.2.2. Levantamiento topográfico

En los proyectos de sistemas de abastecimiento de agua es esencial esta parte del estudio, ya que el sistema de agua potable trabaja por gravedad; siendo necesario definir las pendientes del terreno, el levantamiento debe ser de primer orden, por lo que necesita un levantamiento topográfico de poligonal abierta. En los levantamientos topográficos debe de tenerse en cuenta todas las imperfecciones del suelo, como tipo de suelo y perfil del suelo pues la tubería pasara por debajo a una altura de 1,2 m.

El levantamiento topográfico para este proyecto se realizó con el siguiente equipo: por medio de una estación total marca Trimble® M3; consistió en una poligonal abierta por ubicar la línea de paso, tomando las cotas de las casas para la red de distribución; junto al levantamiento se realizó un registro de la población para establecerla población y hacer las proyecciones para el periodo de diseño.

2.2.2.1. Planimetría

Debido a que el levantamiento se realizó por medio de estación total, los datos que se adquirieron son coordenadas X-Y; a partir de este se trazó la línea central y se ubicaron las viviendas y estructuras de interés para el proyecto.

2.2.2.2. Altimetría

Debido a que el levantamiento se realizó por medio de estación total, los datos que se adquirieron son cotas Z a lo largo de la línea central, las viviendas y estructuras de interés del proyecto.

2.2.3. Calidad del agua

El término “calidad de agua” está referido a aquellas características físicas, químicas y bacteriológicas, por medio de las cuales puede evaluarse si el agua es idónea o no, para el consumo humano.

Para tener la certeza de la confiabilidad del agua se hizo necesaria la realización de los exámenes de laboratorio, entre los cuales se pueden mencionar:

(La fecha de toma de la muestra fue el 25 de agosto de 2014)

2.2.3.1. Examen físico-químico

Esta prueba mide y registra las propiedades del agua que pueden percibirse a través de los sentidos, entre estas puede citarse:

- Turbidez: es el efecto óptico causado por la dispersión o interferencia de los rayos luminosos que pasan a través del agua que contiene pequeñas partículas en suspensión.
- Color: puede ser de dos tipos; color verdadero que se presenta después de haber removido la materia en suspensión y el color aparente que es el color verdadero, más cualquier otro color que produzcan las substancias en suspensión.

- Olor: se debe a pequeñas concentraciones de compuestos volátiles presentes en el agua.
- Sabor: se relaciona con el olor y es causado por las mismas condiciones; los minerales disueltos pueden imprimir sabores al agua, pero no olores.

El análisis físico químico sanitario demostró que el agua es potable, Norma Coguanor NGO 29001, por lo que estos resultados se encuentran dentro de los límites máximos aceptables. En conclusión, el agua es adecuada para el consumo humano.

2.2.3.2. Examen bacteriológico

El propósito de estos es indicar su contaminación con aguas negras y la posibilidad de que puedan trasmitir enfermedades al consumirla. El agua puede contener muchos tipos de bacterias, virus, hongos entre otros, cuyo medio ambiente habitual, sea el suelo, el agua o el aire es capaz de formarle esporas.

Acorde a los resultados que se exponen, se concluye que el agua es potable, dicho resultado garantiza que el agua es apta para consumo humano; sin embargo, se le incorporará un sistema de esterilización a base de pastillas de cloro, descrito en las observaciones, que se usa para evitar cualquier contaminación que exista en los accesorios, elementos estructurales o tuberías del sistema de agua potable.

2.2.4. Fuente

El tipo de fuente es un nacimiento tipo acuífero libre, con brote definido en ladera.

2.2.5. Caudal de aforo

Es el caudal de aforo de agua por unidad de tiempo, que produce la fuente; en este caso, el aforo se obtuvo por el método volumétrico.

Se realizaron pruebas, dando un promedio que se indica en la tabla XIII (el aforo se realizó el 6 de enero de 2014):

Tabla XIII. **Caudal de aforo nacimiento**

Prueba	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)
1	18,75	15,98
2	18,75	16,13
3	18,75	16,25
4	18,75	16,05
5	18,75	15,90

Fuente: elaboración propia.

Tiempo promedio = 16,062

Q = Vol/t.prom. =18,75 l/16,062 =1,167 l/s

2.2.6. Criterios de diseño

Para el diseño de este sistema de agua se debe tomar en cuenta: el área es rural con clima cálido, tipo de fuente, aforo, población, tipo de servicio, población futura, tasa de crecimiento y área para construcción de tanques de captación y distribución.

2.2.6.1. Periodo de diseño

Es el tiempo en que la capacidad del sistema de agua potable será funcional y cumplirá la demanda que es eficiente al 100 %.

Un periodo recomendado por el Organismo Mundial de la Salud (OMS) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar) es de 20 años, esto quiere decir que dentro de 20 años el sistema deje de funcionar, este seguirá trabajando pero con carencias, dependiendo de la población y del mantenimiento que se le proporcione. En este caso se consideró un periodo de 22 años, para gestión de una institución que financie el proyecto.

2.2.6.2. Estimación de la población de diseño

El crecimiento de población está determinado por factores de tipo socioeconómico: crece por nacimiento, decrece con muertes, crece o decrece por migración y aumenta por anexión. La institución que proporciona datos oficiales de población es el Instituto Nacional de Estadísticas INE más de estos caseríos no tiene datos. Según el último censo realizado, la población que registra la Municipalidad de San Pedro Carchá para la aldea Tanchí es de 528 personas y 88 viviendas.

El método a utilizar para este diseño para la estimación futura de la población es la geométrica, ya que en Guatemala se ajusta a la proyección de este método.

Para este proyecto se aplica la tasa de crecimiento del 2,50 % que es la utilizada por el INE en esta zona de estudio.

La fórmula de crecimiento geométrico se expresa de la forma siguiente:

$$P_f = P_o * (1 + r/100)^n$$

Donde

Pf = población futura
Po = población inicial
r = factor de crecimiento (tasa)
n = periodo de diseño (años)

Actualmente, la aldea Tanchí cuenta con 528 habitantes. La población futura se logra calcular con la fórmula de crecimiento geométrico para 21 años.

$$Pf = 528 * (1 + 3{,}16/100)^{21} = 1\ 014 \text{ habitantes}$$

Por lo que en 21 años, habrá una población estimada de 1 014 habitantes.

2.2.6.3. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día, en una población. Se expresa en litros/habitantes/día. Este valor se representa como un parámetro que puede variar de acuerdo a factores como: clima, calidad y cantidad del agua, nivel de vida, actividades productivas, presiones y servicios públicos.

Según la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR), la dotación mínima para proyectos de agua potable es el siguiente:

Tabla XIV. **Dotaciones de agua potable**

Tipo de zona	Clima	Dotación (lts./hab./día)	Tipo de conexión
Rural		40 - 60	Llena cántaros
	Frío	60 - 90	Predial
	Cálido	90 - 120	Predial
Urbana	Frío	120 - 150	Domiciliar
	Cálido	150 - 200	Domiciliar
Metropolitana		200 - 300	Domiciliar

Fuente: Quezada, abril de 2015.

Para este proyecto se adoptó una dotación de 80 lts/hab/día, tomando en cuenta la tabla y el lugar donde se ubica el proyecto de abastecimiento de agua potable.

2.2.6.4. Tipo de sistema

El tipo de servicio adoptado para este diseño es el de conexión predial, el cual consiste en instalar un chorro por vivienda fuera de ella, pero dentro del predio que ocupa.

Se optó por este tipo de conexión, debido a que es la más adecuado para comunidades rurales concentradas y semidispersas, con un nivel socio económico regular y, de acuerdo a la producción de la fuente, se hace factible este tipo de conexión.

2.2.7. Determinación de caudales

El caudal de diseño es el que se necesita para transportar en la tubería: uno para la línea de conducción y otro para la línea de distribución; los cuales se ven afectados por los siguientes factores:

2.2.7.1. Caudal medio diario

Es el caudal que se consume a diario una población; generalmente se obtiene del promedio de consumo de un año. Para la aldea Tanchí no existen datos de consumo, por lo que el caudal medio se obtiene a partir de la dotación de 80 litros/habitantes/día.

Sustituyendo datos:

$$Qm = \frac{Dotacion * Pf}{86\,400}$$

$$Qm = \frac{80 * 1\,014}{86\,400} = 0{,}94\ l/s$$

2.2.7.2. Caudal máximo diario

Deberá determinarse primero si existe un parámetro para la población específica. El consumo no es igual en un día de verano como en un día de invierno. El factor máximo diario (FMD) aumenta el caudal medio diario en un 20 a 50 % considerando el posible aumento del caudal, es decir su variación en un día promedio.

Q día máx. = fdm * Qmed

Donde

Fdm = factor de día máximo
Q día máx. = caudal del día de mayor consumo
Qmed = caudal medio

Este factor según Unepar está entre:

1,2 a 1,5 para una población<1 000 habitantes, y
1,2 para una población > 1 000 habitantes.

El factor utilizado para este trabajo es de 1,5

Q dia max. = 1,5*0,94 l/s = 1,41 l/s.

2.2.7.3. Caudal máximo horario

El consumo de agua varía considerablemente dependiendo de la hora del día; por ejemplo la demanda del caudal es mínima a las 12 de la noche pero será un máximo a las 6 de la mañana; el factor máximo horario considera las variaciones que pueden producirse en el consumo de agua.

Es el caudal que satisface la demanda de la hora de mayor consumo. Se utiliza en el diseño de la red de distribución del sistema. Para el efecto se calcula incrementando el caudal medio por el factor de hora máximo.

Q hora máx. = fhm * Q med

Donde

Fhm = factor de la hora máxima = 2,0
Q_{HM} = caudal máximo horario = 1,88 l/s
Qmed = caudal medio 1,41 l/s

Este factor según Unepar está entre:

2,0 a 3,0 para una población < 1 000 habitantes, y C

El factor utilizado para este trabajo es de 2,0

$$Q_{HM} = 2,0*0,94 \text{ l/s} = 1,88 \text{ l/s}$$

2.2.8. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño se relacionan con la población futura, dotación, velocidades máximas y mínimas así como presiones máximas y mínimas.

2.2.9. Captación

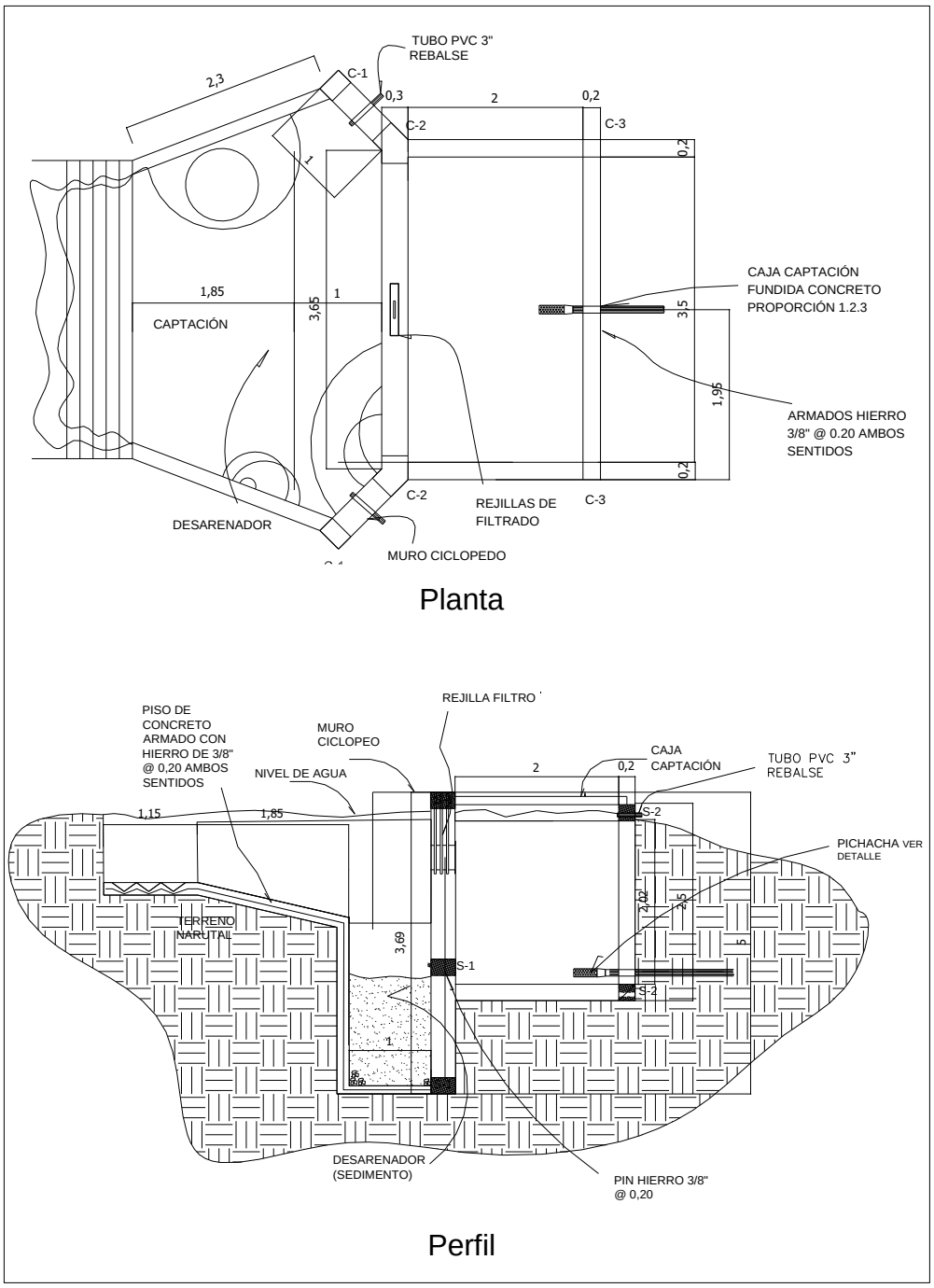
El diseño de la obra de captación deberá realizarse tomando en cuenta el caudal máximo diario. La captación nos garantiza que el caudal será continuo. Esta obra es la encargada de recolectar el agua proveniente del nacimiento. La estructura de esta obra se compone de un filtro que será construido de piedra bola, grava, rebalse, desagüe para la limpieza, pichacha y tapadera con sello sanitario para la inspección. El tanque será de mampostería de piedra bola y deberá resguardarse con una cuneta para evitar el ingreso de corrientes pluviales; finalmente, con un cerco perimetral para evitar que personas y animales tengan acceso al tanque.

Los componentes del tanque de captación son básicamente:

- Cuenta
- Filtro de grava y arena

- Entrada de agua
- Tapadera
- Rebalse
- Válvula de pila
- Tanque de captación
- Caja de válvula
- Llave de compuerta
- Salida de agua, tubo PVC de diámetro = 1”

Figura 13. **Captación típica**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

2.2.10. Línea de conducción

La línea de conducción es la tubería que puede ser de PVC o de HG, sale a partir la captación o de una caja reunidora de caudales hacia el tanque de distribución. En ella se consideran las siguientes obras: válvulas de limpieza, válvulas de aire, pasos de zanjón, pasos aéreos con tubería de HG y anclajes para tubería de HG.

Para fines de diseño, se estableció con tubería PVC, siempre y cuando las presiones no sobrepasen los límites estimados por sus fabricantes, y solo se utilizará tubería de HG donde existan pasos aéreos o pasos de zanjón.

El proyecto trabajará por gravedad. Una línea de conducción debe beneficiarse al máximo con la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo cual, en la mayoría de los casos, se determinará el diámetro mínimo que satisfaga las condiciones tanto topográficas como hidráulicas.

Para la línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura entre captación y el tanque de distribución.
- Captación para transportar el caudal día máximo (Qc).
- Clase de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción.
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto.

Se aplica la ecuación de HAZEN-WILLIAMS, la cual es:

$$Hf = \frac{1\,743{,}811141 * L * Qc^{1{,}85}}{Di^{4{,}87} x C^{1{,}85}} \qquad V = (1{,}8735525241 * Qc)/Di^2$$

HF = pérdida de carga (m)

V = velocidad de tubería

L = longitud de la tubería más el 5 % por la topografía del terreno

Qc = caudal de día máximo

Di = diámetro interno tubería (plg)

Cf = calidad de la tubería. Para PVC se usará C=150 y para Hg = 100

Ejemplos de diseño: se diseñará el tramo entre las estaciones 1-2.

Datos

E-1 a E-2

E-1, cota 1 055,00	E-2, cota 1 034,32
Longitud 700 m	caudal (QC) = 1,41 L/s
C = 150	Hf = 20,68

Sustituyendo :

$$Di = \sqrt[4.87]{\frac{1\,743{,}811141 * L * Qc^{1{,}85}}{HfxC^{1{,}85}}}$$

$$Di = \sqrt[4.87]{\frac{1\,743{,}811141 * 700 * 1{,}41^{1{,}85}}{20{,}68x150^{1{,}85}}} = 2{,}79$$

Luego se verifica la Hf para diámetros comerciales inferiores y superiores

Diámetro comercial = 2” pulg. y su diámetro interno = 2,193

Diámetro comercial = 3" pulg. y su diámetro interno = 3,23

$$Hf1 = \frac{1\,743{,}811141*700*2{,}193^{1{,}85}}{3{,}23^{4{,}87}x150^{1{,}85}} \quad =14{,}04$$

Verificación de la velocidad Q=l/s D = pulgadas

$$V = \frac{1{,}974*2{,}193}{1{,}754^2} = 0{,}78\ ok\ 0{,}4 < \ 1{,}78 < 2m/s$$

Nota: los cálculos para toda la línea de conducción, se hicieron por medio de hoja electrónica y tomaron diámetros comerciales (ver tabla 19 en la sección de anexos).

2.2.11. Diseño del tanque de almacenamiento

El tanque de distribución tiene como fin principal cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenado agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

- Entrada de agua, tubo PVC de diámetro ¾”
- Caja de válvula
- Clorador
- Llave de compuerta
- Tanque con paredes de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado
- Rebalse
- Acceso
- Ventilación
- Salida de agua de rebalse
- Salida de agua de limpieza

Volumen del tanque

Para compensar las horas de mayor demanda se diseñará un tanque de distribución, que según Unepar debe de tener el volumen entre el 25 y 40 % del consumo medio diario.

Para efecto del diseño y debido a ser una región calurosa se adopta un 30 %.

$$Vol = \frac{24\ \%Qm(86\ 400\ seg)}{1\ 000} = \frac{24\ \%(0{,}94\ seg)(86\ 400\ seg)}{1\ 000} = 19{,}49\frac{m^3}{dia}$$

Por lo que se diseña, para un volumen de 20 m^3 enterrado, con paredes de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado.

Diseño de losa

Determinación del sentido de trabajo de la losa

Teniendo en cuenta que el tanque debe tener 20 m^3 se calculan las dimensiones de la siguiente manera.

Las dimensiones aproximadas serán:

B = 2H

B = A

Esto como volumen neto de agua

V = B * A * H

Donde

B = Base

H = Altura

A = Ancho

Sustituyendo queda:

$20 = \frac{A^3}{2} \quad = \quad \sqrt[3]{2 \text{ X } 20}$

A = 3,41

Las dimensiones preliminares son: ancho de 3,5 m, base de 4 metros y altura de 1,5 m, siendo el volumen de 21 metros cúbicos de agua; sin embargo, por las características del suelo y el área disponible se opta por las medidas siguientes:

Base = 4 metros
Ancho = 3,5 metros
Altura = 1,5 metros
Se obtiene un volumen final de agua de 21 metros cúbicos.

Espesor de losa

Las dimensiones de la losa serán de 4.15 m * 3,65 m. Para el diseño de la misma se empleará el método 3 de la American Concrete Institute (ACI):

El espesor de la losa se obtiene de la siguiente manera:

Espesor = perímetro / 180

Sustituyendo valores se obtiene el siguiente resultado:

Espesor = (2*4,15)+ (2*3,65) / 180 = 0,88

Se toma un espesor de 10 cm.

M= $\frac{a}{b}$ = $\frac{3,65}{4,15}$ = 88 ≥ 0,5 entonces la loza se diseña en dos sentidos.

Datos

f'c = esfuerzo último del concreto 281 kg/cm^2

Wc = peso del concreto 2,4 ton/m^3

Wa = peso del agua 2,4 ton/m^3

Ws = peso del suelo 1,6 ton/m^3

Wp = peso de la piedra 2 ton/m^3

Vs = valor soporte del suelo 8,0 ton/m^3

Fi = ángulo de fricción interna 30 °

Fy = esfuerzo último del acero 2,819 kg/ cm^2

Recubrimiento:

Losas = 2,5 cm

Cargas:

W_{losa} = 0,10*2 400 = 240 kg/m^2

$W_{sobre\ carga}$ = 100 kg/m^2

Integración de cargas:

Carga muerta (Cm) = peso propio de la losa

CM = Wlosa + sobrecarga

Wlosa = vc * t = 2 400$\frac{kg}{m3}$*0,10=240$\frac{kg}{m2}$

Sobrecarga = 100 $\frac{kg}{m2}$

CM= 240 + 100 =340 $\frac{kg}{m2}$

Carga viva (CV): son las cargas eventuales que podría tener la losa

CV=100 $\frac{kg}{m2}$

Cargas últimas (CU): es la suma de las cargas muertas y vivas afectadas por factores de seguridad. El factor para la carga muerta es un 40 % más, y para la carga viva 70 %.

CU = 1,4*CM + 1,7*CV

CMU = 1,4*(W_{losas} + $W_{sobre\ carga}$)

CVU = 1,7*($W_{carga\ viva}$)

CMu=1,4 CM = 1,4*340$\frac{kg}{m2}$=476 $\frac{kg}{m2}$

CVu= 1,7 CV = 1,7*100$\frac{kg}{m2}$=170 $\frac{kg}{m2}$

Cu = 476 + 170 = 646$\frac{kg}{m2}$

Cálculo de momentos: para determinar los momentos positivos y negativos en los puntos críticos de la losa, se emplearán las formulas específicas por el código ACI, método 3

Momentos negativos

$M_{a,neg} = C_{a,neg} * CU * l_a^2$

$M_{b,neg} = C_{b,neg} * CU * l_b^2$

Momentos positivos

$M_{a,pos} = C_{a,pos} * CMU * l_a^2 + C_{a,pos} * CVU * l_a^2$

$M_{b,pos} = C_{b,pos} * CMU * l_b^2 + C_{b,pos} * CVU * l_b^2$

Donde

Coeficiente = 0,036

Por lo que los momentos serán:

$M_{a,pos}$ = 0,036 * 476 kg/m2 * (3,65 m)^2 + 0,036 * 170 kg/m2 * (3,65 m)^2 = 309,83 kg-m

$M_{b,pos}$ = 0,036 * 476 kg/m2 * (4,15 m)^2 + 0,036 * 170 kg/m2 * (4,15 m)^2= 400,53 kg-m

En los bordes discontinuos se usará un momento negativo, igual a un tercio (1/3) del momento positivo.

Momentos a los apoyos (M^-):

$M_{a,neg}$ = $M_{a,pos}$ /3= 309,83/3 = 103,28 kg-m

$M_{b,neg}$ = $M_{b,pos}$ /3= 400,53 /3 = 133,51 kg-m

Calculando el área de acero necesaria para la siguiente fórmula:

$$M = A_s f_y * \left[d - \frac{A_s f_y}{1.7 f_c' b}\right]$$

Fv = 2 810 kg/cm²(G40)

F'c = 210 kg/cm² (3 000 psi)

B = 100 cm

d = 10 cm – 2,0 cm = 8 cm

Peralte efectivo de losa (d)

d = t-r =10-2 = 8 cm

Acero mínimo (As min)

As min =0,4$\left[\frac{14,1}{fy}\right] * bd$

Donde

Fy = módulo de fluencia del acero =2 810 kg/cm² grado 40

B = banda de 1 m = 100 cm de ancho

D = peralte de la losa =7,5 cm

As min =0,4$\left[\frac{14,1}{2\ 810}\right] * 100 * 8 = 1{,}61\ cm^2$

Con los resultados del área del momento a flexión, este resulta ser menor que el área de acero mínimo; por tanto, se utiliza para el diseño el área de acero mínimo (As< Asmin)

Espaciamiento

Propuesta:

Usando refuerzo No.3

Área cm²	Separación cm
1,51	100
0,71	s

S = 0,71*100/1,61= 0,44 m

Tomando en cuenta que el espaciamiento máximo entre varillas es:

Smax = 3t = 3*10 = 30 cm, entonces usar No 3 @ 30 cm

Calculando el acero mínimo para esta separación

Área cm2	Separación cm
Asmin	100
0,71	30
As min =2,37 cm²	

Momento resistente del acero mínimo

MAsmin = $\phi\left[Asmín * fy * \ (d - \frac{Asmín\ fy}{1{,}7f'cb})\right]$

MAsmin = $0.9\left[2{,}37 * 2\ 810 * \ (7{,}5 - \frac{2{,}37*2\ 810}{1{,}7*210*100})\right] = 468{,}31\ kg - m$

F'c= 210 kg/cm^2 (concreto clase 3 000)

Como no hay ningún momento que sea mayor que este, entonces se utiliza el área de acero mínima.

Verificación por corte

Los esfuerzos por corte deberán ser resistidos únicamente por el concreto que conforma la losa, por lo que solamente se comprueba si el espesor de la losa es el adecuado para soportar los esfuerzos.

Cálculo del corte máximo actuante:

$$Vmax = \frac{CU*l}{2} = \frac{646*2}{2} = 646 \text{ kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente:

$$Vres = \phi * \sqrt{\mathrm{f'c}/10} * b * d$$

$$\phi corte = 0{,}75$$

$$Vres = 0{,}75 * \sqrt{210/10} * 100\ cm * 7{,}5cm = 2\ 577{,}69$$

Como $V_{max} < V_{res}$ significa que el espesor es adecuado y la losa resiste los esfuerzos de corte.

El refuerzo será colocar No 3 @ 30 cm, en ambos sentidos

Diseño de muro.

El muro se construirá de concreto ciclópeo, el diseño del tanque consiste en verificar que las presiones que se ejercen sobre las paredes del tanque y sobre el suelo, no afectarán la estabilidad del tanque.

Altura del tanque

Para determinar la altura del tanque se utiliza la siguiente expresión:

$$Volumen = \ base\ x\ altura\ x\ longitud$$

$$Altura\ = \ volumen/(base\ x\ longitud)$$

$$Altura\ = \frac{20m3}{4m\ x\ 3{,}5m} = 1{,}7\ m$$

La fuerza que ejerce el agua hacia los muros viene definida como:

$$Fagua = \frac{Wagua * area\ del\ triangulo\ de\ presiones}{2}$$

$$Fagua = \frac{1 * (\frac{1}{2} * 1{,}825 * 1{,}7)}{2}$$

$$Fagua = 0{,}78\ ton$$

Donde

$$\text{Magua} = 0{,}78 * \frac{1{,}70}{3} = 0{,}44\ \text{ton} - \text{m}$$

La presión que ejerce el suelo es llamada **presión pasiva (Pp):**

$P_p = Y_s * h_2 / 2 *$ kp, usando la teoría de Ranking

Ka $= \frac{1 - sen\ \varphi}{1 + sen\ \varphi} = \frac{1 - sen\ 25}{1 + sen\ 25} = 0{,}4058$

Kp=1/ka=1/1,3050=2,46

$P_p = Y_s * h^2 / 2 * kp = 1\ 400\ (1)^2 * 2{,}46 / 2 = 1\ 724{,}73$ kg/m

Momento de volteo que ejerce el suelo, momento pasivo (M_p):

$M_p = P_p * h/3 = (1\ 724{,}73) * 1/3 = 574{,}91$ kg – m

Tabla XV. **Cálculo del momento**

FIGURA	W = Pe(ton) * Área (m2)	Brazo (m)	Momento (ton-m)
1	2*(1/2*0,7*2) = 1.4	2/3*0,70*= 0,47	0,66
2	2*(0,3*2) = 1,2	0,70+1/2*(0,30)= 0,85	1,02
3	1*(1/2*1,825*1,7 = 1,55	1/3*(1,70)= 0,57	-0,88
4	2*(0,30*1,5)*2 = 0,9	1,50/2= 0,75	0,68
	W = 3,5		Mr= + 1,47

Fuente: elaboración propia.

Área tributaria de la losa sobre el muro: se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$At = b + 0{,}50 * \frac{a}{2}$$

$$At = 4{,}15 + 0{,}50 * \frac{1{,}825}{2} = 4{,}24\ m^2$$

Donde

At = área tributaria (m^2)

a = media longitud del lado interior corto de la losa (m)

b = lado interior largo de la losa (m)

Peso soportado sobre el muro

Donde

Wsm = peso soportado sobre el muro (ton/m)

Cu = carga última (Kg/m^2)

At = área tributaria (m^2)

Lm = longitud del muro (m)

Wc = peso del concreto (Kg/m^2)

Av = ancho de la viga (m)

Hv = altura de la viga (m)

Lv = longitud de la viga (m)

Fscm = factor de seguridad de carga muerta

$$Wm = Losa + Viga$$

$$Wn = Cu * \frac{At}{Lm} + Wc * Av * Hv * Lv * Fscm$$

$$Wn = 646 * \frac{4{,}24}{4{,}15} + 2\,400 * 0{,}20 * 0{,}15 * 4{,}15 * 1{,}4$$

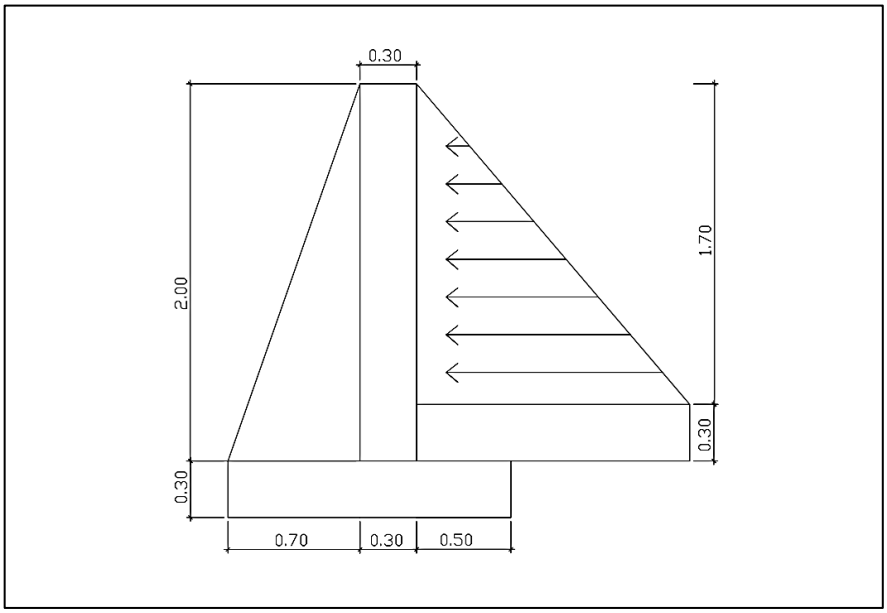
$$Wn = 1\,078.{,}33 \frac{kg}{m}$$

$$Wn = 1{,}08\ ton/m$$

De lo anterior e integrando, obtenemos el peso total del muro, así:

$$Wtm = Wr + Wsm$$

Figura 14. **Análisis de volteo del tanque de 20 m^3**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Donde

Wtm = peso total del muro (ton)

Wr = peso resistente del muro (Kg)

Wsm = peso soportado sobre el muro (ton)

$$Wtm = 3{,}50 + 1{,}08 = 4{,}58\ ton$$

Con referencia del punto A se calcula el momento que ejerce toda la carga concentrada en ese punto, así:

$$Mwc = Wsm * Lb$$

$$(ton)$$

$$Mwc = 1{,}08 * \left(0{,}70 + \frac{0{,}30}{2}\right) = 0{,}92\ ton - m$$

Chequeos:

$$Fsv = \frac{Mr + Mwc}{Magua}$$

Donde

Fsv =estabilidad contra volteo

Mr = momento resistente $(ton - m)$

Mwc = momento de carga concentrada $(ton - m)$

Magua =momento empuje del agua $(ton - m)$

$$Fsv = \frac{1{,}48 + 2{,}69}{0{,}44} = 9{,}4\ > 1{,}5\ por\ lo\ que\ resiste\ el\ volteo$$

Estabilidad contra el deslizamiento (Fsd)

$$Fsd = \frac{0{,}9 * Tg\ \phi * Wr}{Fagua}$$

Donde

Fsd = estabilidad contra el deslizamiento

$Tg\ \phi$ = función tangente ángulo fricción interna grados sexagesimales

Wr = peso resistente (ton)

fagua = fuerza del agua (ton)

$$Fsd = \frac{0{,}9 * Tg\ 30}{0{,}78} * 3{,}50 = 2{,}21 > 1{,}5\ no\ hay\ deslizamiento$$

Presión en el suelo bajo la base del muro: a partir de la distancia donde actúan las cargas verticales, será el punto a, el cual se define:

$$a = \frac{Mr + Mwc - Magua}{Wt}$$

Donde

a = estabilidad contra el deslizamiento

Mr = función tangente ángulo fricción interna grados sexagesimales

Mwc = peso resistente (ton)

Magua = fuerza del agua (ton)

T = peso total del muro, incluye el peso del agua (ton)

$$a = \frac{1{,}48 + 2{,}69 - 0{,}44}{6{,}66} = 0{,}57$$

Longitud en la base del muro A, donde actua presión positiva (+)

$$Lbm = 3 * a > Bm$$

Donde

Lmb = estabilidad contra volteo (m)

a = distancia donde actúan las cargas verticales (m)

Bm = base del muro (m)

$$Lbm = 3 * 0{,}57 > 1{,}5$$

$$Lbm = 1{,}71 > 1{,}5$$

Debido a que la distancia total de la presión positiva A, es mayor que la base del muro, demuestra que por debajo del muro no existen presiones negativas.

Excentricidad (e)

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

Donde

e = estabilidad contra volteo (m)

a = distancia donde actúan las cargas verticales (m)

Bm = base del muro (m)

$$e = \frac{1{,}5}{2} - 0{,}57 = 0{,}18\, m$$

Módulo de sección por metro lineal (Sx)

$$Sx = \frac{1}{6} * Bm^2 * L$$

Donde

Sx = módulo de sección $(m^3 - m)$

Bm = base del muro (m)

L = 1,00 (m)

$$Sx = \frac{1}{6} * 1{,}50^2 * 1$$

$$Sx = 0{,}375\ m^3$$

Presiones actuantes en los muros

$$Sx = \frac{Wt}{Bm * L} \pm \frac{Wt * e}{Sx}$$

Donde

Sx = módulo de sección $(m^3 - m)$

Bm = base del muro (m)

L = 1,00 (m)

Pa = presión actuante (ton/m^2)

Wt = peso total del muro (ton)

e = excentricidad (m)

Vs = valor soporte del suelo (ton/m^2)

$$Sx = \frac{6{,}66}{1{,}5 * 1{,}00} \pm \frac{6{,}66 * 0{,}18}{0{,}375}$$

$$Sx = 4{,}44 \pm 3{,}20$$

$$Pamáx = 4{,}44 \pm 3{,}20$$

$$Pamáx = 7{,}64 ton/m^2 < Vs$$

$$Pamáx = 7{,}64 ton/m^2 < 8 ton/m^2$$

$$Pamin = 4{,}44 - 3{,}20$$

$$Pamáx = 1{,}24 ton/m^2 > 0 \; no\ existen\ esfuerzos\ a\ tension$$

2.2.11.1. Sistema de desinfección

Desinfección es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua, mediante la aplicación directa de medios físicos y químicos para obtener agua potable.

El tratamiento o sistema de desinfección mínimo, que se le debe dar al agua para consumo humano, es de control sanitario y generalmente se aplica para comunidades del área rural, con fuentes provenientes de manantiales, donde el caudal requerido no es muy grande.

La filtración es un método físico, aunque por si solo no garantiza la calidad del agua. Por ebullición es otro método que destruye gérmenes nocivos que suelen encontrarse en el agua, los rayos ultravioleta es otro método, pero tiene muy alto costo.

Los métodos químicos más empleados para desinfección son: el yodo, la plata y el cloro, siendo este último el más recomendado.

Cloración: es el proceso que se le da al agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados (hipoclorito de calcio o tabletas de tricolor). Este método es el de más fácil aplicación y el más económico.

Tabletas de tricloro: es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas que tienen un tamaño de 3” de diámetro, por 1” de espesor, con una solución de cloro al 90 y un 10 % de estabilizador, el peso de la tableta es de 200 gr y la velocidad a que se disuelve en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas.

Alimentador automático de tricolor: el alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, las que se disuelven mediante el paso del agua en el mismo; estos alimentadores vienen en diferentes capacidades de tabletas, lo que depende del caudal requerido para el proyecto.

De entre los derivados del cloro se eligieron las tabletas a través del alimentador automático, dado que este es mucho más económico en cuanto a su costo de operación, comparado con el hipoclorito que necesita de un operador experimentado y a tiempo completo, sin mencionar el costo y operación del gas que es otra opción en el mercado. Para determinar la cantidad de tabletas necesarias para clorar el caudal de agua para el proyecto se hace mediante la fórmula que se utiliza para hipocloritos, la cual es:

$$G = \frac{\mathrm{C} * \mathrm{M} * \mathrm{D}}{\%\ \mathrm{Cl}}$$

Donde

G = gramos de tricolor

C = miligramos por litro

M = litros de agua a tratarse por día = Qm*86 400 seg

D = número de días que durará el tricolor

% Cl = concentración de cloro

Para este proyecto se determina la cantidad de tabletas de tricolor que se necesita para clorar el agua, para un período de 15 días.

M = Qm*86400 seg=0,94 l/seg*(86 400 seg)= 81 216 litros por día

% Cl = 9

D = 15 días

$$G = \frac{0{,}001\ddot{}81\ 216 * 15}{0{,}9} = 1\ 354\ gr$$

Esto significa, que se necesitan 1 354 gramos de tricloro, el equivalente a 1 354 gr/200 gr = 6,77, aproximadamente 7 tabletas cada 15 días.

2.2.12. Diseño de la línea y red de distribución

El diseño de la red de distribución, dada la ubicación de las viviendas, será por ramales abiertos tipo predial.

Para una red de distribución debe tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura entre el tanque de distribución y la última casa de la red de distribución.
- Capacidad para transportar el caudal de distribución.
- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- Considerar todas las obras necesarias para el buen funcionamiento del sistema.
- Importante considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto. Se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$Hf = \frac{1743{,}811141 * L * Qc^{1{,}85}}{Di^{4{,}87} x C^{1{,}85}} \qquad V = (1{,}8735525241 * Qc)/Di^2$$

Donde

HF = pérdida de carga (m)
V = velocidad de tubería
L = longitud de la tubería más el 3 % por la topografía del terreno
Qc = caudal de día máximo
Di = diámetro interno tubería (plg)
Cf = calidad de la tubería. Para PVC se usará C=150 y para Hg = 100

Ejemplos de diseño: se diseñará el tramo entre las estaciones E-3-E-9.
Datos
Ramales E-3 a E-9
E-9, cota 1 034,32 E-9, cota 1 004,29
Longitudes 702 Hf= 30,03

Sustituyendo:

$$Di = \sqrt[4.87]{\frac{1\,743{,}811141 * L * Qc^{1{,}85}}{HfxC^{1{,}85}}}$$

$$Di = \sqrt[4{,}87]{\frac{1\,743{,}811141*700*3{,}57^{1{,}85}}{30{,}03x150^{1{,}85}}} = 2{,}14 \text{ pulg}$$

Luego se verifica la Hf para diámetros comerciales inferiores y superiores

Diámetro comercial = 2 pulg. Y su diámetro interno = 2 193

Diámetro comercial = 2.5 pulg. Y su diámetro interno = 2 656

$$Hf = \frac{1743{,}811141*702*0{,}08^{1{,}85}}{2{,}655^{4{,}87}x150^{1{,}85}} = 0{,}01$$

Verificación de la velocidad Q=l/s D= pulgadas

$$V = \frac{1{,}8735525241*3{,}57}{2{,}14^2} = 1{,}54$$

2.2.13. Obras hidráulicas

Las construcciones en el campo de la ingeniería civil, donde el elemento dominante tiene que ver con el agua.

2.2.13.1. Caja de válvulas

Este tipo de válvulas se requiere en la red para efectuar reparaciones y mantenimiento; se localizarán en lo posible, en tal que permita aislar la red de distribución de agua potable.

2.2.14. Válvulas

Existen muchos tipos diferentes de válvulas, las más utilizadas en sistemas de vapor son las de globo, bola, compuerta y mariposa.

2.2.14.1. Válvula de aire

Estas válvulas tienen la función de permitir que se expulse el aire acumulado en la tubería en sus puntos altos, para que el paso del agua sea libremente del agua en la tubería.

2.2.14.2. Válvula de compuerta

Son aquellas que se usan para extraer los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la tubería; para su instalación se requiere agregar una te a la red y de allí se desprende un niple que al final tiene una válvula de compuerta, protegida por una caja de mampostería

2.2.14.3. Caja rompe-presión

Estas se utilizan para las líneas de conducción y su objetivo es hacer caer la piezométrica en un punto específico del trayecto para iniciar de nuevo el diseño utilizando como punto de referencia este punto. El dimensionamiento ha de considerarse la maniobrabilidad de las válvulas que se instalen dentro de ellas (globo, flotador, entre otros), mi proyecto no tiene un cambio de altura de más de 112 m por lo que no tuve que diseñar con cajas rompe presión.

2.2.15. Planos

Los planos del proyecto de sistema de abastecimiento de agua potable se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla XVI. **Detalles de números y planos**

LISTA DE PLANOS	
NÚMERO	Descripción
1/16	Planta general
2/16	Planta / perfil línea de conducción
3/16	Planta / perfil red de distribución
4/16	Planta / perfil red distribución ramal 1 y 2
5/16	Planta / perfil red distribución ramal 2,3 y 3
6/16	Planta / perfil red distribución ramal 4 y 4,3
7/16	Detalles de captación
8/16	Detalles tanque de distribución
9/16	Detalle válvulas compuerta, limpieza y aire

Fuente: elaboración propia.

2.2.16. Operación y mantenimiento

El mantenimiento preventivo que se debe de suministrar al acueducto, es la acción de resguardar las partes del sistema de agua potable, con el propósito de impedir daños, reducir los efectos dañinos, asegurar la continuidad del servicio de agua potable y así obtener un proyecto eficiente y auto sostenible. Es obligatorio que se contemple la capacitación y adiestramiento de las personas que integran el comité de agua de la comunidad, para que trabajen como fontaneros.

En el presente documento se mencionan las actividades mínimas que debe ejecutar el fontanero o persona estipulada para dar el mantenimiento al proyecto, entre ellas están:

2.2.16.1. Propuesta de tarifa

La propuesta de la tarifa para el área rural de parte de la municipalidad y el Cocode se fijó una tarifa de Q 50,00 mensuales que la deberán de pagar en la comunidad al Cocode para el mantenimiento de la red de distribución y los tanques. Esta es la tarifa que tiene para esta área rural.

2.2.17. Evaluación socioeconómica

La evaluación del proyecto tiene como intención primordial identificar los beneficios y luego valorizarlos apropiadamente, para elaborar indicadores de su rentabilidad social a través del análisis de beneficio costo. La definición de los beneficios o productos del proyecto se verifica a partir de los aspectos físicos del mismo, ya que el flujo de beneficios es una función directa de la capacidad instalada del proyecto, tomando en cuenta su utilización para todo el año.

Para crear la evaluación del proyecto, el flujo de beneficios se elabora de acuerdo con la naturaleza de los beneficios determinados. En todo caso, deben definirse y medirse los beneficios desarrollados, período a período, los cuales deben ser atribuidos únicamente al proyecto; es decir, aquellos que sean consecuencia de la presencia del proyecto en la comunidad.

Con referencia a los costos, éstos se diferencian básicamente en: costos de inversión, que son aquellos en los que se debe incurrir para instalar el proyecto, es decir los que se ejecutan entre el primer gasto y el momento en que se pone a funcionar; los costos de reposición, serán aquellos que se deben hacer para renovar los elementos que se vayan desgastando o cayendo en obsolescencia, como consecuencia del uso del proyecto durante su vida útil; los costos por reposición, también denominados costos de mantenimiento; y por

último los costos de funcionamiento que son aquellos que forzosamente deben ocurrir para la operación del proyecto, para que éste siga aportando los beneficios conocidos en la evaluación.

2.2.17.1. Valor presente neto

Se utiliza para comparar opciones de inversión. Consiste en convertir todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del período de funcionamiento; la tasa de interés corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual fluctúa entre el 12 %.

Viene dada por la fórmula:

$$VPN = -CI - CO * \left(\frac{P}{A,i,n}\right) + IG\left(\frac{P}{A,i,n}\right)$$

Donde

VPN = Valor presente neto
CI = Costo inicial = Q 377 387,305
IN = Ingreso inicial = Q 61 750,00
CO = Costo anual de la operación y mantenimiento
IG = Cuota fija anual de ingresos = Q 51 600,00
n = Vida útil del proyecto = 20 años
i = Interés 12 %

$$VPN = -315\,637{,}31 + 5\,349{,}21 - 746{,}40$$
$$VPN = -311\,035{,}00$$

El valor presente es negativo debido a que la inversión inicial es muy alta y el ingreso anual es muy bajo. Lo que si nos avala es que la tarifa propuesta podrá cubrir todos los gastos en operación y mantenimiento que se precisa durante el período de funcionamiento.

Debido a las características del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser facilitada por alguna institución, sea o no gubernamental.

2.2.17.2. Tasa interna de retorno

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es improbable conseguir una tasa interna de retorno TIR atractiva, por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se establece de la siguiente forma:

Costo = Inversión inicial – VPN
Costo = Q 377 387,3- Q 311 035,00
Costo = Q 66 352,3

Beneficio = núm. de habitantes beneficiadas (futuro)

Costo/Beneficio = $\frac{Q\ 66\ 352{,}3}{528\ hab} = Q\ 125{,}67\ /hab$

El proyecto podrá ser considerado favorablemente para la comunidad en donde va a ser instalado el sistema de abastecimiento de agua potable.

2.2.18. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas se realizan con respecto a los ensayos realizados para el proyecto.

2.2.19. Presupuesto

Para la elaboración de este presupuesto se tomaron cotizaciones en la región, y además se establecieron los costos indirectos que comprenden: gastos administrativos, legales, imprevistos, supervisión técnica y utilidad, equivalentes al 35 %.

Tabla XVII. **Presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Tanchí, San Pedro Carchá, Alta Verapaz**

Resumen general presupuesto
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz.

Núm.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Replanteo topográfico	3 626,00	ML	Q 1,79	Q 6 490,54
1.2	Excavación terreno	2 030,56	M3	Q 34,32	Q 69 688,82
1.3	Relleno de material	1 295,63	M3	Q 42,95	Q 55 647,31
1.4	Retiro material desperdicio	734,93	M3	Q 31,24	Q 22 959,21
2	Captación	1,00	Unidad	Q 14 408,55	Q 14 408,55
3	Red de conducción				
3.1	Tubería PVC Ø 2" de 160 PSI	70,00	Tubos	Q 219,70	Q 15 379,00
3.2	Tubería PVC Ø 3" de 160 PSI	59,00	Tubos	Q 330,90	Q 19 523,10
3.3	Caja de válvula	6,00	Unidad	Q 932,80	Q 5 596,79
4	Tanque de distribución	1,00	Unidad	Q 71 320,77	Q 71 320,77
5	Clorador de pastilla con caja	1,00	Unidad	Q 6 413,00	Q 6 413,00
6	Red de distribución				
6.1	Tubería PVC Ø 3" de 160 PSI	123,00	Tubos	Q 345,32	Q 42 474,36
6.2	Tubería PVC Ø 2 1/2" de 160 PSI	112,00	Tubos	Q 284,32	Q 31 843,84
6.3	Tubería PVC Ø 2" de 160 PSI	24,00	Tubos	Q 190,36	Q 4 568,64
6.4	Tubería PVC Ø 1 1/2 " de 160 PSI	182,00	Tubos	Q 146,74	Q 26 706,68
6.5	Tubería PVC Ø 1" de 160 PSI	77,00	Tubos	Q 107,53	Q 8 279,81
6.6	Conexiones domiciliares	86,00	Unidad	Q 322,56	Q 27 740,16
					Q 429 040,58

Fuente: elaboración propia.

2.2.20. Estudio de impacto ambiental

Consiste en evaluar los cambios físicos que se generan al ecosistema existente durante la ejecución del proyecto.

En los proyectos de agua potable, edificios públicos y en general todas las actividades realizadas por el ser humano en la tierra, generan un impacto en los componentes ambientales. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo, irreversible o negativo con posibles mitigación o neutros. El análisis en cada fase del proyecto se presenta a continuación.

Características físicas: entre estas características se pueden mencionar: tierra, agua y atmósfera.

Condiciones culturales: uso del suelo, ética e interés humano.

Condiciones biológicas: flora y fauna.

Relaciones ecológicas: la explotación de las fuentes de agua causará cambios en la hidrología del lugar; sin embargo los caudales que se captarán para abastecimiento de agua son tan pequeños que su impacto puede ser poco significativo.

Factores socioeconómicos: comercio, empleo, tránsito y vehículos.

Para evaluar un proyecto es necesario basarse en los resultados, un balance entre el beneficio contra el impacto que se tendrá durante la construcción y operación del proyecto; este proyecto es necesario para poder evitar enfermedades gastrointestinales en la población.

Tabla XVIII. **Medidas de mitigación de impacto ambiental en un proyecto de agua potable**

Componente	Impacto	Medidas de mitigación
Suelos	Remoción de cobertura vegetal	La construcción y adecuada disposición de los residuos orgánicos.
Recursos hídricos	Material de desperdicio alteración y contaminación de agua superficiales	Seleccionar sitios adecuados y colocar capas no mayores de 0,25 m compactado.
calidad del aire	Contaminación del aire por polvo generado en construcción	Construcción durante estación seca, alteración mínima de corrientes de aguas naturales.
Ruidos y vibraciones	Incremento en los niveles de ruido	• Realizar labores de excavación e instalación de tuberías en horarios diurnos. • Mantener los vehículos en las mejores condiciones mecánicas.
Vegetación y fauna	Remoción y afectación de la cobertura vegetal y fauna	• Restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.
Población	Variación de las costumbres y cultura de las comunidades cercanas	• Evitar la interrupción entre el tráfico peatonal y vehicular y los frentes de trabajo. • Situar rutas alternativas en fechas de importancia para la población. Incremento en los niveles de accidentabilidad • Mantener una ajustada señalización en el área de la obra en etapa de ejecución y operación. • Instalar cercos perimetrales en los frentes de trabajo.
Paisaje	Impacto visual	• Recuperar y restaurar el espacio público afectado, una vez finalizada la obra, retirando todos los materiales y residuos provenientes de las actividades constructivas.

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Promover un desarrollo constante, ya que con ello se cumplen muchos servicios básicos y problemas de infraestructura, especialmente en el área rural.

2. La realización del proyecto de carretera hacia la aldea Pocolá, vendrá a solucionar el problema de accesibilidad, tanto a la aldea beneficiada, como a otras aldeas aledañas, con lo que se espera mejorar las condiciones para su desarrollo y crecimiento.

3. El sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea tanchí, San Pedro Carchá, Alta Verapaz, funciona por gravedad y está diseñada para un periodo de 21 años, durante los cuales abastecerá a 1 014 habitantes, tomando en cuenta la calidad y mantenimiento del mismo.

4. Los beneficios que las aldeas obtendrán a largo plazo, con la ejecución de proyectos, dependen de diseños factibles como los elaborados en la aldea Pocolá y aldea Tanchí.

RECOMENDACIONES

Aldea Tanchí:

1. Es obligatorio que se brinde resguardo necesario para la conservación de la fuente de abastecimiento, circulando el predio para no permitir el ingreso de personas y animales. También se debe de contemplar un plan de reforestación en el área para evitar la disminución del caudal en época seca.

2. Educar y concientizar a los habitantes sobre el buen uso que se le debe dar al sistema de abastecimiento de agua potable.

Aldea Pocolá:

3. Organizar a los Cocodes para el mantenimiento y garantía de los recursos necesarios para garantizar la vida útil del proyecto, especialmente en época de invierno.

4. Garantizar la supervisión técnica por un profesional, durante la ejecución de la carretera, para que se cumplan todas las especificaciones contenidas en planos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. Trabajo de graduación Ing. Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2007. 175 p.

2. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y Vivienda. *Especificaciones generales para construcción de carreteras*. Guatemala. diciembre 2000.

3. Instituto Boliviano del cemento y el hormigón. *Diseño de espesores para pavimentos de hormigón en carreteras y calles método de la Portland Cement Association*. Bolivia: Ministerio de transporte y obras públicas de Ecuador; 2002. 65 p.

4. MENDÓZA GÓMEZ, Gelver Estuardo. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo, para la aldea Suculique y diseño del pavimento para la aldea Llano Grande, Municipio de Huhuetenango, departamento de Huehuetenango*. Trabajo de graduación, Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2010. 205 p

5. MONROY ORANTES, Mauricio Estuardo. *Diseño del pavimento rígido para el tramo carretero de la aldea loma larga a la aldea laguna seca, municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación. Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala; 2012. 197 p.

6. UNEPAR. *Normas de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. Guatemala, 1991. 168 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. **Cálculo red de conducción**

DISEÑO LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD NACIMIENTO "TANCHI"														
Tramo		Cota terreno		Long.	Ø	Ø interno	Q	Hf	Vel.	C.P.	P.E	P.D.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	pulg	pulg	l/s	m	m/s	m.c.a.	m	m	Tubos	Trabajo
E-1	E-2	1055.00	1037.89	356.83	3	3.23	3.57	2.03	0.67561753	1052.97	17.11	15.09	59	160
E-2	E-3	1037.88638	1024.32	398.17	2	2.655	3.57	6.23	1.76214465	1046.74	20.68	12.42	70	160

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Cálculo red de distribución**

Núm.	Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
1	Trabajos preliminares				
1.1	Limpia chapeo y destronque	2,45	Ha	Q 4 050,20	Q 9 923,00
1.2	Replanteo topográfico	3,50	KM	Q 2 528,29	Q 8 849,01
1.2	Movimiento de tierra				
2.2	Excavación no clasificada	17 138,18	M3	Q 60,22	Q 1 032 102,93
2.3	Excavación no clasificada de desperdicio	4 432,24	M3	Q 71,05	Q 314 929,41
4	Reacondicionamiento de subrasante				
4.1	Conformación de la subrasante	19 250,00	M2	Q 11,25	Q 216 578,75
4.2	Tendido y compactado de base	1 925,00	M3	Q 81,06	Q 156 037,50
5	Pavimento vehicular (0,15 cm espesor)	19 250,00	M2	Q 295,20	Q 5 682 600,00
6	Bordillo prefabricado 0,15 x 0,30 x 0,50	7 000,00	ML	Q 164,72	Q 1 153 040,00
7	Drenajes transversales				
7.1	Excavación drenajes	96,60	M3	Q 404,97	Q 39 120,21
7.2	Concreto ciclópeo	96,60	M3	Q 1 545,97	Q 149 340,96
7.3	Tubería metálica corrugada de 30"	115,50	ML	Q 406,99	Q 162 507,15
8	Señalización				
11	Señalización vertical	52,00	Art. metal	Q 331,25	Q 121 225,00
12	Señalización horizontal	10 500,00	ml	Q 19,17	Q 201 285,00
13	Rotulo del proyecto	1	Art. metal	Q 2 876,00	Q 2 876,00
					Q 9 250 414,92

Son: nueve millones doscientos cincuenta mil cuatrocientos catorce quetzales con noventa y dos centavos

proyecto:				
diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Trabajos preliminares				
renglón	**cantidad**	**unidad**	**P.U.**	**total**
Replanteo topográfico	3,5	km	Q 2 528,29	**Q 8 849,01**
Materiales				
descripción	**cantidad**	**unidad**	**P.U.**	**Total**
Regla de madera de 2"x2"x8'	175	unidad	Q 15,00	Q 2 625,00
Martillo	3	unidad	Q 60,00	Q 180,00
Pintura en spray	15	unidad	Q 30,00	Q 450,00
materiales e insumos				**Q 3 255,00**
mano de obra, maquinaria y equipo				
descripción	**cantidad**	**unidad**	**P.U.**	**total**
Topógrafo	10,00	día	Q 250,00	Q 2 500,00
Cadenero	10,00	día	Q 80,00	Q 800,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 3 300,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 6 555,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 2 294,27
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 8 849,01**
Total				**Q 8 849,01**

Continuación del apéndice 2.

Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Movimiento de tierra				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Excavación no clasificada	17138,18	M3	Q 60,22	**Q 1 032 102,93**
MATERIALES				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra, maquinaria y equipo				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Arrendamiento (Tractor D-6)	572,00	Horas	Q 500,00	Q 286 000,00
Combustible diésel (Tractor D-6)	3146	Galones	Q 20,00	Q 62 920,00
Arrendamiento (Retroexcavadora)	660,00	Horas	Q 500,00	Q 330 000,00
Combustible diésel (Retroexcavadora)	3630	Galones	Q 20,00	Q 72 600,00
Supervisor de maquinaria	1	Global	Q 3 000,00	Q 3 000,00
Transporte maquinaria	2	Unidad	Q 5 000,00	Q 10 000,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 764 520,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 764 520,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 267 582,00
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 1 032 102,93**
Total				**Q 1 032 102,93**

Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carcha A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Excavación no clasificada de desperdicio	4432,24	M3	Q 71,05	**Q 314 929,41**
Materiales				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra, maquinaria y equipo				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**total**
Arrendamiento (Cargador frontal)	171,00	Horas	Q 450,00	Q 76 950,00
Combustible diésel (Cargador frontal)	941	Galones	Q 20,00	Q 18 810,00
Camión de volteo 12 m3 (piloto y combustible)	370,00	Viaje	Q 350,00	Q 129 500,00
Supervisor de maquinaria	1,00	Global	Q 3 000,00	Q 3 000,00
Transporte maquinaria	1,00	Unidad	Q 5 000,00	Q 5 000,00
Subtotal mano de obra calificada				**q 233 260,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 233 260,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 81 641,00
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 314 929,41**
Total				**Q 314 929,41**

Continuación del apéndice 2.

Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Conformación de la subrasante	19250,0	M2	Q 11,25	**Q 216 578,75**
Materiales				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra, maquinaria y equipo				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Arrendamiento (motoniveladora)	100,00	Horas	Q 550,00	Q 55 000,00
combustible diésel (motoniveladora)	460	Viaje	Q 36,00	Q 16 560,00
Arrendamiento (vibrocompactadora)	75,00	Horas	Q 700,00	Q 52 500,00
Combustible diésel (vibrocompactadora)	260	galón	Q 36,00	Q 9 360,00
arrendamiento (cisterna)	7,00	día	Q 1 000,00	Q 7 000,00
transporte maquinaria	2,00	unidad	Q 10 000,00	Q 20 000,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 160 420,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 160 420,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 56 147,00
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 216 578,75**
Total				**Q 216 578,75**
Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carcha A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tendido y compactado de base	1925,00	M3	Q 81,06	**Q 156 037,50**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
excavadora (incluye piloto y combustible)	60,00	horas	Q 700,00	Q 42 000,00
Transporte maquinaria	1,00	viaje	Q 5 000,00	Q 5 000,00
cargador frontal	45,00	horas	Q 700,00	Q 31 500,00
Transporte maquinaria	1,00	viaje	Q 5 000,00	Q 5 000,00
Camión de volteo	160,42	viajes	Q 200,00	Q 32 083,33
Subtotal mano de obra calificada				**Q 115 583,33**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 115 583,33
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 40 454,17
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 156 037,50**
Total				**Q 156 037,50**

Continuación del apéndice 2.

Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**TOTAL**
Pavimento vehicular (0,15 cm espesor)	19 250,00	M2	Q 295,20	**Q 5 682 600,00**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Cemento gris UGC	27 431,00	Saco	Q 85,00	Q 2 331 635,00
Arena de río	1 819,00	m3	Q 230,00	Q 418 370,00
Piedrín de 3/4" triturado	2 079,00	m3	Q 270,00	Q 561 330,00
Sellador de juntas	3 306,00	Libra	Q 9,50	Q 31 407,00
Antisol	1 284,00	Galón	Q 80,00	Q 102 720,00
Perfil metálico tipo "C" de 2"x6"x20'	1 167,00	Unidad	Q 260,00	Q 303 420,00
Alambre de amarre	292,00	Libra	Q 8,00	Q 2 336,00
Materiales e insumos				**Q 3 751 218,00**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de formaleta para pavimento	10500	ml	Q 5,00	Q 52 500,00
Elaboración y fundición de concreto	2887,50	m3	Q 125,00	Q 360 937,50
Corte de pavimento	9916,7	ml	Q 2,00	Q 19 833,40
Colocación de emulsión para juntas	9916,7	ml	Q 2,50	Q 24 791,75
Subtotal mano de obra calificada				**Q 458 062,65**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 4 209 280,65
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 1 473 248,23
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 5 682 600,00**
Total				**Q 5 682 600,00**

Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carcha A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
BORDILLO PREFABRICADO 0.15 X 0.30 X 0.50	7000,00	ML	Q 164,72	**Q 1 153 040,00**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Cemento gris UGC	2 471,00	Saco	Q 85,00	Q 210 035,00
Arena de río	136,00	m3	Q 230,00	Q 31 280,00
Piedrín de 3/4" triturado	210,50	m3	Q 270,00	Q 56 835,00
Tabla de 1"x12"x8'	12,00	Unidad	Q 47,50	Q 570,00
Regla de 2"x4"x8'	12,00	Unidad	Q 23,75	Q 285,00
Alambre de amarre	30,00	Libra	Q 8,00	Q 240,00
Bordillo de 0.50x0.35x0.15 m	14 280,00	Unidad	Q 30,00	Q 428 400,00
Materiales e insumos				**Q 727 645,00**

Continuación del apéndice 2.

Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Excavación para colocación de bordillo	157,50	m3	Q 25,00	Q 3 937,50
Preparación y colocación de mortero para bordillo	350,00	m3	Q 50,00	Q 17 500,00
Colocación de bordillo	7 000,00	ml	Q 15,00	Q 105 000,00
SUB TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				**Q 126 437,50**
INTEGRACIÓN DE COSTOS				
TOTAL C. DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 854 082,50
TOTAL C. INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + UTILIDAD):				Q 298 928,88
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				**Q 1 153 040,38**
TOTAL				**Q 1 153 040,00**
Proyecto:				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Excavación drenajes	96,60	M3	Q 404,97	**Q 39 120,21**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Demolición y extracción de cabezales existentes	96,60	m3	Q 300,00	Q 28 980,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 28 980,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 28 980,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 10 140,21
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 39 120,21**
Total				**Q 39 120,21**
Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
CONCRETO CICOPLEO	96,60	M3	Q 1 545,97	**Q 149 340,96**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Cemento gris UGC	401,00	sacos	Q 85,00	Q 34 085,00
Arena de río	22,00	m3	Q 230,00	Q 5 060,00
Piedrín de 3/4" triturado	22,00	m3	Q 270,00	Q 5 940,00
Piedra de cantera	66,00	m3	Q 235,00	Q 15 510,00
Alambre de amarre	30,00	libra	Q 7,00	Q 210,00
Tabla de 1"x12"x8'	24,00	Unidad	Q 47,50	Q 1 140,00
Regla de 2"x4"x8'	16,00	Unidad	Q 23,75	Q 380,00
Materiales e insumos				**Q 62 325,00**

Continuación del apéndice 2.

Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Construcción de caja y cabezal	96,60	m3	Q 500,00	Q 48 300,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 48 300,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 110 625,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 38 715,96
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 149 340,96**
TOTAL				**Q 149 340,96**
Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería metálica corrugada de 30"	115,50	ml	Q 1 406,99	**Q 162 507,15**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería metálica corrugada transversal 30"	115,50	ml	Q 400,00	Q 46 200,00
Materiales e insumos				**Q 46 200,00**
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Instalación tubería metálica corrugada	115,50	ml	Q 350,00	Q 40 425,00
Excavadora	45,00	horas	Q 750,00	Q 33 750,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 74 175,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 120 375,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 42 132,15
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 162 507,15**
Total				**Q 162 507,15**
Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Señalización vertical	52,00	ART. METAL	Q 2 331,25	**Q 121 225,00**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Rotulo metálico con información de destino	4,00	Art. Metal	Q 2 500,00	Q 10 000,00
Rotulo metálico con señales de transito	48,00	Art. Metal	Q 1 550,00	Q 74 400,00
MATERIALES E INSUMOS				**Q 84 400,00**
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de rotulo información de destino	4,00	Art. Metal	Q 150,00	Q 600,00
Colocación de rotulo señales de transito	48,00	Art. Metal	Q 100,00	Q 4 800,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 5 400,00**

Continuación del apéndice 2.

Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 89 800,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 31 425,00
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 121 225,00**
Total				**Q 121 225,00**
Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Señalización horizontal	10 500,00	ML	Q 19,17	**Q 201 285,00**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Pintura blanca de trafico	9,00	Cubeta	Q 900,00	Q 8 100,00
Pintura amarilla de trafico	5,00	Cubeta	Q 900,00	Q 4 500,00
Vialeta reflectiva	2 625,00	UNIDAD	Q 15,00	Q 39 375,00
Materiales e insumos				**Q 51 975,00**
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Aplicación de pintura	10 500,00	ml	Q 8,00	Q 84 000,00
Colocación vialeta	2 625,00	unidad	Q 5,00	Q 13 125,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 97 125,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 149 100,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 52 185,00
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 201 285,00**
Total				**Q 201 285,00**
Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Rotulo del proyecto	1,00	ART. METAL	Q 2 876,00	**Q 2 876,00**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Perfil metálico tipo "C" de 2"x6"x20'	2,00	Unidad	Q 190,00	Q 380,00
Lámina de 1/16" lisa de 4'x8'	1,00	Unidad	Q 400,00	Q 400,00
Tubo cuadrado de 1"	1,00	Libra	Q 130,00	Q 130,00
Pintura anticorrosiva	1,00	Galón	Q 110,00	Q 110,00
Thinner	1,00	Galón	Q 52,50	Q 52,50
Electrodo punta café	5,00	Libra	Q 15,00	Q 75,00
Sticker adhesivo	1,00	Unidad	Q 200,00	Q 200,00
Cemento gris UGC	1,00	Sacos	Q 80,00	Q 80,00
Arena de río	0,50	m3	Q 225,00	Q 112,50
Materiales e insumos				**Q 1 540,00**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Mano de obra fabricación y colocación	1,00	Unidad	Q 590,00	Q 590,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 590,00**
Integración de costos				
Total C. DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 2 130,00
Total C. INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 745,50
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 2 875,50**
Total				**Q 2 876,00**

Continuación del apéndice 2.

Proyecto:				
Diseño de carretera para la aldea Pocolá, San Pedro Carchá A.V.				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
LIMPIA CHAPEO Y DESTRONQUE	2,45	Ha	Q 4 050,20	**Q 9 923,00**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
COSTO DIRECTO	2,45	Ha	Q 3 000,00	Q 7 350,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 7 350,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 7 350,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 2 572,50
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 9 922,50**
Total				**Q 9 923,00**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Resumen general, presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz**

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Trabajos preliminares				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Replanteo topográfico	3 626,0	ML	Q 1,79	**Q 6 490,54**
Materiales				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Regla de madera de 2"x2"x8'	182	Unidad	Q 15,00	Q 2 730,00
Martillo	3	Unidad	Q 60,00	Q 180,00
Pintura en spray	15	Unidad	Q 30,00	Q 450,00
Cal	4	Unidad	Q 30,00	Q 120,00
Materiales e insumos				**Q 3 480,00**
Mano de obra, maquinaria y equipo				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Topógrafo	4,00	Día	Q 250,00	Q 1 000,00
Cadenero	4,00	Día	Q 80,00	Q 320,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 1 320,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 4 800,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 1 680,00
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 6 490,54**
TOTAL				**Q 6 490,54**

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Movimiento de tierra				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Excavación terreno	2 030,56	M3	Q 34,32	**Q 69 688,82**
Materiales				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra, maquinaria y equipo				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Excavación	2 030,56	m3	Q 25,00	Q 50 764,00
Barreta	3,00	unidad	Q 150,00	Q 450,00
Palas	3	unidad	Q 55,00	Q 165,00
Piochas	3	unidad	Q 80,00	Q 240,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 51 619,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 51 619,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 18 066,65
SUB-TOTAL (suma de directos + indirectos):				**Q 69 688,82**
Total				**Q 69 688,82**

Continuación del apéndice 3.

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**TOTAL**
Relleno de material	1295,63	M³	Q 42,95	**Q 55 647,31**
Materiales				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra, maquinaria y equipo				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Carretas	5,00	Unidad	Q 350,00	Q 1 750,00
Martillo	1,00	Unidad	Q 45,00	Q 45,00
Palas	10	Unidad	Q 55,00	Q 550,00
Relleno de material	1 295,63	m3	Q 30,00	Q 38 868,89
Subtotal mano de obra calificada				**Q 41 213,89**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 41 213,89
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 14 424,86
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 55 647,31**
Total				**Q 55 647,31**
Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Retiro material desperdicio	734,93	M³	Q 31,24	**Q 22 959,21**
Materiales				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Materiales e insumos				
Mano de obra, maquinaria y equipo				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Palas	10,00	Unidad	Q 55,00	Q 550,00
Carretas	5,00	Unidad	Q 350,00	Q 1 750,00
Acarreo material	734,93	m³	Q 20,00	Q 14 698,60
Subtotal mano de obra calificada				**Q 16 998,60**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 16 998,60
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 5 959,51
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 22 959,21**
total				**Q 22 959,21**

Continuación del apéndice 3.

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**total**
CAPTACION	1,00	UNIDAD	Q 14 408,55	**Q 14 408,55**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Piedra bola	4	m³	Q 250,00	**Q 879,38**
Cemento	29	Saco	Q 85,00	**Q 2 488,49**
Arena	8	m³	Q 185,00	**Q 1 421,35**
Piedrín	8	m³	Q 250,00	**Q 2 036,58**
Hierro 3/8	37	Varilla	Q 38,00	**Q 1 408,53**
Hierro 1/2	20	Varilla	Q 66,00	**Q 1 315,75**
Alambre de amarre	10	Libra	Q 8,00	**Q 79,74**
Materiales e insumos				**Q 9 629,82**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Fundición y elaboración de construcción	8,27	m³	Q 60,00	Q 496,14
Armadura de varillas	50,00	ml	Q 10,00	Q 500,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 996,14**
Integración de costos				
Total C. DIRECTO (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 10 625,96
Total C. INDIRECTO (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 3 719,09
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 14 408,55**
Total				**Q 14 408,55**

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Red de conducción				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 2" de 160 PSI	70,00	Tubos	Q 219,70	**Q 15 379,00**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 2" de 160 PSI	70,00	Unidad	Q 132,00	Q 9 240,00
Pegamento	0,70	Galón	Q 470,00	Q 329,00
Sierra para metal	2,00	Unidad	Q 12,00	Q 24,00
Materiales e insumos				**Q 9 593,00**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de tubería	70,00	Unidad	Q 25,00	Q 1 750,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 1 750,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 11 343,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 4 035,31
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 15 379,00**
Total				**Q 15 379,00**

Continuación del apéndice 3.

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 3" de 160 PSI	59,00	Tubos	Q 330,90	**Q 19 523,10**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 3" de 160 PSI	59,00	Unidad	Q 215,00	Q 12 685,00
Pegamento	0,59	Galón	Q 470,00	Q 277,30
Sierra para metal	2,00	Unidad	Q 12,00	Q 24,00
Materiales e insumos				**Q 12 986,30**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de tubería	59,00	Unidad	Q 25,00	Q 1 475,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 1 475,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 14 461,30
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 5 061,46
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 19 523,10**
Total				**Q 19 523,10**

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Caja de válvula	6,00	Unidad	Q 932,80	**Q 5 596,79**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Cemento	8	Saco	Q 85,00	**Q 637,62**
Arena	0,58	m³	Q 185,00	**Q 106,67**
Piedrín	0,61	m³	Q 250,00	**Q 152,84**
Hierro 1/2	9	Varilla	Q 66,00	**Q 594,00**
Hierro 3/8	7	Varilla	Q 38,00	**Q 266,00**
Alambre de amarre	2	Libras	Q 8,00	**Q 12,80**
Válvula de limpieza	1	Unidad	Q 1 400,00	**Q 1 400,00**
Materiales e insumos				**Q 3 169,92**
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Fundición y elaboración de construcción	0,86	m³	Q 60,00	Q 51,84
Armadura de varillas	92,40	ml	Q 10,00	Q 924,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 975,84**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 4 145,76
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 1 451,03
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 5 596,79**
Total				**Q 5 596,79**

Continuación del apéndice 3.

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tanque de distribución	1,00	UNIDAD	Q 71 320,77	**Q 71 320,77**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**TOTAL**
Piedra bola	33	m³	Q 250,00	Q 8 330,00
Cemento gris UGC	178	Sacos	Q 85,00	Q 15 105,10
Arena de río	42,9	m³	Q 185,00	Q 7 927,86
Piedrín	45,44	m³	Q 250,00	Q 11 359,43
Hierro 3/8	103	Varilla	Q 38,00	Q 3 901,33
Hierro 1/4	52	Varilla	Q 66,00	Q 3 459,43
Alambre de amarre	26	Libras	Q 8,00	Q 209,66
Tabla de pino rustica de 1"x12"x10"	35	Unidad	Q 17,50	Q 619,50
Parales 2.5 x 0,5 x 0,10	60	Unidad	Q 7,00	Q 420,00
Materiales e insumos				**Q 51 332,32**
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Fundición y elaboración de construcción	13,16	m³	Q 60,00	Q 789,88
Armadura de varillas	70,80	ml	Q 10,00	Q 708,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 1 497,88**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 52 830,20
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 18 490,57
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 71 320,77**
Total				**Q 71 320,77**
Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Clorador de pastilla con caja	1,00	Unidad	Q 6 413,00	**Q 6 413,00**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Clorador de pastilla con caja	1,00	Unidad	Q 4 300,00	Q 4 300,00
Materiales e insumos				**Q 4 300,00**
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Instalación de clorador	1,00	unidad	Q 450,00	Q 450,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 450,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 4 750,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 1 662,50
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 6 413,00**
Total				**Q 6 413,00**

Continuación del apéndice 3.

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 3" de 160 PSI	123,00	Tubos	Q 345,32	**Q 42 474,36**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 3" de 160 PSI	123,00	Tubos	Q 215,00	Q 26 445,00
Pegamento	1,23	Galón	Q 1 550,00	Q 1 906,50
Sierra para metal	3,00	Unidad	Q 12,00	Q 36,00
Materiales e insumos				**Q 28 387,50**
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de tubería	123,00	Tubos	Q 25,00	Q 3 075,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 3 075,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 31 462,50
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 11 011,88
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 42 474,36**
Total				**Q 42 474,36**
Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 2 1/2" de 160 PSI	112,00	Tubos	Q 284,32	**Q 31 843,84**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 2 1/2" de 160 PSI	112,00	Tubos	Q 170,00	Q 19 040,00
Pegamento	1,12	galon	Q 1 550,00	Q 1 736,00
Sierra para metal	1,00	Unidad	Q 12,00	Q 12,00
Materiales e insumos				**Q 20 788,00**
Mano de obra				
Descripción	**Unidad**	**Cantidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de tubería	112,00	Tubos	Q 25,00	Q 2 800,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 2 800,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 23 588,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 8 255,80
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 31 843,84**
Total				**Q 31 843,84**

Continuación del apéndice 3.

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 2" de 160 PSI	24,00	Tubos	Q 190,36	**Q 4 568,64**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 2" de 160 PSI	24,00	Tubos	Q 99,00	Q 2 376,00
Pegamento	0,24	Galón	Q 1 550,00	Q 372,00
Sierra para metal	3,00	Unidad	Q 12,00	Q 36,00
Materiales e insumos				**Q 2 784,00**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de tubería	24,00	Tubos	Q 25,00	Q 600,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 600,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 3 384,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 1 184,40
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 4 568,64**
Total				**Q 4 568,64**

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 1 1/2 " de 160 PSI	182,00	Tubos	Q 146,74	**Q 26 706,68**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 1 1/2 " de 160 PSI	182,00	Tubos	Q 68,00	Q 12 376,00
Pegamento	1,82	Galón	Q 1 550,00	Q 2 821,00
Sierra para metal	3,00	Unidad	Q 12,00	Q 36,00
Materiales e insumos				**Q 15 233,00**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de tubería	182,00	Tubos	Q 25,00	Q 4 550,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 4 550,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 19 783,00
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 6 924,05
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 26 706,68**
Total				**Q 26 706,68**

Continuación del apéndice 3.

Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**TOTAL**
Tubería PVC Ø 1" de 160 PSI	77,00	Tubos	Q 107,53	**Q 8 279,81**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tubería PVC Ø 1" de 160 PSI	77,00	Tubos	Q 39,00	Q 3 003,00
Pegamento	0,77	Galón	Q 1 550,00	Q 1 193,50
Sierra para metal	1,00	Unidad	Q 12,00	Q 12,00
Materiales e insumos				**Q 4 208,50**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Colocación de tubería	77,00	Tubos	Q 25,00	Q 1 925,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 1 925,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 6 133,50
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 2 146,73
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 8 279,81**
Total				**Q 8 279,81**

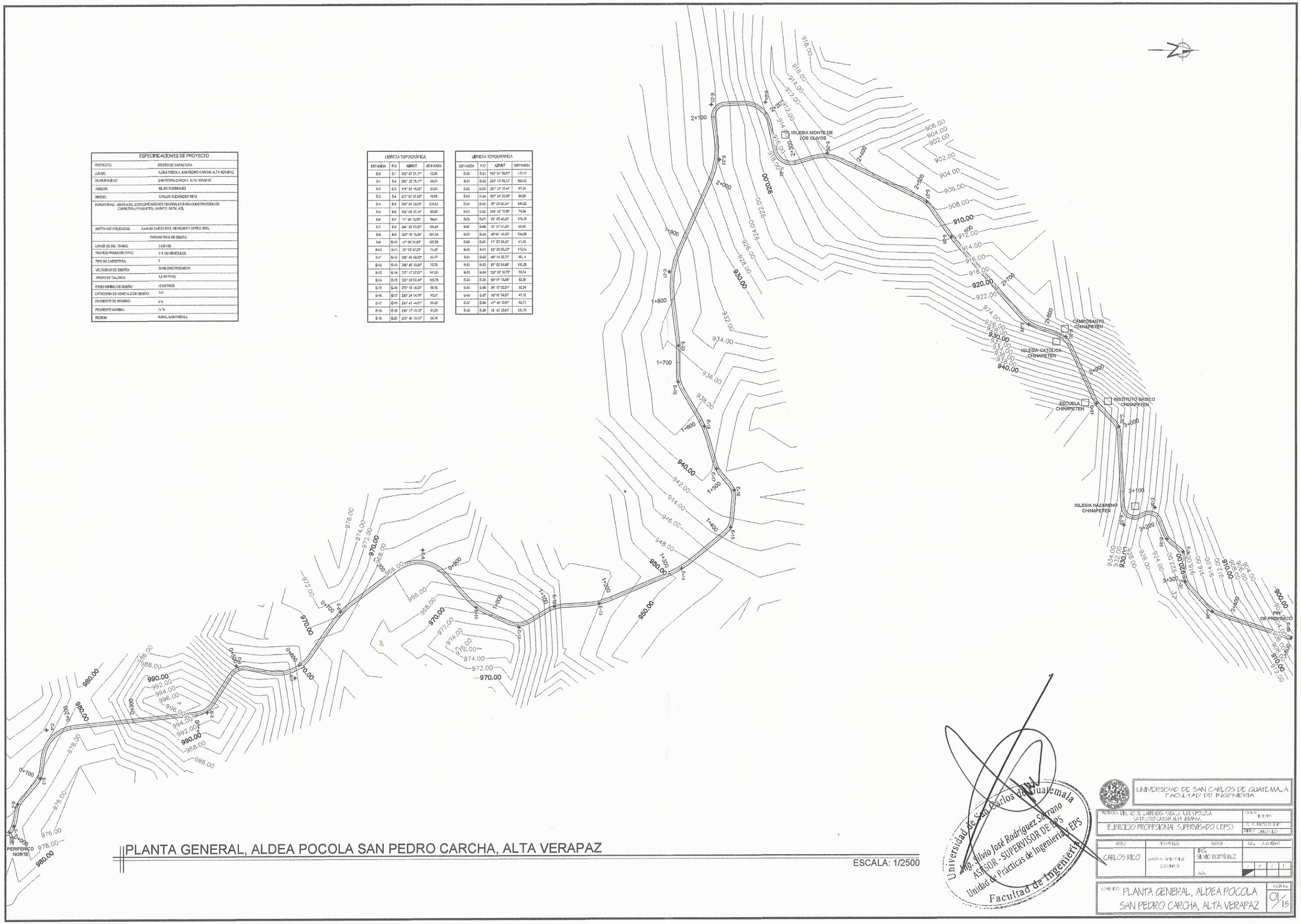
Proyecto:				
Sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Tanchí, Carchá, Alta Verapaz				
Renglón	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Conexiones domiciliares	86,00	Unidad	Q 322,56	**Q 27 740,16**
Material y herramienta				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Tee de pvc 1/2"	86,00	Unidad	Q 12,80	Q 1 100,80
Codo 90 1/2" PVC	86,00	Unidad	Q 10,83	Q 931,67
Tubo 1/2" pvc 160 PSI	86,00	Tubo	Q 12,80	Q 1 100,80
adaptador embra pvc 1/2	86,00	Unidad	Q 10,00	Q 860,00
Tubo de HG 1/2*8"	43,00	Unidad	Q 141,67	Q 6 091,67
Codo hg 1/2 90	86,00	Unidad	Q 25,00	Q 2 150,00
Tubo hg 1/2" x 3"	86,00	Unidad	Q 28,33	Q 2 436,67
Copla hg con rosca	86,00	Unidad	Q 28,33	Q 2 436,67
Chorro	86,00	Unidad	Q 15,00	Q 1 290,00
Materiales e insumos				**Q 18 398,27**
Mano de obra				
Descripción	**Cantidad**	**Unidad**	**P.U.**	**Total**
Instalación de conexión domiciliar	86,00	Unidad	Q 25,00	Q 2 150,00
Subtotal mano de obra calificada				**Q 2 150,00**
Integración de costos				
Total C. directo (materiales + equipo + combustibles + mano de obra):				Q 20 548,27
Total C. indirecto (administrativos + fianzas + supervisión + utilidad):				Q 7 191,89
Subtotal (suma de directos + indirectos):				**Q 27 740,16**
Total				**Q 27 740,16**

Fuente: elaboración propia.

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO	
PROYECTO:	DISEÑO DE CARRETERA
LUGAR:	ALDEA POCOLA, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ
MUNICIPALIDAD:	SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ
ASESOR:	SILVIO RODRIGUEZ
DISEÑO:	CARLOS ALEXANDER RICO
NORMATIVAS:	LIBRO AZUL, ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCION DE CARRETERA Y PUENTES, AASHTO, ASTM, ACI.
SOFTWARE UTILIZADOS:	AutoCAD Civil 3D 2012, MICROSOFT OFFICE 2010.
PARAMETROS DE DISEÑO	
LONGITUD DEL TRAMO:	3.500 KM
TRAFICO PROMEDIO (TPD):	0 A 100 VEHICULOS
TIPO DE CARRETERA:	F
VELOCIDAD DE DISEÑO:	20 KILOMETROS HORA
ANCHO DE CALZADA:	5.5 METROS
RADIO MINIMO DE DISEÑO:	12 METROS
CATEGORIA DE VEHICULO DE DISEÑO:	C-3
PENDIENTE DE BOMBEO:	2 %
PENDIENTE MAXIMA:	14 %
REGION:	RURAL MONTAÑOSA

LIBRETA TOPOGRÁFICA			
ESTACIÓN	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
E-0	E-1	202° 47' 21.11"	12.20
E-1	E-2	280° 12' 15.11"	34.01
E-2	E-3	311° 55' 18.06"	31.81
E-3	E-4	277° 03' 01.08"	19.65
E-4	E-5	284° 04' 29.23"	234.53
E-5	E-6	302° 06' 37.14"	85.30
E-6	E-7	11° 34' 13.53"	94.41
E-7	E-8	334° 55' 37.22"	123.47
E-8	E-9	322° 19' 15.28"	101.05
E-9	E-10	4° 06' 31.20"	122.30
E-10	E-11	20° 03' 47.23"	74.20
E-11	E-12	330° 45' 05.53"	64.17
E-12	E-13	356° 49' 10.34"	73.70
E-13	E-14	357° 17' 07.20"	541.20
E-14	E-15	330° 38' 03.40"	105.78
E-15	E-16	273° 15' 18.23"	58.15
E-16	E-17	230° 34' 54.76"	43.07
E-17	E-18	230° 41' 44.51"	69.20
E-18	E-19	230° 17' 10.12"	91.23
E-19	E-20	270° 46' 19.13"	56.76

LIBRETA TOPOGRÁFICA			
ESTACIÓN	P.O.	AZIMUT	DISTANCIA
E-20	E-21	153° 07' 30.07"	117.11
E-21	E-22	224° 17' 46.11"	192.52
E-22	E-23	281° 24' 35.44"	67.24
E-23	E-24	355° 34' 23.06"	84.83
E-24	E-25	78° 23' 50.34"	184.26
E-25	E-26	343° 43' 13.06"	78.54
E-26	E-27	35° 25' 43.23"	173.78
E-27	E-28	22° 21' 51.19"	65.83
E-28	E-29	48° 43' 44.20"	134.08
E-29	E-30	17° 23' 25.40"	41.25
E-30	E-31	337° 25' 05.22"	113.54
E-31	E-32	46° 14' 32.73"	65.14
E-32	E-33	87° 02' 04.88"	133.28
E-33	E-34	330° 36' 30.75"	53.74
E-34	E-35	89° 01' 15.48"	52.35
E-35	E-36	39° 17' 02.64"	32.34
E-36	E-37	66° 18' 34.23"	47.12
E-37	E-38	47° 49' 30.87"	65.71
E-38	E-39	18° 42' 25.64"	131.73



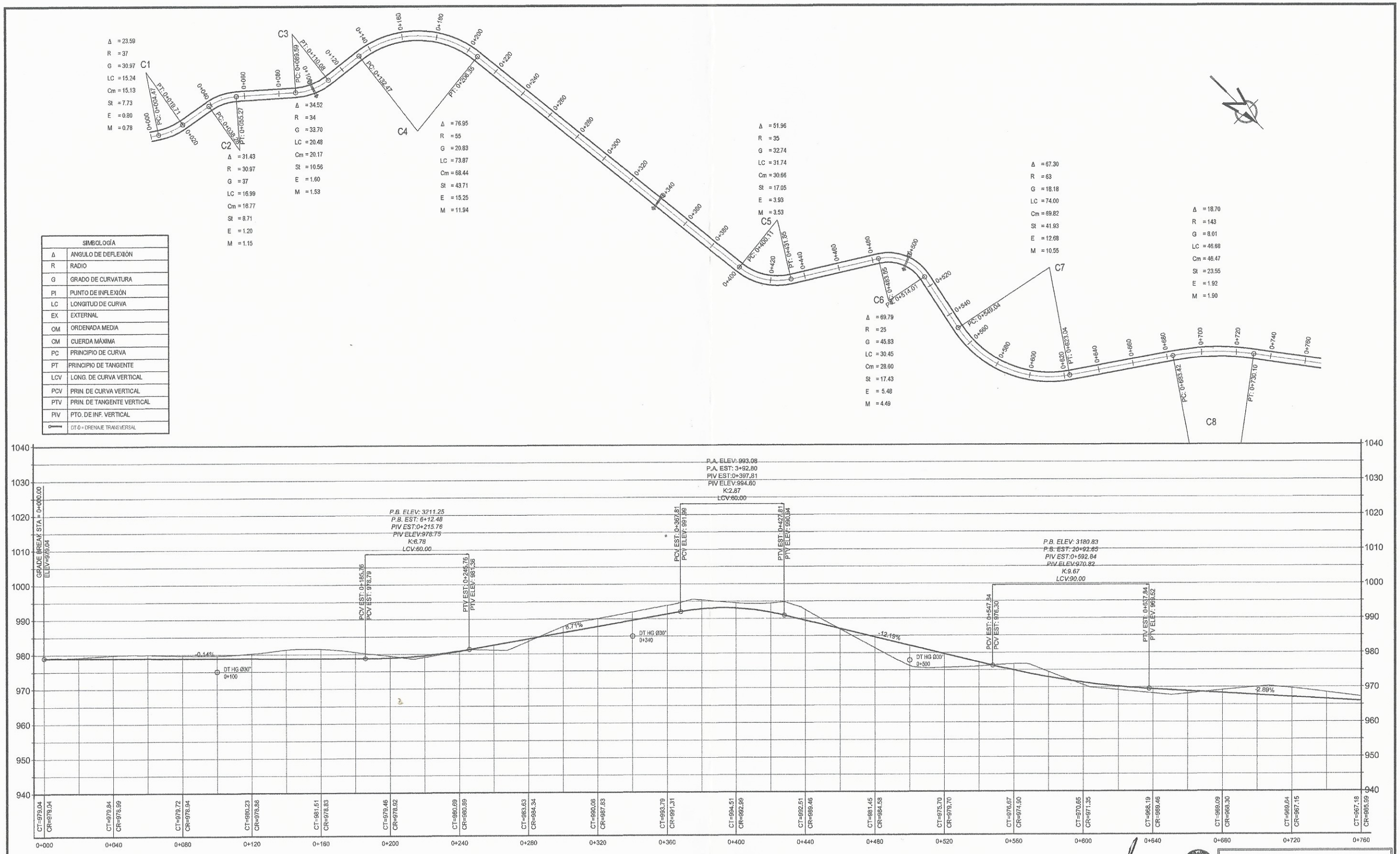
PLANTA GENERAL, ALDEA POCOLA SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ

ESCALA: 1/2500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DISEÑO DE CARRETERA ALDEA POCOLA, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.		
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		
AUTOR: CARLOS RICO	SUPERVISOR: ASESORADO POR:	ASESOR: ING. SILVIO RODRIGUEZ
CONTENIDO: PLANTA GENERAL, ALDEA POCOLA SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ		HOJA No. 01/15



SIMBOLOGÍA	
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
PI	PUNTO DE INFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
EX	EXTERNAL
OM	ORDENADA MEDIA
CM	CUERDA MÁXIMA
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
LCV	LONG. DE CURVA VERTICAL
PCV	PRIN. DE CURVA VERTICAL
PTV	PRIN. DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PTO. DE INF. VERTICAL
DT-Ø	DT-Ø = DRENAJE TRANSVERSAL

PLANTA - PERFIL, DE ESTACIÓN 0+000 A 0+760

ESC: HOR. 1/1000
ESC: VER. 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

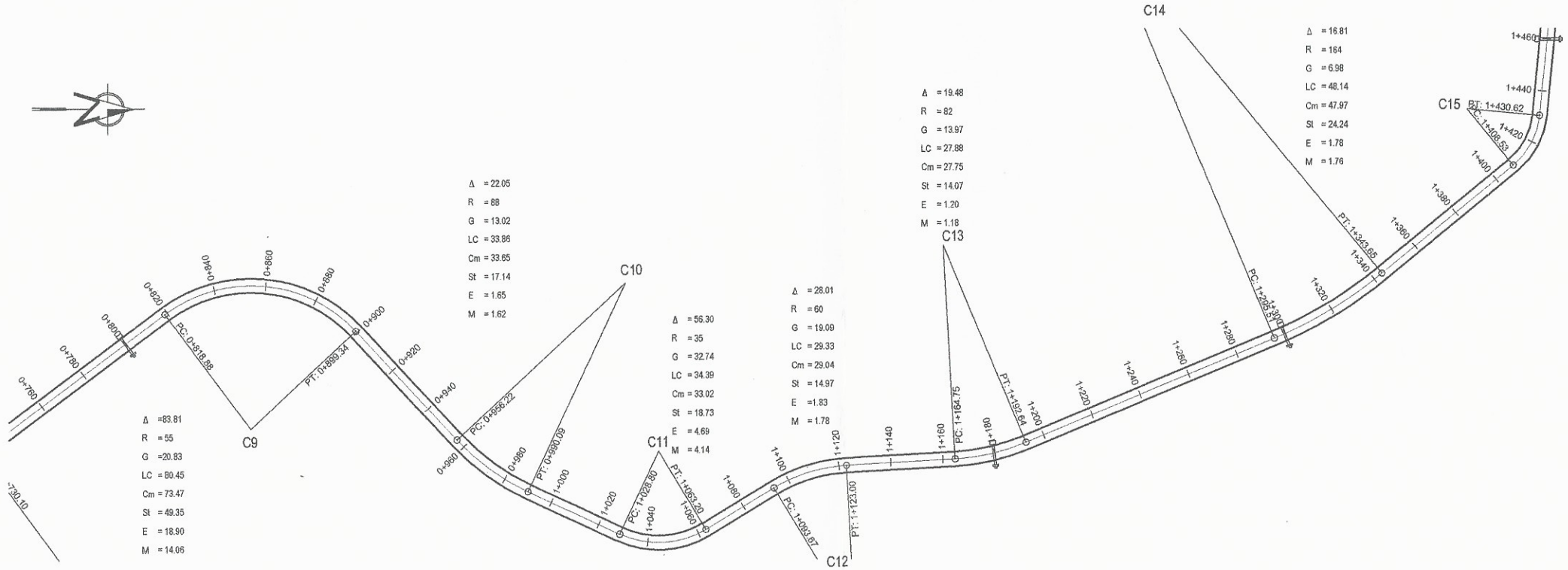
REVISIÓN DE LA CARRETERA PARA LA ALDEA POCOLA, SAN LUCAS SACATEPÉQUEZ, ALTA VERAPAZ.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

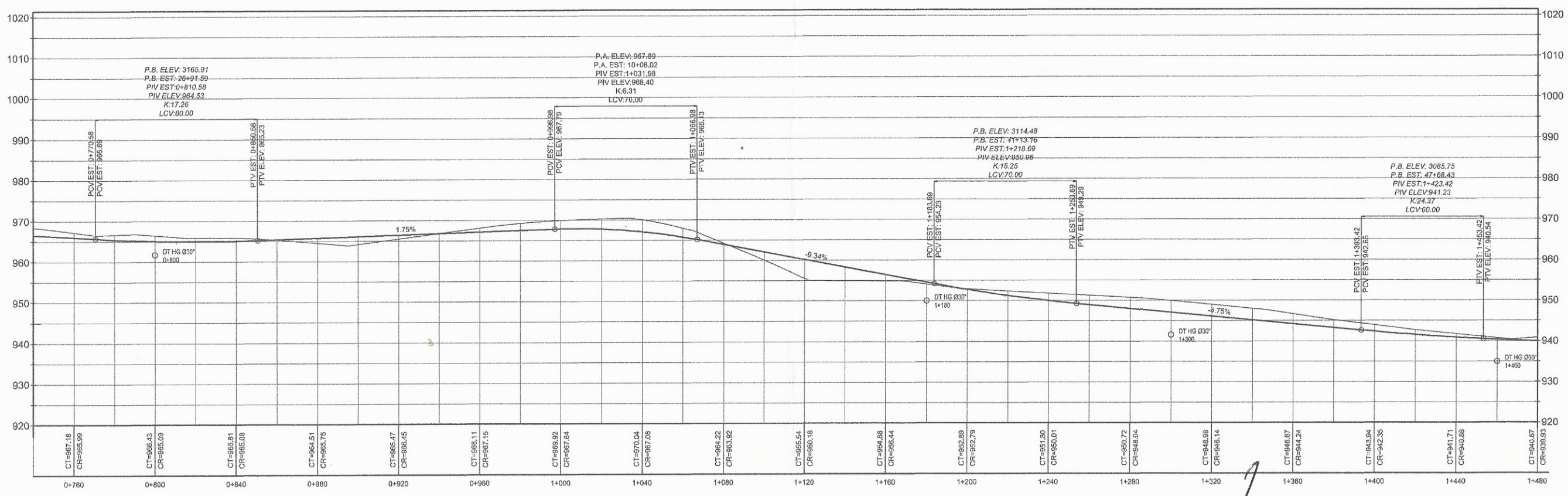
AUTOR	DIBUJO	ASESOR	FECHA
CARLOS RICO	CARLOS A. GUERRERO ZUCHUB	ING. SILVIO RODRÍGUEZ	

PLANTA-PERFIL
ESTACIÓN 0+ 000 A 0+ 760

HOJA No. 02/15



SIMBOLOGÍA	
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
PI	PUNTO DE INFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
EX	EXTERNAL
OM	ORDENADA MEDIA
CM	CUERDA MÁXIMA
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
LCV	LONG. DE CURVA VERTICAL
PCV	PRIN. DE CURVA VERTICAL
PTV	PRIN. DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PTO. DE INF. VERTICAL
	DT-0 = DRENAJE TRANSVERSAL



PLANTA - PERFIL, DE ESTACIÓN 0+760 A 1+460

ESC: HOR. 1/1000
ESC: VER. 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

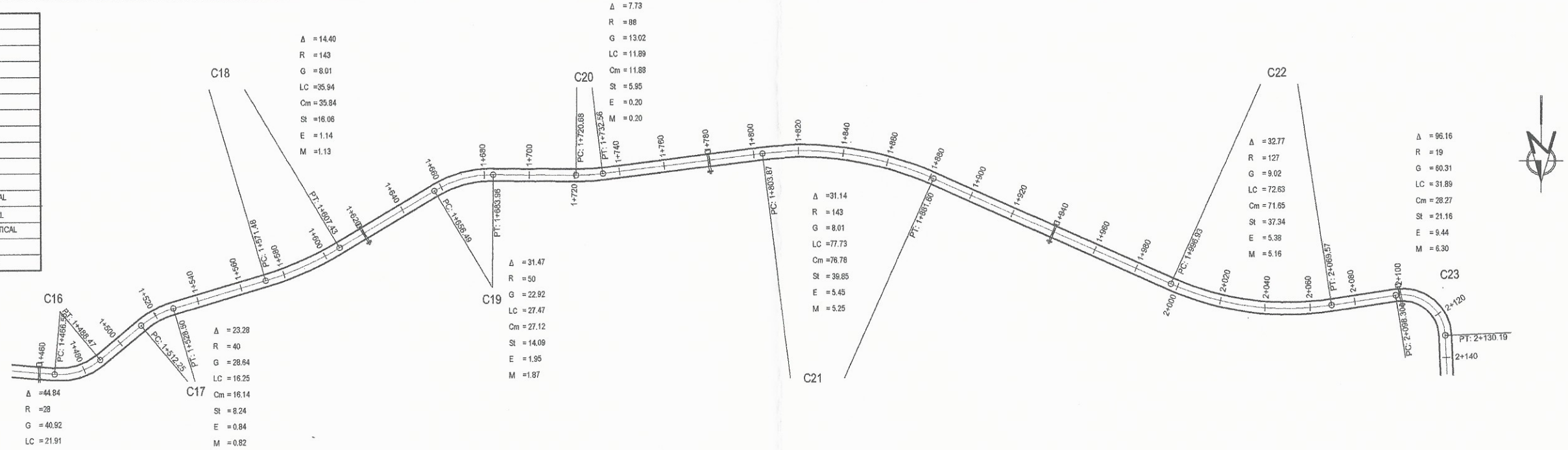
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA PARA ALDEA POCOLA, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

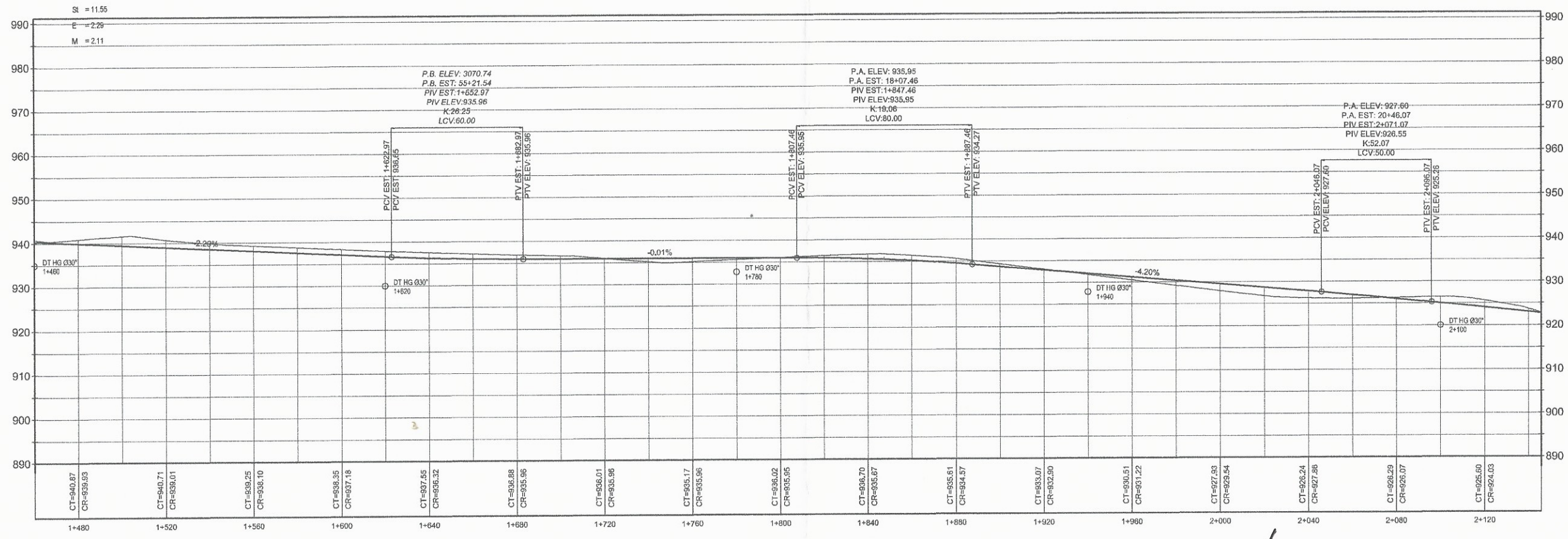
AUTOR	REVISADO	ASESOR	FECHA
CARLOS RICO	CARLOS A. ROMERO R.	ING. SILVIO RODRÍGUEZ	

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL
ESTACIÓN 0+760 A 1+460

HOJA No. 03/15

SIMBOLOGÍA	
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
PI	PUNTO DE INFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
EX	EXTERNAL
OM	ORDENADA MEDIA
CM	CUERDA MÁXIMA
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
LCV	LONG. DE CURVA VERTICAL
PCV	PRIN. DE CURVA VERTICAL
PTV	PRIN. DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PTO. DE INF. VERTICAL
	DT-0 = DRENAJE TRANSVERSAL





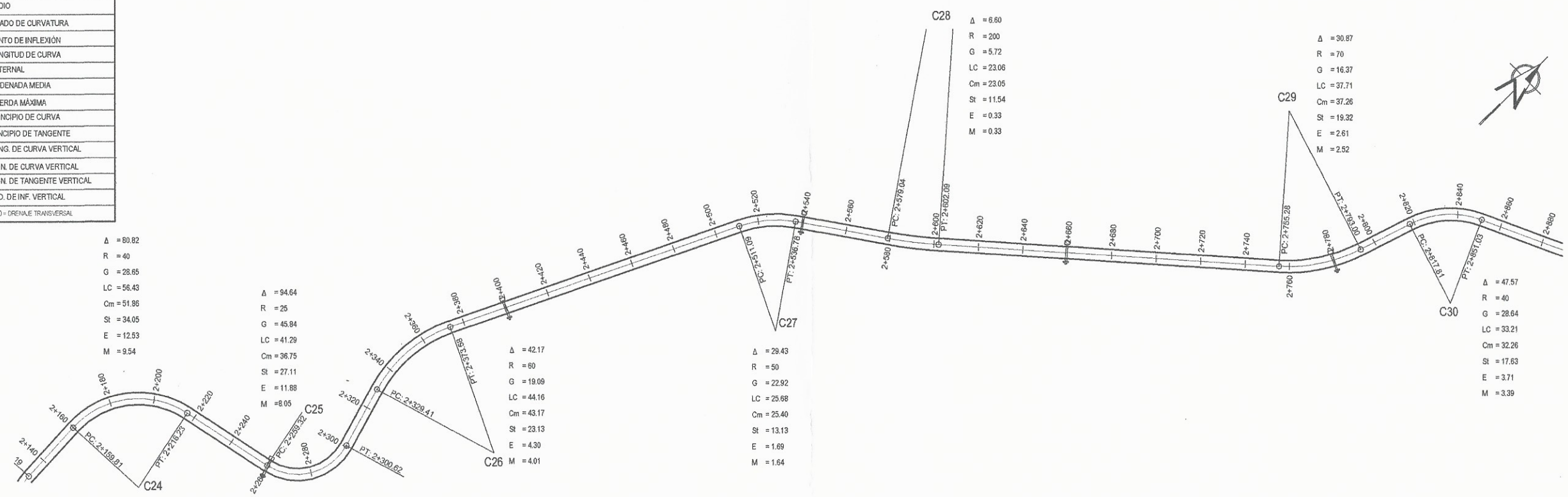
PLANTA - PERFIL, DE ESTACIÓN 1+460 A 2+140

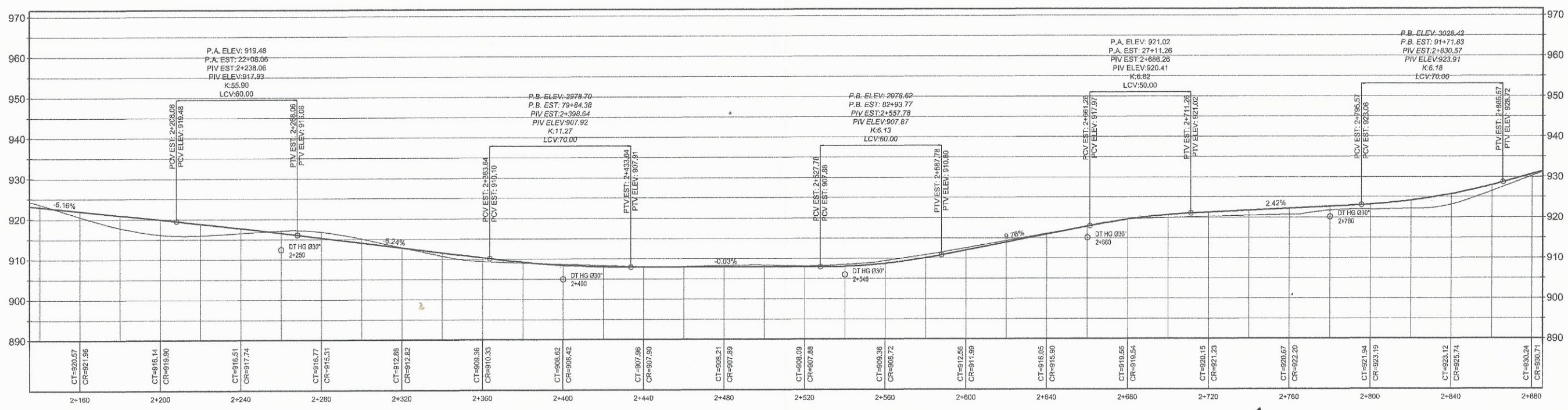
ESC: HOR. 1/1000
ESC: VER. 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
TRAMO: DESDE LA CABECERA MUNICIPAL A ALDEA POCOLA, SANTIAGO CHIMALTENANGO	FECHA: ENERO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	ESC.: 1:1000 1:500 TITULO: CARLOS RICO
AUTOR: CARLOS RICO	ASESOR: ING. SILVIO RODRÍGUEZ
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 1+460 A 2+140	HOJA No. 04/15

SIMBOLOGÍA	
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
PI	PUNTO DE INFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
EX	EXTERNAL
OM	ORDENADA MEDIA
CM	CUERDA MÁXIMA
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
LCV	LONG. DE CURVA VERTICAL
PCV	PRIN. DE CURVA VERTICAL
PTV	PRIN. DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PTO. DE INF. VERTICAL
DT-0	DT-0 = DRENAJE TRANSVERSAL





PLANTA - PERFIL, DE ESTACIÓN 2+140 A 2+880

ESC: HOR. 1/1000
ESC: VER. 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

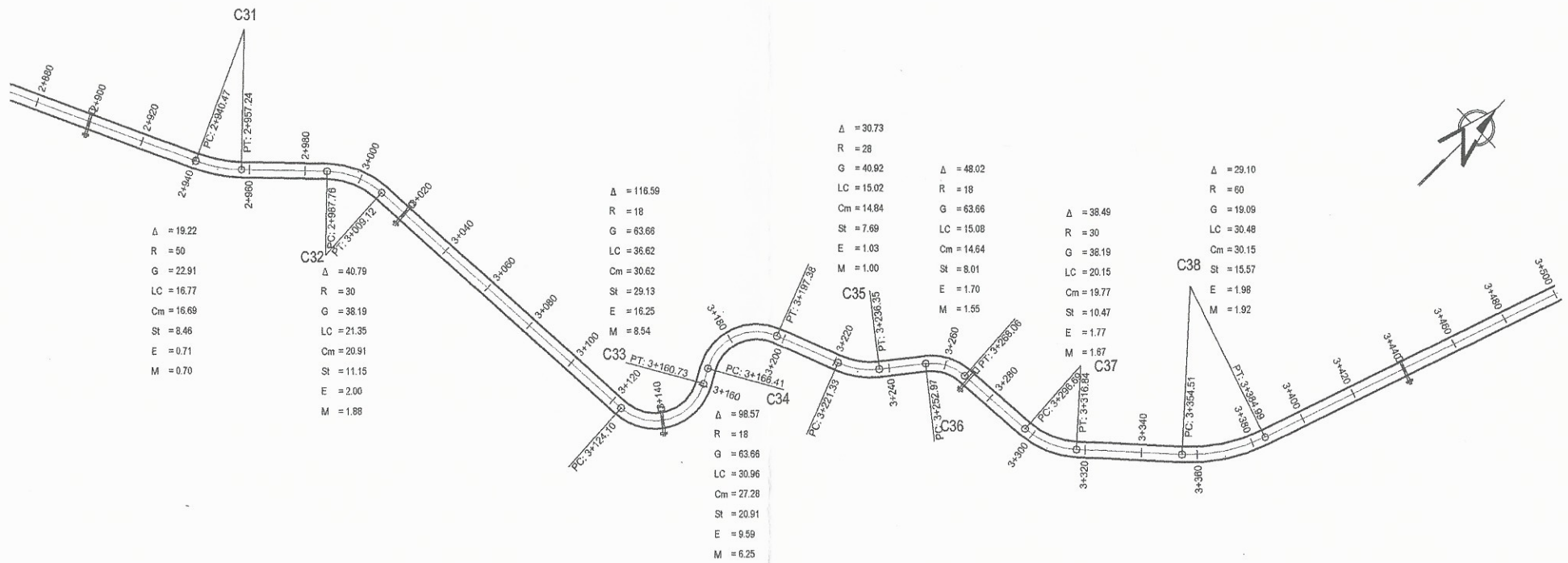
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECTOR URBANO ALTA VERAPAZ
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

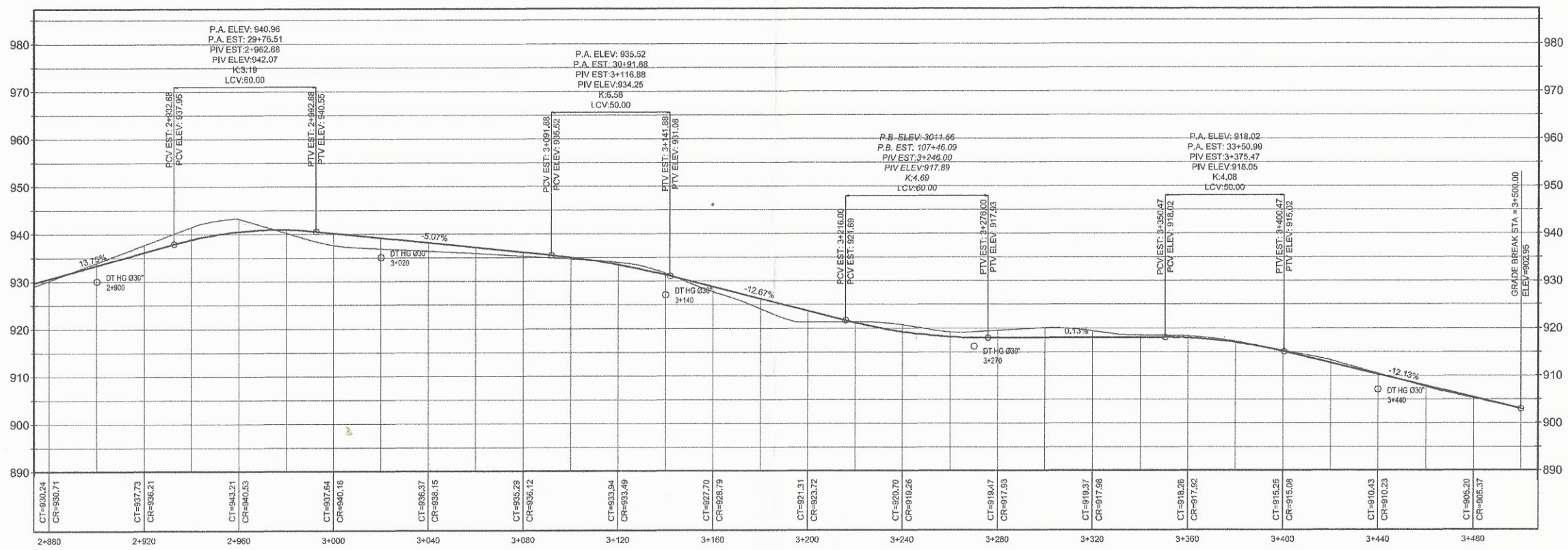
AUTOR	SECRETARIO	ASESOR	VOBO.
CARLOS RICO	ARQ. ALEJANDRO ZOCAMOS	ING. SILVIO RODRIGUEZ	

CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 2+140 A 2+880

LÁMINA 05/15

SIMBOLOGÍA	
Δ	ANGULO DE DEFLEXIÓN
R	RADIO
G	GRADO DE CURVATURA
PI	PUNTO DE INFLEXIÓN
LC	LONGITUD DE CURVA
EX	EXTERNAL
OM	ORDENADA MEDIA
CM	CUERDA MÁXIMA
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
LCV	LONG. DE CURVA VERTICAL
PCV	PRIN. DE CURVA VERTICAL
PTV	PRIN. DE TANGENTE VERTICAL
PIV	PTO. DE INF. VERTICAL
	DT-0 = DRENAJE TRANSVERSAL





PLANTA - PERFIL, DE ESTACIÓN 2+880 A 3+500

ESC: HOR. 1/1000
ESC: VER. 1/500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

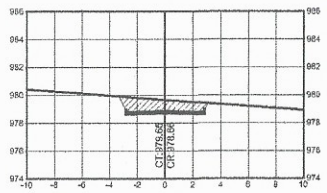
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, A.U.P. "PEDRO DE SAN JOSEPH DE BETANCOURT"
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

AUTOR	SUSTENTANTE	ASESOR	ÁREA	ASUNTO
CARLOS RICO	CARLOS ALBERTO MARROQUIN GUERRERO	ING. SILVIO RODRIGUEZ		

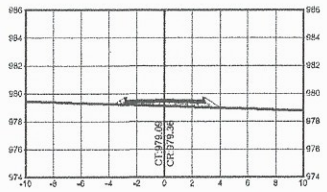
CONTENIDO: PLANTA-PERFIL ESTACIÓN 2+ 880 A 3+ 500

HOJA No. 06/15

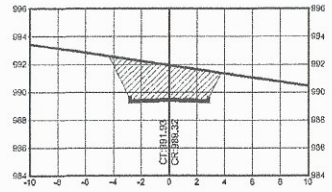
0+100.00



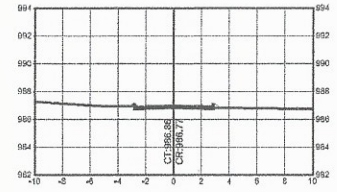
0+220.00



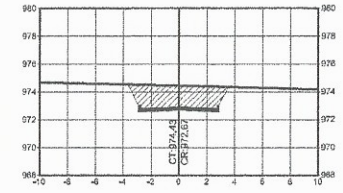
0+340.00



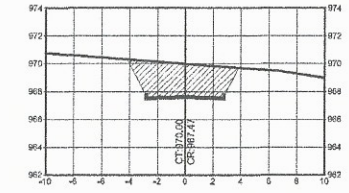
0+460.00



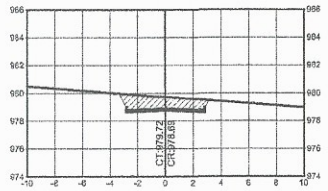
0+580.00



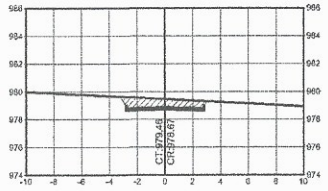
0+700.00



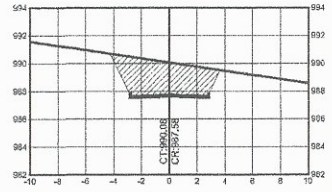
0+080.00



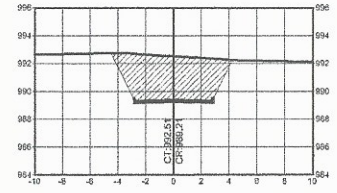
0+200.00



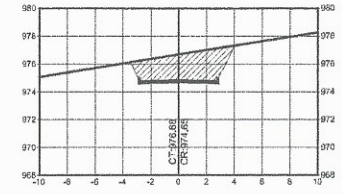
0+320.00



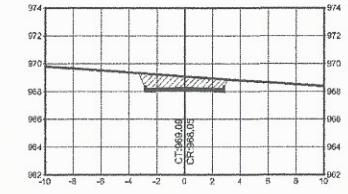
0+440.00



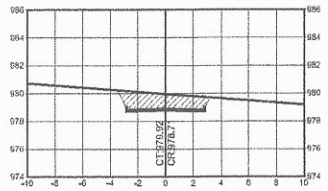
0+560.00



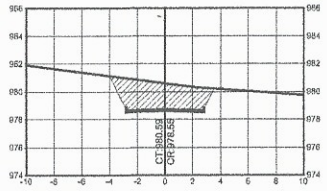
0+680.00



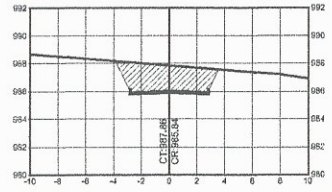
0+060.00



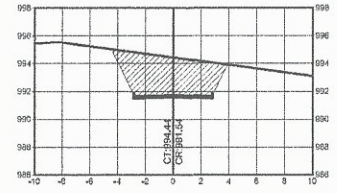
0+180.00



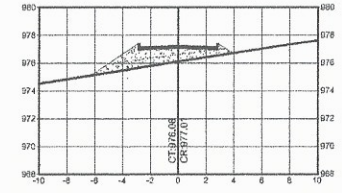
0+300.00



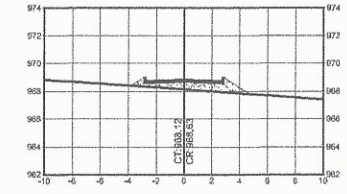
0+420.00



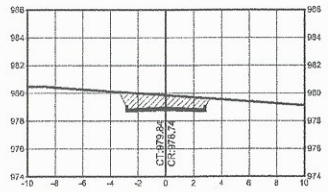
0+540.00



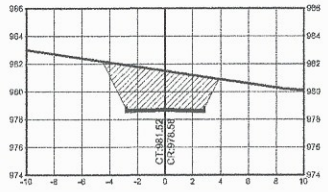
0+660.00



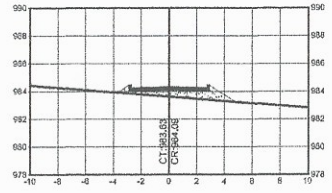
0+040.00



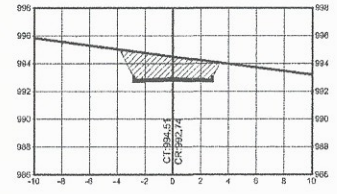
0+160.00



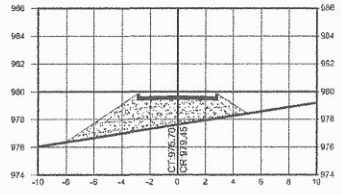
0+280.00



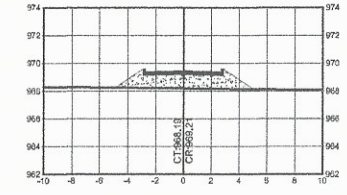
0+400.00



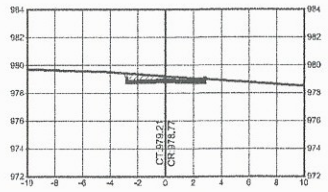
0+520.00



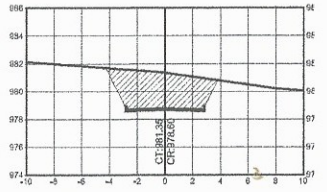
0+640.00



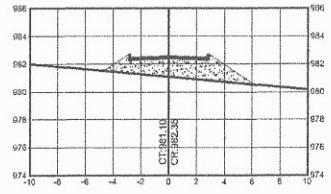
0+020.00



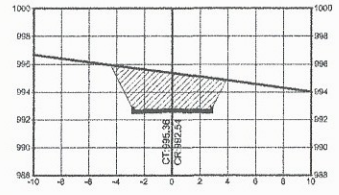
0+140.00



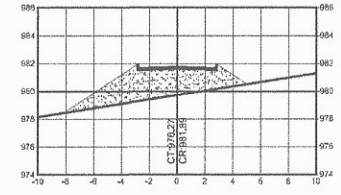
0+260.00



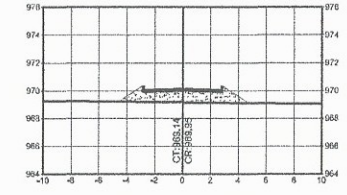
0+380.00



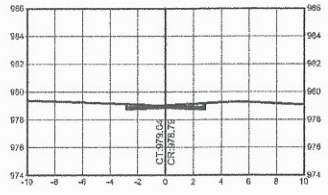
0+500.00



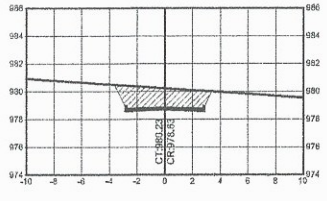
0+620.00



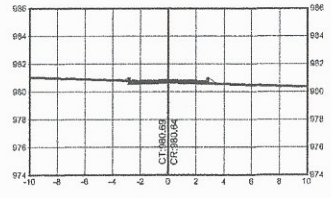
0+000.00



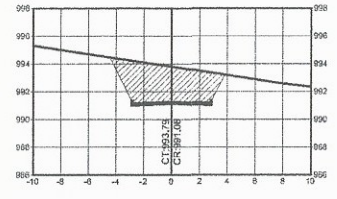
0+120.00



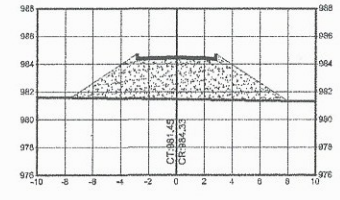
0+240.00



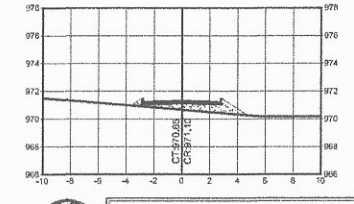
0+360.00



0+480.00



0+600.00



SECCIONES TRANSVERSALES, DE ESTACION 0+000 A 0+700

ESCALA: 1/250

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DISEÑO DE CARRETERA PARA LA ALDEA POSOLA, CAMPO SECO, CASTILLA ARAPAN.

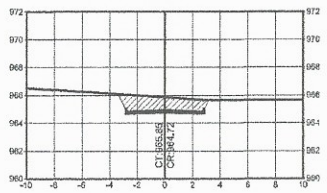
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

AUTOR	DIBUJO	REVISO	FECHA
CARLOS RICO	CARLOS A. RODRIGUEZ ZACARIAS	ING. SILVIO RODRIGUEZ	

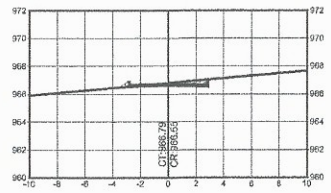
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES ESTACIÓN 0+ 000 A 0+ 700

HOJA No. 07/15

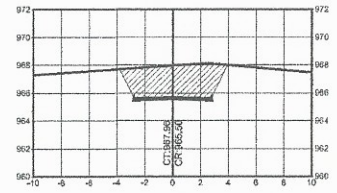
0+820.00



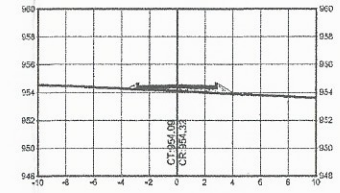
0+940.00



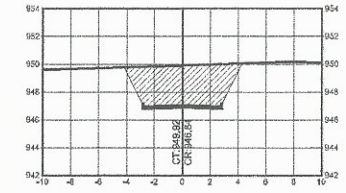
1+060.00



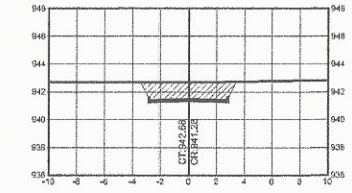
1+180.00



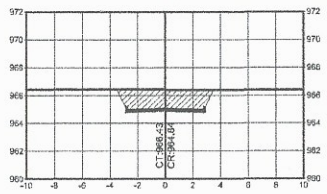
1+300.00



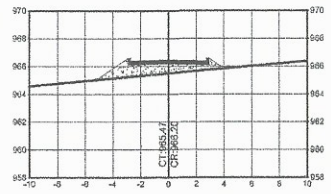
1+420.00



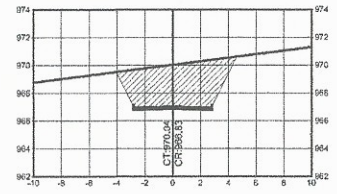
0+800.00



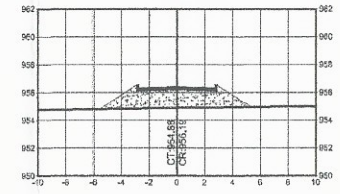
0+920.00



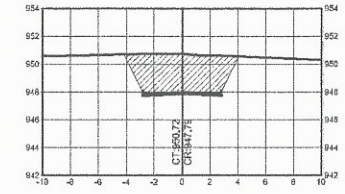
1+040.00



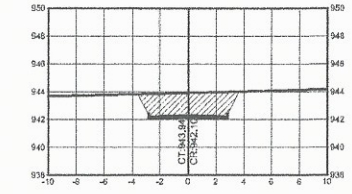
1+160.00



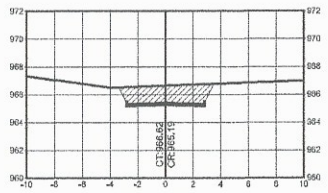
1+280.00



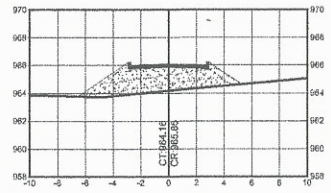
1+400.00



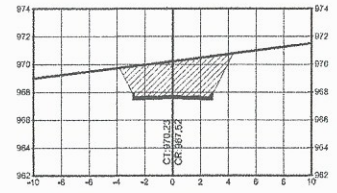
0+780.00



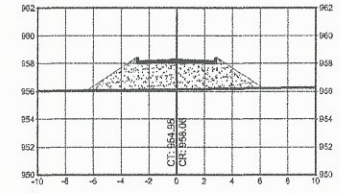
0+900.00



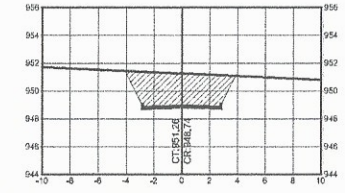
1+020.00



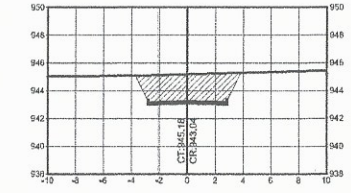
1+140.00



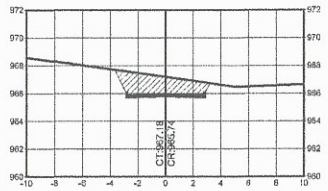
1+260.00



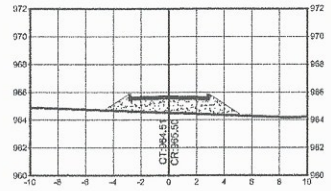
1+380.00



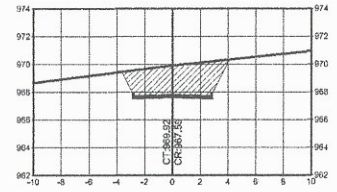
0+760.00



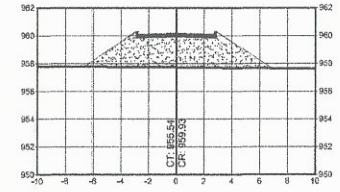
0+880.00



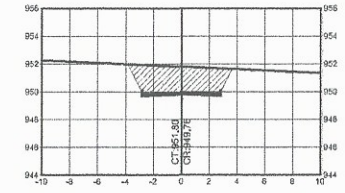
1+000.00



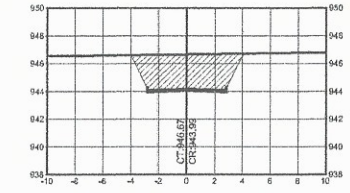
1+120.00



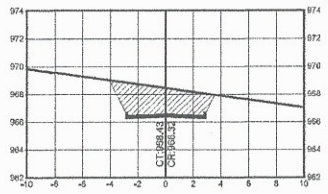
1+240.00



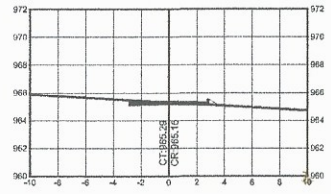
1+360.00



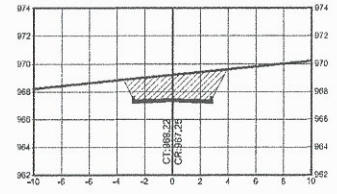
0+740.00



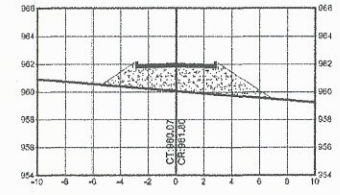
0+860.00



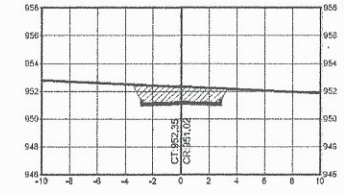
0+980.00



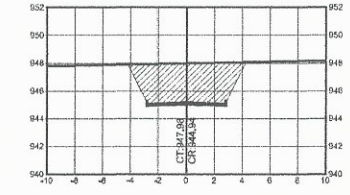
1+100.00



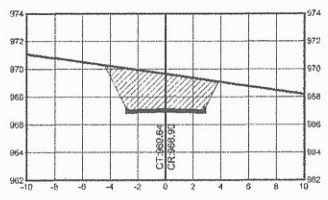
1+220.00



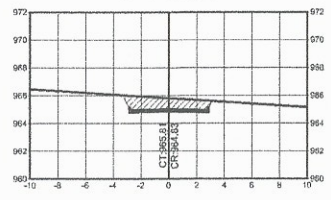
1+340.00



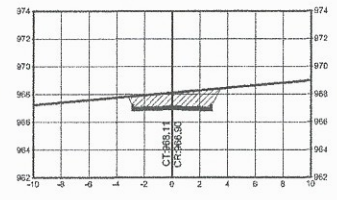
0+720.00



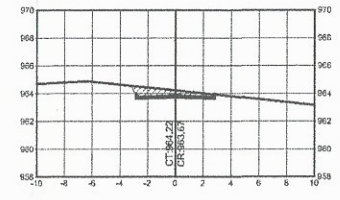
0+840.00



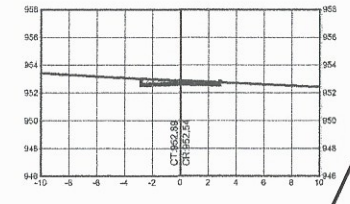
0+960.00



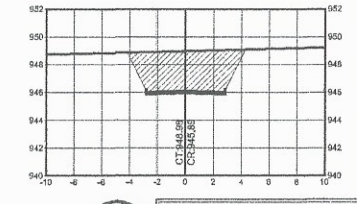
1+080.00



1+200.00



1+320.00



SECCIONES TRANSVERSALES, DE ESTACION 0+720 A 1+420

ESCALA: 1/250

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO DISEÑO DE CARRETERA PARA ALDEA POZOLA, SAN JUAN CAMOTAN, CHIQUIMULA

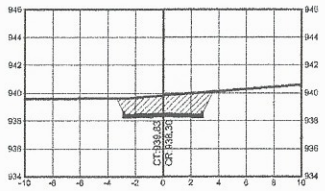
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

AUTOR	SUPERVISOR	ASESOR	FECHA	FIRMA
CARLOS RICO	LAURA MARIA ROMERO ZACARIAS	ING. SILVIO RODRIGUEZ		

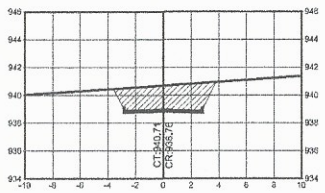
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES ESTACIÓN 0+ 720 A 1+ 420

HOJA No. 08/15

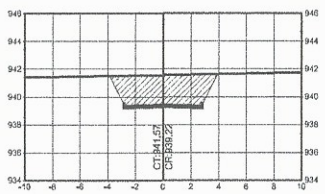
1+540.00



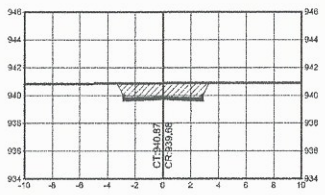
1+520.00



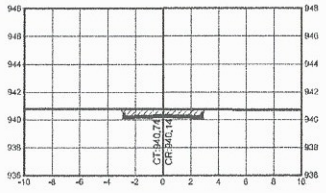
1+500.00



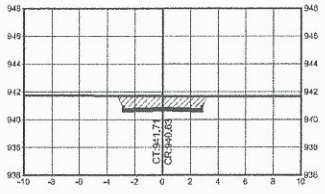
1+480.00



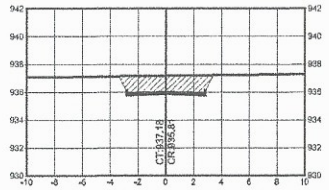
1+460.00



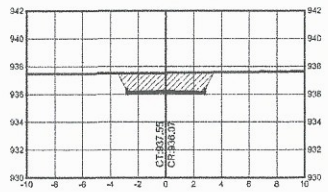
1+440.00



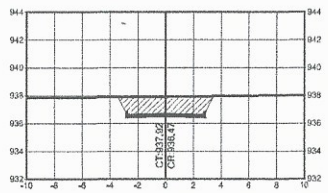
1+660.00



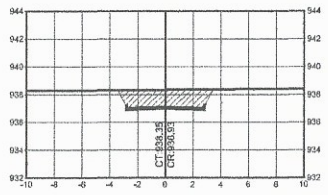
1+640.00



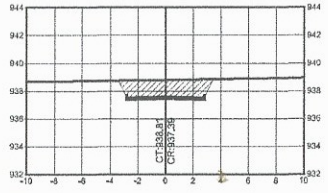
1+620.00



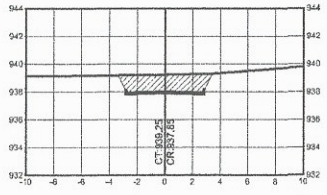
1+600.00



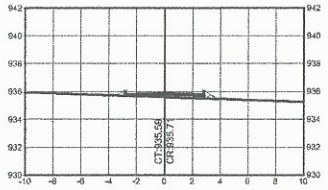
1+580.00



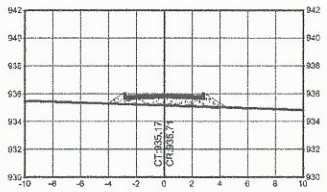
1+560.00



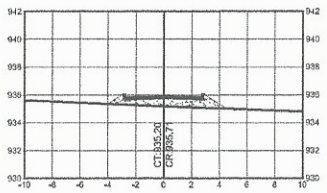
1+780.00



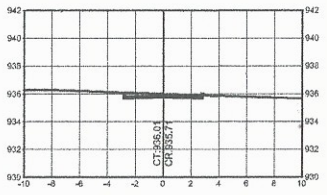
1+760.00



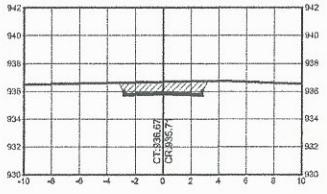
1+740.00



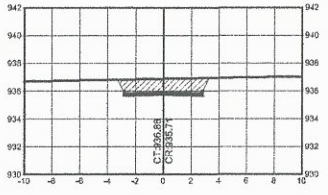
1+720.00



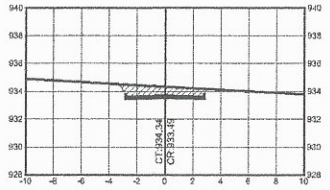
1+700.00



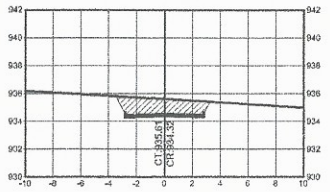
1+680.00



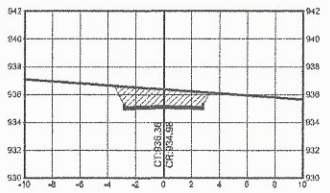
1+900.00



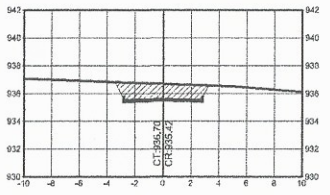
1+880.00



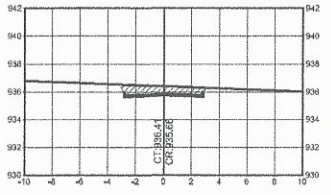
1+860.00



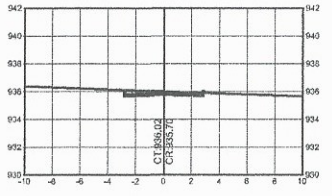
1+840.00



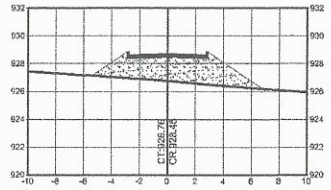
1+820.00



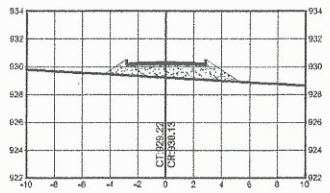
1+800.00



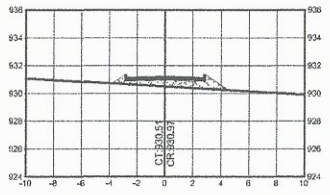
2+020.00



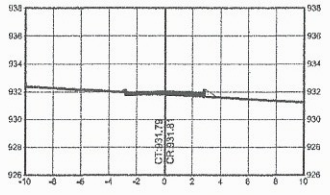
1+980.00



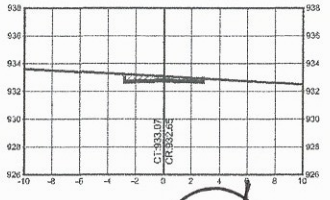
1+960.00



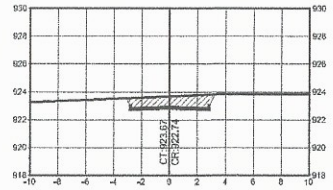
1+940.00



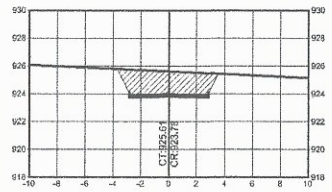
1+920.00



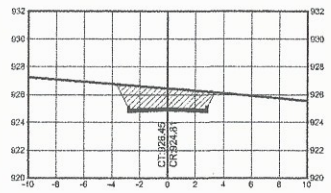
2+140.00



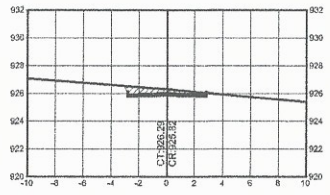
2+120.00



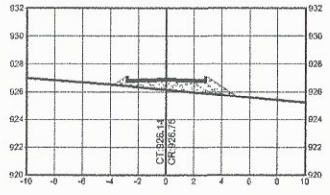
2+100.00



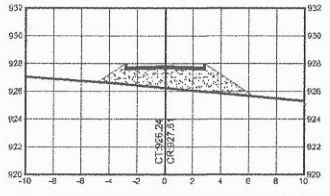
2+080.00



2+060.00



2+040.00



SECCIONES TRANSVERSALES, DE ESTACIÓN 1+440 A 2+140

ESCALA: 1/250

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

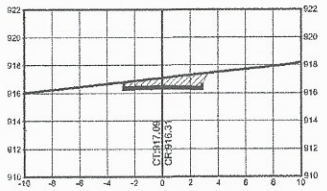
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA ASFALTADA, ALDEA POZOLA, SANTIAGO CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

AUTOR	NO. CARNÉ	ASESOR	FIRMA
CARLOS RICO	2004-20-13-0	ING. SILVIO RODRÍGUEZ	

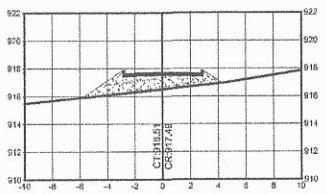
UNIDAD: SECCIONES TRANSVERSALES ESTACIÓN 1+440 A 2+140

HOJA No. 09/15

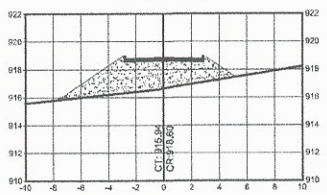
2+260.00



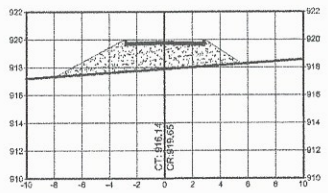
2+240.00



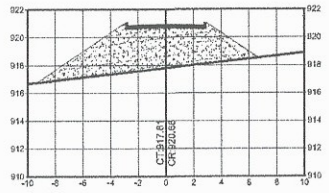
2+220.00



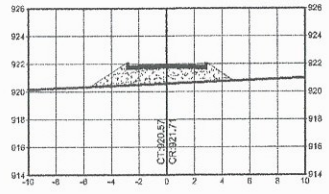
2+200.00



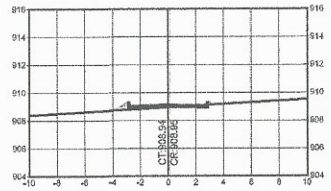
2+180.00



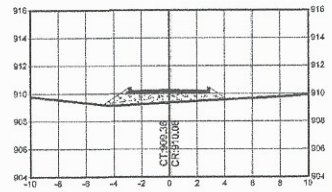
2+160.00



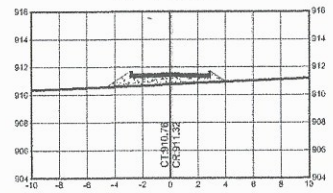
2+380.00



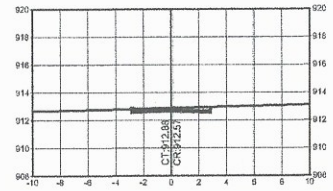
2+360.00



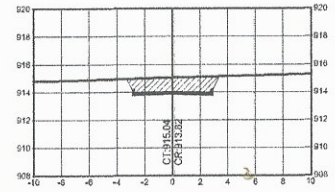
2+340.00



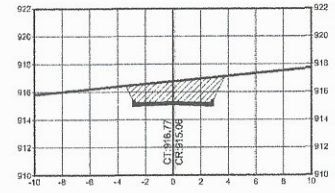
2+320.00



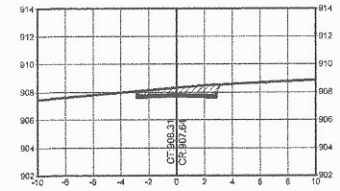
2+300.00



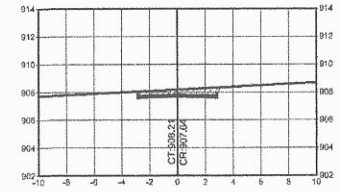
2+280.00



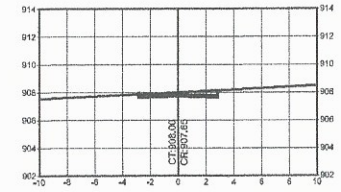
2+500.00



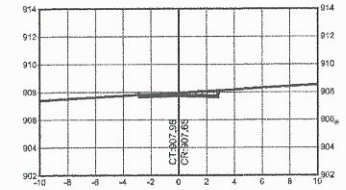
2+480.00



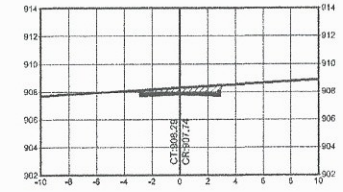
2+460.00



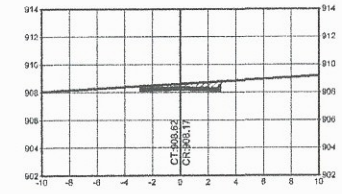
2+440.00



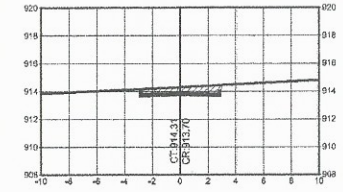
2+420.00



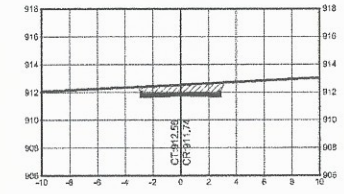
2+400.00



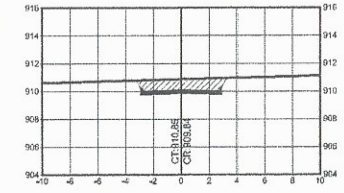
2+620.00



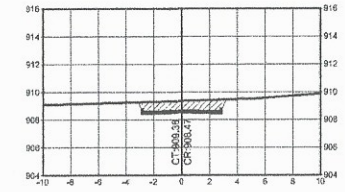
2+600.00



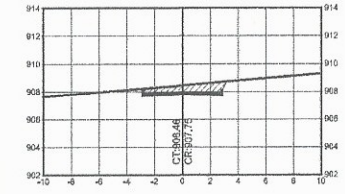
2+580.00



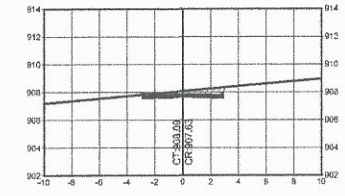
2+560.00



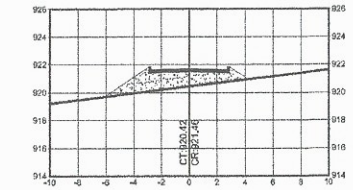
2+540.00



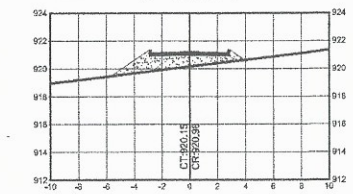
2+520.00



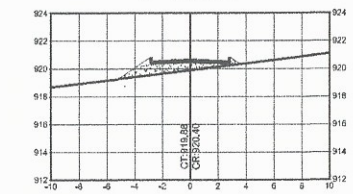
2+740.00



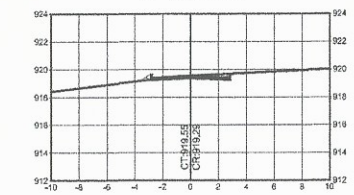
2+720.00



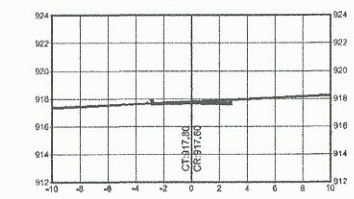
2+700.00



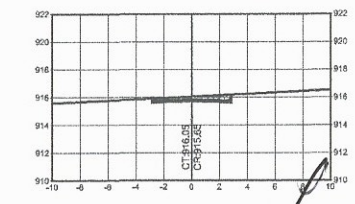
2+680.00



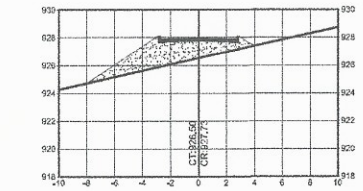
2+660.00



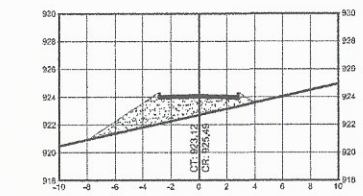
2+640.00



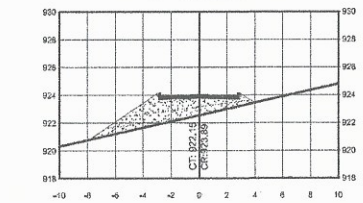
2+860.00



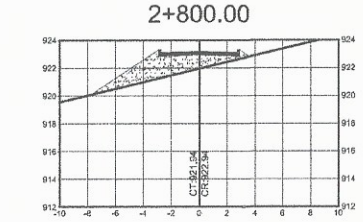
2+840.00



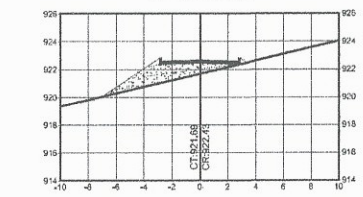
2+820.00



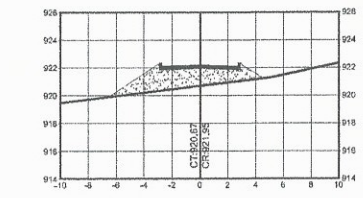
2+800.00



2+780.00



2+760.00



SECCIONES TRANSVERSALES, DE ESTACIÓN 2+160 A 2+860

ESCALA: 1/250

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

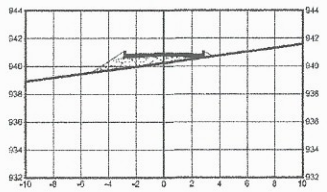
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

AUTOR	VOLUMEN	NOTAS	FECHA
CARLOS RICO	GRADO: INGENIERO ZOOLOGO	ING. SILVIO RODRÍGUEZ	

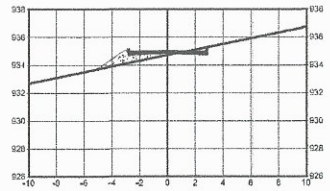
SECCIONES TRANSVERSALES
ESTACIÓN 2+160 A 2+860

10/15

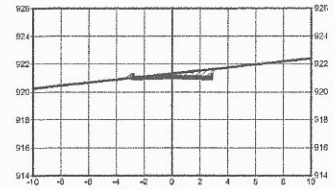
2+980.00



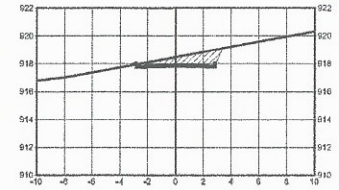
3+100.00



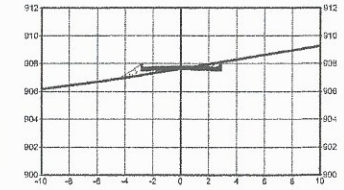
3+220.00



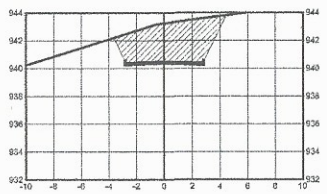
3+340.00



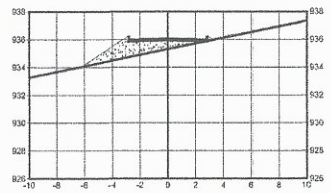
3+460.00



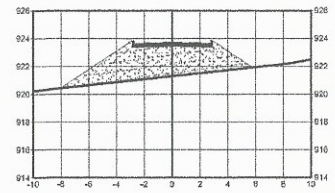
2+960.00



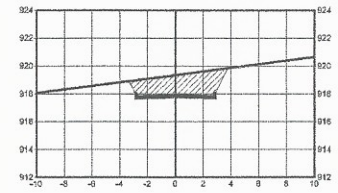
3+080.00



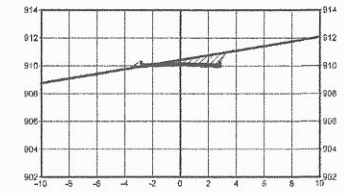
3+200.00



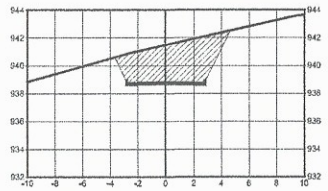
3+320.00



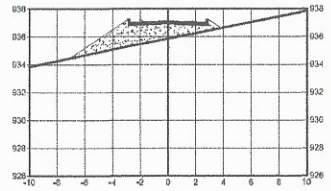
3+440.00



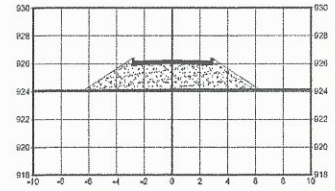
2+940.00



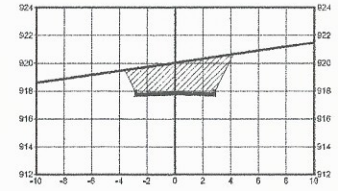
3+060.00



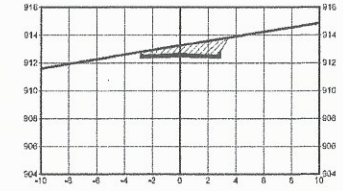
3+180.00



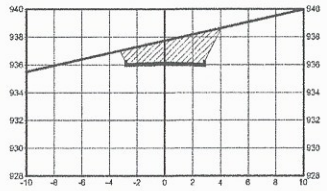
3+300.00



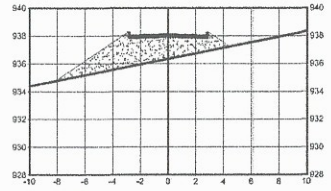
3+420.00



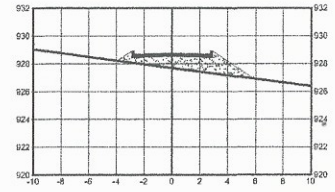
2+920.00



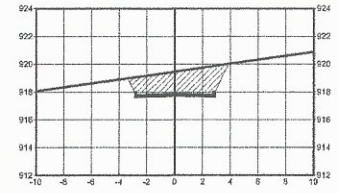
3+040.00



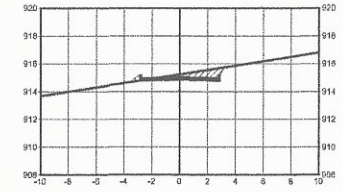
3+160.00



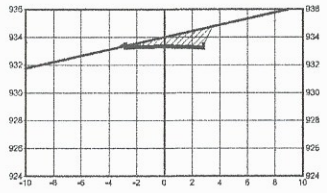
3+280.00



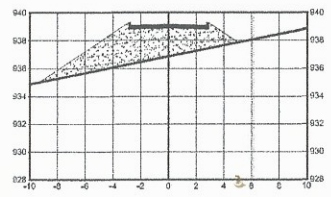
3+400.00



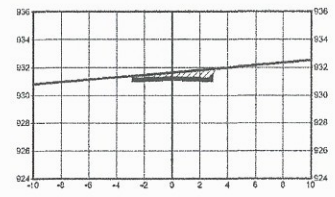
2+900.00



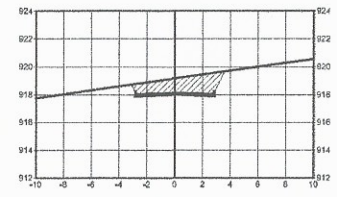
3+020.00



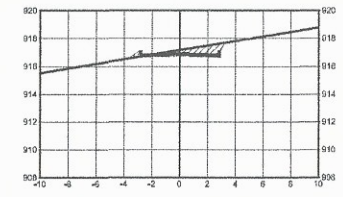
3+140.00



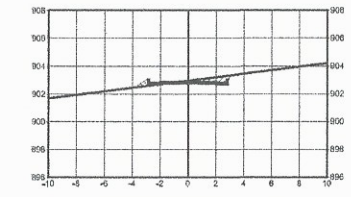
3+260.00



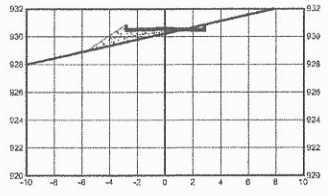
3+380.00



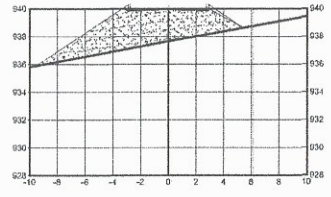
3+500.00



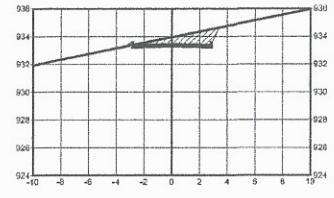
2+880.00



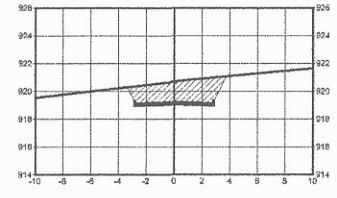
3+000.00



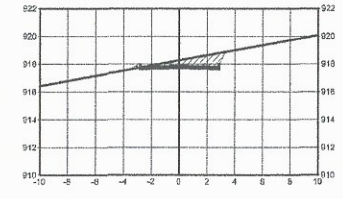
3+120.00



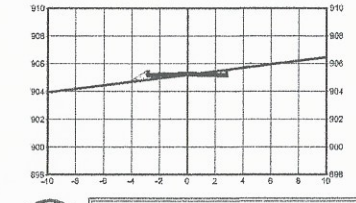
3+240.00



3+360.00



3+480.00



Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
COESOP - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

SECCIONES TRANSVERSALES, DE ESTACIÓN 2+880 A 3+500

ESCALA: 1/250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

TEMA: DISEÑO DE CARRETERA PARA LA ALDEA POCOLA, SACATEPÉQUEZ CASCABALÁ ARRIBA.

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

AUTOR	DIBUJO	REVISÓ	FECHA
CARLOS RICO	CARLOS ALBERTO RODRÍGUEZ	INGE. SILVIO RODRÍGUEZ	

CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES ESTACIÓN 2+880 A 3+500

HOJA No. 11/15

TABLA TOTAL DE VOLUMEN

ESTACIÓN	ÁREA DE RELLENO	ÁREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN ACUMULADO DE RELLENO	VOLUMEN ACUMULADO DE CORTE
0+000.00	0.00	1.87	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.01	2.87	0.15	46.94	0.15	46.94
0+040.00	0.00	8.93	0.12	96.11	0.27	146.30
0+060.00	0.00	7.87	0.00	145.03	0.27	293.29
0+080.00	0.00	0.51	0.00	141.83	0.27	435.11
0+100.00	0.00	5.21	0.00	129.63	0.27	561.76
0+120.00	0.00	10.34	0.00	154.82	0.27	716.58
0+140.00	0.00	16.85	0.00	270.36	0.27	1017.07
0+160.00	0.00	20.82	0.00	396.67	0.27	1413.94
0+180.00	0.00	13.65	0.00	346.51	0.27	1760.73
0+200.00	0.00	4.93	0.00	186.81	0.27	1947.55
0+220.00	1.94	0.00	19.36	49.33	19.63	1996.91
0+240.00	6.17	0.97	211.12	5.70	230.75	2002.60
0+260.00	11.21	0.00	174.75	5.70	405.50	2008.30
0+280.00	3.55	0.00	145.36	0.00	550.86	2008.30
0+300.00	0.00	13.41	35.49	134.00	586.35	2142.30
0+320.00	0.00	17.21	0.00	306.18	586.35	2448.48
0+340.00	0.00	18.14	0.00	353.49	586.35	2801.97
0+360.00	0.00	19.58	0.00	372.22	586.35	3174.20
0+380.00	0.00	19.72	0.00	393.11	586.35	3567.38
0+400.00	0.00	11.83	0.00	315.58	586.35	3882.97
0+420.00	0.00	21.43	0.00	317.52	586.35	4199.49
0+440.00	0.00	23.79	0.00	440.47	586.35	4639.96
0+460.00	0.12	0.80	1.18	248.87	587.53	4888.83
0+480.00	32.30	0.00	324.14	7.97	911.67	4896.80
0+500.00	91.34	0.00	1237.02	0.00	2148.69	4896.80
0+520.00	55.22	0.00	1463.83	0.00	3612.52	4896.80
0+540.00	8.58	0.00	637.80	0.00	4250.32	4896.80
0+560.00	0.00	13.37	84.25	136.15	4334.57	5032.95
0+580.00	0.00	11.43	0.00	230.09	4334.57	5263.04
0+600.00	2.32	0.00	33.55	114.31	4368.12	5377.35
0+620.00	6.51	0.00	101.03	0.00	4469.15	5377.35
0+640.00	8.52	0.00	150.31	0.00	4619.46	5377.35
0+660.00	3.98	0.00	124.99	0.00	4744.45	5377.35
0+680.00	0.00	0.66	39.79	66.57	4783.20	5443.92
0+700.00	0.00	17.28	0.00	239.49	4783.20	5683.40
0+720.00	0.00	19.16	0.00	364.96	4783.20	6048.37
0+740.00	0.00	14.18	0.00	333.47	4783.20	6381.84
0+760.00	0.00	8.26	0.00	224.30	4783.20	6606.17
0+780.00	0.00	9.12	0.00	173.73	4783.20	6779.91
0+800.00	0.00	10.26	0.00	193.92	4783.20	7000.83
0+820.00	0.00	7.12	0.00	173.88	4783.20	7177.36
0+840.00	0.00	6.14	0.00	132.54	4783.20	7310.65
0+860.00	0.12	1.11	1.17	72.90	4784.37	7383.55
0+880.00	0.31	0.00	83.08	11.25	4868.03	7394.80
0+900.00	16.12	0.00	243.61	0.00	5111.64	7394.80
0+920.00	6.00	0.00	221.19	0.00	5332.83	7394.80
0+940.00	0.13	1.64	61.31	16.44	5394.14	7411.23
0+960.00	0.00	7.72	1.31	93.73	5397.64	7504.96
0+980.00	0.00	13.06	0.00	208.48	5397.64	7713.44
1+000.00	0.00	13.66	0.00	267.22	5397.64	8000.66
1+020.00	0.00	16.85	0.00	345.08	5397.64	8345.77
1+040.00	0.00	23.57	0.00	421.29	5397.64	8767.46
1+060.00	0.00	18.38	0.00	399.15	5397.64	9166.61
1+080.00	0.01	3.53	0.14	201.08	5397.78	9367.69
1+100.00	11.82	0.00	167.63	35.36	5565.42	9403.02
1+120.00	68.14	0.00	796.40	0.00	6361.81	9403.02
1+140.00	35.32	0.00	935.03	0.00	7296.84	9403.02
1+160.00	11.55	0.00	469.71	0.00	7766.55	9403.02
1+180.00	1.08	0.00	125.30	0.00	7891.85	9403.02
1+200.00	0.02	2.26	11.12	22.70	7902.97	9425.72

TABLA TOTAL DE VOLUMEN

1+220.00	0.00	6.43	0.19	167.87	7903.16	9593.59
1+240.00	0.00	13.35	0.00	318.78	7903.16	9912.37
1+260.00	0.00	17.10	0.00	307.04	7903.16	10219.65
1+280.00	0.00	20.25	0.00	373.55	7903.16	10593.60
1+300.00	0.00	21.77	0.00	420.02	7903.16	10853.62
1+320.00	0.00	21.87	0.00	436.53	7903.16	11290.15
1+340.00	0.00	21.43	0.00	433.15	7903.16	11723.30
1+360.00	0.00	19.47	0.00	368.09	7903.16	12091.39
1+380.00	0.00	14.28	0.00	337.58	7903.16	12428.97
1+400.00	0.00	12.06	0.00	263.37	7903.16	12713.32
1+420.00	0.00	8.84	0.00	209.32	7903.16	12923.15
1+440.00	0.00	6.77	0.00	156.80	7903.16	13080.95
1+460.00	0.00	3.79	0.00	105.36	7903.16	13186.31
1+480.00	0.00	7.48	0.00	112.68	7903.16	13298.99
1+500.00	0.00	13.82	0.00	213.12	7903.16	13511.11
1+520.00	0.00	12.81	0.00	266.37	7903.16	13777.44
1+540.00	0.00	9.53	0.00	223.14	7903.16	14000.58
1+560.00	0.00	8.04	0.00	187.61	7903.16	14231.14
1+580.00	0.00	9.00	0.00	170.95	7903.16	14401.14
1+600.00	0.00	9.07	0.00	181.00	7903.16	14582.14
1+620.00	0.00	8.35	0.00	163.18	7903.16	14775.32
1+640.00	0.00	9.48	0.00	187.76	7903.16	14963.08
1+660.00	0.00	8.63	0.00	181.05	7903.16	15144.13
1+680.00	0.00	7.14	0.00	160.06	7903.16	15304.19
1+700.00	0.00	5.90	0.00	133.23	7903.16	15437.42
1+720.00	0.00	1.87	0.23	76.58	7903.39	15514.47
1+740.00	3.68	0.00	33.14	19.96	7936.53	15537.14
1+760.00	4.13	0.00	80.02	0.00	8016.15	15537.14
1+780.00	0.82	0.04	49.41	0.44	8065.56	15537.58
1+800.00	0.02	2.06	8.35	21.06	8073.92	15558.64
1+820.00	0.00	4.85	0.19	67.31	8074.11	15625.95
1+840.00	0.00	6.04	0.00	107.09	8074.11	15733.04
1+860.00	0.00	8.95	0.00	169.15	8074.11	15902.19
1+880.00	0.00	8.15	0.00	170.25	8074.11	16072.44
1+900.00	0.00	8.27	0.00	164.25	8074.11	16236.68
1+920.00	0.01	2.67	0.11	79.43	8074.22	16316.12
1+940.00	0.40	0.31	4.66	29.82	8078.88	16345.94
1+960.00	3.57	0.00	40.28	3.13	8121.16	16349.07
1+980.00	7.01	0.00	111.78	0.00	8232.94	16349.07
2+000.00	12.22	0.00	188.43	0.00	8421.36	16349.07
2+020.00	16.48	0.00	288.56	0.00	8709.92	16349.07
2+040.00	12.63	0.00	290.97	0.00	9012.49	16349.07
2+060.00	4.84	0.00	176.73	0.00	9189.11	16349.07
2+080.00	0.02	3.03	48.66	30.29	9238.37	16379.36
2+100.00	0.00	10.61	0.21	136.37	9238.58	16515.73
2+120.00	0.00	11.64	0.00	222.54	9238.58	16738.27
2+140.00	0.00	5.81	0.00	177.70	9238.58	16915.97
2+160.00	9.55	0.00	96.53	36.10	9335.10	16952.07
2+180.00	33.50	0.00	431.71	0.00	9766.81	16952.07
2+200.00	45.45	0.00	815.50	0.00	10582.32	16952.07
2+220.00	20.01	0.00	787.08	0.00	11369.40	16952.07
2+240.00	8.60	0.00	286.09	0.00	11655.49	16952.07
2+260.00	0.00	4.05	85.86	40.50	11741.35	16992.57
2+280.00	0.00	11.09	0.00	150.41	11741.35	17142.98
2+300.00	0.00	7.72	0.00	188.02	11741.35	17331.00
2+320.00	0.01	2.68	0.11	97.86	11824.58	17428.86
2+340.00	4.38	0.00	44.09	20.73	11868.13	17449.59
2+360.00	5.69	0.00	101.55	0.00	11969.70	17449.59
2+380.00	0.49	0.37	61.29	3.61	11931.00	17453.20
2+400.00	0.01	2.87	4.92	32.39	11935.92	17525.61
2+420.00	0.00	3.44	0.07	63.07	11935.99	17588.67
2+440.00	0.00	2.01	0.48	54.44	11936.46	17643.11

TABLA TOTAL DE VOLUMEN

2+460.00	0.07	3.39	0.69	42.55	11936.76	17685.76
2+480.00	0.00	3.55	0.19	30.35	11936.95	17716.11
2+500.00	0.00	4.24	0.00	77.82	11936.95	17793.92
2+520.00	0.02	9.84	0.28	71.40	11936.94	17865.41
2+540.00	0.00	4.44	0.23	73.25	11936.69	17938.66
2+560.00	0.00	3.56	0.00	100.13	11936.69	18038.81
2+580.00	0.00	8.32	0.00	118.83	11936.69	18157.76
2+600.00	0.00	5.29	0.00	114.10	11936.69	18270.86
2+620.00	0.00	3.83	0.00	88.17	11936.69	18359.03
2+640.00	0.04	2.81	0.26	64.43	11936.97	18423.46
2+660.00	0.08	1.42	0.64	43.28	11937.61	18466.74
2+680.00	0.14	1.59	2.29	29.90	11940.04	18503.70
2+700.00	4.24	0.00	44.37	15.19	11984.88	18518.89
2+720.00	7.19	0.00	115.29	0.00	12099.18	18518.89
2+740.00	9.34	0.00	165.30	0.00	12165.47	18518.89
2+760.00	11.87	0.00	212.30	0.00	12376.77	18518.89
2+780.00	7.95	0.00	193.39	0.02	12570.16	18518.91
2+800.00	10.80	0.00	187.15	0.02	12757.33	18518.93
2+820.00	22.79	0.00	336.96	0.00	13081.29	18518.93
2+840.00	30.68	0.00	534.79	0.00	13615.18	18518.93
2+860.00	13.14	0.05	456.62	0.00	14120.80	18518.93
2+880.00	3.24	0.54	163.92	5.45	14284.53	18544.96
2+900.00	0.06	5.11	33.09	56.31	14317.72	18601.49
2+920.00	0.00	11.60	0.24	169.83	14318.56	18771.33
2+940.00	0.00	20.30	0.00	319.83	14318.56	19091.16
2+960.00	0.00	18.78	0.00	391.17	14318.56	19482.33
2+980.00	3.91	0.00	39.12	187.76	14357.68	19669.09
3+000.00	20.22	0.00	319.22	0.01	14676.90	19669.10
3+020.00	23.17	0.00	907.98	0.00	15177.89	19669.10
3+040.00	15.24	0.00	394.10	0.00	15571.48	19669.10
3+060.00	10.23	0.00	254.74	0.00	15826.22	19669.10
3+080.00	5.77	0.02	159.98	0.20	15986.20	19669.30
3+100.00	2.27	0.71	80.40	7.29	16066.61	19702.59
3+120.00	0.07	4.55	23.42	52.57	16090.03	19755.17
3+140.00	0.00	3.61	0.62	84.04	16090.64	19839.20
3+160.00	7.38	0.00	73.77	36.94	16165.41	19876.17
3+180.00	18.68	0.00	257.37	0.00	16437.78	19876.17
3+200.00	22.65	0.00	424.70	0.00	16862.49	19876.17
3+220.00	0.08	2.44	227.38	24.35	17089.86	19900.52
3+240.00	0.00	10.88	0.77	134.45	17090.63	20034.97
3+260.00	0.00	7.88	0.00	186.53	17090.63	20220.96
3+280.00	0.00	11.21	0.00	194.88	17090.63	20415.87
3+300.00	0.00	15.77	0.00	270.38	17090.63	20686.25
3+320.00	0.00	10.46	0.00	262.27	17090.63	20925.12
3+340.00	0.00	4.71	0.00	151.64	17090.63	21112.76
3+360.00	0.00	3.86	1.20	86.05	17091.76	21198.81
3+380.00	0.18	2.77	2.27	67.39	17094.03	21266.22
3+400.00	0.16	2.77	3.30	55.81	17097.33	21322.03
3+420.00	0.00	5.38	1.57	81.40	17098.91	21403.44
3+440.00	0.18	2.85	1.57	83.21	17100.73	21486.65
3+460.00	1.03	1.01	11.87	35.56	17112.64	21520.21
3+480.00	0.04	0.88	10.74	19.83	17129.38	21564.03
3+500.00	0.04	1.07	0.80	25.49	17138.18	21570.42

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

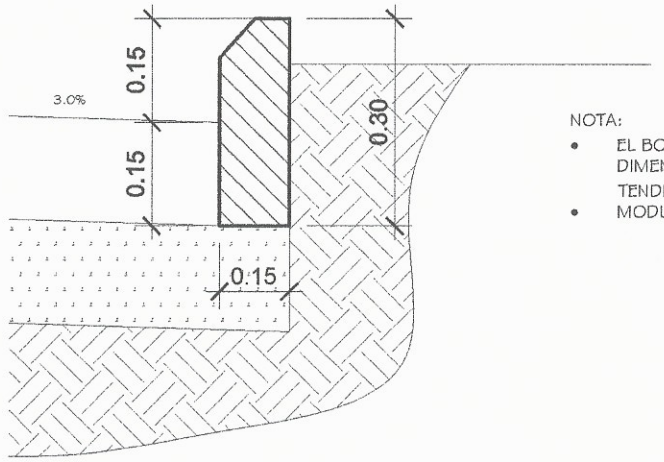
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		FECHA: DICIEMBRE DE 2015. TRIMESTRE DE EPS. TABLA: CARLOS RICO
PROYECTO: CARLOS RICO	NOMENCLATURA: CARRETERA CUCAMAN	ASESOR: ING. SILVIO RODRÍGUEZ. ESCALA: 1:500

NOMENCLATURA: VOLUMEN CORTE Y RELLENO

HOJA No. 12/15

TABLA DE VOLUMENES CORTE-RELLENO

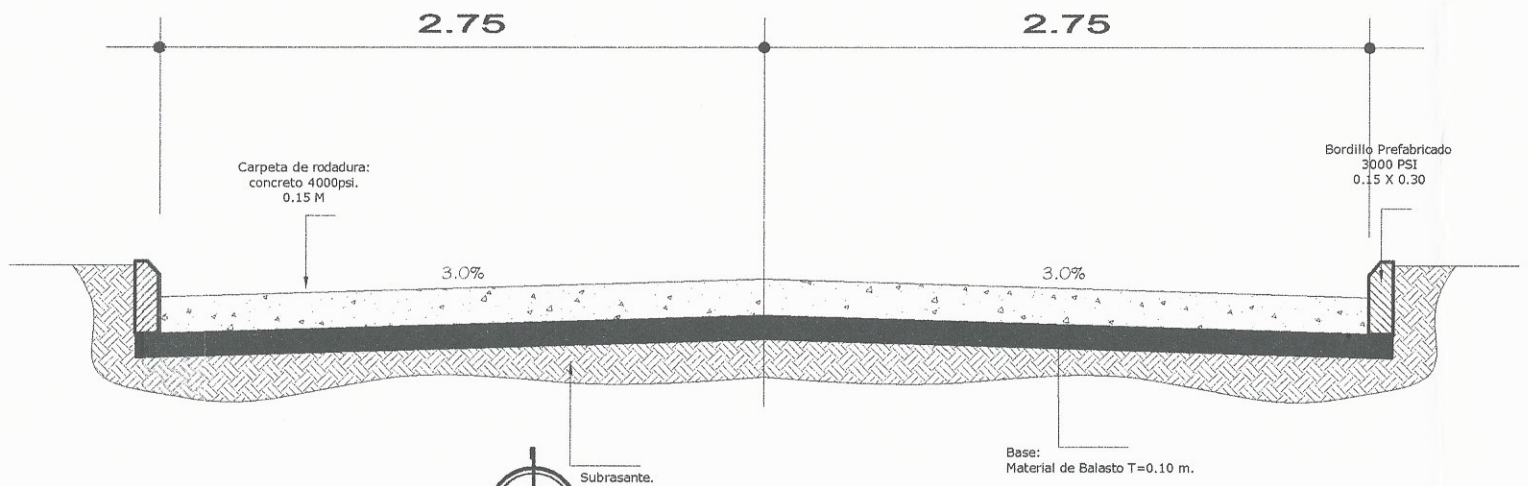


NOTA:

- EL BORDILLO SERÁ PREFABRICADO CON DIMENSIONES DE 0.15X 0.30 X 0.50 M. TENDRÁ UNA RESISTENCIA
- MODULO DE RUPTURA: 45kg/cm2

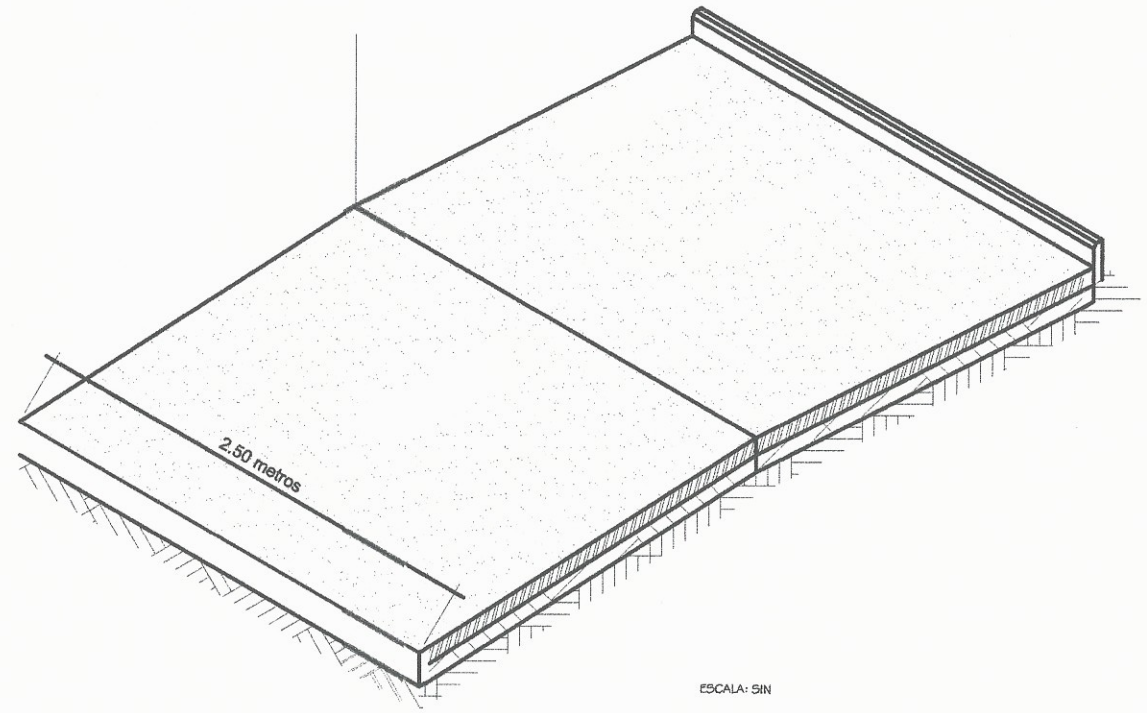
DETALLE BORDILLO

ESCALA: 1/2.5



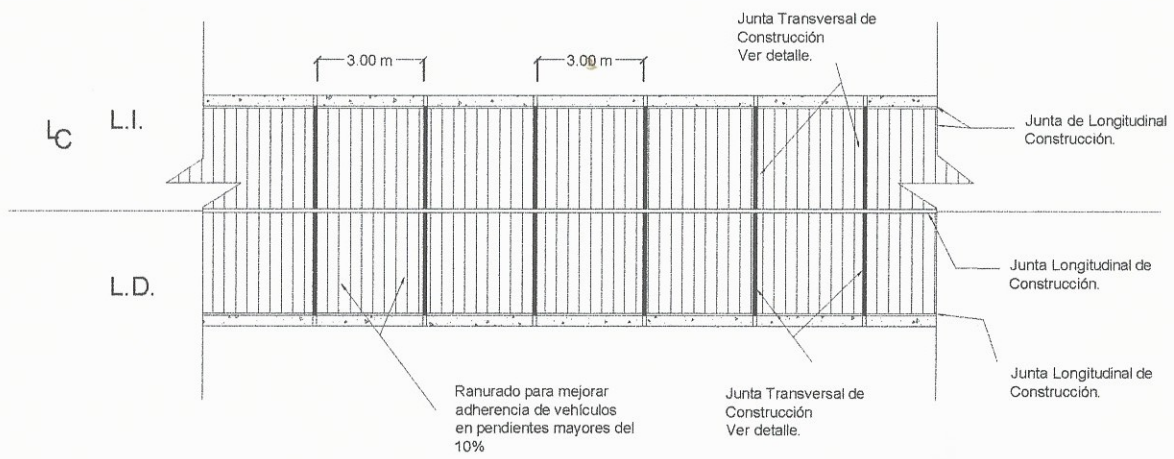
SECCION TIPICA PAVMIENTO

ESCALA: 1/5



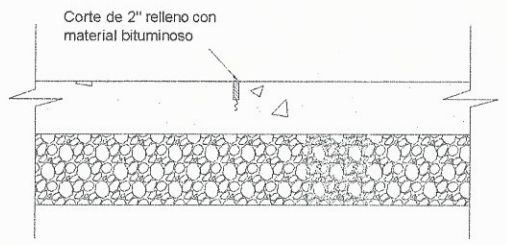
ESCALA: SIN

DETALLE ISOMETRICO



DETALLE DE JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN

SIN ESCALA



Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

Detalles de construcción

Pavimento de Concreto

Sin Escala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

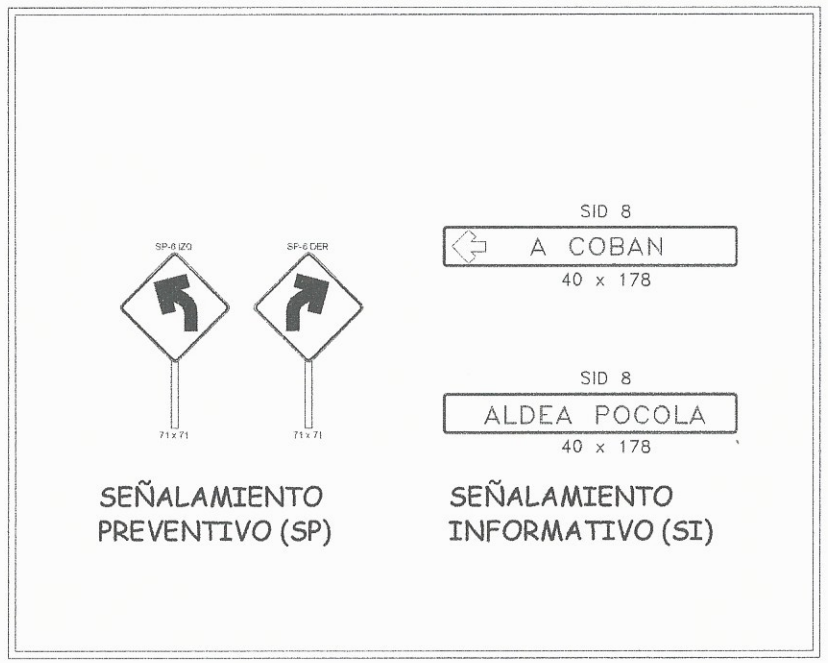
PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA PARA LA ALDEA POCOLA, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.	ESCALA: INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	FECHA: ENERO DE 2016
	DIBUJO: CARLOS RICO

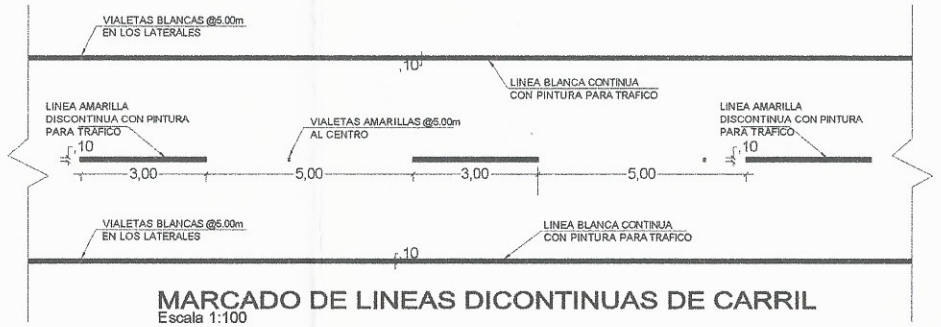
DISEÑO	DESARROLLO:	ASESOR	Vo.Bo. ALCALDE
CARLOS RICO	CARLOS ALEXANDER RICO 200014505	ING. SILVIO RODRÍGUEZ Vo.Bo.	B A E I

CONTENIDO: DETALLE DE PAVIMENTO

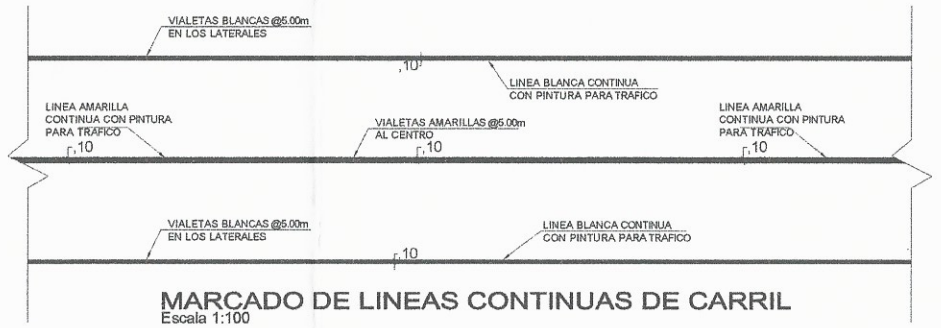
HOJA No. 13/15

SEÑALIZACION VERTICAL A INSTALAR

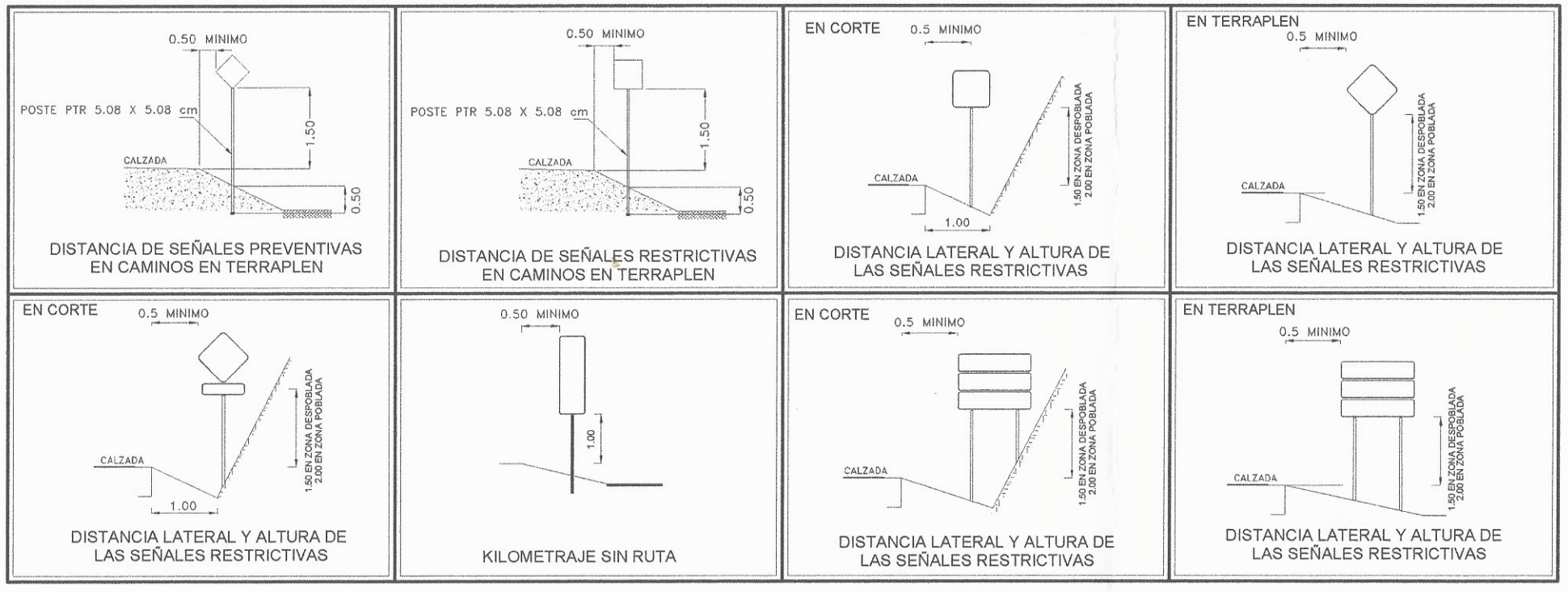




MARCADO DE LINEAS DICONTINUAS DE CARRIL
Escala 1:100



MARCADO DE LINEAS CONTINUAS DE CARRIL
Escala 1:100



Detalles de señalizacion vertical y horizontal

Sin Escala

DIMENSIONES (milímetros)	R-30
	900x600
A	300.00
B	600.00
C	10.00
D	20.00
E	50.00
F	115.00
G	60.00
H	96.00
I	50.00
K	158.50
L	71.70
M	48.00
N	75.00
P	50.00
Q	100.00
R	228.00
S	246.10

P-02 VELOCIDAD MAXIMA

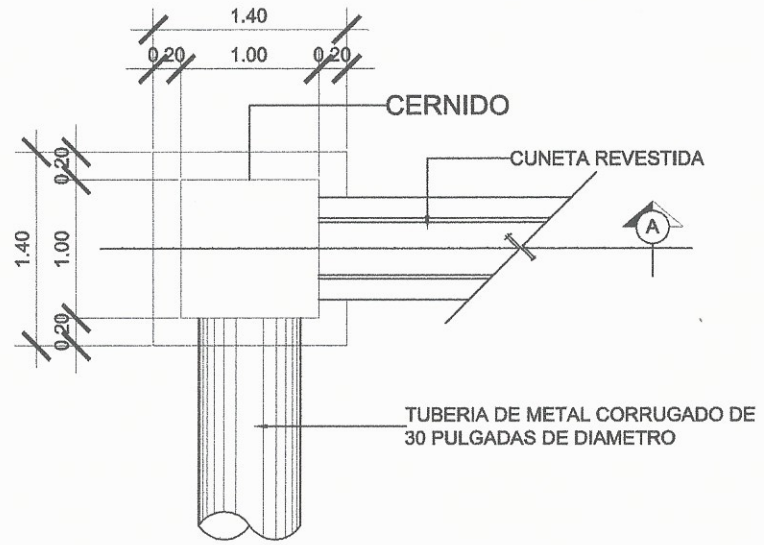
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA PARA LA ALDEA POCOLA, SAN PEDRO CARCHA ALTA VERAPAZ.	ESCALA: INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	FECHA: ENERO DE 2014
	DIBUJO: CARLOS PICO

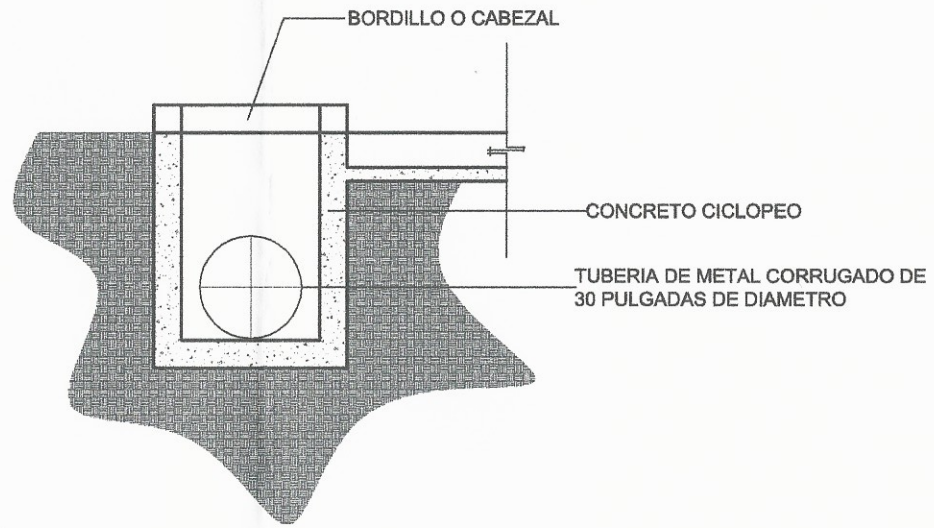
DISEÑO	DESARROLLO	ASESOR	V.o.B.	AUTORIZADO
CARLOS PICO	CARLOS ALEXANDER PIERICO 200714509	ING. SILVIO RODRÍGUEZ. V.o.B.	II A E I	

CONTENIDO:	HOJA No.
DETALLE DE SEÑALIZACIÓN	14/15



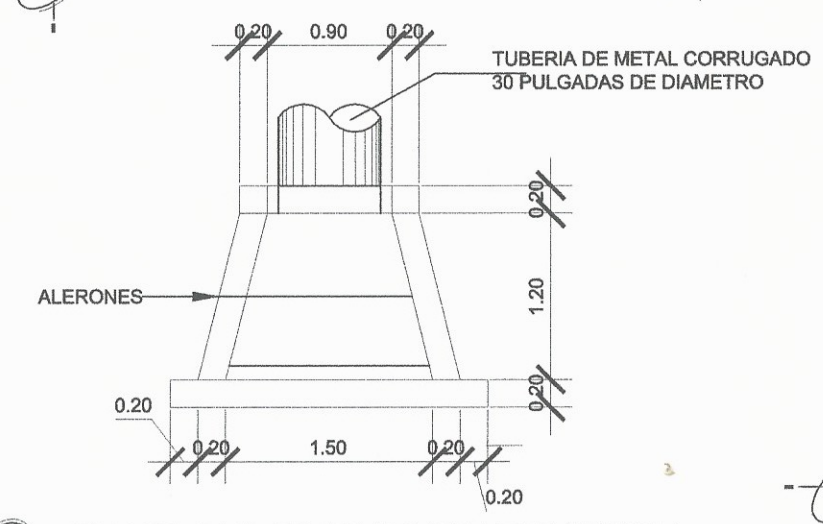
DETALLE DE CAJA RECEPTORA

ESCALA 1/25



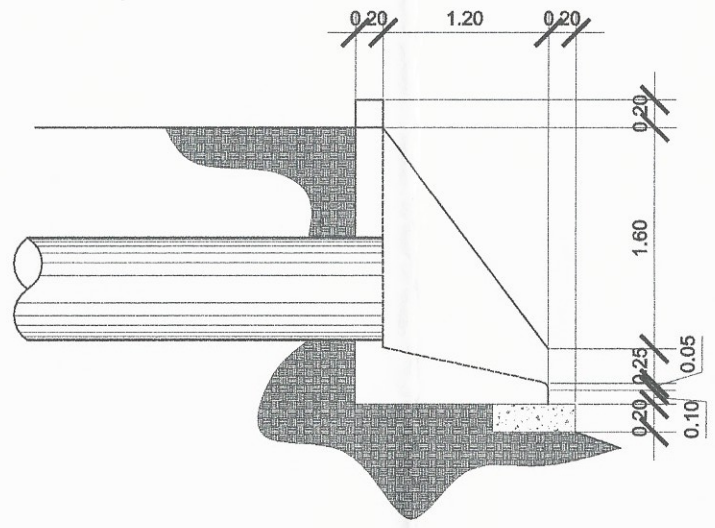
SECCION A-A' CAJA RECEPTORA

ESCALA 1/25



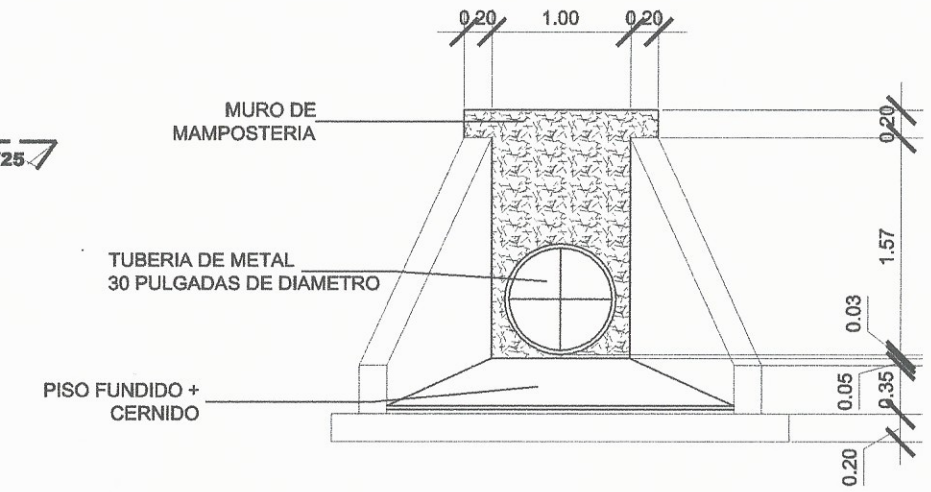
PLANTA CAJA DE SALIDA DE ALCANTARILLA

ESCALA 1/25



ELEVACION LATERAL DE SALIDA DE ALCANTARILLA

ESCALA 1/25



ELEVACION CABEZAL DE SALIDA DE ALCANTARILLA

ESCALA 1/25

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

DETALLE DE CABEZAL DE ENTRADA Y SALIDA

ESCALA: 1/2.5

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO DE CARRETERA PARA LA ALDEA POCOLA, SAN PEDRO CARCHA ALTA VERAPAZ.		ESCALA: INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)		FECHA: ENERO DE 2016
		DIBUJO: CARLOS RICO

DISEÑO	DESARROLLO	ASESOR	Vo.Bo.	AUTORIZADO
CARLOS RICO	CARLOS ALEJANDRO RICO 200714908	DETALLE DE CABEZALES DE ENTRADA Y SALIDA SILVIO RODRIGUEZ		17
		Vo.Bo.	U A E I	

CONTENIDO: DETALLE DE CAJA Y CABEZALES

HOJA No. 15/15

ESTACION METEOROLOGICA COBAN, UBICADA EN LA PISTA DE ATERRIZAJE DE COBAN, ALTA VERAPAZ.

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	TMEDIA	°C	15.7	16.6	17.5	18.9	20.5	19.6	20.4	18.9	19.2	18.3	16.9	15.9	18.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	TMEDIA	°C	16.1	16.3	19.4	20.5	19.9	20.4	20.8	19.8	19.3	18.4	16.6	17.3	18.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	TMEDIA	°C	17.2	17.4	19.7	20.6	19.9	20.9	19.7	20.1	19.4	19.4	18.6	17.3	19.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	TMEDIA	°C	17.0	16.1	18.7	20.6	21.3	21.5	19.1	18.8	20.1	17.7	16.1	17.0	18.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	TMEDIA	°C	16.7	16.0	17.8	20.2	19.7	19.9	18.9	19.9	19.3	19.5	18.2	16.0	18.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	TMEDIA	°C	14.7	16.7	17.7	20.2	22.7	20.7	20.0	22.0	20.6	N/D	N/D	N/D	19.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	TMEDIA	°C	15.5	15.7	17.4	19.0	21.0	20.4	18.8	19.5	19.9	18.8	19.2	16.7	18.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	TMEDIA	°C	16.4	17.3	18.1	19.8	19.4	20.0	19.6	19.3	20.6	19.9	18.9	18.0	18.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	TMEDIA	°C	17.5	20.1	19.4	22.1	20.7	21.9	20.5	19.2	20.4	18.4	18.6	17.0	19.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	TMEDIA	°C	16.7	17.0	18.6	21.3	21.9	20.7	20.4	20.6	20.6	19.2	15.8	16.1	19.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	TMEDIA	°C	15.9	16.4	19.5	20.1	21.2	20.2	20.3	20.1	20.8	18.7	19.7	16.6	19.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	TMEDIA	°C	16.3	17.4	19.0	20.3	21.3	20.9	20.9	21.1	19.3	19.3	17.8	17.5	19.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	TMEDIA	°C	17.2	17.4	18.6	20.0	20.4	21.5	20.6	20.5	21.4	19.8	17.9	17.7	19.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	TMEDIA	°C	15.3	18.3	20.4	21.2	22.4	22.1	20.8	N/D	20.5	20.3	18.1	15.7	19.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	TMEDIA	°C	17.2	18.3	18.4	20.3	20.7	21.2	20.6	21.0	20.9	20.5	17.8	16.6	19.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	TMEDIA	°C	15.6	17.8	21.9	21.3	21.8	22.5	21.3	21.2	20.9	19.5	17.3	17.7	19.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	TMEDIA	°C	17.2	16.8	19.1	20.7	21.7	20.7	20.6	20.9	20.4	20.9	17.8	17.8	19.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	TMEDIA	°C	17.5	18.8	18.6	21.6	21.6	21.6	21.1	21.3	20.7	19.4	17.2	17.3	19.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	TMEDIA	°C	16.9	18.6	19.3	20.9	22.3	21.4	20.6	20.9	21.8	18.4	16.7	16.7	19.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	TMEDIA	°C	16.5	17.0	18.1	21.2	21.4	21.8	21.4	20.7	21.4	20.7	18.1	18.2	19.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	TMEDIA	°C	16.6	18.5	19.1	22.3	22.4	22.3	21.8	21.7	21.2	18.5	17.5	15.3	19.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	TMEDIA	°C	17.8	18.2	18.9	21.5	22.4	21.4	21.0	21.4	21.1	18.4	17.5	16.8	19.7
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	TMEDIA	°C	17.1	18.3	18.5	20.7	21.5	22.0	20.6	21.3	20.5	19.3	16.6	17.5	19.5
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	TMEDIA	°C	17.3	18.7	18.3	22.2	21.2	21.2	21.1	20.8	21.2	20.5	18.2	17.7	19.9
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	TMEDIA	°C	15.5	18.1	19.9	21.1	20.9	21.6	21.4	21.1	20.9	24.8	17.3	16.8	20.0
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	TMEDIA	°C	16.3	16.9	18.3	21.5	21.0	21.3	21.3	21.4	21.2	20.7	19.4	19.3	20.0
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	TMEDIA	°C	17.3	16.4	21.0	22.3									

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	TMAXPR	°C	21.8	23.6	24.4	26.6	28.2	26.3	25.8	25.4	26.0	24.3	21.7	21.8	24.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	TMAXPR	°C	23.9	23.3	28.2	28.8	28.3	27.7	26.6	26.2	25.9	24.4	22.0	21.6	25.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	TMAXPR	°C	22.6	24.2	25.5	26.4	25.8	28.0	25.3	25.7	25.1	24.5	24.0	21.9	24.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	TMAXPR	°C	22.6	23.9	26.4	26.9	27.2	27.7	25.7	24.9	25.6	24.6	21.7	21.9	24.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	TMAXPR	°C	28.0	22.9	25.2	26.3	26.4	26.7	25.4	25.7	N/D	24.6	22.7	21.6	25.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	TMAXPR	°C	22.4	23.8	25.3	28.2	29.2	27.2	24.0	28.8	26.5	N/D	N/D	26.3	26.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	TMAXPR	°C	22.7	22.5	23.8	26.3	25.7	26.0	25.1	25.2	26.3	23.4	20.5	22.2	24.1

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y SERVICIOS CLIMATICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C. A.

10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	TMAXPR	°C	23.1	22.7	24.8	28.6	26.8	23.1	26.0	27.9	26.9	25.6	24.5	23.4	25.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	TMAXPR	°C	24.4	25.5	25.8	28.8	29.7	28.5	26.7	24.5	29.3	23.4	23.3	22.3	26.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	TMAXPR	°C	22.5	23.5	25.4	28.5	29.1	28.1	26.6	28.1	27.6	25.2	21.4	22.6	25.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	TMAXPR	°C	22.7	22.8	26.7	26.7	27.4	25.2	25.7	25.5	27.3	23.3	24.3	21.0	24.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	TMAXPR	°C	21.2	22.7	25.8	26.8	27.1	27.1	26.7	26.6	20.8	24.3	22.9	22.8	24.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	TMAXPR	°C	23.2	22.9	25.1	26.6	26.3	27.6	26.3	26.2	28.1	25.6	23.1	23.7	25.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	TMAXPR	°C	19.0	24.9	27.6	25.0	28.6	28.3	25.4	N/D	27.5	25.9	23.2	20.5	25.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	TMAXPR	°C	22.4	24.2	23.3	26.8	26.3	26.8	26.1	26.6	27.3	26.2	22.9	21.5	25.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	TMAXPR	°C	20.5	23.9	28.5	27.9	27.3	28.6	26.9	27.3	25.8	24.2	22.0	23.4	25.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	TMAXPR	°C	22.8	22.6	25.2	27.0	28.0	25.7	26.3	26.7	26.9	26.4	22.0	22.1	25.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	TMAXPR	°C	22.3	25.3	24.3	28.0	27.2	27.4	27.1	27.2	26.4	24.8	21.4	23.5	25.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	TMAXPR	°C	22.5	24.9	25.4	27.2	28.5	26.3	26.1	27.6	27.1	22.0	21.5	22.3	25.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	TMAXPR	°C	21.5	22.3	24.7	26.9	27.5	27.9	26.9	26.7	27.7	26.6	23.0	23.9	25.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	TMAXPR	°C	22.1	24.0	26.1	28.7	27.8	28.2	27.9	27.6	27.2	23.3	22.7	20.8	25.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	TMAXPR	°C	23.4	24.2	25.6	28.6	28.9	27.8	27.0	27.8	27.7	23.5	22.9	21.7	25.8
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	TMAXPR	°C	22.4	23.4	25.0	27.6	27.7	28.7	26.8	28.5	26.9	24.5	21.0	23.6	25.5
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	TMAXPR	°C	21.9	24.8	23.9	28.8	27.9	27.7	26.6	26.3	27.0	26.0	22.6	22.6	25.5
10109	COBAN	152800	902427	1323	2014	TMAXPR	°C	20.9	24.4	26.4	27.4	26.1	27.5	26.7	27.2	26.6	25.1	21.4	24.5	25.4
10109	COBAN	152800	902427	1323	2015	TMAXPR	°C	20.6	22.9	24.6	28.1	27.1	27.8	26.9	27.7	26.5	26.3	24.3	24.6	25.9
10109	COBAN	152800	902427	1323	2016	TMAXPR	°C	22.9	21.3	33.8	34.0									25.9

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	TMINPR	°C	12.3	11.0	13.2	13.3	15.4	15.8	14.9	14.8	15.3	14.7	13.9	12.4	13.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	TMINPR	°C	11.9	11.3	11.4	13.5	14.5	16.1	14.7	14.3	15.6	14.8	12.6	13.1	13.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	TMINPR	°C	11.8	11.2	13.0	14.4	14.4	16.0	14.6	14.5	15.5	14.7	13.7	12.5	13.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	TMINPR	°C	11.2	10.5	9.8	13.4	14.2	16.4	14.9	15.6	15.6	14.8	12.9	11.6	13.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	TMINPR	°C	8.0	11.5	12.1	12.0	14.3	14.8	14.4	14.4	N/D	14.0	13.4	13.0	12.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	TMINPR	°C	10.8	10.0	8.9	14.2	15.0	14.6	16.4	16.5	15.5	N/D	N/D	21.4	14.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	TMINPR	°C	10.7	10.1	11.4	14.2	15.4	15.4	15.3	14.1	15.1	15.8	13.8	12.5	13.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	TMINPR	°C	11.2	11.8	12.9	14.1	13.8	16.1	16.0	11.6	16.1	15.5	15.4	12.6	13.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	TMINPR	°C	12.8	11.3	13.2	15.3	13.2	16.0	16.1	14.1	17.3	16.0	15.0	12.0	14.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	TMINPR	°C	10.6	10.2	10.8	12.4	13.0	15.5	14.7	14.8	15.4	14.4	11.3	10.3	12.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	TMINPR	°C	8.7	9.1	9.2	10.3	14.5	14.7	13.5	14.3	15.3	14.0	12.9	11.2	10.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	TMINPR	°C	8.7	11.3	9.7	12.0	14.7	14.0	14.4	14.7	14.1	13.6	12.3	12.9	10.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	TMINPR	°C	11.3	12.2	11.6	11.9	14.5	16.2	16.0	15.4	16.7	15.0	13.5	13.5	14.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	TMINPR	°C	12.2	12.1	12.5	17.5	15.2	16.6	15.0	N/D	15.5	15.8	14.1	10.7	14.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	TMINPR	°C	12.0	12.6	13.4	13.0	15.1	15.2	N/D	14.3	14.6	14.7	12.3	10.1	13.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	TMINPR	°C	9.1	9.6	13.4	12.9	14.7	N/D	N/D	14.9	15.3	N/D	N/D	N/D	13.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	TMINPR	°C	11.0	9.8	11.3	12.7	15.2	15.8	15.2	15.2	14.8	15.5	12.5	16.7	13.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	TMINPR	°C	12.1	12.0	12.6	14.4	14.6	15.7	15.1	15.3	15.3	14.4	13.2	10.5	13.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	TMINPR	°C	11,0	11.4	12.3	12.5	14.5	16.0	15.6	15.2	16.9	14.8	11.7	11.3	[illegible]

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS CLIMÁTICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C. A.

10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	TMINPR	°C	10.5	10.7	10.4	13.5	15.1	15.7	16.1	15.2	15.4	14.4	12.9	11.9	13.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	TMINPR	°C	10.6	13.3	12.4	15.4	16.6	16.3	16.0	15.9	15.6	13.2	11.6	9.1	13.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	TMINPR		11.2	11.7	11.8	12.5	14.6	16.0	16.0	15.7	15.9	14.4	12.1	11.6	13.6
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	TMINPR	°C	11.3	12.6	10.7	12.1	13.6	15.0	14.3	15.6	14.2	14.8	13.3	12.0	13.3
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	TMINPR	°C	13.2	12.4	12.4	14.8	15.1	16.7	15.9	15.9	16.5	16.2	14.8	13.6	14.8
10109	COBAN	152800	902427	1323	2014	TMINPR	°C	11.4	12.4	12.4	13.2	15.6	15.4	14.6	14.6	16.3	14.9	13.2	12.6	13.9
10109	COBAN	152800	902427	1323	2015	TMINPR	°C	12.3	11.2	11.3	13.4	13.4	15.5	14.9	13.8	14.7	15.3	14.5	13.5	13.6
10109	COBAN	152800	902427	1323	2016	TMINPR	°C	12.0	11.8	10.0	8.6									13.6

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	TMAXAB	°C	25.4	28.6	32.0	31.0	31.8	28.6	27.4	28.0	29.4	27.2	29.4	28.4	32.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	TMAXAB	°C	29.6	29.4	33.2	34.0	31.2	31.0	30.0	29.2	38.4	29.2	26.4	26.2	38.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	TMAXAB	°C	28.0	30.4	29.4	32.0	31.4	31.8	28.2	27.4	28.2	27.0	30.0	27.8	32.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	TMAXAB	°C	27.4	29.4	32.4	33.2	33.5	31.5	27.0	27.4	28.8	30.0	27.0	27.2	33.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	TMAXAB	°C	28.8	29.0	31.0	30.8	31.6	31.2	27.8	27.8	29.4	30.6	27.2	23.4	31.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	TMAXAB	°C	27.8	31.0	32.0	33.4	31.2	30.8	29.0	31.2	29.4	30.6	N/D	N/D	33.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	TMAXAB	°C	29.6	29.4	31.6	30.0	28.8	28.2	27.0	28.2	29.8	27.8	28.4	28.0	31.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	TMAXAB	°C	27.0	27.8	28.6	32.5	31.5	31.7	28.3	27.9	30.0	32.3	30.4	30.7	32.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	TMAXAB	°C	30.0	33.3	33.7	36.0	35.6	33.8	29.3	30.6	32.0	28.6	28.3	27.4	36.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	TMAXAB	°C	28.6	28.0	32.2	31.8	33.4	30.6	30.6	31.0	31.6	30.8	26.8	27.6	33.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	TMAXAB	°C	29.4	27.6	33.4	32.6	31.2	29.8	27.8	28.6	30.0	30.0	30.5	25.0	33.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	TMAXAB	°C	27.6	29.0	32.2	32.0	31.2	31.0	30.0	29.1	30.4	31.0	29.6	28.6	32.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	TMAXAB	°C	28.2	29.6	31.4	30.2	30.6	31.0	28.4	28.2	31.0	29.2	29.4	29.4	31.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	TMAXAB	°C	28.0	30.0	33.0	34.0	33.6	31.5	29.0	N/D	30.0	30.6	29.2	28.4	34.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	TMAXAB	°C	29.8	30.4	28.6	34.0	30.3	31.4	N/D	28.6	30.6	30.5	30.2	29.2	34.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	TMAXAB	°C	29.4	29.8	32.6	34.0	32.0	N/D	N/D	31.6	29.2	N/D	N/D	N/D	34.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	TMAXAB	°C	30.0	29.6	31.2	31.2	32.6	28.2	28.6	29.5	29.0	30.6	29.2	29.0	32.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	TMAXAB	°C	26.2	31.0	31.6	33.8	31.6	31.2	30.2	31.2	29.6	30.4	26.4	27.8	33.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	TMAXAB	°C	28.4	29.4	31.0	31.8	32.0	29.6	N/D	29.6	31.8	28.8	28.8	28.8	32.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	TMAXAB	°C	27.2	27.0	32.4	33.4	31.6	30.2	29.6	29.2	31.2	29.2	27.0	30.2	33.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	TMAXAB	°C	32.0	31.4	34.8	34.2	32.4	32.8	32.6	32	31.4	29.8	28.8	29.2	31.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	TMAXAB	°C	29.2	29.0	32.2	32.2	32.4	31.2	30.2	30.4	31.6	28	28.2	26.8	30.1
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	TMAXAB	°C	28.4	29.6	30.8	32.2	31.0	31.8	28.8	31.2	29.8	28.0	25.6	29.6	29.7
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	TMAXAB	°C	28.2	32.2	33.2	34.8	32.2	30.8	28.6	30.4	30.6	28.2	29.2	28.4	30.6
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	TMAXAB	°C	26.2	27.4	31.0	33.2	31.0	30.2	29.8	28.8	28.8	29.0	28.4	26.8	28.2
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	TMAXAB	°C	27.4	30.2	29.8	34.4	28.8	29.4	28.6	29.6	30.0	21.8	30.6	29.8	29.0
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	TMAXAB	°C	30.0	31.0	33.8	34.0									29.0

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	TMINAB	°C	7.2	6.0	9.8	8.2	12.0	12.8	9.0	10.8	13.0	7.6	10.6	7.4	6.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	TMINAB	°C	8.5	6.4	4.8	8.8	7.4	12.4	10.0	12.0	10.0	12.0	5.0	9.0	4.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	TMINAB	°C	8.4	8.4	9.4	11.0	8.0	13.0	10.8	10.5	12.4	11.0	10.0	7.4	7.4

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y SERVICIOS CLIMATICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C. A.

10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	TMINAB	°C	5.4	4.0	3.6	9.0	10.0	19.2	8.0	13.0	12.6	9.6	7.0	4.6	3.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	TMINAB	°C	8.0	7.2	5.4	9.0	6.8	11.4	10.4	10.4	15.0	8.4	10.6	9.6	5.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	TMINAB	°C	7.2	5.5	5.8	9.6	10.8	10.6	12.0	13.0	15.0	8.4	N/D	N/D	5.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	TMINAB	°C	3.2	5.8	3.6	12.0	13.0	13.2	13.0	9.4	11.6	9.2	9.4	8.0	3.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	TMINAB	°C	7.4	8.4	7.4	11.3	10.5	10.5	12.0	11.6	12.6	12.0	12.0	4.2	4.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	TMINAB	°C	8.5	4.4	4.2	9.4	6.6	13.0	12.6	11.0	13.0	13.0	10.5	9.0	4.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	TMINAB	°C	6.8	4.6	3.8	5.6	7.8	12.4	11.0	12.6	13.0	7.4	4.0	3.4	3.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	TMINAB	°C	4.5	3.4	3.5	5.2	10.4	8.0	6.0	11.0	12.0	8.0	7.4	5.4	3.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	TMINAB	°C	3.0	6.4	4.4	7.0	11.0	9.6	11.6	11.6	12.2	10.6	9.6	7.4	3.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	TMINAB	°C	1.5	6.5	6.8	8.9	10.0	14.4	11.4	10.6	14.0	10.5	4.0	6.8	1.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	TMINAB	°C	7.0	7.0	8.8	6.0	10.0	14.6	12.6	ND	12.6	10.5	7.2	3.8	3.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	TMINAB	°C	8.0	8.4	8.4	6.6	12.8	13.5	N/D	10.6	9.8	8.0	7.0	5.4	5.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	TMINAB	°C	2.0	3.2	10.0	9.4	10.0	N/D	N/D	12.0	13.4	N/D	N/D	N/D	2.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	TMINAB	°C	4.5	2.5	3.2	4.6	11.0	13.6	11.4	10.8	12.5	12.6	3.5	7.8	2.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	TMINAB	°C	7.8	6.0	8.2	11	10.4	11.4	12.0	9.4	13.0	7.6	6.4	4.6	4.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	TMINAB	°C	5.4	4.6	7.8	8.6	10.0	13.4	12.2	12.2	14.6	11.8	7.8	7.6	4.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	TMINAB	°C	3.0	3.2	4.6	10	10.2	13.4	11.4	10.4	12.2	9.6	8.8	6.0	3.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	TMINAB	°C	5.6	8.4	5.6	10	10.8	14.0	14.2	13.8	14.2	9.0	7.0	3.2	9.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	TMINAB	°C	8.4	6.6	4.4	7.0	9.4	12.8	13.2	11.0	13.5	9.8	5.2	5.0	8.9
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	TMINAB	°C	6.5	9.0	6.3	6.0	10.2	10.2	10.8	13.0	11.0	11.5	8.0	6.4	9.1
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	TMINAB	°C	9.2	6.0	5.4	9.6	10.6	14.6	14.0	12.0	14.2	14.0	11.2	10.0	10.9
10109	COBAN	152800	902427	1323	2014	TMINAB	°C	3.0	8.6	9.2	8.6	11.6	12.0	10.6	11.8	13.6	6.4	9.8	6.4	9.3
10109	COBAN	152800	902427	1323	2015	TMINAB	°C	6.2	6.2	7.6	8.8	10.0	12.4	12.4	9.0	12.4	8.0	11.8	11.0	9.3
10109	COBAN	152800	902427	1323	2016	TMINAB	°C	4.8	7.8	10.0	8.6									9.3

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	HUMED	%	92	90	88	88	87	91	84	91	89	89	92	86	89
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	HUMED	%	81	87	71	73	89	86	80	82	89	89	ND	85	83
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	HUMED	%	86	86	83	84	83	86	83	82	91	85	84	86	85
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	HUMED	%	80	78	72	80	81	81	87	90	88	90	89	81	83
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	HUMED	%	90	88	75	77	82	79	87	84	86	86	82	82	83
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	HUMED	%	88	79	72	ND	80	83	78	73	85	N/D	78	N/D	80
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	HUMED	%	ND	81	83	79	82	88	89	82	88	92	93	91	86
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	HUMED	%	91	78	86	72	80	ND	80	81	86	87	89	88	83
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	HUMED	%	83	78	75	70	78	88	83	70	81	80	83	84	80
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	HUMED	%	82	79	75	71	71	81	74	81	84	83	85	82	[illegible]
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	HRMED	%	82	77	69	68	79	82	77	81	82	82	77	83	78
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	HRMED	%	79	81	73	73	76	76	79	78	80	84	82	84	79
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	HRMED	%	80	80	78	69	78	78	81	81	81	84	84	84	80
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	HRMED	%	87	76	69	73	74	78	79	ND	75	83	86	84	79
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	HRMED	%	82	77	79	76	81	80	N/D	79	80	79	81	84	80
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	HRMED	%	83	77	74	71	77	N/D	N/D	81	83	N/D	N/D	N/D	78

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS CLIMÁTICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C. A.

10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	HRMED	%	81	79	75	74	78	83	82	81	83	83	85	87	81
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	HRMED	%	79	76	80	75	75	80	79	79	82	83	86	81	80
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	HRMED	%	82	80	79	77	77	82	85	83	83	90	86	87	83
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	HRMED	%	82	81	75	76	79	79	80	82	82	83	85	83	81
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	HRMED	%	83	82	80	79	82	82	84	86	85	85	86	85	83
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	HRMED	%	82	82	80	70	80	84	82	81	82	86	84	85	82
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	HRMED	°C	87	83	78	73	76	78	79	79	80	85	85	81	80
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	HRMED	°C	85	70	78	75	78	82	82	81	82	85	85	85	81
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	HRMED	°C	85	81	76	76	83	81	79	79	83	85	87	86	82
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	HRMED	°C	87	85	81	77	79	82	78	78	82	84	88	86	81.0
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	HRMED	°C	84	85	78	77									81.0

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	LLUVIA	MM	129.0	121.3	151.6	134.0	128.4	275.8	159.8	232.2	227.9	229.1	334.8	196.2	2320.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	LLUVIA	MM	106.5	57.2	31.2	71.6	188.0	303.8	194.8	117.4	349.9	223.5	106.5	307.9	2058.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	LLUVIA	MM	73.7	21.2	73.2	154.8	228.3	355.2	233.3	214.3	182.9	125.1	363.1	191.6	2216.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	LLUVIA	MM	92.7	39.5	50.7	130.7	231.1	353.6	166.0	268.8	180.9	293.6	105.7	92.1	2005.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	LLUVIA	MM	255.8	71.6	160.2	60.1	199.5	115.8	175.5	184.4	265.0	78.8	66.0	77.4	1710.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	LLUVIA	MM	74.0	139.7	81.6	383.3	92.5	390.6	249.2	395.0	415.6	82.8	119.9	N/D	2424.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	LLUVIA	MM	119.8	190.5	76.8	128.1	172.0	222.6	314.5	210.7	169.9	387.5	479.5	158.5	2630.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	LLUVIA	MM	172.9	125.2	46.3	66.5	59.2	357.5	229.3	204.2	372.8	210.5	259.0	79.0	2182.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	LLUVIA	MM	70.1	2.9	13.0	72.5	151.2	244.8	230.2	120.1	262.3	529.6	218.0	76.7	1994.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	LLUVIA	MM	174.9	201.6	112.3	132.7	58.5	309.0	213.7	229.7	445..8	222.7	412.5	95.9	2163.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	LLUVIA	MM	102.0	47.7	11.3	86.6	415.8	235.0	173.8	241.2	326.0	467.9	120.3	159.3	2386.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	LLUVIA	MM	58.4	94.5	218.4	35.3	220.8	189.3	150.3	260.9	347.3	378.0	189.1	116.7	2259.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	LLUVIA	MM	45.3	146.3	173.0	8.0	259.2	285.0	275.0	266.9	333.5	212.2	233.4	137.6	2317.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	LLUVIA	MM	129.1	115.4	382.5	61.7	131.5	236.9	254.8	N/D	176.4	191.1	396.0	143.2	2218.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	LLUVIA	MM	87.1	71.2	63.5	90.7	146.7	246.0	151.6	119.4	223.5	148.2	302.4	88.1	1738.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	LLUVIA	MM	64.3	28.6	109.4	245.4	92.9	246.0	151.9	390.9	310.2	153.2	211.6	87.2	2091.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	LLUVIA	MM	305.3	142.4	127.3	88.6	158.1	423.0	239.4	125.4	240.9	239.1	206.6	155.4	2451.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	LLUVIA	MM	91.9	49.9	165.8	35.9	89.8	392.7	237.3	548.5	310.4	491.0	200.0	41.9	2655.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	LLUVIA	MM	148.3	101.0	131.5	80.5	201.4	213.8	561.1	297.1	380.8	577.9	102.4	46.9	2842.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	LLUVIA	MM	68.8	103.1	58.3	89.9	213.0	129.3	210.6	178.5	164.8	121.9	169.6	81.5	1589.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	LLUVIA	MM	102.8	62.8	32.6	123.8	388.0	272.9	353.9	396.1	460.5	174.2	157.1	155.4	2680.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	LLUVIA	MM	117.2	49.7	101.8	165.6	151.0	233.1	197.6	339.2	332.9	462.6	146.1	86.4	2383.2
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	LLUVIA	MM	153.5	69.6	84.6	176.1	177.4	187.1	138.9	6.0	114.4	265.0	80.7	75.0	1528.3
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	LLUVIA	MM	145.3	70.9	102.0	133.2	203.9	123.8	151.5	6.0	164.9	315.9	227.8	144.7	1789.9
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	LLUVIA	MM	71.5	114.0	236.7	201.6	317.7	262.5	172.6	209.4	285.2	484.6	372.5	104.9	2833.2
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	LLUVIA	MM	104.5	94.2	115.8	62.9	110.7	138.1	177.9	370.0	186.2	223.0	346.4	218.4	1583.3
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	LLUVIA	MM	81.3	155.9	44.3	50.0									1583.3

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y SERVICIOS CLIMATICOS
INSIVUMEH GUATEMALA, C. A.

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	LLUVIA	DIAS	20	12	16	16	12	23	21	27	21	24	24	19	235
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	LLUVIA	DIAS	14	16	6	6	13	18	21	18	22	23	22	23	202
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	LLUVIA	DIAS	17	7	13	15	15	24	22	20	24	18	17	23	215
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	LLUVIA	DIAS	18	11	10	16	17	25	27	28	29	20	20	16	237
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	LLUVIA	DIAS	20	16	13	9	18	15	18	27	ND	11	18	17	182
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	LLUVIA	DIAS	10	11	6	12	16	25	20	24	25	ND	12	ND	161
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	LLUVIA	DIAS	ND	8	8	12	20	25	19	22	19	23	22	14	192
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	LLUVIA	DIAS	14	12	12	11	12	26	25	25	21	20	22	13	213
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	LLUVIA	DIAS	12	3	9	5	1	19	20	21	21	17	21	19	168
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	LLUVIA	DIAS	16	12	8	8	14	26	23	25	26	27	25	19	229
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	LLUVIA	DIAS	14	11	3	7	24	27	24	21	25	20	14	20	210
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	LLUVIA	DIAS	17	16	7	9	18	21	23	25	22	25	18	21	222
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	LLUVIA	DIAS	12	18	12	5	19	23	25	21	29	21	18	13	216
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	LLUVIA	DIAS	26	15	11	6	13	21	25	ND	22	25	19	18	201
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	LLUVIA	DIAS	15	12	18	15	20	19	24	20	21	18	17	19	218
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	LLUVIA	DIAS	18	8	14	9	15	19	24	27	25	18	17	19	213
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	LLUVIA	DIAS	19	13	10	10	17	28	24	25	26	22	16	21	231
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	LLUVIA	DIAS	17	10	18	17	14	25	25	24	25	24	25	14	238
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	LLUVIA	DIAS	19	13	14	13	15	25	26	23	24	30	18	19	213
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	LLUVIA	DIAS	15	16	13	10	20	22	26.4	27	27	19	17	16	228
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	LLUVIA	DIAS	16	15	10	13	19	23	27	26	28	22	19	15	233
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	LLUVIA	DIAS	12	9	15	10	13	24	28	24	27	28	21	22	233
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	LLUVIA	DIAS	19	6	11	16	17	21	27	23	22	26	26	13	227
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	LLUVIA	DIAS	19	11	15	6	18	24	25	20	25	23	20	20	226
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	LLUVIA	DIAS	22	11	8	12	29	24	20	19	25	26	19	19	234
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	LLUVIA	DIAS	23	15	12	12.0	18	25	24	15	23	19	24	14	224
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	LLUVIA	DIAS	17	20	10	12.00%									

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	PRESIAT	MM	654.0	654.4	653.8	653.0	654.0	652.9	653.9	653.9	652.7	653.3	653.0	654.0	653.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	PRESIAT	MM	653.8	653.9	651.8	651.6	651.7	652.2	651.1	652.6	652.7	651.0	ND	ND	652.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	PRESIAT	MM	655.2	652.4	653.1	652.7	652.8	651.6	653.9	653.9	652.3	653.3	652.5	653.6	653.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	PRESIAT	MM	654.0	653.6	653.9	652.5	658.0	655.0	653.1	651.0	651.3	652.0	653.2	653.3	653.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	PRESIAT	MM	653.6	653.3	653.0	652.3	651.0	652.0	654.0	652.8	ND	651.4	N/D	N/D	652.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	PRESIAT	MM	651.0	654.2	652.4	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	652.9	N/D	654.2	N/D	652.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	PRESIAT	MM	N/D	650.3	653.3	670.3	653.0	652.7	654.3	650.5	651.0	N/D	652.5	653.8	654.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	PRESIAT	MM	N/D	N/D	N/D	651.1	652.3	651.1	653.1	653.2	651.5	651.8	652.2	652.1	652.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	PRESIAT	MM	651.9	651.5	652.1	651.9	652.6	652.4	652.9	652.6	650.0	653.0	631.0	654.4	650.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	PRESIAT	MM	653.2	653.1	651.8	651.7	651.6	651.4	652.7	651.9	650.4	650.8	651.4	652.9	651.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	PRESION	MM	653.0	653.6	651.4	651.7	651.1	652.1	652.6	652.2	650.6	652.3	652.0	654.0	652.2

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS CLIMÁTICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C. A.

10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	PRESION	MM	653.3	653.2	651.8	652.3	651.4	652.2	653.3	653.9	651.6	652.3	652.9	652.5	652.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	PRESION	MM	653.4	653.6	652.5	652.1	651.4	651.3	653.0	652.2	650.5	651.4	653.5	653.4	652.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	PRESION	MM	654.6	650.9	651.1	651.7	651.4	650.9	652.5	N/D	652.5	652.6	653.9	654.9	652.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	PRESION	MM	653.4	653.6	653.7	652.7	652.7	652.7	N/D	653.1	651.6	650.5	651.9	654.0	652.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	PRESION	MM	654.4	653.6	651.9	652.4	652.4	N/D	N/D	652.2	652.1	N/D	N/D	N/D	652.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	PRESION	MM	653.8	653.8	656.6	652.3	652.2	652.5	653.3	652.7	652.2	651.7	652.8	654.0	653.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	PRESION	MM	653.2	652.6	652.8	652.0	652.1	652.0	652.7	651.7	652.0	651.0	653.6	653.5	652.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	PRESION	MM	645.0	N/D	652.5	651.4	650.7	651.9	652.2	651.5	650.7	652.4	653.4	654.2	651.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	PRESION	MM	654.1	654.1	652.9	652.5	651.9	651.4	653.0	652.7	652.0	651.7	652.3	652.4	652.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	PRESION	MM	653.0	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0	652.0	651.7	650.7	653.5	653.1	653.3	652.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	PRESION	MM	652.6	653.0	652.6	651.6	651.3	651.7	652.0	652.0	652.1	652.1	653.6	653.8	652.5
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	PRESION	MM	654.0	653.3	652.5	651.8	651.3	651.4	653.0	652.1	652.5	652.2	654.3	652.9	652.6
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	PRESION	MM	654.1	652.5	653.4	651.9	652.7	652.4	653.5	651.2	867.8	868.9	870.6	871.8	725.1
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	PRESION	MM	871.8	870.1	870.1	869.4	870.1	869.2	871.5	870.6	869.2	869.5	872.3	871.6	870.5
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	PRESION	MM	872.8	871.8	871.5	869.8	870.9	870.5	871.6	870.9	869.7	869.9	870.3	870.3	870.9
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	PRESION	MM	870.8	870.0	870.7	870.3									870.9

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	NUBOSI	OCTAS	6	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7	6	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	NUBOSI	OCTAS	5	5	6	3	6	7	6	7	7	6	7	7	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	NUBOSI	OCTAS	5	5	5	6	4	7	7	7	7	6	6	6	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	NUBOSI	OCTAS	5	4	5	5	6	7	7	8	7	7	7	6	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	NUBOSI	OCTAS	8	7	3	8	6	6	7	7	6	6	N/D	6	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	NUBOSI	OCTAS	5	4	4	5	6	6	6	5	6	N/D	5	N/D	5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	NUBOSI	OCTAS	N/D	4	4	6	7	6	7	7	6	7	6	5	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	NUBOSI	OCTAS	8	6	5	5	6	7	2	7	7	N/D	8	6	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	NUBOSI	OCTAS	N/D	8	N/D	N/D	N/D	N/D	7	6	8	8	8	6	7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	NUBOSI	OCTAS	6	5	4	3	4	7	7	6	8	8	7	6	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	NUBOSI	OCTAS	6	8	8	4	8	8	6	8	8	8	8	7	7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	NUBOSI	OCTAS	8	6	8	4	8	7	8	8	8	8	8	8	7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	NUBOSI	OCTAS	8	8	2	5	8	8	8	8	8	8	8	8	7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	NUBOSI	OCTAS	8	2	6	3	7	8	7	N/D	7	6	8	8	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	NUBOSI	OCTAS	8	8	8	8	7	8	N/D	7	7	8	8	8	8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	NUBOSI	OCTAS	8	7	8	8	8	N/D	N/D	7	7	N/D	N/D	N/D	8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	NUBOSI	OCTAS	8	1	8	5	6	8	8	8	8	7	8	8	7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	NUBOSI	OCTAS	8	6	6	5	8	7	7	7	7	7	8	3	7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	NUBOSI	OCTAS	5	5	5	5	8	8	7	8	8	8	8	6	7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	NUBOSI	OCTAS	9	8	4	4	6	8	8	8	6	5	6	5	6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	NUBOSI	OCTAS	8	8	8	7	8	8	7	8	7	6	8	5	7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	NUBOSI	OCTAS	8	4	4	5	5	6	8	7	7	7	7	[illegible]	[illegible]
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	NUBOSI	OCTAS	6	6	5	5	6	7	6	7	6	6	7	6	[illegible]
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	NUBOSI	OCTAS	6	4	5	5	6	7	6	6	6	8	8	[illegible]	[illegible]

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS CLIMÁTICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C. A.

10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	NUBOSI	OCTAS	6	5	4	5	8	7	6	6	7	6	6	6	6
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	NUBOSI	OCTAS	7	6	6	5	5	6	7	6	6	6	7	5	6
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	NUBOSI	OCTAS	5	6	5	5									6

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	INSOLA	HORAS	135.2	159.3	172.1	205.4	214.0	140.3	195.1	195.2	159.2	161.5	89.9	129.5	163.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	INSOLA	HORAS	166.9	137.0	279.0	238.9	223.4	181.3	197.1	174.0	106.3	138.2	118.6	94.6	171.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	INSOLA	HORAS	131.0	156.9	201.2	201.1	132.4	152.9	183.0	203.4	118.8	145.5	126.2	116.4	155.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	INSOLA	HORAS	183.4	193.6	226.8	213.6	170.0	99.1	77.3	115.7	130.0	117.9	103.7	124.0	146.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	INSOLA	HORAS	119.2	172.9	224.9	231.2	186.3	N/D	N/D	N/D	N/D	181.8	N/D	111.8	175.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	INSOLA	HORAS	194.7	178.0	236.7	178.3	236.1	154.1	158.5	171.7	134.4	N/D	168.9	139.5	177.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	INSOLA	HORAS	N/D	176.9	296.5	157.5	128.3	140.1	158.0	153.7	175.2	101.3	100.7	158.5	158.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	INSOLA	HORAS	158.8	165.5	202.2	181.4	169.3	152.3	159.2	161.9	138.6	141.3	127.7	139.5	158.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	INSOLA	HORAS	155.0	141.1	N/D	N/D	164.1	181.3	116.3	N/D	140.4	99.8	75.7	111.3	131.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	INSOLA	HORAS	136.6	254.1	215.9	243.2	201.4	118.3	136.6	177.0	106.2	121.3	79.6	134.4	160.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	INSOLA	HORAS	176.5	160.7	259.1	236.4	138.9	100.5	194.0	241.2	130.5	87.9	164.5	104.8	166.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	INSOLA	HORAS	149.9	144.6	232.9	221.2	159.5	169.4	186.0	185.1	140.6	117.9	129.3	118.3	170.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	INSOLA	HORAS	178.3	126.6	219.5	231.0	148.4	154.9	158.9	191.7	140.5	167.9	137.4	144.0	166.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	INSOLA	HORAS	74.7	172.8	230.6	222.8	165.4	168.8	N/D	N/D	183.8	131.3	109.3	103.3	156.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	INSOLA	HORAS	109.1	162.8	170.3	197.1	149.7	162.4	N/D	190.2	185.4	170.0	124.7	76.6	154.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	INSOLA	HORAS	129.7	193.2	201.0	190.8	173.0	N/D	N/D	184.0	154.8	N/D	N/D	N/D	175.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	INSOLA	HORAS	158.0	151.5	207.1	222.5	166.9	116.4	151.3	193.3	160.4	157.3	108.3	96.5	157.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	INSOLA	HORAS	154.4	196.6	174.0	219.8	185.9	178.8	201.8	171.9	143.2	120.5	82.6	199.7	169.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	INSOLA	HORAS	155.1	186.9	209.3	231.2	191.8	121.5	142.6	195.3	123.0	66.5	124.1	133.5	156.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	INSOLA	HORAS	155.2	146.0	211.5	206.9	181.4	159.0	202.6	161.2	179.2	191.9	146.3	147.4	174.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	INSOLA	HORAS	130.2	133.0	175.3	213.0	188.0	159.5	163.3	152.0	122.8	139.3	144.0	140.4	155.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	INSOLA	HORAS	185.7	182.6	218.4	237.5	220.1	165.0	155.0	179.8	142.0	87.2	N/D	123.6	172.4
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	INSOLA	HORAS	145.7	137.4	192.7	238.8	195.5	165.6	199.1	191.1	180.8	142.7	101.2	198.7	174.1
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	INSOLA	HORAS	122.7	186.4	172.9	226.0	179.9	154.9	182.2	161.7	128.0	172.0	103.1	118.5	159.0
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	INSOLA	HORAS	155.2	146.0	211.5	228.6	131.9	146.4	207.5	219.8	124.4	136.2	149.0	105.3	163.5
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	INSOLA	HORAS	96.2	123.1	173.6	225.9	218.4	148.6	210.7	240.6	141.0	140.7	106.6	106.8	171.9
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	INSOLA	HORAS	150.4	109.7	199.4	207.6									171.9

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	EVPICH	MM	1.4	1.9	2.1	2.8	2.8	1.4	1.9	1.5	1.7	1.3	1.0	1.2	1.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	EVPICH	MM	1.1	1.5	3.5	2.8	2.4	1.8	2.0	1.7	1.4	1.3	ND	1.0	1.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	EVPICH	MM	1.5	1.9	1.6	2.0	1.6	1.6	1.6	1.7	1.5	1.3	1.5	1.8	1.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	EVPICH	MM	1.1	2.0	2.2	2.9	2.1	2.0	1.1	0.7	1.7	2.8	1.3	1.4	1.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	EVPICH	MM	1.3	1.7	2.6	0.7	2.1	2.1	2.1	1.5	2.0	N/D	1.7	1.0	1.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	EVPICH	MM	2.8	2.0	3.0	3.0	3.0	2.0	N/D	N/D	1.7	N/D	2.0	N/D	[illegible]
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	EVPICH	MM	N/D	2.9	2.8	2.8	2.2	2.0	0.2	0.1	2.2	N/D	N/D	2.0	[illegible]
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	EVPICH	MM	1.5	1.9	2.4	3.0	1.5	1.8	1.6	1.8	1.7	N/D	1.5	[illegible]	1.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	EVPICH	MM	1.9	3.1	N/D	N/D	4.0	0.8	2.6	3.0	2.5	2.3	1.5	[illegible]	[illegible]

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y SERVICIOS CLIMATICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C.A.

10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	EVPICH	MM	1.3	1.5	2.4	3.3	3.1	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4	1.1	1.2	1.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	EVPICH	MM	1.2	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	2.0	1.2	1.3	1.0	N/D	N/D	1.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	EVPICH	MM	1.4	1.4	2.2	2.8	1.8	1.5	1.4	1.5	1.2	1.0	1.0	1.9	1.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	EVPICH	MM	1.1	1.3	1.8	2.3	1.5	1.3	1.4	1.5	1.4	1.3	1.0	1.1	1.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	EVPICH	MM	0.7	1.5	2.5	2.1	2.4	1.7	1.4	N/D	1.4	1.5	1.0	1.1	1.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	EVPICH	MM	1.2	1.8	1.6	2.1	1.5	1.8	N/D	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	EVPICH	MM	0.9	1.7	2.1	2.0	2.1	N/D	N/D	1.6	1.4	N/D	N/D	N/D	1.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	EVPICH	MM	1.3	1.4	1.8	2.3	1.9	1.3	1.3	1.7	1.8	1.3	1.0	0.9	1.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	EVPICH	MM	1.2	1.9	1.7	2.2	***	1.7	1.7	1.5	1.3	1.2	1.1	1.4	1.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	EVPICH	MM	1.1	1.3	N/D	1.8	1.8	1.2	1.3	1.3	1.4	1.0	1.1	1.0	1.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	EVPICH	MM	1.2	1.3	2.0	1.9	1.5	1.3	1.8	1.3	2.2	1.6	1.1	1.4	1.6
						EVPICH			NO PROMEDIAN											

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1990	EVTANQ	MM	2.9	3.5	3.3	4.1	4.5	3.7	3.6	3.6	3.5	3.2	3.9	1.8	3.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	1991	EVTANQ	MM	2.2	2.9	5.3	5.0	4.1	4.3	4.0	3.3	3.4	2.6	ND	2.0	3.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1992	EVTANQ	MM	N/D	3.2	3.8	4.5	3.8	3.3	3.7	4.3	2.7	3.0	3.9	3.1	3.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1993	EVTANQ	MM	3.4	3.7	4.6	5.2	4.4	5.1	3.4	4.0	4.2	3.0	2.6	2.3	3.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	1994	EVTANQ	MM	4.0	3.8	4.3	3.3	3.7	3.5	3.1	3.7	4.3	2.7	3.5	3.1	3.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1995	EVTANQ	MM	3.0	3.7	6.0	5.0	6.0	4.0	2.3	4.0	3.0	N/D	2.0	N/D	3.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	1996	EVTANQ	MM	N/D	5.3	3.7	4.0	3.8	3.5	3.0	3.3	5.3	3.8	1.4	3.7	3.7
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	EVTANQ	MM	2.8	2.9	3.3	4.0	3.8	3.0	2.7	3.0	27.0	N/D	2.3	2.0	5.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	EVTANQ	MM	2.1	4.3	N/D	N/D	4.6	4.3	4.5	3.6	4.6	1.0	1.0	ND	3.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	EVTANQ	MM	2.1	2.8	3.9	4.8	4.4	3.3	3.2	3.6	2.7	2.0	1.2	1.7	3.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	EVTANQ	MM	2.2	2.5	4.4	4.4	3.0	2.8	3.5	2.7	3.0	2.2	N/D	N/D	3.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	EVTANQ	MM	2.6	2.7	4.1	4.5	3.7	3.3	3.3	3.7	3.0	2.4	2.4	2.3	3.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	EVTANQ	MM	2.1	2.8	3.5	4.3	3.2	3.2	3.2	3.4	3.1	2.8	2.2	2.0	3.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	EVTANQ	MM	1.5	2.7	3.9	4.3	3.6	4.1	3.3	N/D	N/D	2.2	1.5	1.9	2.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	EVTANQ	MM	2.0	2.8	3.0	3.7	3.3	3.7	N/D	3.9	4.1	2.9	1.9	1.9	3.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	EVTANQ	MM	1.9	2.9	3.8	3.7	4.0	N/D	N/D	3.6	3.1	N/D	N/D	N/D	3.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	EVTANQ	MM	2.3	2.7	3.6	4.2	4.0	2.9	3.2	3.5	3.5	2.8	1.7	1.5	3.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	EVTANQ	MM	1.9	3.1	3.2	4.4	N/D	3.8	4.2	3.2	3.5	2.7	1.4	2.3	3.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	EVTANQ	MM	2.1	3.1	3.6	4.3	4.6	3.4	3.5	4.1	3.4	1.6	2.0	2.1	3.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	EVTANQ	MM	2.0	2.5	3.8	4.4	4.0	3.9	4.1	3.2	3.7	3.2	2.1	2.5	3.3
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	EVTANQ	MM	2.2	2.9	4.0	5.1	4.7	3.9	3.8	3.3	3.5	2.2	2.1	2.5	3.4
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	EVTANQ	MM	2.7	3.6	3.0	5.0	4.9	3.5	3.2	3.7	3.3	2.6	2.1	1.7	3.3
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	EVTANQ	MM	1.9	2.3	3.8	4.5	4.0	4.0	N/D	4.1	3.3	2.7	1.8	2.4	3.2
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	EVTANQ	MM	1.8	3.2	3.0	4.6	4.3	3.5	3.5	3.1	3.0	2.7	2.5	1.7	3.4
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	EVTANQ	MM	1.8	2.7	4.0	5.5	3.1	3.5	4.1	4.1	3.3	2.4	1.6	1.7	3.1
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	EVTANQ	MM	1.4	2.2	3.1	4.6	4.6	3.7	4.0	4.3	3.4	2.8	2.0	2.8	3.4
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	EVTANQ	MM	2.1	1.8	3.6	4.6									3.4

INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y SERVICIOS CLIMATICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C. A.

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	1997	VVIENT	KM/HRA	0.6	N/D	N/D	1.6	1.3	2.1	1.9	2.0	2.0	1.6	1.3	1.6	1.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	1998	VVIENT	KM/HRA	1.2	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	N/D	3.5	2.0	2.0	1.4	1.8	2.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	1999	VVIENT	KM/HRA	1.5	2.3	2.6	3.0	2.5	1.5	2.1	1.5	1.3	1.5	2.0	3.1	2.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	VVIENT	KM/HRA	4.0	2.2	6.4	6.3	3.7	4.1	4.6	3.6	3.7	3.8	3.4	3.1	4.1
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	VVIENT	KM/HRA	3.9	4.8	5.4	5.2	4.9	5.4	4.2	4.0	4.0	3.9	3.7	2.5	4.6
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	VVIENT	KM/HRA	3.9	3.9	5.1	4.9	3.3	3.0	3.6	3.9	3.9	3.4	3.1	4.0	3.8
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	VVIENT	KM/HRA	2.9	4.7	4.9	4.6	3.7	7.4	7.0	ND	3.2	4.1	4.1	2.9	4.5
10108	COBAN	152800	902427	1323	2004	VVIENT	KM/HRA	3.5	4.3	5.3	4.9	4.4	5.9	N/D	5.2	4.1	3.2	2.0	3.0	4.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2005	VVIENT	KM/HRA	4.2	4.5	4.6	5.4	3.5	N/D	N/D	3.8	3.2	N/D	N/D	N/D	4.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	VVIENT	KM/HRA	4.3	5.8	6.3	5.8	5.9	3.3	4.9	5.7	4.6	4.4	4.6	3.8	5.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	VVIENT	KM/HRA	4.0	5.3	5.0	6.3	6.7	5.3	5.5	5.1	4.5	4.6	4.9	4.6	5.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	VVIENT	KM/HRA	4.8	4.5	5.8	5.2	6.7	5.5	5.7	5.5	5.2	4.8	4.6	4.0	5.2
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	VVIENT	KM/HRA	4.5	5.7	6.9	6.5	5.1	4.9	5.5	4.0	4.9	4.1	3.1	3.2	4.9
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	VVIENT	KM/HRA	4.1	3.0	5.9	6.3	5.7	5.6	5.8	5.2	5.4	3.5	4.3	5.7	5.0
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	VVIENT	KM/HRA	2.7	6.3	5.6	6.3	4.7	5.7	4.5	5.1	4.6	4.2	3.8	4.0	4.8
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	VVIENT	KM/HRA	4.5	3.9	6.3	6.5	5.4	5.4	N/D	5.9	4.5	N/D	2.9	6.2	5.2
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	VVIENT	KM/HRA	4.1	5.2	5.6	6.1	5.4	5.2	5.5	4.0	4.0	3.6	3.6	3.9	4.7
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	VVIENT	KM/HRA	3.9	5.1	5.9	5.9	5.3	5.9	6.4	6.0	5.0	4.8	3.8	4.1	5.2
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	VVIENT	KM/HRA	5.4	5.6	5.6	6.2	6.1	5.5	6.5	6.0	5.7	3.9	3.6	4.7	5.7
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	VVIENT	KM/HRA	ND	6.0	6.3	6.2									5.7

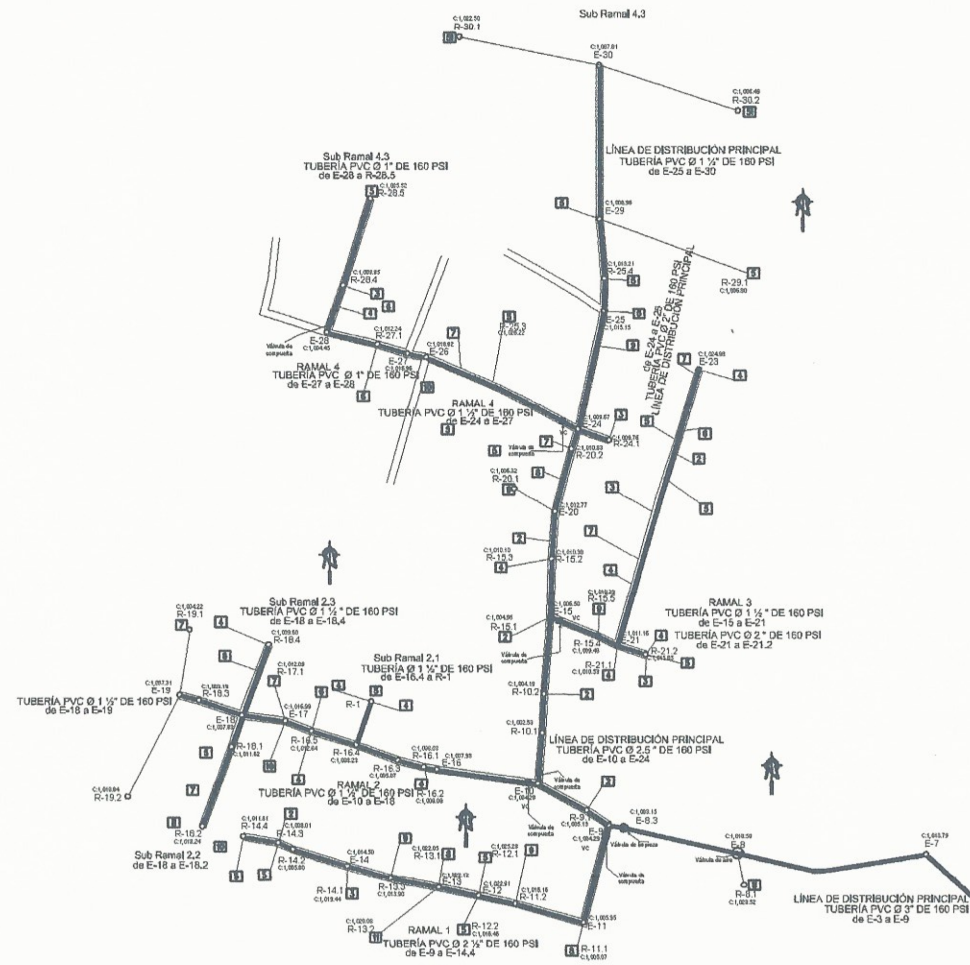
CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	DIMENS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
10108	COBAN	152800	902427	1323	2000	DIRVIE	GRADOS	E	N	N	N	E	E	E	E	N	N	NE	N	N
10108	COBAN	152800	902427	1323	2001	DIRVIE	GRADOS	N	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	VAR	NE	VAR	N	VAR	VAR	VAR
10108	COBAN	152800	902427	1323	2002	DIRVIE	GRADOC	VAR	VAR	E	VAR	E	VAR	E	E	SW	N	E	E	VAR
10108	COBAN	152800	902427	1323	2003	DIRVIE	GRADOC	E	VAR	N	E	N	NE	N	N/D	N	N	NE	N	N
10109	COBAN	152800	902427	1323	2004	DIRVIE	GRADOC	N	N	VAR	N	VAR	NE		E	E	E	E	E	E
10109	COBAN	152800	902427	1323	2005	DIRVIE	GRADOC	C	C	C	VAR	C	ND	N/D	C	C	N/D	ND	N/D	C
10108	COBAN	152800	902427	1323	2006	DIRVIE	GRADSE	NE	NE	E	NE	NE	NE	E	NE	C	C	E	VAR	NE
10108	COBAN	152800	902427	1323	2007	DIRVIE	GRADSE	C	VAR	W	E	C	C	VAR	C	ND	C	VAR	VAR	C
10108	COBAN	152800	902427	1323	2008	DIRVIE	GRADSE	C	C	NE	C	NE	C	VAR	C	VAR	C	C	E	C
10108	COBAN	152800	902427	1323	2009	DIRVIE	GRADSE	C	VAR	VAR	NE	C	VAR	NE	C	C	C	C	C	C
10108	COBAN	152800	902427	1323	2010	DIRVIE	GRADSE	C	C	E	VAR	C	E	E	E	C	C	NE	VAR	C
10108	COBAN	152800	902427	1323	2011	DIRVIE	GRADSE	C	VAR	E	VAR	N	VAR	N	N	C	C	C	C	C
10109	COBAN	152800	902427	1323	2012	DIRVIE	GRADSE	C	C	NE	VAR	C	C	ND	VAR	C	C	C	C	C
10109	COBAN	152800	902427	1323	2013	DIRVIE	GRADSE	C	C	C	VAR	VAR	C	E	N	VAR	E	E	E	C
10109	COBAN	15800	902427	1323	2014	DIRVIE	GRADSE	C	C	C	VAR	C	C	C	C	E	C	C	C	C
10109	COBAN	15800	902427	1323	2015	DIRVIE	GRADSE	E	C	C	E	C	E	NE	C	C	E	C	E	C
10109	COBAN	15800	902427	1323	2016	DIRVIE	GRADSE	ND	E	N	NE									C

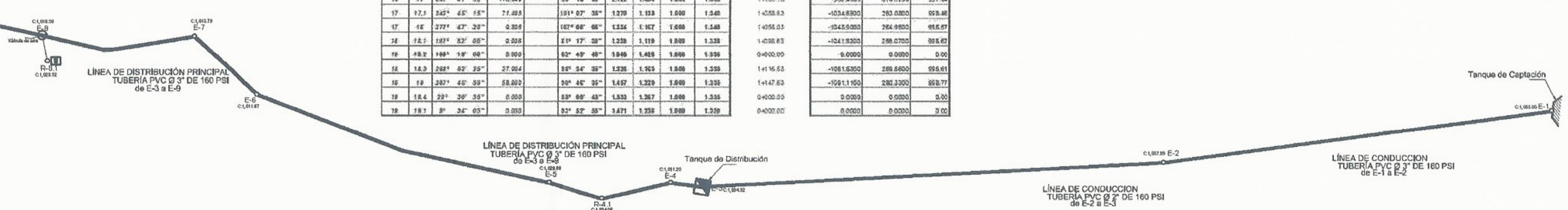
INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGÍA, VULCANOLOGÍA, METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS CLIMÁTICOS
INSIVUMEH
GUATEMALA, C. A.

DISEÑO LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD NACIMIENTO "TANCHI"														
Tramo		Cota terreno		Long.	Ø	Ø interno	Q	Hf	Vel.	C. P.	P. E.	P. D.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	plg	l/s	m	m/s	m.c.a.	m	m	Tubos	Trabajo
E-1	E-2	1055.00	1037.89	336.83	3	3.23	3.57	2.03	0.675611753	1052.97	17.11	15.09	59	160
E-2	E-3	1037.88638	1034.32	398.17	2	2.655	3.57	6.23	1.762147465	1046.74	20.68	12.42	70	160

DISEÑO LINEA DE DISTRIBUCIÓN TANCHI

Tramo		Cota terreno		Long.	No.	Qv	Qd	3.40	Ø teor.	Ø com.	Ø interno	Hf	Vel.	C. P.	P. E.	P. D.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	Viviendas	l/s	l/s		plg	plg	plg	m	m/s	m.c.a.	m	m	Tubos	Trabajo
E-3	E-9	1034.32	1004.29	702	2	0.042	0.08	3.49	2.12	3	3.23	3.85	0.66	1030.47	30.03	26.18	123	160.00
E-9	E-14.4	1004.29	1011.81	317	12	0.042	0.50	2.99	1.14	2.5	2.6500	0.12	0.84	1030.34	22.51	18.53	56	160.00
E-9	E-10	1004.29	1004.28	58	2	0.042	0.08	2.91	1.59	2.5	2.65	0.596	0.82	1029.75	30.04	25.47	11	160.00
E-10	E-18	1004.28	1007.83	214	8	0.042	0.33	2.57	1.05	1.5	1.754	0.30	1.65	1029.45	26.49	21.62	38	160.00
E-18	E-19	1007.83	1007.31	46	2	0.042	0.08	2.49	0.67	1.5	1.754	0.00	1.60	1029.44	27.01	22.13	9	250.00
E-18	E-18.2	1007.83	1018.24	83	2	0.042	0.08	2.49	0.41	1.5	1.754	0.01	1.60	1029.43	16.08	11.19	15	160.00
E-18	E-18.4	1007.83	1009.6	54	3	0.042	0.12	2.45	0.63	1.5	1.754	0.01	1.57	1029.42	24.72	19.82	10	160.00
E-10	E-15	1004.28	1006.5	118	1	0.042	0.04	2.86	2.33	2.5	2.655	0.00	0.80	1029.42	27.82	22.92	21	160.00
E-15	E-21	1006.5	1011.16	51	2	0.042	0.08	2.78	1.66	1.5	1.754	0.01	1.78	1029.42	23.16	18.26	9	160.00
E-21	E-21.2	1011.16	1015.85	22	4	0.042	0.17	2.62	1.37	2	2.193	0.00	1.07	1029.41	18.47	13.56	4	160.00
E-21	E-23	1011.16	1024.98	202	4	0.042	0.17	2.62	1.72	1.5	1.754	0.08	1.68	1029.34	9.34	18.18	36	160.00
E-15	E-24	1006.5	1009.67	134	7	0.042	0.29	2.33	2.05	2.5	2.655	0.90	0.65	1028.43	24.65	18.76	24	160.00
E-24	E-24.1	1009.67	1009.76	24	2	0.042	0.08	2.24	0.84	2	2.193	0.00	0.92	1028.43	24.56	18.67	5	250.00
E-24	E-26	1009.67	1018.82	118	5	0.042	0.21	2.03	1.53	1.5	1.754	0.07	1.31	1028.36	15.50	18.69	21	160.00
E-26	E-26.3	1018.82	1015.07	92	3	0.042	0.12	1.91	0.60	1	1.195	0.13	2.64	1028.23	19.25	13.16	17	160.00
E-26	E-27	1018.82	1016.96	14	1	0.042	0.04	1.87	1.32	1.5	1.754	0.00	1.20	1028.23	17.36	11.27	3	160.00
E-27	E-27.1	1016.96	1024.61	73	1	0.042	0.04	1.83	1.38	1	1.195	0.01	2.53	1028.21	9.71	11.25	13	160.00
E-27	E-28	1016.96	1004.45	59	1	0.042	0.04	1.79	1.18	1	1.195	0.01	2.47	1028.20	29.87	23.75	11	160.00
E-28	E-28.5	1004.45	1005.52	99	7	0.042	0.29	1.49	1.09	1	1.195	0.69	2.07	1027.51	28.80	21.99	18	160.00
E-28	E.28.3	1004.45	1019.1	99	2	0.042	0.08	1.41	1.16	1	1.195	0.07	1.95	1027.44	15.22	22.99	18	160.00
E-24	E-25	1009.67	1015.15	85	0	0.042	0.00	1.41	1.38	2	2.193	0.58	0.58	1026.86	19.17	11.71	15	160.00
E-25	E-25.2	1015.15	1026.22	54	6	0.042	0.25	1.16	1.01	1.5	1.754	0.04	0.75	1026.82	8.10	11.67	10	160.00
E-25	E-30	1015.15	1007.81	173	7	0.042	0.29	0.87	1.25	1.5	1.754	1.43	0.56	1025.39	26.51	17.58	31	160.00





Est.	P.O.	AZIMUT	D.H. METROS	D	VERTICAL	LECTURA DE HILOS LI	LM	LS	HI	caminamientos	COORD. TOTALES CX	CY	COTA
	01												
0	1	0° 00' 00"	0.000		0° 00' 00"	0.000	0.000	0.000	0.000	0+000.00	0.0000	0.0000	1000.00
1	1.1	224° 34' 35"	13.351	7.049	102° 37' 25"	1.140	1.070	1.000	1.435	0+213.35	-13.2800	1.0800	997.38
1	1.2	285° 36' 35"	46.448	19.378	86° 47' 05"	1.435	1.363	1.000	1.435	0+248.45	-56.6800	12.9500	1002.91
1	2	286° 34' 15"	121.857	8.622	79° 48' 35"	2.296	1.649	1.000	1.435	0+121.86	-118.5100	38.8100	1033.91
2	2	286° 03' 35"	43.030		85° 35' 15"	1.442	1.221	1.000	1.245	0+159.30	-154.9800	59.1100	1024.32
3	3.1	275° 07' 45"	23.875	6.070	95° 56' 55"	1.838	1.325	1.000	1.329	0+029.67	-216.6000	63.8200	1023.32
3	3.2	156° 52' 05"	5.190		93° 41' 20"	1.052	0.000	1.000	1.329	0+170.95	-152.9600	53.3700	1034.76
3	3.3	72° 18' 13"	0.102		90° 51' 35"	1.000	0.000	1.000	1.329	0+171.95	-149.1100	39.9800	1034.72
3	3.4	353° 29' 49"	5.760		101° 46' 16"	1.000	0.000	1.000	1.329	0+171.55	-157.5500	63.2600	1034.44
3	3.5	229° 04' 05"	3.516		103° 30' 15"	1.000	0.000	1.000	1.329	0+172.31	-160.5700	54.7600	1034.06
3	4	278° 31' 20"	120.551		93° 26' 40"	2.470	1.900	1.200	1.329	0+292.45	-260.2900	76.5100	1021.73
4	4.1	250° 53' 40"	51.170		90° 35' 45"	1.620	1.310	1.000	1.302	0+343.62	-339.8700	82.6400	1014.60
4	5	270° 09' 25"	104.989		90° 35' 45"	2.050	1.525	1.000	1.302	0+397.44	-385.2800	76.5200	1020.42
5	5.1	262° 17' 05"	89.665		104° 52' 00"	1.800	1.400	1.000	1.300	0+467.10	-472.9000	95.6000	996.43
5	5.2	262° 17' 05"	170.563		102° 15' 30"	2.158	1.579	1.000	1.300	0+502.02	-493.3300	100.0500	996.12
5	5.3	262° 15' 18"	130.325		90° 09' 55"	2.330	1.665	1.000	1.300	0+627.76	-512.8500	104.1100	1001.38
5	6	286° 45' 15"	204.378		93° 43' 15"	3.094	2.327	1.000	1.300	0+661.71	-638.3400	152.7000	1002.20
6	6.1	314° 03' 35"	16.535		104° 51' 00"	1.301	0.000	1.000	1.318	0+620.55	-651.8800	165.8000	998.64
6	6.2	314° 05' 20"	26.409		100° 37' 00"	1.294	1.147	1.000	1.318	0+690.11	-658.7500	172.4500	997.05
6	7	313° 10' 00"	73.035		93° 12' 45"	1.740	1.370	1.000	1.318	0+735.85	-692.2800	203.2800	1004.33
7	7.1	280° 41' 15"	69.507		94° 49' 00"	2.700	2.050	2.000	1.274	0+805.16	-760.6500	192.0300	997.42
7	7.2	281° 37' 55"	78.732		94° 54' 20"	1.732	1.396	1.000	1.274	0+814.38	-779.1500	191.6200	996.16
7	8	270° 38' 55"	131.759		97° 45' 16"	2.320	1.660	1.000	1.274	0+867.46	-834.0300	204.5100	1009.11
8	8.1	166° 51' 55"	23.274		78° 52' 25"	1.242	1.121	1.000	1.345	0+890.72	-819.5500	181.5800	1014.05
8	8.2	262° 35' 20"	122.624		102° 20' 35"	2.300	1.647	1.000	1.345	0+929.37	-944.1300	232.9500	979.31
8	8.3	282° 25' 20"	81.820		101° 03' 33"	1.198	0.723	0.302	1.345	0+949.31	-903.9900	222.1300	993.68
8	9	282° 15' 00"	92.488		93° 35' 06"	2.140	1.673	1.200	1.345	0+939.34	-914.4300	224.1300	994.82
9	9.1	302° 56' 55"	0.000		88° 13' 35"	1.182	1.091	1.000	1.365	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
9	10	309° 03' 45"	18.182		90° 05' 25"	1.372	1.286	1.000	1.365	0+978.12	-929.5000	234.3000	995.65
9	11	186° 07' 48"	57.300		89° 03' 55"	1.706	1.350	1.000	1.385	1+017.14	-963.9400	252.7800	994.81
11	11.1	195° 25' 03"	79.583		91° 44' 40"	1.108	1.004	1.000	1.315	1+030.82	-931.8600	159.6800	995.82
11	11.2	285° 35' 56"	16.784		77° 45' 26"	1.520	1.260	1.000	1.315	1+047.30	-936.1200	139.8000	995.60
11	12	284° 19' 48"	40.670		75° 57' 00"	1.602	1.406	1.000	1.315	1+080.19	-979.5300	166.9400	1005.70
12	12.1	11° 48' 00"	73.121		88° 02' 06"	1.248	1.122	1.000	1.331	1+106.64	-1006.4100	174.5200	1013.44
12	12.2	296° 55' 15"	24.118	5.387	106° 17' 19"	1.248	1.124	1.000	1.331	1+130.76	-1004.4700	198.1300	1015.77
12	13	261° 57' 30"	25.849		93° 06' 10"	1.284	1.142	1.000	1.331	1+129.49	-1015.7600	194.1500	1006.98
13	13.1	0° 14' 03"	0.000		86° 54' 25"	1.261	1.161	1.000	1.300	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
13	13.2	232° 11' 15"	28.305		93° 13' 05"	0.807	0.554	0.300	1.300	1+135.01	-1033.1600	180.4000	1012.66
13	13.3	289° 49' 35"	0.000		103° 48' 20"	1.362	1.131	1.000	1.300	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
13	14	263° 07' 45"	20.095		56° 39' 38"	1.663	1.332	1.000	1.300	1+156.10	-1030.2800	200.2900	1012.69
14	14.1	182° 31' 38"	0.000		73° 17' 48"	1.170	1.085	1.000	1.340	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
14	14.2	287° 11' 15"	50.540		102° 30' 20"	1.418	1.205	1.000	1.340	1+185.55	-1075.0900	149.4100	1010.61
14	14.3	288° 48' 25"	34.130		97° 15' 40"	1.820	1.260	1.000	1.340	1+169.14	-1066.6900	188.8100	1004.44
14	14.4	295° 00' 00"	65.408		92° 00' 00"	1.760	1.380	1.000	1.340	1+200.41	-1096.6600	195.2600	1005.04
10	10.1	4° 45' 15"	15.904		93° 04' 00"	1.366	1.180	1.000	1.355	1+216.01	-1097.5600	179.6800	1009.97
10	10.2	5° 59' 58"	30.039		90° 07' 00"	1.632	1.316	1.000	1.555	1+240.25	-1134.9200	207.0500	998.33
10	16	4° 08' 58"	61.159		89° 48' 25"	2.191	1.600	1.000	1.355	1+231.87	-1145.2800	211.7200	999.64
10	16	278° 17' 05"	75.097		86° 55' 00"	1.517	1.555	1.200	1.355	1+276.32	-1169.6300	216.1600	1002.35
18	18.1	281° 37' 00"	0.000		91° 16' 15"	1.084	1.047	1.000	1.358	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
18	18.2	326° 28' 48"	0.000		88° 53' 06"	1.160	1.066	1.000	1.358	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
18	18.3	283° 25' 25"	0.000		95° 52' 19"	1.482	1.341	1.200	1.358	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
18	18.4	267° 00' 00"	35.887		89° 45' 48"	1.390	1.295	1.000	1.358	1+053.03	-980.9600	288.5600	993.07
18	18.5	287° 09' 05"	53.289		86° 52' 20"	1.520	1.460	1.000	1.358	1+080.34	-959.6400	315.6300	994.72
16	17	287° 47' 00"	118.040		85° 13' 05"	2.122	1.605	1.000	1.365	1+135.15	-955.4000	370.5200	997.04
17	17.1	343° 45' 15"	71.488		101° 07' 35"	1.270	1.155	1.000	1.340	1+058.83	-1034.6300	283.0800	998.46
17	18	277° 47' 20"	8.226		107° 08' 06"	1.234	1.167	1.000	1.340	1+098.03	-1043.5000	264.9500	995.57
18	18.1	182° 52' 05"	8.208		81° 17' 20"	1.238	1.110	1.000	1.338	1+098.83	-1041.5200	288.0700	995.62
18	18.2	106° 19' 00"	0.000		82° 45' 48"	1.040	1.405	1.000	1.336	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
18	18.3	265° 52' 25"	27.904		95° 34' 35"	1.525	1.165	1.000	1.335	1+116.53	-1061.6300	269.8600	995.61
18	19	287° 45' 55"	58.892		90° 46' 35"	1.457	1.229	1.000	1.335	1+147.63	-1091.1100	280.3300	998.77
19	19.4	29° 36' 35"	0.000		53° 08' 45"	1.533	1.267	1.000	1.335	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
19	19.1	9° 34' 05"	0.000		32° 52' 55"	1.471	1.236	1.000	1.320	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00

Est.	P.O.	AZIMUT	D.H. METROS	D	VERTICAL	LECTURA DE HILOS LI	LM	LS	HI	caminamientos	COORD. TOTALES CX	CY	COTA
15	15.3	206° 55' 45"	61.738		37° 24' 50"	1.380	1.400	1.000	1.320	1+150.38	-1122.3400	353.1300	1003.37
15	15.1	243° 42' 25"	111.981		93° 12' 40"	1.510	1.160	1.000	1.360	1+202.01	-1140.7900	297.1900	1007.53
15	15.2	1° 16' 25"	0.000		84° 51' 56"	1.410	1.205	1.000	1.350	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
15	15.2	310° 48' 35"	55.820		89° 44' 05"	1.476	1.236	1.000	1.358	1+226.01	-1146.4600	321.5300	1002.62
15	16	2° 45' 35"	0.000		84° 52' 05"	1.348	1.173	1.200	1.300	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
15	15.4	111° 34' 00"	30.945		85° 31' 40"	1.381	1.181	1.000	1.359	1+230.66	-1171.0100	301.2400	998.36
15	15.5	69° 41' 05"	23.352		94° 03' 30"	1.345	1.173	1.000	1.359	1+253.91	-1178.1700	279.0100	1002.16
15	21	112° 57' 05"	82.887		94° 51' 23"	1.511	1.288	1.000	1.350	1+315.22	-1196.3600	323.2300	1005.76
21	21.1	186° 12' 00"	37.878		92° 54' 30"	1.190	1.090	1.000	1.376	1+282.43	-1231.1700	311.5800	993.73
21	21.2	107° 55' 50"	0.000		78° 53' 06"	0.956	0.610	0.700	1.376	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
21	21.3	13° 36' 00"	0.000		89° 26' 25"	1.560	1.380	1.000	1.376	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
21	22	13° 34' 05"	45.032		79° 20' 48"	2.170	1.713	1.460	1.376	1+276.23	-1214.5200	315.7300	997.33
22	22.1	279° 08' 30"	0.000		101° 16' 40"	1.378	1.180	1.000	1.360	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
22	22.2	16° 10' 00"	53.245		85° 54' 50"	1.031	1.106	1.000	1.350	1+283.60	-1182.3600	351.1100	1005.14
22	22.3	17° 00' 22"	48.494		94° 12' 30"	1.042	1.421	1.000	1.360	1+323.13	-1227.5300	351.2400	991.72
22	22.4	18° 30' 35"	79.430		91° 29' 35"	2.060	1.530	1.000	1.368	1+355.05	-1250.6800	244.0000	1001.38
22	23	18° 50' 00"	0.000		89° 46' 15"	2.272	1.636	1.000	1.358	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
20	20.1	298° 24' 25"	0.000		101° 27' 20"	1.340	1.170	1.000	1.340	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
20	20.2	14° 43' 55"	0.000		92° 34' 40"	1.459	1.220	1.000	1.340	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
20	24	15° 35' 05"	30.858		85° 56' 00"	1.881	1.391	1.000	1.340	1+156.02	-883.1100	356.8400	995.50
24	24.1	108° 48' 40"	40.071		88° 20' 35"	1.203	1.117	1.000	1.350	1+175.88	-884.4600	411.1800	1000.84
24	25	12° 18' 05"	0.000		50° 14' 08"	1.852	1.425	1.000	1.350	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
24	24.2	280° 10' 05"	0.000		92° 36' 10"	1.451	1.225	1.000	1.350	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
24	24.3	287° 46' 50"	0.000		89° 41' 00"	1.615	1.300	1.000	1.350	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
24	24.4	290° 38' 00"	48.741		88° 53' 20"	1.813	1.407	1.000	1.350	1+181.93	-888.1600	406.8900	1000.54
24	28	289° 32' 18"	73.034		88° 20' 16"	2.166	1.655	1.000	1.358	1+209.12	-962.0600	444.2800	1006.56
26	26.1	190° 07' 49"	35.680		84° 01' 45"	1.210	1.105	1.000	1.305	1+171.07	-923.0300	367.3300	1000.31
28	26.2	185° 58' 55"	34.120		93° 38' 06"	1.432	1.236	1.000	1.305	1+169.31	-921.3300	372.4900	1000.77
28	26.3	185° 38' 35"	50.091		92° 25' 20"	1.632	1.161	0.700	1.305	1+105.88	-908.7800	359.6200	1001.68
26	27	230° 32' 33"	0.000		89° 04' 35"	1.135	1.000	1.000	1.305	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
27	27.1	287° 40' 00"	0.000		102° 34' 55"	1.233	1.117	1.000	1.357	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
27	28	284° 56' 00"	0.000		102° 09' 45"	1.610	1.305	1.000	1.357	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
27	27.2	21° 51' 00"	0.000		83° 51' 40"	1.220	1.110	1.000	1.357	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
27	27.3	29° 57' 48"	0.000		54° 03' 15"	1.534	1.167	0.800	1.357	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
28	28.1	287° 37' 00"	0.000		88° 08' 15"	0.766	0.533	0.300	1.385	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
28	28.2	319° 09' 15"	17.653		91° 51' 35"	1.545	1.273	1.000	1.385	1+203.83	-910.7200	332.7700	1001.07
28	28.3	231° 40' 25"	0.000		78° 52' 45"	1.700	1.390	1.000	1.385	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
28	28.4	19° 06' 00"	21.109		51° 58' 00"	1.360	1.175	1.000	1.385	1+207.07	-558.5100	344.0900	1006.59
28	28.5	17° 58' 26"	0.000		89° 32' 48"	1.488	0.994	0.500	1.385	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
25	25.1	302° 24' 20"	54.490		86° 02' 40"	1.210	1.105	1.000	1.360	1+310.35	-893.8300	402.9800	1010.96
25	25.2	300° 31' 05"	0.000		78° 21' 45"	1.556	1.270	1.000	1.360	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
25	25.3	301° 55' 35"	0.000		77° 09' 30"	2.086	1.643	1.200	1.360	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
25	25.4	1° 11' 40"	74.447		86° 26' 25"	1.232	1.116	1.000	1.360	1+263.32	-555.3800	422.2200	1015.07
25	29	337° 22' 09"	33.301		59° 25' 55"	1.603	1.327	1.000	1.369	1+295.91	-923.5300	427.7900	1008.13
29	29.1	110° 01' 20"	0.000		91° 01' 35"	2.180	1.550	1.000	1.361	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
29	30	330° 58' 10"	32.620		80° 30' 55"	2.056	1.540	1.000	1.361	1+292.94	-879.3000	483.8500	1011.30
30	30.1	281° 37' 05"	0.000		61° 32' 06"	2.020	1.510	1.000	1.362	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00
30	30.2	108° 08' 29"	0.000		38° 33' 50"	2.022	1.511	1.000	1.362	0+000.00	0.0000	0.0000	0.00

PLANTA GENERAL

DE E-1 A E-30

Esc: 1/5000

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

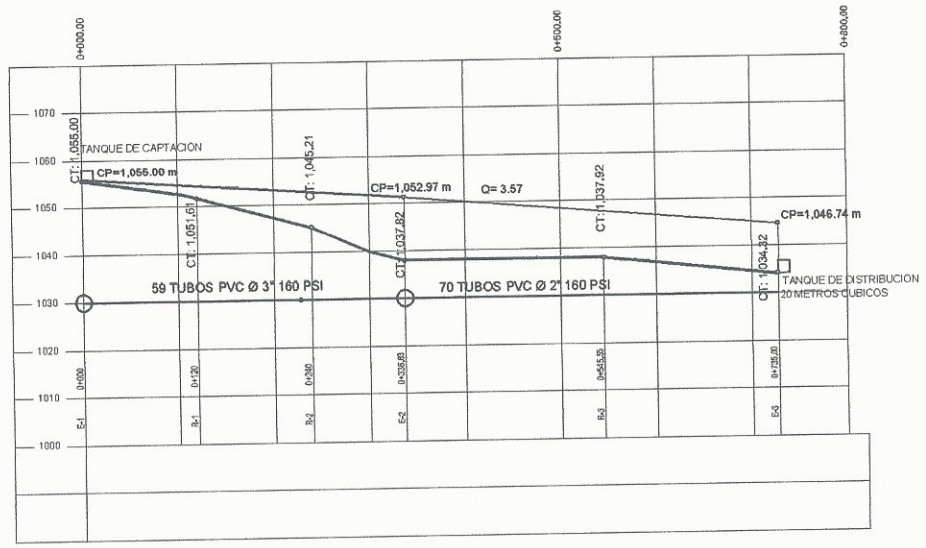
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE ALDEA TANCHI SAN PEDRO CARCHA ALTA VERAPAZ
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

DISEÑO	DIBUJO	ASESOR	VoBo.
CARLOS RICO	CARLOS ALEXANDER RICO LOPEZ	ING. SILVIO RODRÍGUEZ	

CONTENIDO: PLANTA GENERAL

HOJA No. 01/09



PERFIL RED DE CONDUCCION

DE E-1 A E-3

Esc: 1/7500

SIMBOLOGIA	
	CASA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION

PLANTA RED DE CONDUCCION

DE E-1 A E-3

Esc: 1/2500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silver Leyt Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA ALDEA TANCAJÁ SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.

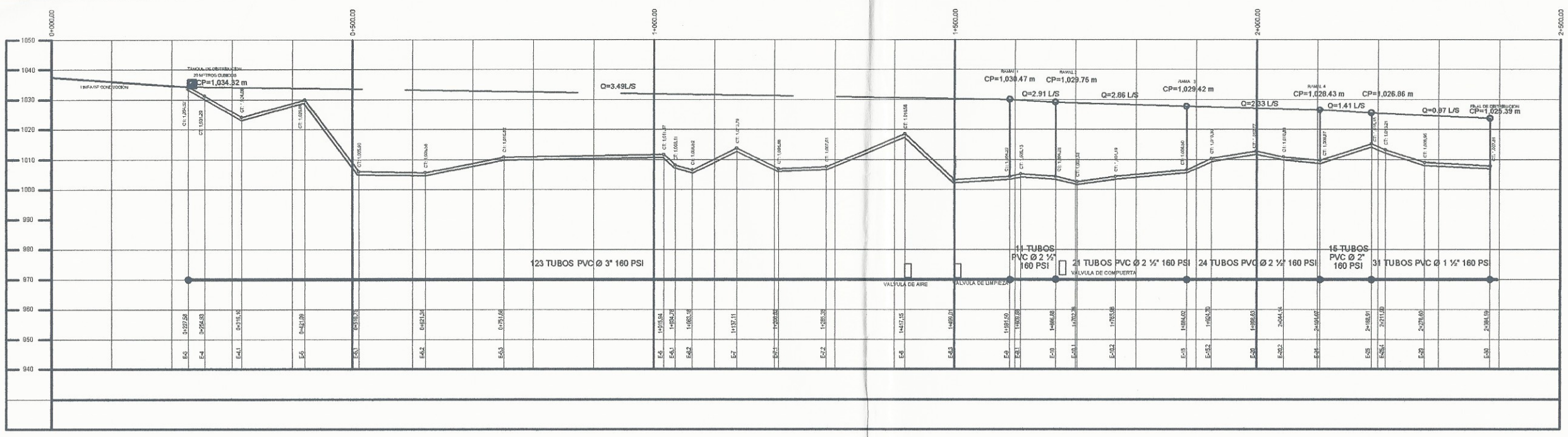
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

ESCALA: INDICADA
FECHA: JULIO DE 2009
MUNICIPIO: CARCHÁ, BVS

PROPIETARIO	DESARROLLO	DISEÑO	VÍA	APROBADO
CARLOS RICO	CARLOS MANUEL CHEPEN LOPEZ 2007-17303	ING. SILVIO BOCADELLI		

CONTENIDO: PLANTA/ PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN

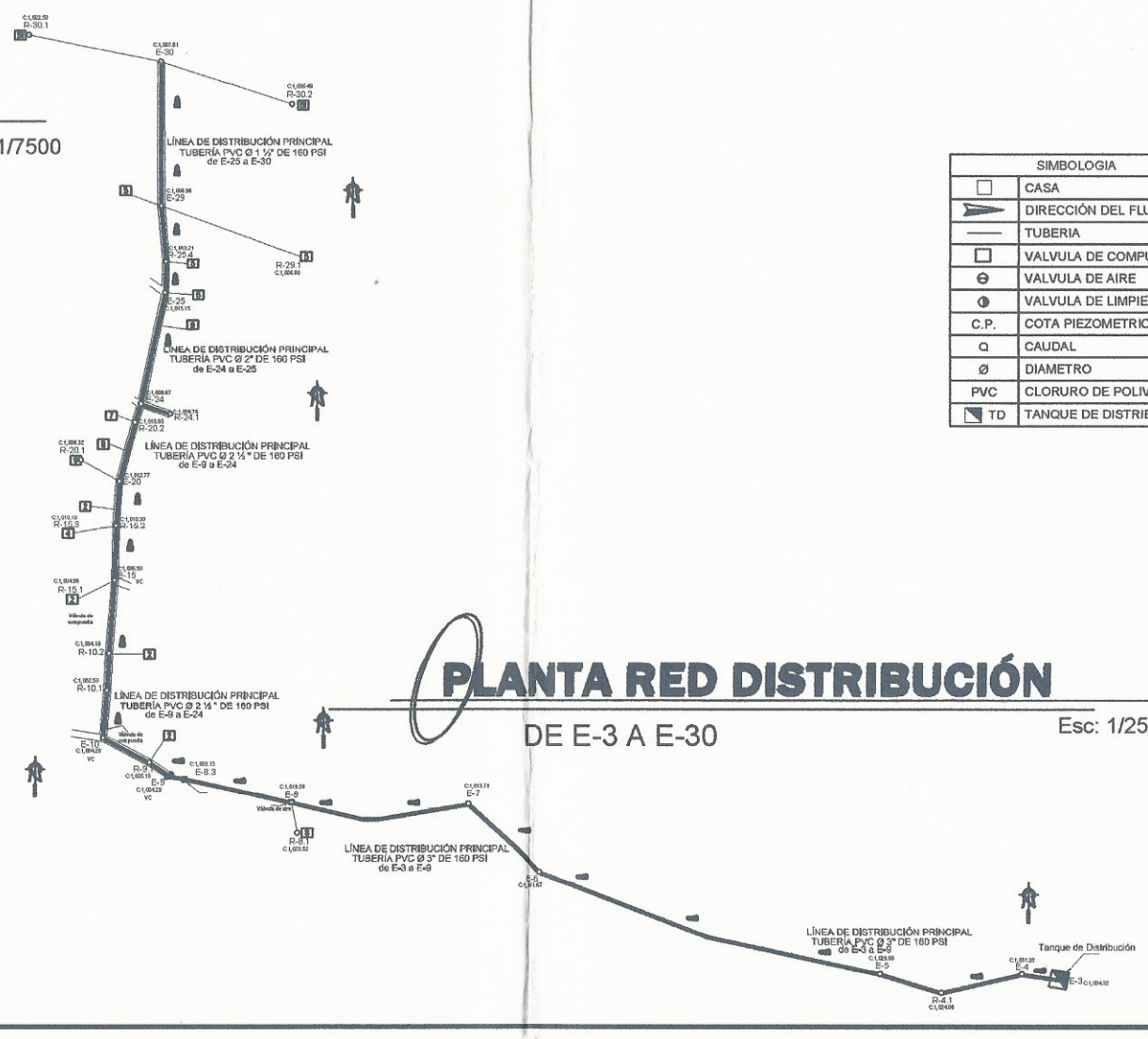
HOJA No. 02/09



PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-1 A E-3

Esc: 1/7500



PLANTA RED DISTRIBUCIÓN

DE E-3 A E-30

Esc: 1/2500

SIMBOLOGIA	
□	CASA
▶	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERIA
□	VALVULA DE COMPUERTA
⊖	VALVULA DE AIRE
◐	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

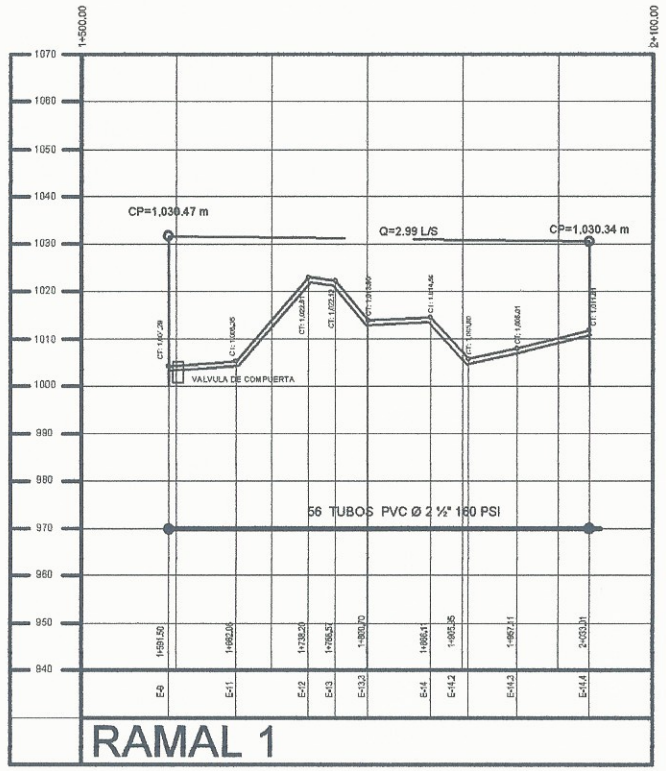
PROYECTO DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA TANGA SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.	ESCALA INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	FECHA JULIO 2008
	MES DE CONCLUSIÓN

DISEÑO	DESARROLLO	REVISÓ	ASESORÓ Y APROBÓ
CARLOS RICO	CARLOS ALBERTO DE LEÓN LÓPEZ 2007-17503	ING. SILVIO RODRÍGUEZ	
		V.B.	

CONTENIDO

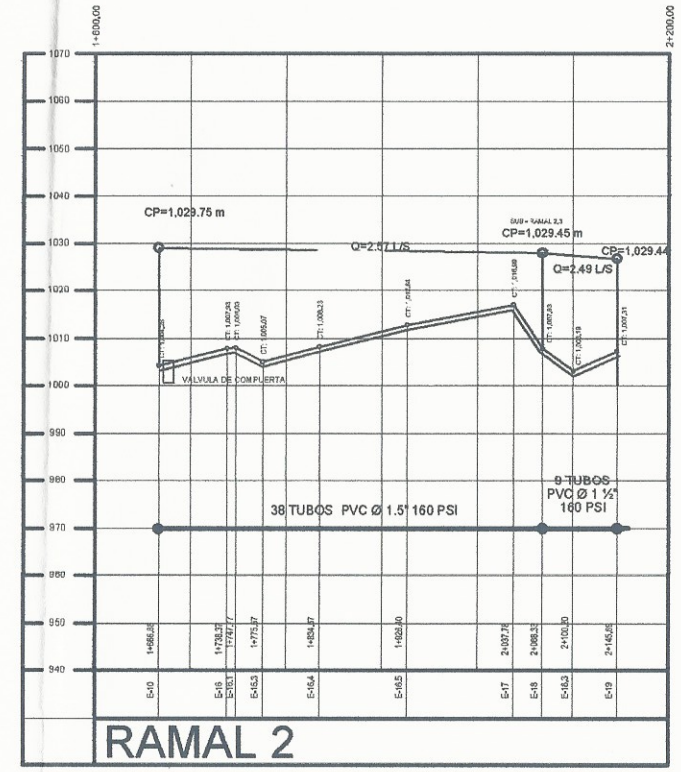
PLANTA/ PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

03/09



PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

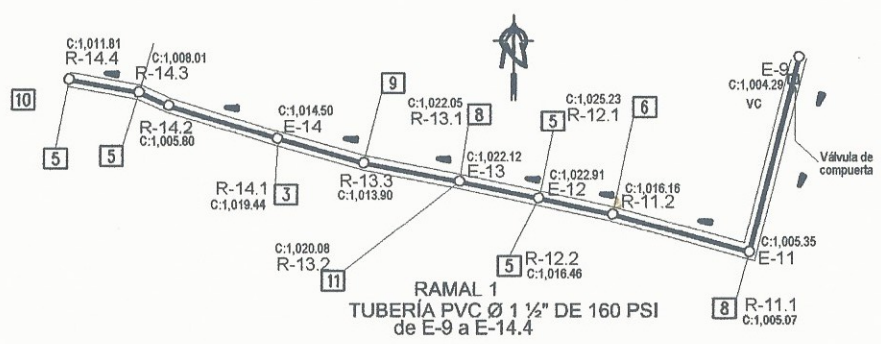
DE E-9 A E-14.4 Esc: 1/7500



PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

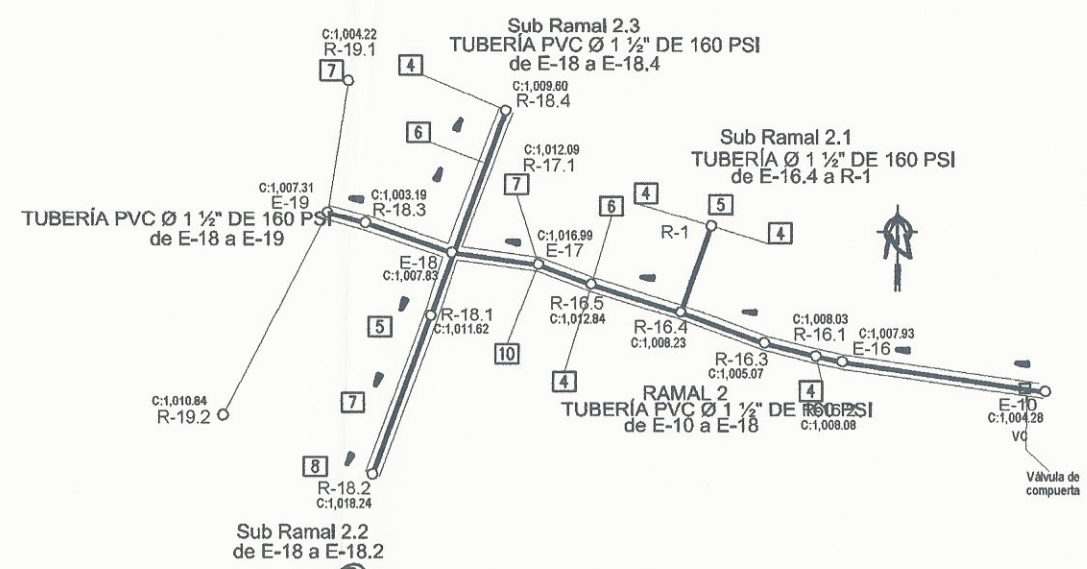
DE E-10 A E-19 Esc: 1/7500

SIMBOLOGIA	
	CASA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION



PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-9 A E-14.4 Esc: 1/2500



PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-10 A E-19 Esc: 1/2500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA ALDEA TANCAJÁ SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)

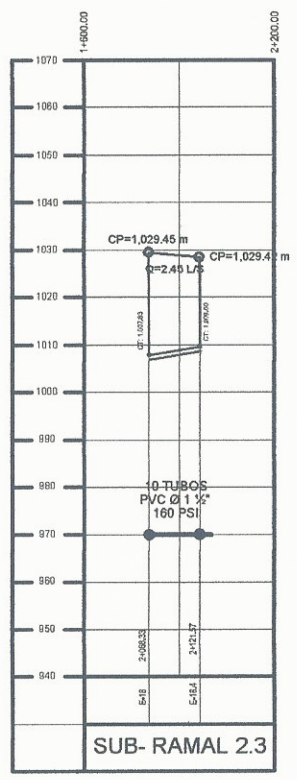
ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO DE 2009
PLANO: CARLOS RICO

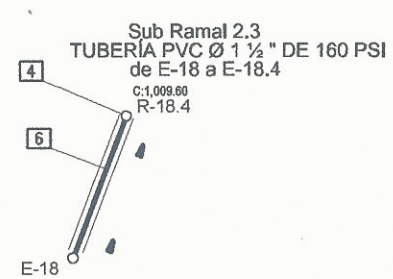
PLANO:	DESARROLLO	CÁLCULO	REVISÓ	APROBADO
CARLOS RICO	CARLOS MARIO GERARDO LÓPEZ ROSITO	ING. SILVIO RODRÍGUEZ		

CONTENIDO: PLANTA/ PERFIL RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 1 Y 2

HOJA No. 04/09

SIMBOLOGIA	
	CASA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION

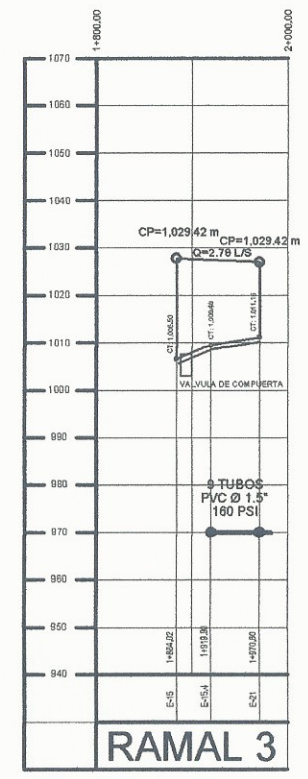


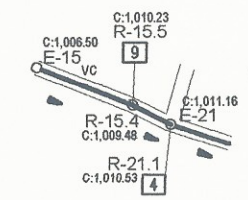


PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-18 A E-18.4

Esc: 1/2500





TUBERÍA PVC Ø 1 ½ " DE 160 PSI
de E-15 a E-21

PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-15 A E-21.1

Esc: 1/2500

PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-18 A E-18.4

Esc: 1/7500

PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-15 A E-21.1

Esc: 1/7500

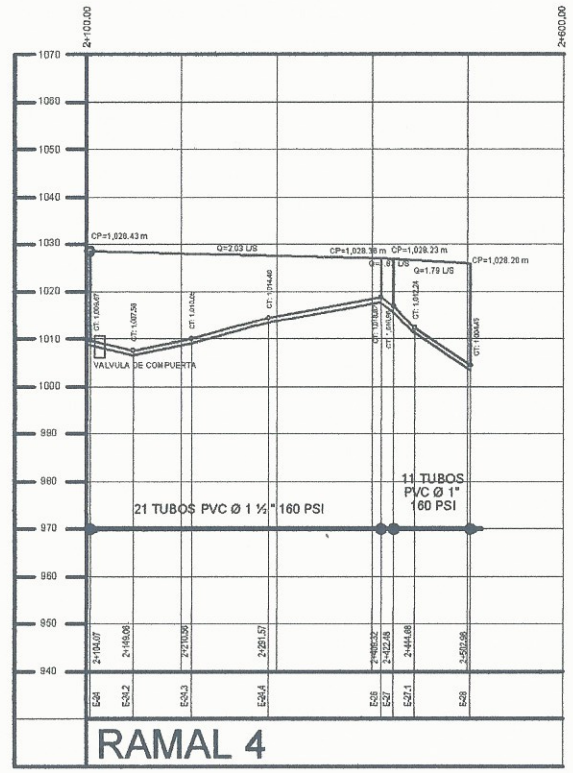
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

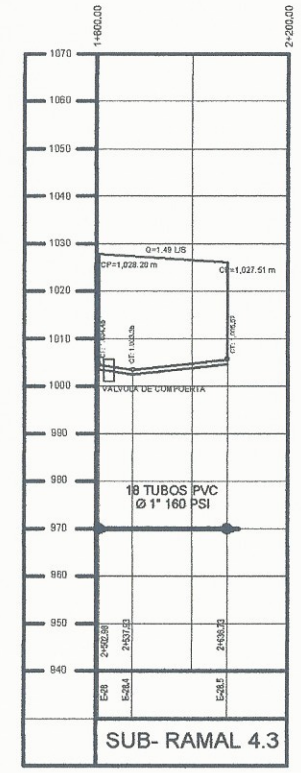
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA TANGAI SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.			ESCALA: INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)			FECHA: JULIO 2010
			DIBUJO: CARLOS RICO
DISEÑO	DESARROLLO	REVISÓ	VoBo. APROBADO
CARLOS RICO	CARLOS ALBERTO GERARDO LOPEZ 200715303	INGA. SILVIO 200315187	
		VoBo.	

CONTENIDO: PLANTA/ PERFIL RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 2.3 Y 3

05/09





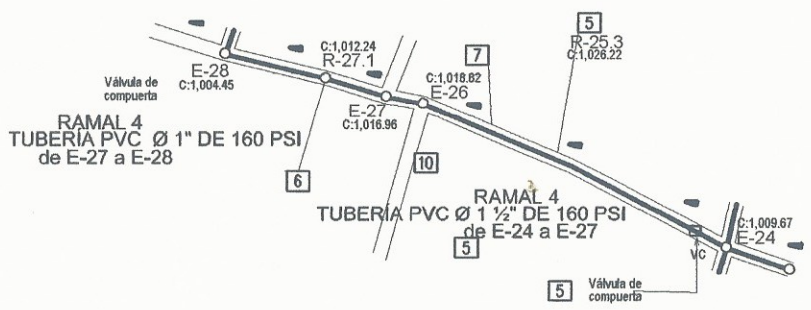
SIMBOLOGIA	
	CASA
	DIRECCIÓN DEL FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE COMPUERTA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
Q	CAUDAL
Ø	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION

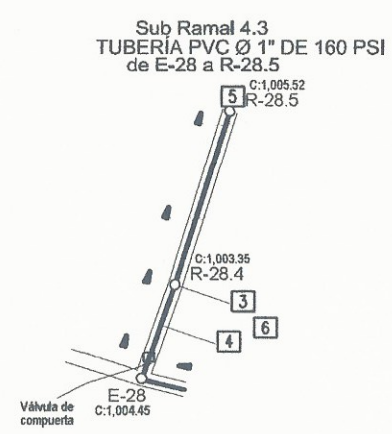
PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-24 A E-28 Esc: 1/7500

PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-28 A E-28.5 Esc: 1/7500





PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-24 A E-28 Esc: 1/2500

PERFIL RED DISTRIBUCIÓN

DE E-28 A E-28.5 Esc: 1/2500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

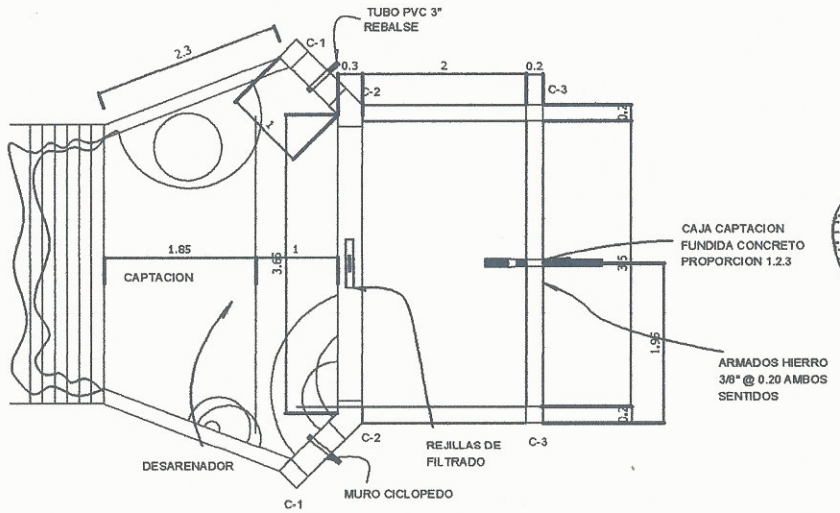
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA ALDEA TAMALSAN, PUERTO BARRIOS, ALTA VERAPAZ.	ESCALA: INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	FECHA: JULIO 2006
	REF.: CARLOS RICO

DIBUJO	DESARROLLO	REVISÓ	VOL.	PLANO
CARLOS RICO	CARLOS ALBERTO RICO LOPEZ 2003-17303	ING. SILVIO RODRIGUEZ		
		VOL.		

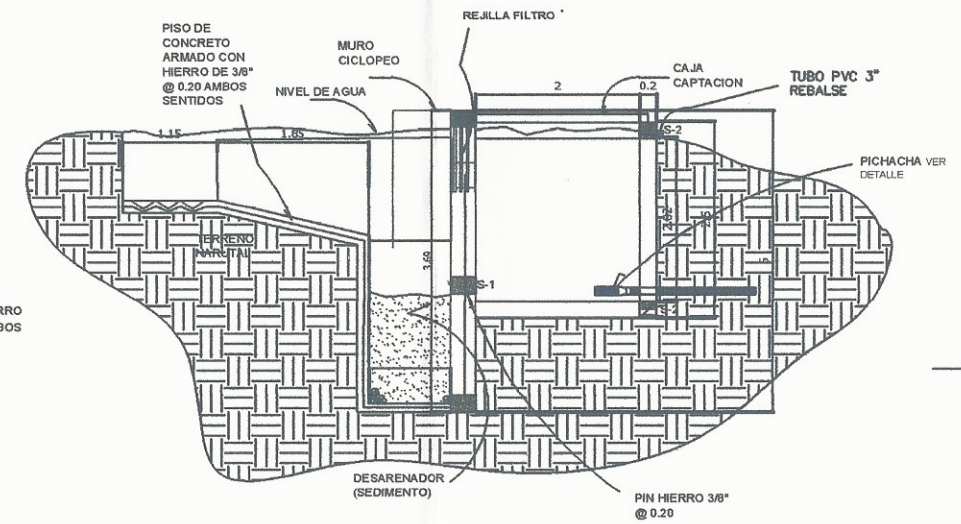
CONTENIDO: PLANTA/ PERFIL RED DISTRIBUCIÓN RAMAL 4 Y 4.3

HOJA No. 06/09



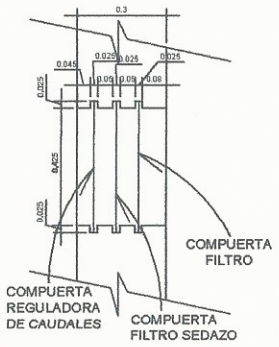
PLANTA CAPTACIÓN

SIN ESCALA



CORTE TRANSVERSAL

SIN ESCALA

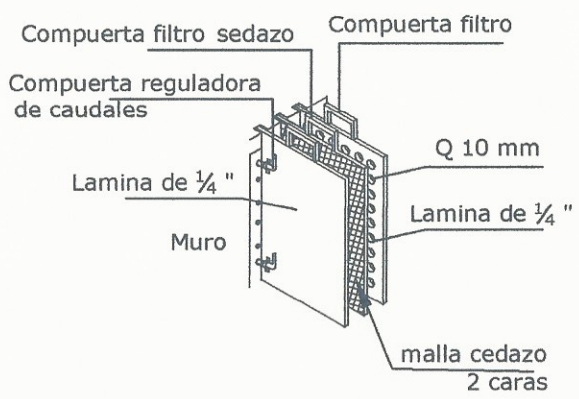


DETALLE DE FILTRO

SIN ESCALA

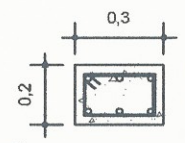
NOTA:

1. LA MAMPOSTERÍA SE HARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA: 33 % CONCRETO Y 67 % PIEDRA BOLA.
2. EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN DE 1/2".
3. LA CAJA SE REALIZARA EN LA PROPORCION DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN DE 1/2".
4. SE REPELLARA EL MURO CICLOPEDO Y CAJA CON MORTERO PROPORCION VOLUMEN 1:2, CEMENTO Y ARENA CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS Y ALIZADO INTERNO Y EXTERNO



DETALLE REJILLA FILTRO

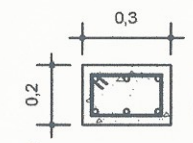
SIN ESCALA



6 No. 3 +EST.
No. 2 @ 0.15

DETALLE COLUMNA 1

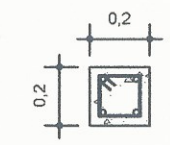
SIN ESCALA



6 No. 3 +EST.
No. 2 @ 0.15

DETALLE SOLERA 1

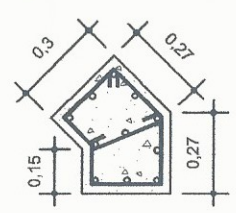
SIN ESCALA



4 No. 3 +EST.
No. 2 @ 0.15

DETALLE SOLERA 2

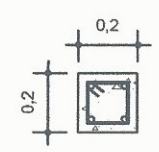
SIN ESCALA



11 No. 3 +EST.No.
2 @ 0.15 Y ESL.
No. 2 @ 0.15

DETALLE COLUMNA 2

SIN ESCALA



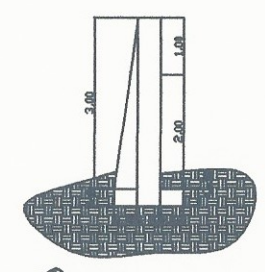
4 No. 3 +EST.
No. 2 @ 0.15

DETALLE COLUMNA 3

SIN ESCALA

TANQUE DE CAPTACIÓN

SIN ESCALA

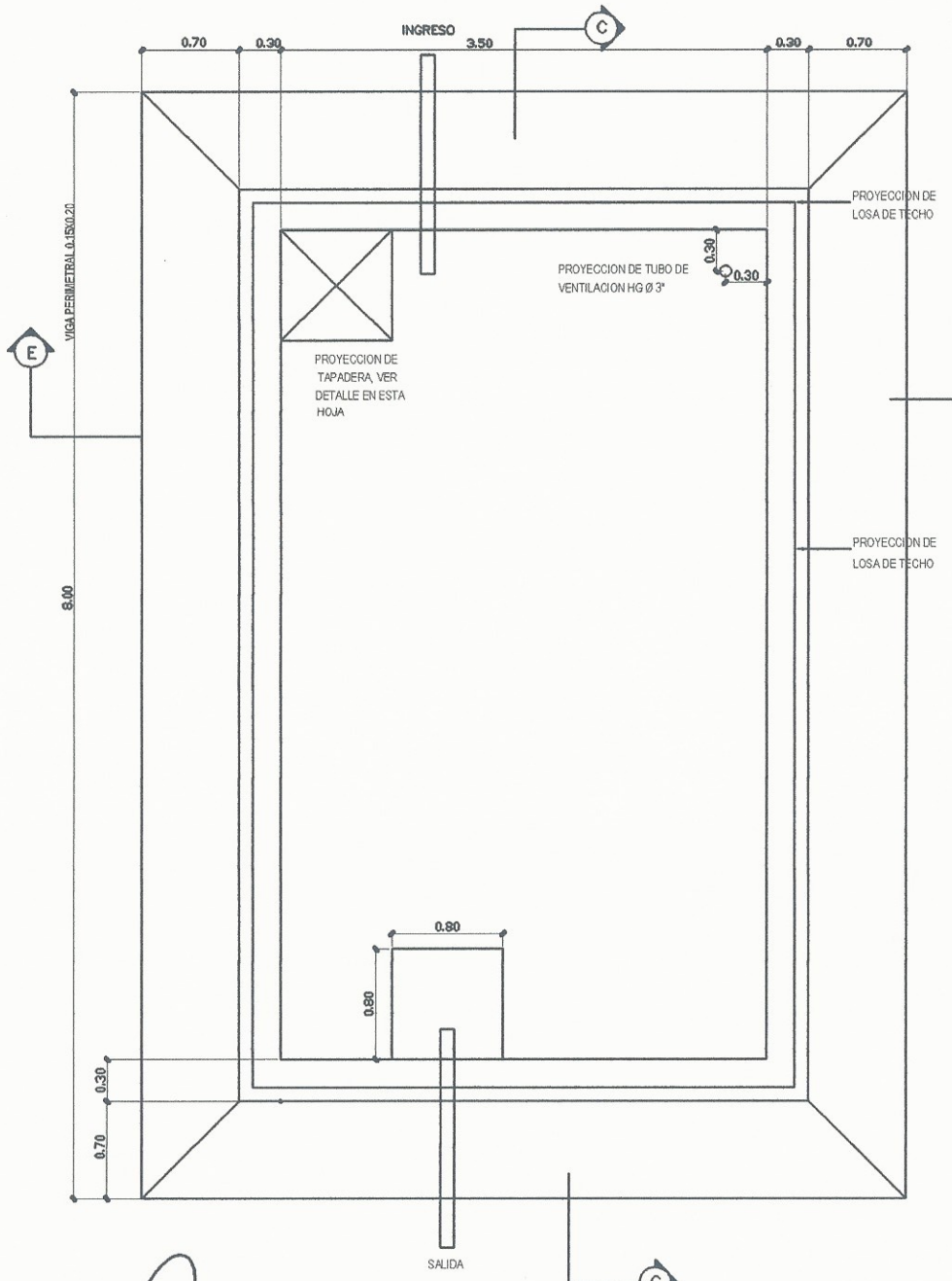


DETALLE MURO

SIN ESCALA

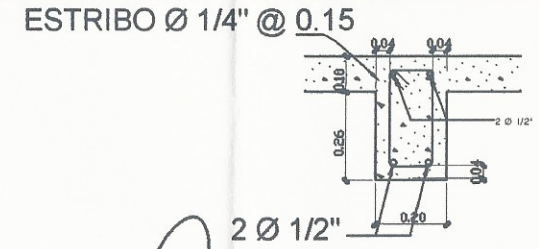
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
COESOP - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	
PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA ALDEA TANCAL SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ. EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	ESCALA: INDICADA FECHA: JULIO DE 2008 DIBUJO: CARLOS RICO
DIBUJO: CARLOS RICO DESARROLLO: CARLOS ALBERTO DE LEÓN LÓPEZ, 2007-17505 REVISÓ: ING. SILVIO RODRÍGUEZ APROBÓ: ING. NO. PLANO: 07/09	
CONTENIDO: DETALLES DE CAPTACIÓN	



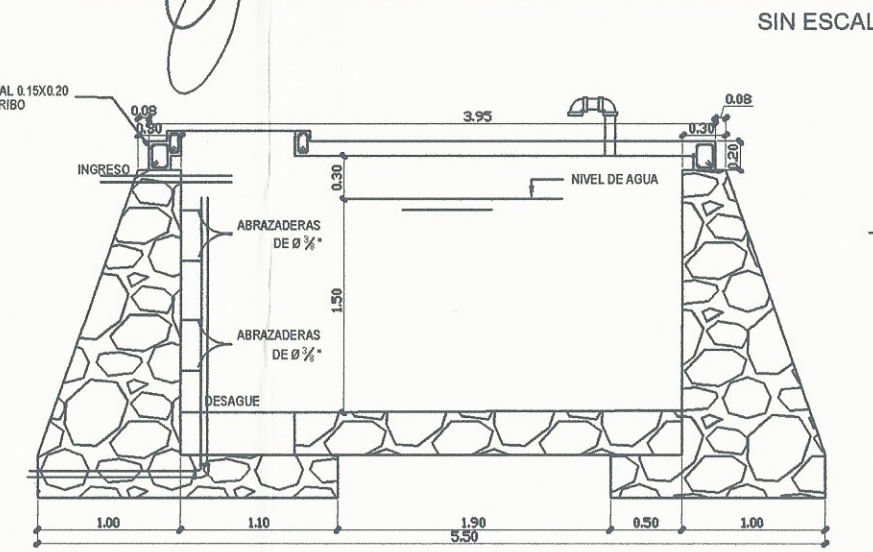
PLANTA DE TANQUE

SIN ESCALA



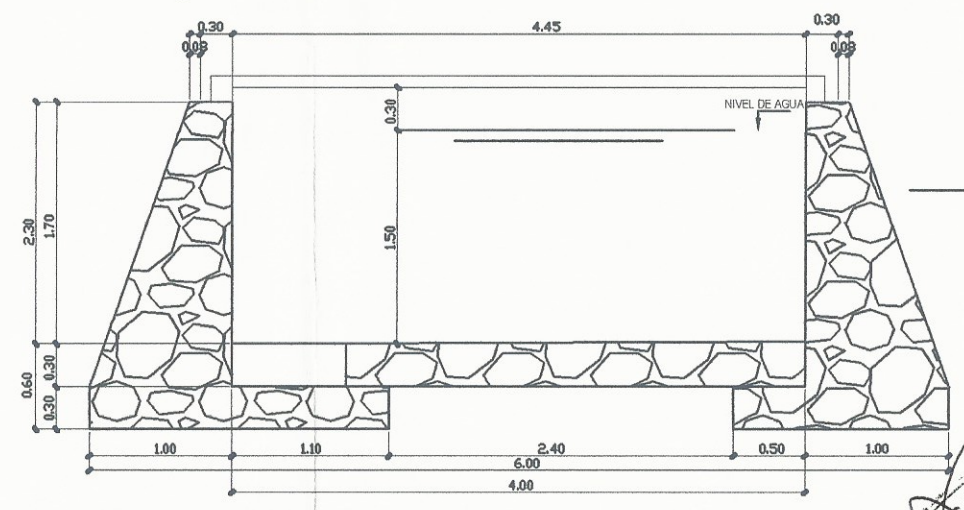
DETALLE DE VIGA

SIN ESCALA



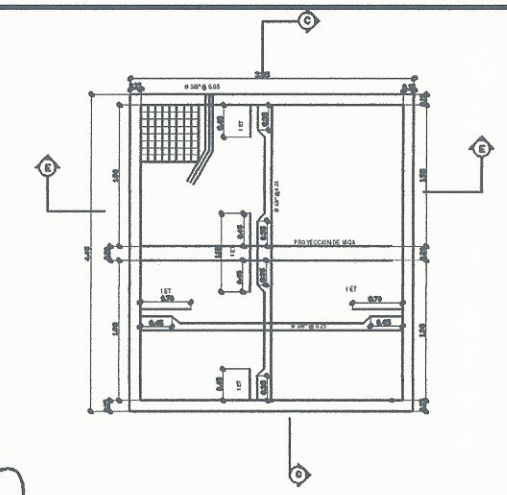
SECCION E-E

SIN ESCALA



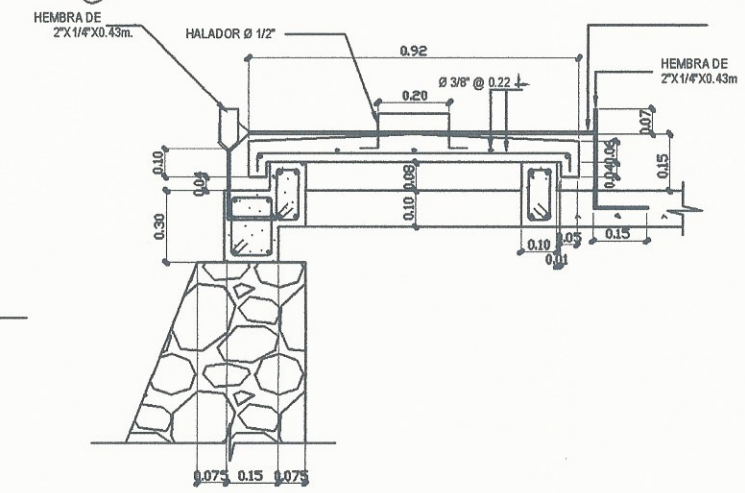
SECCION B-B

SIN ESCALA



PLANTA LOSA DE TECHO

SIN ESCALA



DETALLE DE TAPADERA

SIN ESCALA

NOTA:

1. LA MAMPOSTERÍA SE HARÁ DE LA SIGUIENTE MANERA: 33 % CONCRETO Y 67 % PIEDRA BOLA.
2. EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN DE 1/2".
3. EL CONCRETO SE HARA EN LA PROPORCION DE V OLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRIN DE 1/2".
4. SE REPELLARA EL MURO CICLOPEDO Y CON MORTERO PROPORCION VOLUMEN 1:2, CEMENTO Y ARENA CON UN RECUBRIMIENTO MINIMO DE 1.5 CMS Y ALIZADO INTERNO Y EXTERNO.
5. LA LOSA DEL TECHO TENDRA UN PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
6. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.

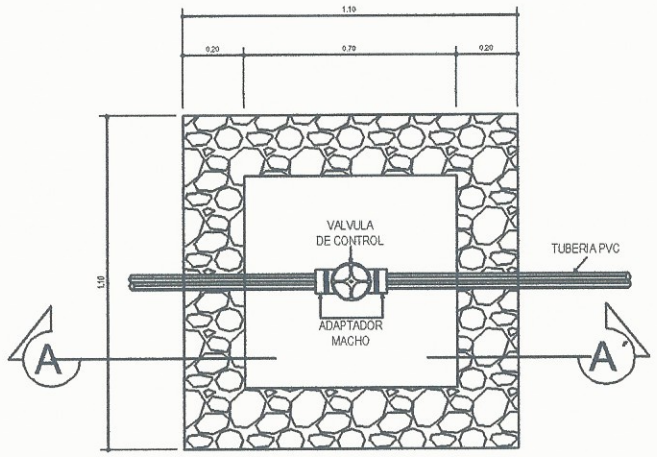
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA ALDEA TAXCAL, SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.	ESCALA: INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	FECHA: JULIO 2009
	PLANO: DETALLES

DISEÑO	DESARROLLO	REVISÓ	ACEPTÓ Y AUTORIZÓ
CARLOS RICO	CARLOS ALBERTO DE LEÓN LÓPEZ 2007-17303	INGA. SILVIA ROSANA GUZMÁN	

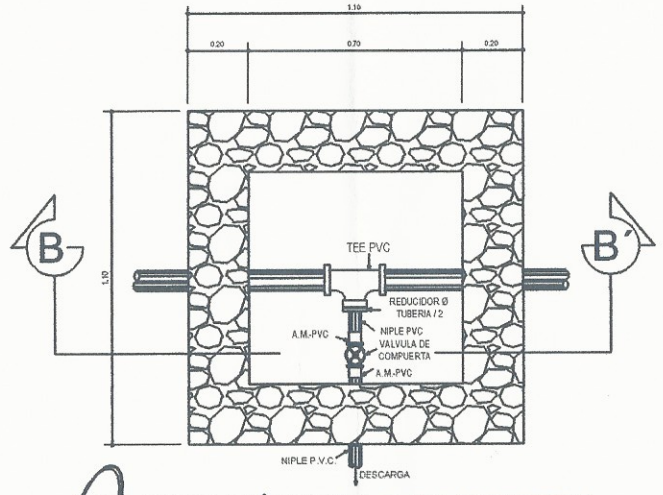
NOMBRE: DETALLES TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	HOJA No. 08/09

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería Civil y EPS
Facultad de Ingeniería



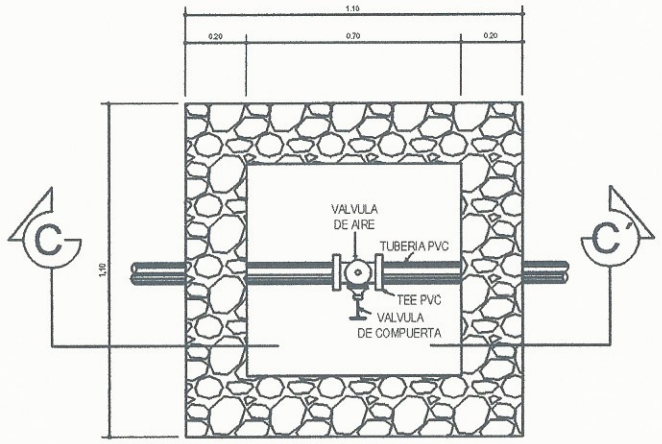
PLANTA VÁLVULA DE COMPUERTA

Esc: S/E



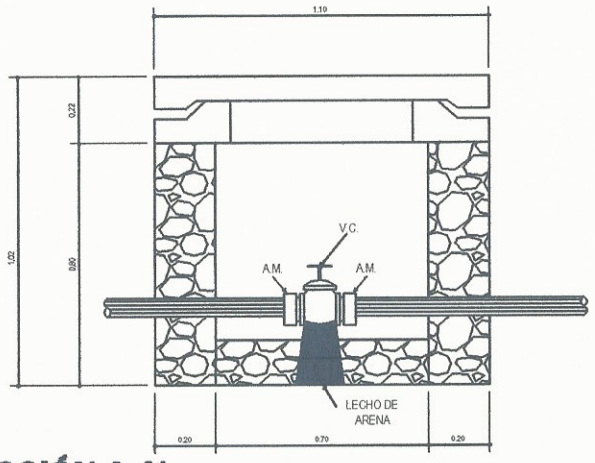
PLANTA VÁLVULA DE LIMPIEZA

Esc: S/E



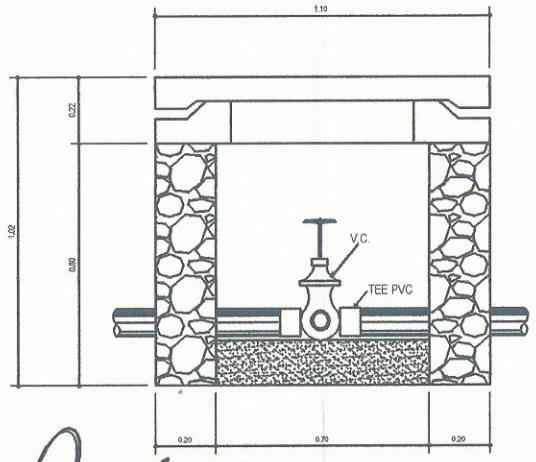
PLANTA VÁLVULA DE AIRE

Esc: S/E



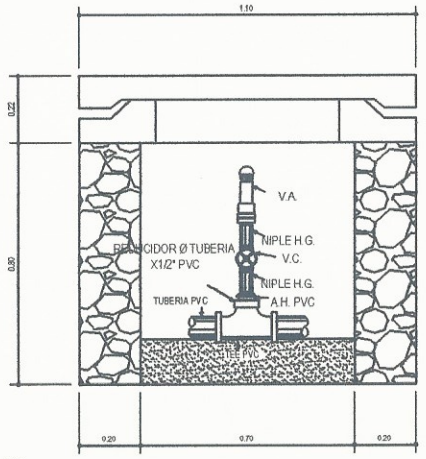
SECCIÓN A-A'
VÁLVULA DE COMPUERTA

Esc: S/E



SECCIÓN B-B'
VÁLVULA DE LIMPIEZA

Esc: S/E

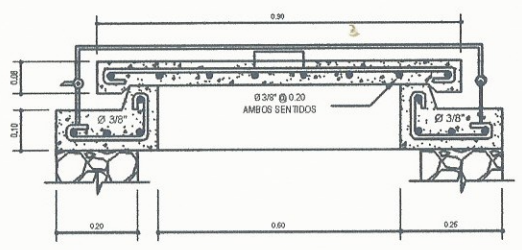


SECCIÓN C-C'
VÁLVULA DE AIRE

Esc: S/E

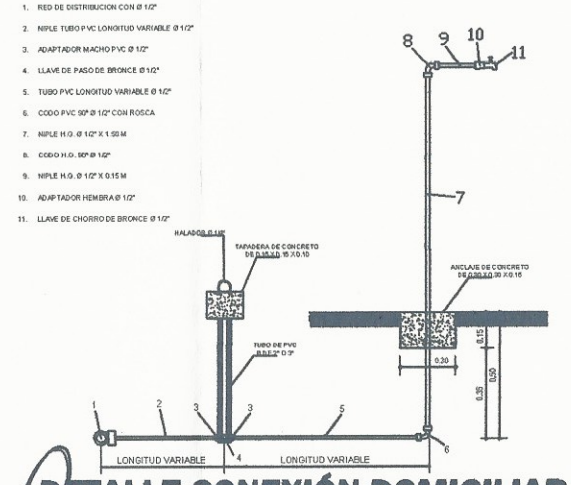
MATERIALES:

1. RED DE DISTRIBUCION CON Ø 1/2"
2. NIPLE TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
3. ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"
4. LLAVE DE PASO DE BRONCE Ø 1/2"
5. TUBO PVC LONGITUD VARIABLE Ø 1/2"
6. CODO PVC 90° Ø 1/2" CON ROSCA
7. NIPLE H.G. Ø 1/2" X 1.50 M
8. CODO H.G. 90° Ø 1/2"
9. NIPLE H.G. Ø 1/2" X 0.15 M
10. ADAPTADOR HEMBRA Ø 1/2"
11. LLAVE DE CHORRO DE BRONCE Ø 1/2"



DETALLE DE TAPADERA

Esc: S/E



DETALLE CONEXIÓN DOMICILIAR

Esc: S/E

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor - Supervisor de EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO: DISEÑO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A LA TANGA SAN PEDRO CARCHA, ALTA VERAPAZ.	ESCALA: INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (EPS)	FECHA: JUNIO DE 2008
	DIBUJO: CARLOS RICO

DIBUJO	DISEÑADO	ASESOR	VOBO.	PONDERADO
CARLOS RICO	CARLOS ALBERTO DE LEON LOPEZ 2007174309	ING. SILVIO RODRIGUEZ		
		VOBO.		

CONTENIDO: DETALLE VALVULAS COMPUERTA, LIMPIEZA Y AIRE.

HOJA No. 09/09

ANEXOS

Anexo 1. **Examen fisicoquímico y bacteriológico**

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

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 33 570 Nor. 2188 58530

INTERESADO	CARLOS ALEXANDER RICO LÓPEZ (CARNÉ No. 200714303)	PROYECTO:	EPS" SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, TANCHI CARCHA, ALTA VERAPAZ"
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DELA MUESTRA:	Tanchi, Carchá Alta Verapaz	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2014-08-25; 04 h30 min.
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2014-08-25; 09 h 05 min.
MUNICIPIO:	Carchá	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Sin refrigeración
DEPARTAMENTO:	Alta Verapaz		
SABOR:	-----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Clara	CLORO RESIDUAL	---
OLOR:	Inodora		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm^3	+ + + + +	+ + + + +	+ + + - +
01,00 cm^3	+ + + + +	+ + + + +	+ + - - -
00,10 cm^3	+ + + + +	+ + + + +	+ - - - -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm^3		> 1 600	26

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

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II. Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, filtración, desinfección). Según normas internacionales para Fuentes de Agua de la Organización Mundial de la Salud.

Guatemala, 2014-09-18

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

ZENON ANCH SANTOS
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria

FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http//cii.usac.edu.gt

Continuación del anexo 1.

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

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

O.T. No. 33 570 — INE No. 25 831 — **No. 2178**

INTERESADO:	CARLOS ALEXANDER RICO LÓPEZ, CARNÉ No. 200714303	PROYECTO:	EPS: "SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, TANCHI, CARCHÁ, ALTA VERAPAZ"
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Tanchi, Carchá Alta Verapaz	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2014-08-25; 04 h 30 min.
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2014-08-25; 09 h 05 min.
MUNICIPIO:	Carchá	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración
DEPARTAMENTO:	Alta Verapaz		

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	- -° C
2. COLOR:	02,00 Unidades	5. SABOR:	-------	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	180,80 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,92 UNT	6 potencial de Hidrógeno (pH) :	06,12 unidades		

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH_3)	00,14	6. CLORUROS (Cl^-)	16,00	11. SOLIDOS TOTALES	122, 00
2. NITRITOS ($NO2^-$)	00,020	7. FLUORUROS (F^-)	00,09	12. SOLIDOS VOLÁTILES	10,00
3. NITRATOS ($NO3^-$)	30,70	8. SULFATOS (SO^{-2}_4)	09,00	13. SOLIDOS FIJOS	112,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,04	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	00,023	10. DUREZA TOTAL	90,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	96,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	68,00	68,00

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde los puntos de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según Normas Internacionales para Fuentes de Agua de la Organización Mundial de la Salud.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010, SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-09-18

ZEBEN MUCH SANTOS
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO UNIFICADO DE QUIMICA Y MICROBIOLOGIA SANITARIA "ORA. ALBA TABARINI MOLINA" USAC GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DIRECTORA GUATEMALA, C. A.

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http//cii.usac.edu.gt

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.

Anexo 2. **Ensayos de laboratorio de suelos**

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

INFORME No. 020 S.S. O.T.: 34,268 **No. 2849**

Interesado: Carlos Alexander Rico López

Proyecto: EPS "Diseño de Carretera Hacia La Aldea Pocolá, Carchá, Alta Verapaz"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Carchá, Alta Verapaz

FECHA: lunes, 26 de enero de 2015

RESULTADOS:

ENSAYO No.	*MUESTRA No.*	*L.L. (%)*	*I.P. (%)*	*CLASIFICACION **	*DESCRIPCION DEL SUELO*
1	1	N.P.	N.P.	ML	Grava Angulosa con Arena Limosa Color Beige

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERÍA –USAC–
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http//cii.usac.edu.gt

Continuación del anexo 2.

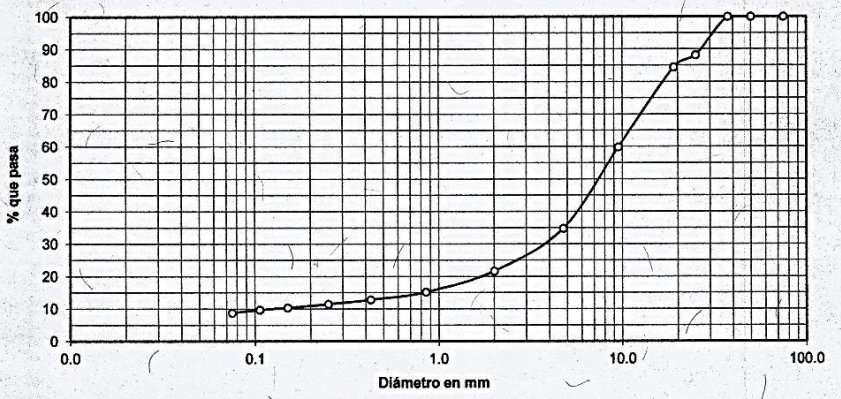
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 021 S.S. O.T. No. : 34,268 **No. 2850**

Interesado: Carlos Alexander Rico López
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo
Norma: ASTM D6913-04
Proyecto: EPS "Diseño de Carretera Hacia La Aldea Pocolá, Carchá, Alta Verapaz"
Ubicación: Carchá, Alta Verapaz
Fecha: lunes, 26 de enero de 2015

Análisis con Tamices:

Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	21.65
2"	50 mm	100.00	20	850 µm	15.18
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 µm	12.82
1"	25 mm	88.16	60	250 µm	11.45
3/4"	19.0 mm	84.42	100	150 µm	10.39
3/8"	9.5 mm	59.87	140	106 µm	9.68
4	4.75 mm	34.78	200	75 µm	8.78



Descripción del suelo: Grava Angulosa con Arena Limosa Color Beige

Clasificación: S.C.U.: GP-GM P.R.A.: A-1-a

% de Grava: 65.22 % de Arena: 26.01 % de finos: 8.78

D10: 0.15 mm D30: 3.90 mm D60: 9.50 mm

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http//cii.usac.edu.gt

Continuación del anexo 2.

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

INFORME No.: 022 S.S. **O.T. No.:** 34,268 **No.** 2851

EQUIVALENTE DE ARENA

INTERESADO: Carlos Alexander Rico López

PROYECTO: EPS "Diseño de Carretera Hacia La Aldea Pocolá, Carchá, Alta Verapaz"

UBICACIÓN: Carchá, Alta Verapaz

NORMA: AASHTO T-176

DESCRIPCION DEL SUELO: Grava Angulosa con Arena Limosa Color Beige

MUESTRA: 1

FECHA: lunes, 26 de enero de 2015

Lectura Arena	Lectura Arcilla		Lectura Arena	Lectura Arcilla	
2.7	4.6	58.7	2.6	4.4	59.1

E.A.

58.9

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado

Atentamente,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo. Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http//cii.usac.edu.gt

Continuación del anexo 2.

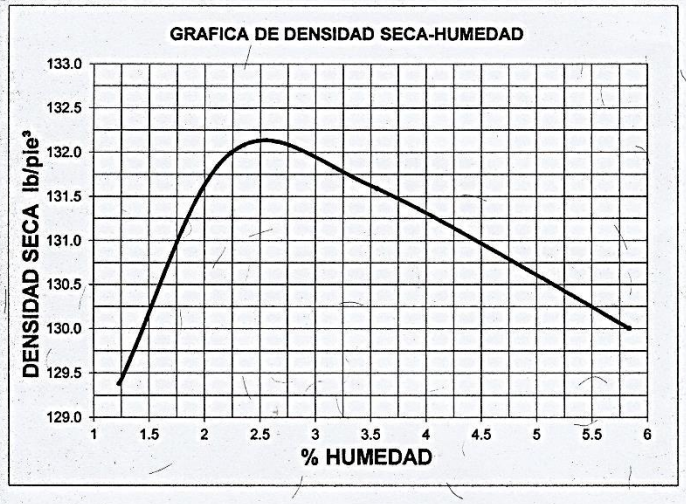
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 023 S.S. O.T.: 34,268 **No. 2852**

Interesado: Carlos Alexander Rico López
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.
Proyecto: EPS "Diseño de Carretera Hacia La Aldea Pocolá, Carchá, Alta Verapaz"

Proctor Estándar: ( ) Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180

Ubicación: Carchá, Alta Verapaz
Fecha: lunes, 26 de enero de 2015



Descripción del suelo: Grava Angulosa con Arena Limosa Color Beige
Densidad seca máxima γ_d: 2,116.56 Kg/m^3 132.12 lb/pie^3
Humedad óptima Hop.: 2.50 %

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http//cii.usac.edu.gt

Continuación del anexo 2.

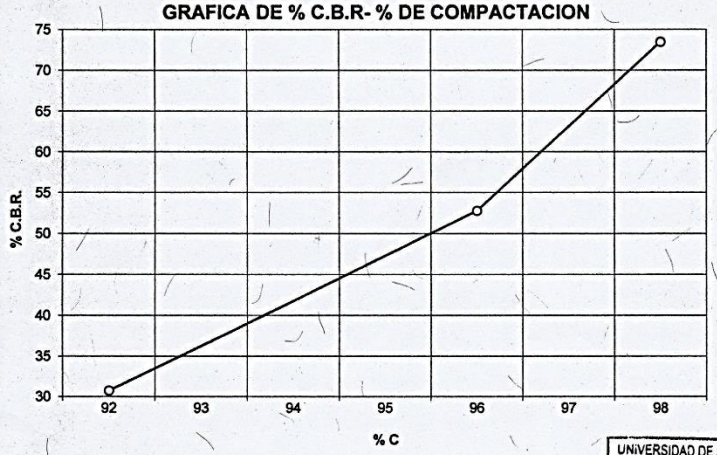
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

INFORME No. 024 S.S. O.T.: 34,268 **No. 2853**

Interesado: Carlos Alexander Rico López
Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
Proyecto: EPS "Diseño de Carretera Hacia La Aldea Pocolá, Carchá, Alta Verapaz"
Ubicación: Carchá, Alta Verapaz
Descripción del suelo: Grava Angulosa con Arena Limosa Color Beige
Fecha: lunes, 26 de enero de 2015

PROBETA	GOLPES	A LA COMPACTACION		C	EXPANSION	C.B.R.
No.	No.	H (%)	γ_d (Lb/pie^3)	(%)	(%)	(%)
1	10	2.50	122.16	92	0.00	30.75
2	30	2.50	127.32	96	0.00	52.78
3	65	2.50	130.76	99	0.00	73.47

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



Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERÍA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: http//cii.usac.edu.gt

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, USAC.