



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

**DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL
COROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL**

Francisco Sarat Zapeta

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, mayo de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL
COROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

FRANCISCO SARAT ZAPETA

ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL I	
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

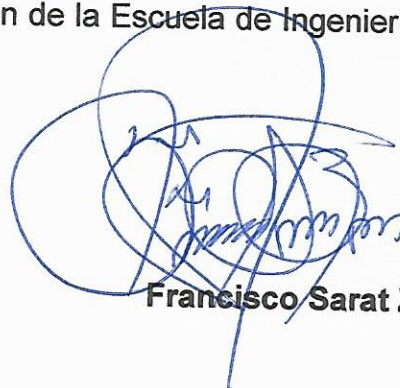
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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 LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL
COROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 08 de abril de 2014.



Francisco Sarat Zapeta



Guatemala, 26 de febrero de 2015
Ref.EPS.DOC.163.02.15

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Francisco Sarat Zapeta** con carné No. **200815188**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL CÓROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.**

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


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



c.c. Archivo
LGAV/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,
6 de marzo de 2015

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

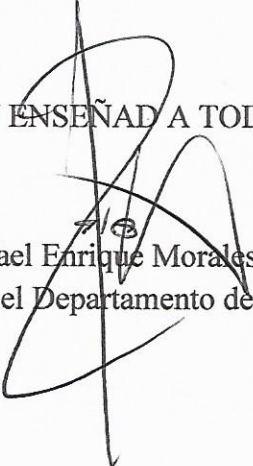
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Francisco Sarat Zapeta, con Carnet No. 200815188, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

bbdeb.134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





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,
23 de marzo de 2015

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 LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Francisco Sarat Zapeta, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 14 de mayo de 2015
Ref.EPS.D.239.05.15

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 LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Francisco Sarat Zapeta, carné 200815188**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Francisco Sarat Zapeta titulado **DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2015.

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





DTG. 217.2015

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 LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3 Y DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL**, presentado por el estudiante universitario: **Francisco Sarat Zapeta**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Angel Roberto Sic García
Decano

Guatemala, 22 de mayo de 2015

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Creador del universo, del mundo y del hombre. Deléitate en el Señor, y Él te dará los deseos de tu corazón.
- Mi padre** Agustín Sarat Zapeta, por su apoyo y sus sabios consejos a lo largo de mi vida; por ser ejemplo de lucha ante las adversidades de la vida.
- Mi madre** Izabela Zapeta Zacarías (q. e. p. d.), a quien dedico este acto por ser un ejemplo de lucha para mí, porque a pesar de los obstáculos que le puso la vida salió adelante. Gracias por darme la vida. Me hubiera encantado que estuvieras presente, pero comprendo que Dios tenía un propósito especial para tí, descansa en paz.
- Mis hermanos** María, Catarina, Simeona, Sabina, Silvia, Maribel, Sabino, Hugo, Pedro y David Sarat; por ser mi apoyo incondicional.
- Mis sobrinos** Daniel Sarat y Eduardo Sarat. Que este triunfo sea de ejemplo para su futura formación.

Mi familia

Tíos, tías, primos y primas, por los consejos y motivación para finalizar mi carrera.

Mis amigos

Por su apoyo, por compartir conmigo y cultivar nuestra amistad hasta llegar a ser una gran familia.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por ser mi amparo y fortaleza en todo momento de mi vida. Porque el Señor da la sabiduría, de su boca nace el conocimiento y la inteligencia.
Mis hermanas	María, Simeona, Katarina y Sabina Sarat, por ser una importante influencia en mi carrera que sin su apoyo y esfuerzo este logro no hubiese sido posible, infinitas gracias.
Flor de María Donis	Por su comprensión, paciencia y el apoyo brindado en todo momento de mi carrera.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme las herramientas necesarias para desarrollarme como profesional.
Facultad de Ingeniera	Por brindarme los conocimientos necesarios para desarrollarme como ingeniero.
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz	Por su apoyo y asesoría en todo momento al presente trabajo de graduación.
Municipalidad de Puerto Barrios, Izabal.	Por la oportunidad y apoyo para realizar mi trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía	1
1.1.1. Localización del caserío de Jimeritos y aldea El Corozo	1
1.1.2. Ubicación geográfica y colindancias.....	2
1.1.3. Clima	4
1.1.4. Turismo.....	4
1.1.5. Situación demográfica	4
1.1.6. Idioma.....	5
1.1.7. Religión.....	5
1.1.8. Aspectos económicos y actividades productivas.....	5
1.2. Investigación diagnóstica.....	6
1.3. Descripción de las necesidades	6
1.4. Priorización de las necesidades	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1. Diseño de la carretera de la comunidad Marleny hacia El Corozo Milla 3, Puerto Barrios, Izabal	9

2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Especificaciones técnicas.....	9
2.1.3.	Levantamiento topográfico	10
2.1.3.1.	Planimetría	10
2.1.3.2.	Altimetría	10
2.1.4.	Estudios de suelo	11
2.1.4.1.	Ensayo de proctor	11
2.1.4.2.	Granulometría	12
2.1.4.3.	Límites de Atterberg	12
2.1.4.4.	Peso unitario suelto	13
2.1.4.5.	Resultados	14
2.1.5.	Criterios de diseño	14
2.1.5.1.	Periodo de diseño	14
2.1.5.2.	Volumen de tránsito	14
2.1.5.2.1.	Tránsito promedio diario anual.....	15
2.1.5.2.2.	Composición del tránsito	16
2.1.5.2.3.	Proyección de la demanda del tránsito.....	16
2.1.5.3.	Velocidad de operación	18
2.1.5.4.	Velocidad de diseño	18
2.1.6.	Componentes básicos de una sección transversal.....	19
2.1.6.1.	Ancho de carril	19
2.1.6.2.	Pendiente transversal de los caminos	20
2.1.6.3.	Hombros.....	21
2.1.6.4.	Drenaje.....	21

2.1.7.	Alineamiento horizontal	28
2.1.7.1.	Curvas horizontales	29
2.1.7.2.	Longitud de espiral o curva de transición	36
2.1.7.3.	Peralte	36
2.1.7.4.	Sobreechancho	38
2.1.8.	Alineamiento vertical.....	40
2.1.8.1.	Subrasante	40
2.1.8.2.	Pendientes.....	41
2.1.8.3.	Curvas verticales	41
2.1.9.	Movimiento de tierras	46
2.1.9.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales	46
2.1.9.2.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	47
2.1.9.3.	Balance.....	51
2.1.9.4.	Diagrama de masas.....	51
2.1.10.	Tipo de carpeta de rodadura.....	53
2.1.10.1.	Material de balasto	53
2.1.11.	Elaboración de planos	53
2.1.12.	Elaboración de presupuesto	54
2.1.12.1.	Integración de precios unitarios	54
2.1.12.2.	Resumen de presupuesto.....	55
2.1.13.	Cronograma de ejecución física y financiera	56
2.1.14.	Evaluación socioeconómica.....	57
2.1.14.1.	Valor presente neto (VPN).....	57
2.1.14.2.	Tasa interna de retorno (TIR)	59
2.1.15.	Evaluación de impacto ambiental inicial	60

2.2.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Jimeritos, Puerto Barrios, Izabal.....	62
2.2.1.	Descripción del proyecto	63
2.2.2.	Localización de la fuente de abastecimiento	63
2.2.3.	Aforo.....	63
2.2.4.	Calidad del agua	64
2.2.4.1.	Análisis físicoquímico y bacteriológico	65
2.2.5.	Levantamiento topográfico	65
2.2.5.1.	Planimetría	66
2.2.5.2.	Altimetría	66
2.2.6.	Diseño hidráulico.....	66
2.2.6.1.	Período de diseño	67
2.2.6.2.	Dotación	67
2.2.6.3.	Cálculo poblacional	67
2.2.6.3.1.	Población actual.....	68
2.2.6.3.2.	Población futura	68
2.2.7.	Factores de consumo	69
2.2.7.1.	Factor día máximo (FDM).....	69
2.2.7.2.	Factor hora máximo (FHM)	70
2.2.8.	Caudales de diseño.....	70
2.2.8.1.	Caudal medio diario	70
2.2.8.2.	Caudal máximo diario.....	71
2.2.8.3.	Caudal máximo horario	72
2.2.9.	Diseño	72
2.2.10.	Captación	73
2.2.11.	Diseño de la línea de conducción.....	73
2.2.12.	Diseño del tanque de almacenamiento	77
2.2.13.	Diseño de la línea de distribución.....	88

2.2.14.	Diseño de la red de distribución.....	89
2.2.15.	Sistema de desinfección.....	96
2.2.16.	Operación y mantenimiento del sistema.....	98
2.2.17.	Propuesta de tarifa	99
2.2.18.	Elaboración de presupuesto	101
2.2.19.	Evaluación socioeconómica.....	104
	2.2.19.1. Valor presente neto (VPN).....	104
	2.2.19.2. Tasa interna de retorno (TIR)	106
2.2.20.	Evaluación de impacto ambiental inicial	106
CONCLUSIONES		111
RECOMENDACIONES.....		113
BIBLIOGRAFÍA.....		115
APÉNDICES		117
ANEXOS.....		123

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de Puerto Barrios, Izabal	2
2.	Municipio de Puerto Barrios, Izabal.....	3
3.	Predimensionamiento de cuneta	27
4.	Elementos que conforman la curva horizontal	29
5.	Grado de curvatura	33
6.	Componentes de curvas verticales	42
7.	Tipos de secciones transversales	48
8.	Volumen entre secciones del mismo tipo	49
9.	Volumen de secciones de diferente tipo.....	50
10.	Diagrama de masas	52
11.	Muro del tanque de almacenamiento	83
12.	Distribución de consumo de caudales.....	92
13.	Distribución de caudales	92

TABLAS

I.	Población total censada y locales de habitación particulares (viviendas) censados en el 2002, en el departamento de Izabal.....	5
II.	Tipos de carreteras según su TPDA	16
III.	Ancho de carril según el tipo de carretera.....	20
IV.	Valores de coeficiente de escorrentía.	23
V.	Fórmula de la intensidad de lluvia.....	24

VI.	Clasificación y características de una carretera.....	31
VII.	Peralte y longitud de espiral recomendados.....	37
VIII.	Especificaciones de sobreebanco.....	39
IX.	Pendiente máxima para carretera tipo E.....	41
X.	Valores de K para curvas cóncavas y convexas.....	43
XI.	Cálculo de un área transversal por determinantes.....	47
XII.	Cuadro de integración de costos.....	54
XIII.	Presupuesto integrado del diseño de la carretera.....	55
XIV.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	56
XV.	Aforo de la fuente.....	64
XVI.	Carga y momentos del muro del tanque de almacenamiento.....	85
XVII.	Presiones piezométricas.....	95
XVIII.	Presupuesto de agua potable.....	102
XIX.	Cronograma de ejecución física y financiera.....	103
XX.	Impacto ambiental en operación.....	109

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Ha	Altura del agua
H	Altura del muro
A	Altura del tanque menos el espesor del piso
Φ	Ángulo de fricción interna del suelo
A	Área
Asmax	Área de acero máximo
Asmin	Área de acero mínimo
B	Base del muro del tanque
CM	Carga muerta
CU	Carga ultima
CV	Carga viva
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Cm	Centímetros
Kp	Coeficiente activo
C	Coeficiente de capacidad hidráulica de la tubería
Ka	Coeficiente de empuje activo
μ	Coeficiente de fricción suelo-muro
K	Constante de velocidad
Vact	Corte actuante
Vres	Corte resistente
Cmax	Cuerda máximo

Δ	Deflexión
γ agua	Densidad del agua
γ c	Densidad del concreto
γ s	Densidad del suelo
\emptyset	Diámetro
/	División
Dot	Dotación
\approx	Equivalente
f	Esfuerzo permisible del acero
@	Espaciamiento entre varillas de refuerzo
e	Excentricidad
E	External
FCU	Factor de carga última
FHM	Factor de hora máximo
FDM	Factor día máximo
G	Grado de curvatura
Hg	Hierro galvanizado
=	Igual a
IP	Índice plástico
Kg	Kilogramo
Kg-m	Kilogramo-metro
Kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado
Km	Kilómetro
KPH	Kilómetros por hora
Lb	Libras
lb/pie²	Libras por pie cuadrado
lb/pie³	Libras por pie cubico
LL	Límite líquido
LP	Límite plástico

l/h/d	Litros por habitante día
l/s	Litros por segundo
Lc	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
L	Longitud del tramo (agua potable)
≥	Mayor o igual que
>	Mayor que
≤	Menor o igual que
<	Menor que
m.c.a	Metro columna de agua
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m	Metro lineal
m/s	Metro por segundo
mm	Milímetros
M	Momento
*,x	Multiplicación
No	Número de varillas
OM	Ordenada media
S	Pendiente
Hf	Pérdida de carga
n	Período de diseño
Po	Población actual
Pf	Población futura
PVC	Policloruro de vinilo
%H	Porcentaje de humedad
pH	Potencial de hidrógeno
Pmax	Presión máxima

P_{min}	Presión mínima
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical
PT	Principio de tangente
PTV	Principio de tangente vertical
R	Radio
f_c	Resistencia a la compresión del concreto
F_y	Resistencia a la tensión del acero
Sen	Seno del ángulo
√	Signo de raíz cuadrada
St	Subtangente
Σ	Sumatoria
r	Tasa de crecimiento
ton	Tonelada
ton/m²	Tonelada por metro cuadrado
ton/m³	Tonelada por metro cúbico

GLOSARIO

Acero mínimo	La menor cantidad de acero necesaria para resistir esfuerzos inducidos en los elementos estructurales, evitando grietas, expansión o contracción por temperatura en el concreto.
Acueducto	Serie de conductos, a través de los cuales se traslada agua de un punto hacia otro.
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Agua libre de microorganismos dañinos a la salud y agradable a los sentidos, apta para el consumo humano.
Azimet	Ángulo horizontal referido desde el norte magnético o verdadero determinado astronómicamente, el rango varía de 0° a 360°.
Balasto	Es el material clasificado que se coloca sobre la subrasante de una carretera de terracería, con el objeto de protegerla y que sirva de carpeta de rodadura.

Banco de marca	Punto de altimetría cuya altura o cota es conocida y se utilizará para determinar alturas o cotas siguientes.
Bases de diseño	Bases técnicas utilizadas para la creación de los proyectos, varían de acuerdo al tipo de proyecto.
Bombeo	Inclinación que se da a ambos lados del camino para drenar la superficie de la rasante en dirección transversal del eje.
Cabezal	Muro central de entrada y salida de las tuberías; diseñado y construido para sostener y proteger los taludes y encauzar las aguas.
Carga muerta	Peso constante soportado por un elemento estructural durante su vida útil, incluyendo el propio.
Carga viva	Peso variable dado por el uso de la estructura, muebles, maquinaria móvil, etc., soportado por el elemento.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que fluye dentro de una tubería, en un determinado punto de observación durante un instante.
Cocode	Consejo Comunitario de Desarrollo.

Cota de terreno	Altura de un punto del terreno, haciendo referencia a un nivel determinado, banco de marca o nivel del mar.
Cuneta	Canal abierto paralelo al eje de la carretera elaborado para la conducción del agua de lluvia.
DGC	Dirección General de Caminos.
Dotación	Cantidad de agua necesaria para consumo, requerida por una persona en un día.
Esfuerzo	Intensidad de fuerza por unidad de área.
Especificaciones	Normas técnicas de construcción con disposiciones especiales, de acuerdo a las características y tipo de proyecto, son de carácter específico bajo estándares de calidad y seguridad.
Estiaje	Época del año, en la que los caudales de las fuentes de agua descienden al nivel mínimo.
Ine	Instituto Nacional de Estadística.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
Libro azul	Compendio de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos.

Momento	Esfuerzo debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia del centro de masa.
Perfil	Visualización en plano de la superficie de la tierra, según la latitud y altura, referidas a banco de marca.
Presupuesto	Valor anticipado de una obra o proyecto.
Rasante	Línea que se obtiene de la proyección horizontal sobre un plano vertical de la parte superior de la capa de rodadura.
Sección típica	En toda la extensión de la carretera hay una sección que permanece uniforme la mayoría de las veces.
Subrasante	Capa de terreno natural que soporta la estructura de la capa de rodadura.
Topografía	Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.
Unepar	Unidad Ejecutora del Proyecto de Acueductos Rurales.
Valor soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.

RESUMEN

El presente trabajo del Ejercicio Profesional Supervisado consiste en el diseño de la carretera desde la comunidad Marleny hasta El Corozo Milla 3 y del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Jimeritos, ambos del municipio de Puerto Barrios, Izabal. El trabajo consta de dos capítulos compuestos de la siguiente manera:

Capítulo 1: se desarrolla la fase de investigación, conteniendo la monografía del municipio de Puerto Barrios, sus aspectos históricos, su localización geográfica, su clima, turismo, situación demográfica, idioma y religión.

Capítulo 2: contiene la fase del servicio técnico profesional, el cual está conformado en dos secciones, en la primera está el diseño de la carretera de la comunidad Marleny hacia El Corozo Milla 3 y en la segunda el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Jimeritos del municipio de Puerto Barrios, Izabal. Los proyectos cuentan con una memoria descriptiva de la situación actual del proyecto, métodos y normas utilizados en el diseño.

Así también se describen los aspectos técnicos que intervienen en el diseño, los criterios de diseño utilizados para el cálculo, la elaboración del presupuesto de cada uno de los proyectos y, posteriormente, en la parte final se presentan las conclusiones, recomendaciones y los anexos correspondientes que se utilizaron para los diseños.

OBJETIVOS

General

Diseño de la carretera de la comunidad Marleny hacia El Corozo Milla 3 y del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Jimeritos, Puerto Barrios, Izabal

Específicos

1. Capacitar a miembros de las comunidades seleccionadas para que los mismos tengan conocimiento del mantenimiento que debe darse a los sistemas y con ello cumplan una adecuada función.
2. Mejorar la condición y calidad de vida de los habitantes del caserío Jimeritos y de la comunidad Marleny y El Corozo Milla 3.
3. Evitar la proliferación de enfermedades a causa de servicios inadecuados para la población.
4. Elaborar planos, presupuestos y cronogramas para ambos proyectos, para su correcta ejecución.

INTRODUCCIÓN

Los proyectos de infraestructura y la salud son fundamentales para el desarrollo de una comunidad, ya que sin estos elementos es difícil poder mejorar la calidad de vida de los habitantes. Por lo que es necesaria la construcción de proyectos que beneficien a los habitantes de sus comunidades en áreas como: educación, salud, vivienda e infraestructura.

En este trabajo se desarrollan las actividades de investigación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Jimeritos, diseño de la carretera de la comunidad Marleny hacia el Corozo Milla 3, en donde los pobladores necesitan suplir la falta de agua potable, así también mejorar la comunicación entre comunidades.

Con el diseño de estos proyectos se pretende dar solución a problemas de infraestructura, salubridad e higiene que están presentes en dichos municipios, así también darle una solución factible y económica a las necesidades de la población y con esto mejorarles la calidad de vida.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

El municipio de Puerto Barrios, con un área aproximada de 1 292 kilómetros cuadrados y a una altura promedio de 0,67 metros sobre el nivel del mar, cuenta con una cabecera departamental y municipal, 5 aldeas y 64 caseríos. Entre los barrios de la cabecera están El Bordo, El Estrecho y El Rastro. Las aldeas son: El Corozo, Chachagualilla, El Cinchado, Entre Ríos y Santo Tomás de Castilla.

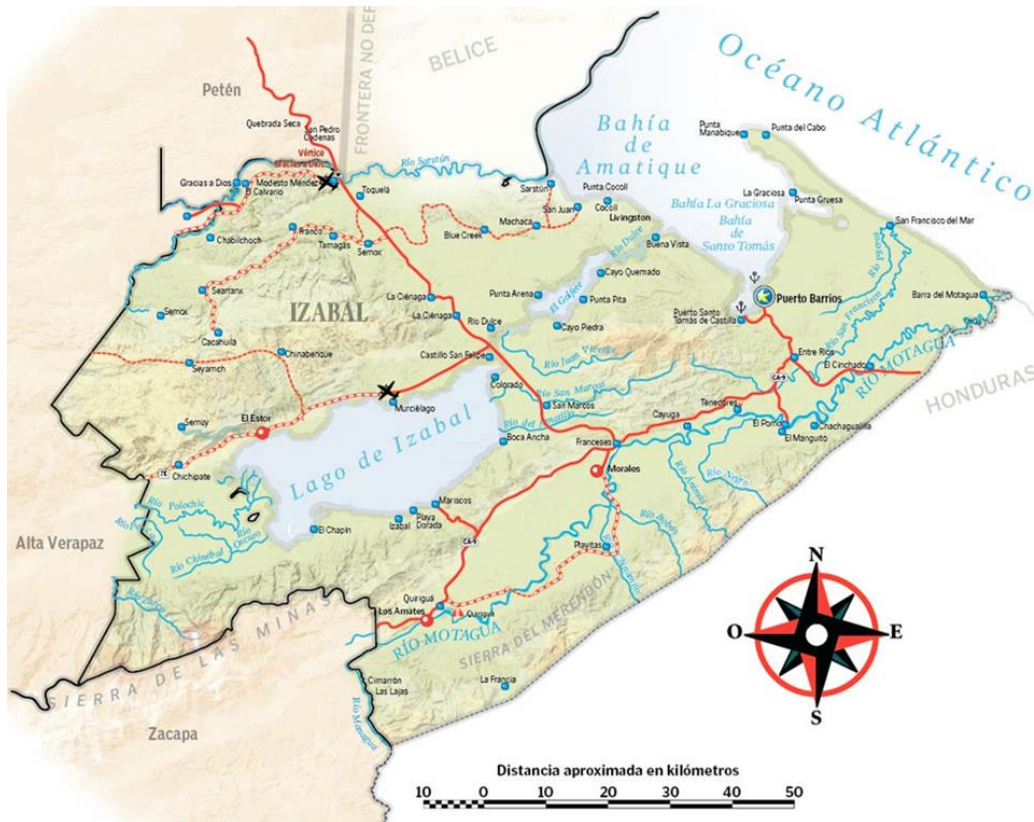
1.1.1. Localización del caserío de Jimeritos y aldea El Corozo

El caserío de Jimeritos se encuentra ubicado en la región nororiente del departamento de Izabal, sobre la carretera Interamericana CA-9, a 282 kilómetros de distancia de la ciudad capital y a 18 kilómetros de la cabecera departamental Puerto Barrios, se localiza a una latitud $15^{\circ} 34' 0,12''$ y una longitud oeste de $88^{\circ} 55' 23,89''$.

La aldea El Corozo se localiza a 17 km al noreste de la cabecera municipal. Dicha comunidad se localiza a una latitud norte de $15^{\circ} 42' 47,6''$ y una longitud oeste de $88^{\circ} 32' 11,5''$. Se toma el camino que conduce a Amatique Bay y unos 5 km antes de llegar a dicho lugar, se encuentra el cruce hacia el lado derecho que va directo a la aldea El Corozo; por medio de un camino de terracería.

A continuación, en la figura 1 se presenta el mapa de la localización geográfica del municipio de Puerto Barrios.

Figura 1. Localización del municipio de Puerto Barrios, Izabal



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

1.1.2. Ubicación geográfica y colindancias

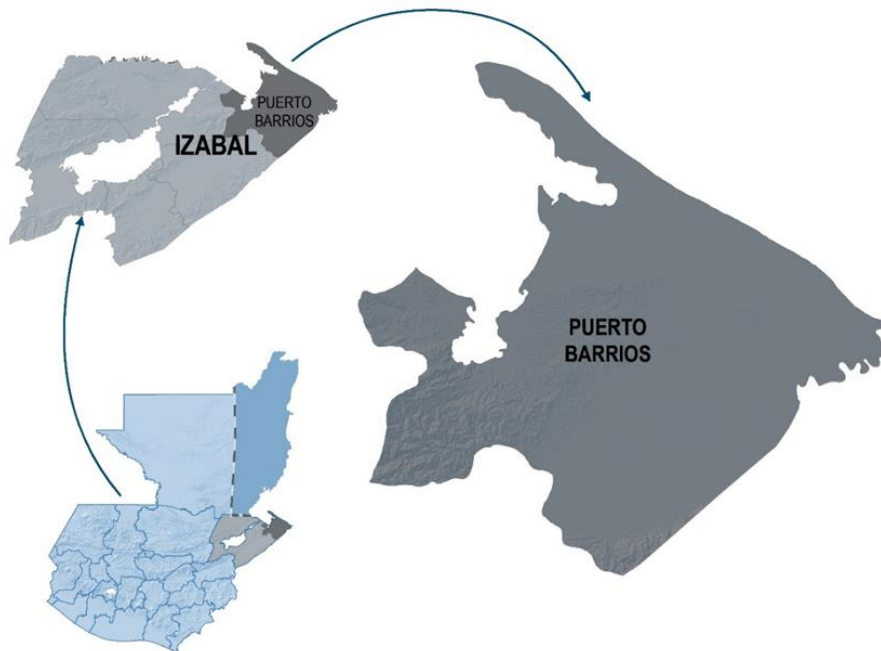
Puerto Barrios, cabecera de Guatemala del departamento de Izabal, ubicado en el extremo nororiental de la República, en los recodos de la bahía de Amatique, tiene una elevación promedio de 0,67 metros sobre el nivel del mar y cuenta con un área aproximada de 1 292 km. cuadrados. La cabecera

municipal Puerto Barrios se encuentra localizada en las coordenadas geodésicas:

- Latitud $14^{\circ}44'06''$
- Longitud $88^{\circ}36'17''$

Puerto Barrios colinda al norte con la bahía de Amatique y Golfo de Honduras, al sur con la República de Honduras y el municipio de Morales (Izabal), al oeste con los Morales y Livingston (Izabal).

Figura 2. **Municipio de Puerto Barrios, Izabal**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional.

1.1.3. Clima

Según información de la estación meteorológica de la base militar del municipio de Puerto Barrios, ubicado a 6 kilómetros de distancia de la cabecera municipal, siendo la más cercana de las bases ubicadas en el departamento, se detallan los siguientes aspectos climáticos:

La temperatura media varía entre 25,8 y 27,2 °C. La temperatura máxima promedio es 30,5 °C y la temperatura mínima promedio es 22,1 °C. La temperatura máxima absoluta es 37,1 °C y la temperatura mínima absoluta es 14,1 °C. La humedad relativa media varía entre 73 % y 84 %. El patrón de lluvia varía entre 2 513 y 4 275 milímetros anuales. La nubosidad varía entre 5 y 7 octas. La velocidad del viento varía entre 6,7 y 12 kilómetros por hora.

1.1.4. Turismo

Como atractivos naturales en la bahía de Amatique, Izabal brinda refugio en varios puntos turísticos que reflejan un paisaje tropical y la belleza del mar Caribe, entre ellos: Punta de Palma, Playa la Graciosa, Punta de Manabique y los Cayos del Diablo.

1.1.5. Situación demográfica

Según el censo poblacional, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (Ine), en el año 2002 se observa que Puerto Barrios, es el segundo municipio con mayor número de habitantes del departamento de Izabal con una tasa de crecimiento de 3,1%, como se muestra la tabla I

Tabla I. **Población total censada y locales de habitación particulares (viviendas) censados en el 2002, en el departamento de Izabal**

No	MUNICIPIO	POBLACIÓN	VIVIENDAS
1	Puerto Barrios	81 078	21 467
2	Livingston	48 078	11 294
3	El Estor	42 984	8 363
4	Morales	85 469	22 346
5	Los Amates	56 187	13 102
	Total	313 796	76 572

Fuente: Instituto Nacional de Estadística.

1.1.6. Idioma

El idioma oficial y más hablado es el español, sin embargo, desde 1800 se alterna el idioma garífuna que es el resultado del mestizaje de tres grupos étnicos: los indios caribes que son naturales de esas áreas, los araguacos procedentes de la América del Sur y los negros africanos.

1.1.7. Religión

En Puerto Barrios, la mayoría de las personas profesan la fe cristiana, e iglesias o templos de otras denominaciones no cristianas son prácticamente inexistentes en la ciudad.

1.1.8. Aspectos económicos y actividades productivas

La base económica de Puerto Barrios es la actividad portuaria, ya que posee dos de los tres muelles más importantes del país. Los productos de importación y exportación llegan a través de la zona libre de industria y

comercio, Zolic, lo que promueve la actividad comercial del lugar; tanto por las bodegas de almacenamiento de esa zona, como por el tránsito de transporte comercial, constituyéndose en parte primordial del empleo e ingreso a los habitantes de Puerto Barrios.

Otras bases económicas son: la producción agrícola, pecuaria, avícola, industrial, pesquera, produciendo 4 679 190 cajas anuales de banano, siendo una producción que se dirige a Estados Unidos y Europa, 21 320 quintales anuales de arroz, 15 675 quintales anuales de hule, 12 480 animales sacrificados al año, 4 106 250 de huevos, 29 543 quintales anuales de pesca, 3 410 metros cúbicos anuales de plywood, siendo una distribución nacional.

A pesar de contar con una diversidad de atractivos turísticos no son explotados adecuadamente, por esta razón, actualmente el puerto sólo es utilizado como puente para acceder a otros lugares como Livingston y Belice.

1.2. Investigación diagnóstica

La investigación diagnóstica es hacer una lista detallada de las necesidades y servicios básicos de la aldea y priorizarlas.

1.3. Descripción de las necesidades

- Agua potable: en algunos sectores del municipio no se cuenta con una red de distribución de agua potable, esto contribuye de manera significativa a los altos índices de enfermedades gastrointestinales en niños y ancianos.

- Mejoramiento de vías de comunicación: las de terracería, se encuentra en mal estado por falta de mantenimiento, a tal grado que en época de lluvia son intransitables.
- Sistema de alcantarillado sanitario: las aldeas carecen de este servicio, las aguas negras corren a flor de tierra, provocando la contaminación y enfermedades.
- Edificio educativo: carecen de centros educativos en un buen estado.
- Centro de Salud: los pobladores tienen que ir hasta el municipio de Puerto Barrios cuando necesitan atención médica.

1.4. Priorización de las necesidades

Realizada la evaluación de las necesidades, se priorizan de la siguiente manera:

- Mejoramiento de vías de comunicación
- Servicio de agua potable
- Sistema de alcantarillado
- Centro de Salud
- Edificio educativo

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

En este capítulo se hace una descripción de los proyectos realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado.

2.1. Diseño de la carretera de la comunidad Marleny hacia El Corozo Milla 3, Puerto Barrios, Izabal

Este proyecto tiene como fin primordial solucionar la problemática que tienen los habitantes de la comunidad Marleny para movilizarse hacia el Corozo Milla 3, Puerto Barrios, Izabal, el cual servirá para que puedan circular de manera más rápida.

2.1.1. Descripción del proyecto

El tipo de carretera seleccionado será de tipo E, de acuerdo con las Especificaciones Generales de la Dirección General de Caminos, tiene una longitud total de 3 020 metros, estará recubierta con una capa de material balasto compactada y la topografía es montañosa.

2.1.2. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas utilizadas en el diseño son proporcionadas por la Dirección General de Caminos del Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y vivienda, a través de "*Especificaciones Generales para Construcción de Carreteras y Puentes*", *septiembre 2001*.

Los criterios utilizados para diseñar son causa y efectos del normativo vigente para Guatemala, editado por la Secretaria de Integración Económica Centroamericana (Sieca), a través del “*Manual Centroamericano de Normas para Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales*”.

2.1.3. Levantamiento topográfico

Es utilizado para tener digitalmente cada uno de los puntos geográficos por los que se supone pasará el proyecto a diseñar. Para el levantamiento topográfico de este proyecto se utilizó estación total, brindada por la Oficina Municipal de Catastro del municipio de Puerto Barrios, por lo que se trabajó la libreta topográfica para el proyecto a realizar.

2.1.3.1. Planimetría

La planimetría tiene como objetivo la proyección en planta del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características, tanto naturales como los no naturales, que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo: calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, entre otros.

2.1.3.2. Altimetría

La altimetría se encarga de la medición de la elevación o diferencia de nivel entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

2.1.4. Estudios de suelo

El suelo es un factor importante en la estabilización de una carretera. Eso implica llevar un control de su estado para tener la seguridad de una carretera de buena calidad.

Las pruebas de laboratorio se realizan bajo las normas de ensayos específicos con base en AASHTO, sirviendo para determinar las condiciones del material, la calidad del mismo o hacer los ajustes necesarios para aumentar su calidad.

2.1.4.1. Ensayo de proctor

Es necesario mencionar que la prueba de proctor es utilizada para determinar la relación entre la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad, es decir, su máxima compactación, ya que la escasez de agua en un suelo y la abundancia de la misma, ocasiona que el suelo no pueda ser compactado al máximo. Un suelo debe compactarse para mejorar su capacidad de carga, disminuir la absorción de agua y reducir la sedimentación.

Para determinar la densidad máxima, se realiza una prueba por el método proctor, que consiste en la determinación del peso por unidad de volumen del suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad, se emplea el ensayo modificado (AASHTO T-180).

Según el resultado obtenido del ensayo proctor modificado el suelo posee una densidad seca máxima de 2 133,86 kilogramos sobre metro cúbico o 133,20 libras sobre pie cúbico y una humedad óptima de 8,25 por ciento.

2.1.4.2. Granulometría

Con este estudio se determinan los porcentajes de los distintos tamaños de partícula existentes en el suelo. Existen varias formas y escalas para clasificar los suelos, entre ellas están: el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (CSU) y el Sistema de Clasificación de la AASHTO, con estos se puede hacer una clasificación rápida de la calidad del material.

Los porcentajes que se obtuvieron con el análisis granulométrico son:

- Porcentaje de grava: 45,75
- Porcentaje de arena: 38,74
- Porcentaje de finos: 15,71

Como el mayor porcentaje es de grava y el segundo mayor es el de arena, se clasifica como una grava y arena limosa; y según la inspección visual resultó contener partículas de limo, por lo que se nombra como grava y arena limosa color rojizo. Según la clasificación de la AASHTO, resultó ser A-1-b, clasificando el material de excelente a bueno.

2.1.4.3. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg son un parámetro para determinar, a partir de su contenido de humedad, las propiedades plásticas de suelo arcilloso o limoso. La plasticidad es la propiedad que presentan los suelos de poder deformarse, hasta cierto límite, sin romperse.

El límite líquido (LL) es el porcentaje de contenido de agua con el que un suelo cambia de un estado líquido a un estado plástico. En el laboratorio, este

se determina por medio de la copa Casagrande (según Norma ASTM D-4318), y se define como el contenido de agua con el cual se obtiene un cierre en la ranura de 12,7 mm (1/2 pulgada) al aplicar 25 golpes. Según el estudio realizado, se determinó un límite líquido de 33,0 por ciento.

El límite plástico (LP) es el porcentaje de contenido de agua con el que un suelo cambia de estado plástico a estado semisólido. Este se determina moldeando un rollito de 3,18 mm (1/8 pulgada) de diámetro, y es el contenido de agua con el que dicho rollito se desmorona (según Norma ASTM D-4318). La diferencia entre los valores de los límites descritos anteriormente, se conoce como índice plástico (IP). El ensayo de la muestra obtenida se realiza según Normas AASHTO T-89 Y T-90. Según el estudio realizado, se determinó que el suelo contiene un índice plástico de 7,4 por ciento.

2.1.4.4. Peso unitario suelto

Es el estudio que establece la relación peso sobre volumen dejando caer libremente desde una altura de 5 centímetros aproximadamente, en un recipiente de volumen conocido y estable. El material de balasto a utilizar debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1 450 kilogramos por metro cúbico según las Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Caminos, de acuerdo al resultado de laboratorio se tiene un valor de 1 522,381 kilogramos por metro cúbico, el cual representa un 95,00 por ciento del peso unitario suelto establecido, por lo que se concluye que si es apto para colocarlo como balasto para el diseño de la carretera, ya que además dió resultados satisfactorios en los demás análisis realizados.

2.1.4.5. Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en el laboratorio, en los ensayos realizados a una muestra del banco de materiales, se concluye que es apto para ser utilizado como carpeta de rodadura.

2.1.5. Criterios de diseño

Los vehículos que circulan en las carreteras, los usuarios, los controles que se aplican para normar dicha operación, y las carreteras mismas, son los cuatro elementos básicos que interactúan y se relacionan entre sí para determinar las características del tránsito.

2.1.5.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño de la carretera será definido en función del tamaño de la población a beneficiar, que determinará un tráfico promedio diario (TPD) proyectado y los componentes a ser construidos. Para el presente estudio el TPD proyectado fue muy bajo, ya que el conteo vehicular y el tráfico inducido actualmente para estas comunidades es bajo. Se tomó en cuenta que el aumento de población generalmente tiene una relación directa con el nivel de desarrollo de la comunidad, que mejorará con la construcción del camino, por lo que el período de diseño propuesto fue de 10 años.

2.1.5.2. Volumen de tránsito

Para que una carretera cumpla con un buen diseño, este se podrá lograr si se dispone de una adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular y el periodo seleccionado de diseño.

La medición de los volúmenes de flujo vehicular se obtiene normalmente por medios mecánicos o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras.

2.1.5.2.1. Tránsito promedio diario anual

Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del tránsito promedio diario anual, conocido en forma abreviada como TPDA, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado, que es mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho período de medición.

Tratándose de un promedio simple, el TPDA no refleja las variaciones extremas que, por el límite superior, pueden llegar a duplicar los volúmenes promedios del tránsito en algunas carreteras, razón por la cual en las estaciones permanentes de registro de volúmenes se deben medir y analizar las fluctuaciones del tránsito a lo largo de los diferentes períodos del año, sean estos semanales, mensuales o estacionales. No obstante, se ha tomado el TPDA como un indicador numérico para diseño, tanto por constituir una medida característica de la circulación de vehículos, como por su facilidad de obtención.

El TPDA un indicador muy valioso de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (livianos y pesados) y funciones (transporte de personas y de mercancías), que se sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que continuará haciendo uso de dicha carretera una vez sea mejorada o ampliada.

Tabla II. **Tipos de carreteras según se TPDA**

TPDA	TIPO DE CARRETERA
3 000 a 5 000	A
1 500 a 3 000	B
900 a 1 500	C
500 a 900	D
100 a 500	E
10 a 100	F

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras. p. 33.

2.1.5.2.2. Composición del tránsito

Dependiendo del tipo de servicio y la localización de una carretera, es indispensable tomar en debida cuenta que los vehículos pesados, como camiones, autobuses y vehículos livianos, pueden llegar a alcanzar una incidencia significativa en la composición del flujo vehicular, influenciando según su relevancia porcentual, en forma más o menos determinante, el diseño geométrico de las carreteras y los espesores de su estructura.

El efecto de un camión sobre las operaciones del tránsito es a menudo equivalente al de varios automóviles, siendo mayor la relación a medida que son mayores las pendientes y menores las distancias de visibilidad disponibles.

2.1.5.2.3. Proyección de la demanda del tránsito

En las carreteras regionales se recomienda adoptar un período de proyección de 10 años como la base para el diseño, aunque igualmente se

acepta que para proyectos de reconstrucción o mejoramiento de las carreteras se puede reducir dicho horizonte a un máximo de 7 años.

Para determinar las proyecciones de tránsito de una carretera se utiliza una diversidad de procedimientos, que van desde los más complejos y sofisticados a base de modelos econométricos hasta los que se caracterizan por su extrema simplicidad en el cálculo o dependen solamente del buen juicio y criterio del diseñador. Entre ellos, dos procedimientos son universalmente aceptados.

- El primero se fundamenta en el análisis de las tendencias históricas del comportamiento del tránsito, conocidas mediante registros de los volúmenes durante un período mínimo de diez años de duración, para desprender de ellas las hipótesis de crecimiento más probable del tránsito durante los años venideros.
- El segundo método reconoce que los pronósticos de tránsito guardan estrecha relación con indicadores de las múltiples actividades humanas, cuyos patrones relacionados con la movilidad, se consideran invariables en el período de diseño. Bajo este criterio general se busca establecer relaciones razonables de tipo estadístico entre el comportamiento del tránsito y el de otros indicadores locales, que tienen incidencia en el transporte automotor, como los registros de consumo de combustible en el transporte, la tenencia de vehículos, el crecimiento de la población que permitan obtener proyecciones aceptables acerca de los futuros volúmenes de tránsito por las carreteras.

2.1.5.3. Velocidad de operación

La velocidad de operación es la máxima velocidad a la cual un conductor puede viajar por una carretera dada, bajo condiciones climáticas favorables y las condiciones prevalecientes del tránsito, sin que en ningún momento se excedan los límites de seguridad que determina la velocidad de diseño de dicha carretera.

2.1.5.4. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño, también conocida como velocidad directriz, es la máxima velocidad que, en condiciones de seguridad, puede ser mantenida en una determinada sección de una carretera, cuando las condiciones son tan favorables como para hacer prevalecer las características del diseño utilizado.

La velocidad de diseño determina aquellos componentes de una carretera como curvatura, sobreelevación y distancias de visibilidad, de los que depende la operación segura de los vehículos. Aunque otros elementos del diseño, como decir el ancho de la calzada, los hombros y las distancias a que deben estar los muros y las restricciones laterales a la vía, no dependen directamente de la velocidad de diseño, se asume que a mayores velocidades de diseño tales elementos deben ser mejorados dentro de límites prácticos y compatibles con las mejoras que insinúa el cambio.

En la selección de una adecuada velocidad de diseño para una carretera particular, debe darse especial consideración a los siguientes aspectos:

- Tipo de carretera según su TPDA
- Tipo de área

- Rural
- Urbana

- Condiciones del terreno
 - Plano ondulado
 - Montañoso

- Volúmenes de tránsito

2.1.6. Componentes básicos de una sección transversal

La sección transversal de una carretera en un punto cualquiera de este, es un corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural. Los elementos básicos que integran y definen la sección transversal son: ancho de carril, pendiente transversal de los caminos, hombros y drenajes.

2.1.6.1. Ancho de carril

Es la medida transversal, para la circulación de una sola fila de vehículos, siendo el ancho de la calzada o superficie de rodamiento, la sumatoria de los carriles, a la que también se hace referencia en la clasificación de las carreteras. Para ofrecer las mejores condiciones de seguridad y comodidad para los usuarios, la superficie de rodamiento de las carreteras debe ser plana y sin irregularidades, resistente al deslizamiento y habilitada para la circulación del tránsito bajo todas las condiciones climáticas previsibles.

Se determina de acuerdo al tipo de carretera y al uso de la misma, y se clasifica de la forma que se muestra en la tabla III.

Tabla III. **Ancho de carril según el tipo de carretera**

TIPO DE CARRETERA	A	B	C	D	E	F
ANCHO DE CARRIL	2X7,20	7,20	6,5	6,00	5,50	5,50

Fuente: Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras. p. 141.

En el diseño en particular se ha optado por un ancho de carril de 5,50 m, ya que el tipo de carretera es de tipo “E” en un terreno montañoso.

2.1.6.2. Pendiente transversal de los caminos

Es la pendiente o inclinación que se da a los lados del camino de la carretera, para drenar la superficie de la rasante, evitando charcos de agua que provoque reblandecimientos o que corra por el centro del camino causando a la carretera daños debido a la erosión.

La pendiente depende del camino y tipo de superficie, se mide la inclinación en porcentaje y es usual un 2 a 4 por ciento en caminos revestidos de material balasto. Un bombeo apropiado permite un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, para que el conductor no experimente incomodidad o inseguridad en condiciones normales de operación. El bombeo utilizado en este proyecto es de 3 por ciento.

2.1.6.3. Hombros

Los hombros o espaldones, que son las franjas de carretera ubicadas contiguo a los carriles de circulación y que, en conjunto con estos, constituyen la corona o sección comprendida entre los bordes de los taludes.

Entre sus principales funciones:

- La necesidad de proveer espacios para acomodar los vehículos que ocasionalmente sufren desperfectos durante su recorrido.
- Para llenar la importante función de dar estabilidad estructural a los carriles de circulación vehicular por medio del confinamiento.
- Para permitir los movimientos peatonales en ciertas áreas donde la demanda lo justifique
- Para proporcionar el espacio lateral libre suficiente para la instalación de las señales verticales de tránsito.

La continuidad de los hombros debe ser mantenida a lo largo de la carretera donde la topografía del área lo permita.

2.1.6.4. Drenaje

En los proyectos de carreteras se hace muy importante el protegerlas contra la acción del agua, ya sea de lluvia o fuentes superficiales, ya que esta podría afectar las capas provocando hundimientos o erosión.

Para el diseño de los distintos tipos de drenajes se debe contar con la información meteorológica del lugar, además con toda la información relacionada al tipo de suelo y uso del mismo.

Drenaje transversal: el objetivo principal de este elemento de la carretera, es evitar que el agua de lluvia proveniente del área que genera el caudal que desfoga hacia la parte baja de la cuenca en el sentido perpendicular a la carretera no pase por la estructura de la misma. Para este proyecto se utilizó el método racional para determinar el caudal de lluvia destinado a drenar.

Datos:

- Área a drenar: 3 Ha
- Longitud de cauce: 0,9 km
- Pendiente: 4,00 %
- Coeficiente de escorrentía: 0,3
- Elevación entre cauce: 10 m
- Factor de rugosidad: 0,15

El valor del coeficiente de escorrentía se tomó de la tabla IV, se consideró el área del proyecto como bosque de área montañosa con textura de suelo tierra franca arenosa, por lo que el coeficiente de escorrentía adecuado para el área es de 0,3.

Tabla IV. Valores de coeficiente de escorrentía

Topografía y vegetación	Textura del suelo		
	Tierra franca arenosa	Arcilla y limo	Arcilla compacta
Bosques			
Llano, 0-5% pendiente	0.10	0.30	0.40
Ondulado 5-10% pendiente	0.25	0.35	0.50
Montañoso, 10-30% pendiente	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Llanos	0.10	0.30	0.40
Ondulados	0.16	0.36	0.55
Montañosos	0.22	0.42	0.60
Tierras cultivadas			
Llanas	0.30	0.50	0.60
Onduladas	0.40	0.60	0.70
Montañosas	0.52	0.72	0.82
Zonas urbanas	30% de la superficie impermeable	50% de la superficie impermeable	70% de la superficie impermeable
Llanas	0.40	0.55	0.65
Onduladas	0.50	0.65	0.80

Fuente: National Engineering Handbook, Sec. 4: Hydrology, USDA, 1972.

Primero se procede a encontrar el tiempo de concentración de la cuenca, por medio de la siguiente ecuación:

$$t = \left(\frac{(0,886 * L^3)}{H} \right)^{0,385} * 60$$

Donde:

- t = tiempo de concentración de la cuenca en minutos
- L = longitud del cauce más largo
- H = diferencia de nivel

$$t = \left(\frac{(0,886 * 0,9^3)}{10} \right)^{0,385} * 60 = 20,89 \text{ min}$$

Luego se procede a encontrar la intensidad de lluvia, para el área a drenar, se utilizó la ecuación de intensidad de lluvia de la estación meteorológica Bananera Izabal, por ser la más cercana.

Tabla V. **Fórmula de intensidad de lluvia**

	2 años	5 años	10 años	20 años
Ciudad de Guatemala	2 838 / t+18	3 706 / t+22	4204 / t+23	4 604/ t+24
Bananera Izabel	5 771,5 / t+48,98	7 103,95 / t+53,80	7 961,65 / t+56,63	8 667,77 / t+58,43
Labor Ovalle, Quetzaltenango	977,7 / t+3,80	1 128,5 / t+3.24	1 323,5 / t+3.48	-
El Pito Chicolá, Suchitepequez	11 033,6 / t+101,10	11 618,7 / t+92,19	13 455,2 / t+104.14	-
La Fragua	3 700,5 / t+50,69	3 990,5 / t+41,75	4 049,0 / t+37,14	-

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH.

De la tabla V, el territorio más cercano es la ciudad de Guatemala y el tiempo de concentración se toma para 20 años.

Donde:

I = intensidad de lluvia

t = tiempo de concentración de la cuenca en minutos

$$I = \frac{8\,667,77}{t + 58,43}$$

$$I = \frac{8\,667,77}{20,89 + 58,43} = 109,27$$

Luego de encontrada la intensidad de lluvia, se procedió a encontrar el caudal a drenar, el cual es encontrado con la ecuación del método racional.

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

Donde:

Q= caudal a drenar

C= coeficiente de escorrentía

I= intensidad de lluvia

A= área a drenar

$$Q = \frac{0,3 * 109,27 * 3}{360} = 0,27 \text{m}^3/\text{S}$$

Luego se procedió a encontrar el diámetro hidráulico con el caudal anteriormente mediante la ecuación de Manning.

$$D = \left[\frac{Q * n * 4^{5/3}}{S^{1/2} * \Pi} \right]^{3/8}$$

Donde:

D= diámetro hidráulico

Q= caudal del cause

n= coeficiente de rugosidad de hierro galvanizado (0,15)

S= pendiente del terreno

π = 3.1416 aproximadamente y es relación entre la longitud de una circunferencia y su diámetro.

$$D = \left[\frac{0,27 * 0,15 * 4^{5/3}}{0,04^{1/2} * \Pi} \right]^{3/8} = 0,75 \text{ m}$$

Posteriormente se encontró el área hidráulica que corresponde al diámetro hidráulico y caudal anteriormente encontrado.

$$A = \left(\frac{\Pi * D^2}{4} \right) = \left(\frac{\Pi * 0,75^2}{4} \right) = 0,44 \text{ m}^2$$

Por cuestiones de diseño se utilizará un diámetro de 30 pulgadas con tubo de hierro galvanizado, ya que es el mínimo usado para drenaje transversal de carretera. El cual tiene un área de 0,45 metros cuadrados, mismo cubre el área requerida.

Diseño de cuneta: canales abiertos que se calculan por la ecuación de Manning, se colocan paralelamente a uno o ambos lados del camino, sirven para evacuar el agua que cae en la sección de corte en una carretera.

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

Donde:

Q = caudal del cause

n = coeficiente de rugosidad de manning

Rh = radio hidráulico

S = pendiente del terreno

Datos:

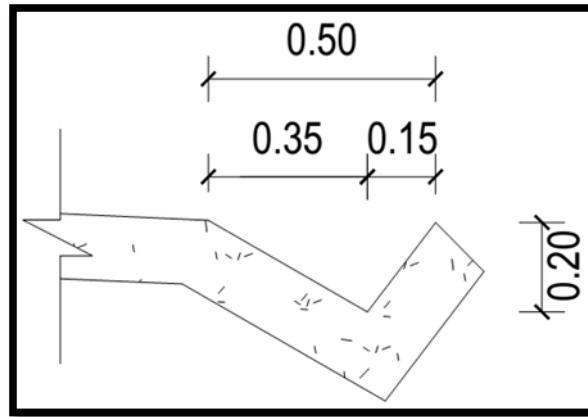
Q = 0,065 m³/s

n = 0,015

S = 3,00 %

Pendiente talud 2:1

Figura 3. **Predimensionamiento de cuneta**



Fuente: elaboración propia.

Determinación del radio hidráulico

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

A = área

P = perímetro mojado

$$R_h = \frac{A}{P} = \frac{0,005}{1,15} = 0,0043 \text{ m}$$

El caudal se determina por la fórmula de Manning

$$V = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Q = V * A$$

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

Sustituyendo valores:

$$Q = \left(\frac{1}{0,015}\right) * 0,0043^{\left(\frac{2}{3}\right)} * 0,03^{\left(\frac{1}{2}\right)} * 0.05$$

$$Q = 0,070\text{m}^3/\text{s}$$

Con este resultado se concluye que el área de la cuneta propuesta es suficiente para transportar el caudal de diseño.

2.1.7. Alineamiento horizontal

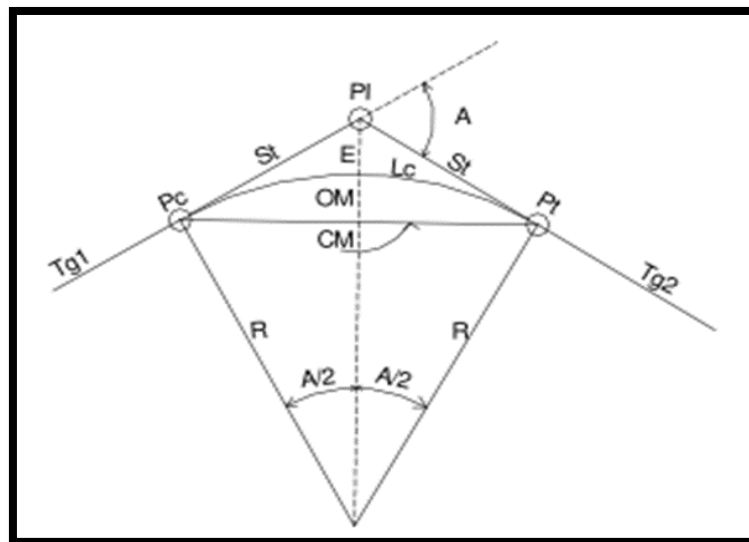
El alineamiento horizontal está constituido por una serie de líneas rectas, definidas por la línea preliminar, enlazados por curvas circulares o curvas de grado de curvatura variable de modo que permita una transición suave y segura al pasar de tramos rectos a tramos curvos o viceversa. Los tramos rectos que permanecen luego de emplear las curvas de enlace se denominan también, tramos en tangente y pueden llegar a ser nulos, es decir, que una curva de enlace quede completamente unida a la siguiente.

El alineamiento horizontal es una proyección vertical sobre un plano horizontal en el cual la vía está representada por su eje y por los bordes izquierdo y derecho. Los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

2.1.7.1. Curvas horizontales

Las curvas horizontales forman parte del alineamiento horizontal de una carretera; son arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir 2 tangentes consecutivas; estos pueden ser simples o compuestas. Lo conforman los siguientes elementos.

Figura 4. Elementos que conforman la curva horizontal



Fuente: elaboración propia, con programa AutoCAD Civil 3D.

Donde:

- Pc = punto donde inicia la curva circular simple
- Pt = punto donde termina la curva circular simple
- PI = punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- St = subtangente
- Cm = cuerda máxima

R = radio de la curva
Tg1 = tangente de entrada a la curva
Tg2 = tangente de salida a la curva
Lc = longitud de curva circular
A = ángulo de deflexión de la tangente
E = external
OM = ordenada media

Tabla VI. Clasificación y características de una carretera

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICA												
VALORES LIMITES RECOMENDADOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA EN ESTADO FINALA												
T.P.A	CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO (K.P.H.)	ANCHO CALZADA (MTS)	ANCHO DE TERRACERIA		DERECHO DE VIA (Mts)	RADIO MINIMO (Mts)	PENDIENTE MAXIMA (Mts)	STANCIA VISIBILIDAD PARA		DISTANCIA VISIBILIDAD PASO	
				CORTE (MTS)	RELLENO(MTS)				MINIMA (MTS)	RECOMENDADA (Mts)	MINIMA (Mts)	RECOMENDADA (Mts)
3,000 A 5,000	TIPO "A"		2X7.20	25	24	50						
	REGIONES											
	LLANAS	100					375	3	160	200	700	750
	ONDULADAS	80					225	4	110	150	520	550
	MONTAÑAS	60					110	5	70	100	350	400
1,500 A 3,000	TIPO "B"		7.2	13	12	25						
	REGIONES											
	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑAS	40					47	8	40	50	180	200
900 A 1,500	TIPO "C"		6.5	12	11	25						
	REGIONES											
	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑAS	40					47	8	40	50	180	200
600 A 900	TIPO "D"		6	11	10	25						
	REGIONES											
	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑAS	40					47	8	40	50	180	200
100 A 500	TIPO "E"		5.5	9.5	8.5	25						
	REGIONES											
	LLANAS	50					75	8	55	70	260	300
	ONDULADAS	40					47	9	40	50	180	200
	MONTAÑAS	30					30	10	30	35	110	150
10 A 100	TIPO "F"		5.5	9.5	8.5	15						
	REGIONES											
	LLANAS	40					47	10	40	50	180	200
	ONDULADAS	30					30	12	30	35	110	150
	MONTAÑAS	20					18	14	20	25	50	100

<p>ESTRUCTURAS:</p> <p>CARGA.....HS-15, HS-20, HS-25 Y VEHICULOS DE DISEÑO T3-S2-R4</p> <p>ALTURA LIBRE.....5.50 mts</p> <p>ANCHO DE RODADURA.....7.90 mts</p> <p>ESFUERZOS UNITARIOS</p> <p>CONCRETO CLASE "A": 3,000.000 Libras/Pulgadas cuadradas</p> <p>ACERO DE REFUERZO: 18,000.000 Libras/Pulgadas cuadradas</p> <p>ACERO ESTRUCTURAL: 33,000.000 Libras/ Pulgadas cuadrada</p>	<p>1.- T.P.D. Promedio de Trafico Diario</p> <p>2.- La seccion tipica para carreteras Tipo "A", incluye isla central de 1.50 mts. de ancho.</p> <p>3.- Las caracteristicas de la estructuras son generales para todos los tipos de la carretera, con excepcion de la tipica "A" en donde el ancho es doble</p> <p>4.- La calidad de la capa de recubrimiento de la calzada podra ser para carretera Tipoo "A" Hormigon, concreto asfaltico (Frio o Caliente) o tratamiento superficial multiple; para tipo "B" y "C", concreto alfaltico (Frio o Caliente) o tratamiento superficial Dovie; para tipo "D" Tratamiento superficial Doble; para tipo "E", Tratamiento superficial simple y para tipo "F" recubrimiento de material selecto. Los recubrimientos para las carreteras desde el tipo "A" al "E", dependeran de las caracteristicas macanicas del suelo y de las propiedades mecanicas del suelo y de las propiedades de los materiales de construccion de la zona.</p>
--	--

Fuente: Dirección General de Caminos.

Para el diseño de la carretera se obtuvo una clasificación de carretera tipo E y una clasificación de terreno montañoso, por lo que su velocidad de diseño será de 30 kilómetros por hora.

La tabla VI se muestra los radios que deben tener las curvas horizontales según el grado de curvatura escogido. Se debe tomar en cuenta que la carretera será tipo E, por lo que el radio mínimo utilizado deberá ser de 30 metros. En los siguientes incisos se calculará cada elemento de la curva 2, a manera de ejemplo.

Datos:

Deflexión (Δ) = $32^{\circ}14'21,84''$

Radio (R) = 60 m

Las fórmulas utilizadas para calcular los distintos componentes de una curva horizontal están definidas por el grado de una curva (G).

- Grado de curvatura (G)

Se define como el ángulo central que sobre una circunferencia establece un arco de 20 metros de longitud. En otra forma, se dice que (G) es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros.

$$G = \frac{1145,9156}{R}$$

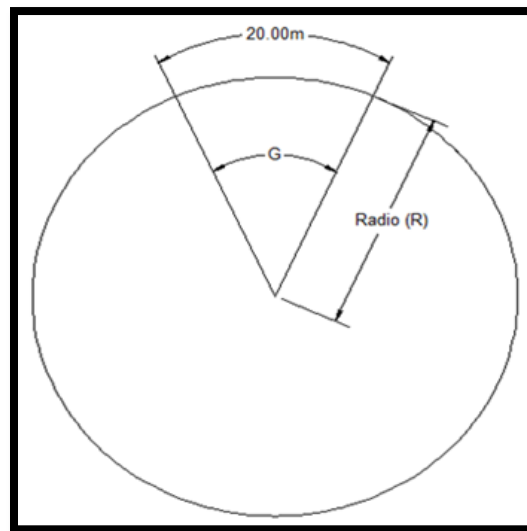
Donde:

G = grado de curvatura

R = radio

$$G = \frac{1145,9156}{60} = 19^{\circ}5'54,94''$$

Figura 5. **Grado de curvatura**



Fuente: elaboración propia, en programa AutoCAD Civil 3D.

- Longitud de curva (Lc)

La longitud de curva es la distancia, siguiendo la curva, desde el PC hasta el PT.

$$L_c = \frac{20\Delta}{G} = \frac{20 \cdot (32^{\circ}14'21,84'')}{19^{\circ}5'54,54''} = 33,76 \text{ m}$$

Donde:

Lc = longitud de curva

G = grado de curvatura

Δ = deflexión

- Subtangente (St)

Es la distancia entre el PC y el PI o entre el PI y el PT, en curvas circulares simples forman un ángulo de 90 grados con el radio.

$$St = R \cdot \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 60 \cdot \tan(32^\circ 14' 21,84''/2) = 17,34 \text{ m}$$

Donde:

St = subtangente

R = radio

Δ = deflexión

- Cuerda máxima (Cm)

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva PC al principio de tangencia PT.

$$Cm = 2R \cdot \sin\left(\frac{\Delta}{2}\right) = 2 \cdot 60 \cdot \sin\left(\frac{32^\circ 14' 21,84''}{2}\right) = 33,31 \text{ m}$$

Donde:

Cm = cuerda maxima

R = radio

Δ = deflexión

- External (E)

Es la distancia desde el Punto de Intersección PI al punto medio de la curva.

$$E = R \left(\cos \frac{\Delta}{2} \right) - R = 60 / \left(\cos \frac{32^{\circ}14'21,84''}{2} \right) - 60 = 2,45 \text{ m}$$

Donde:

E = external

R = radio

Δ = deflexión

- Ordenada media (Om)

Es la distancia dentro del punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima.

$$Om = R \left[1 - \cos \frac{\Delta}{2} \right] = 60 \left[1 - \cos \frac{32^{\circ}14'21,84''}{2} \right] = 2,35 \text{ m}$$

Donde:

Om = ordenada media

R = radio

Δ = deflexión

Los datos calculados de las demás curvas horizontales se encuentran tabulados en el apéndice.

2.1.7.2. Longitud de espiral o curva de transición

Es la longitud de la curva que va variando de radio según se avanza, surge debido a la necesidad de dar seguridad al recorrido de los vehículos desde una sección en recta o tangente de una carretera a una determinada curva horizontal circular. En el diseño de las carreteras se ha vuelto práctica común intercalar una curva de transición, que facilite a los conductores el recorrido seguro y cómodo de la curva, manteniendo el vehículo inscrito dentro de su carril y sin experimentar violencia de la fuerza centrífuga que es propia de la circulación por dicha curva.

En la tabla VII se encuentran para los distintos grados de curvatura la medida de la longitud de espiral que debe aplicarse, teniendo en cuenta la velocidad de diseño. Para un $G= 19,09^\circ$ y una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora corresponde una longitud de espiral (L_s) = 29 metros.

2.1.7.3. Peralte

Es la inclinación transversal de la calzada en las curvas horizontales que sirve para contrarrestar la fuerza centrífuga y el efecto adverso de la fricción que se produce entre la llanta y el balasto, que tiende a desviar radialmente a los vehículos hacia fuera de su trayecto. Esta inclinación, generalmente gira alrededor del eje de la carretera, ya que de esta forma, los cambios de elevación de los bordes producen menos distorsión, por ende mejor transición.

En la tabla VII se encuentran para los distintos grados de curvatura la medida del peralte que debe aplicarse, teniendo en cuenta la velocidad de diseño. Para un $G= 19,09^\circ$ y una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora corresponde un peralte ($e\%$) = 6,4 por ciento.

Tabla VII. Peralte y longitud de espiral recomendados

G	30 K.P.H		40 K.P.H		50 K.P.H		60 K.P.H		70 K.P.H		80 K.P.H		90 K.P.H		100 K.P.H		110 K.P.H		120 K.P.H			
	De=27	1:125	De=30	1:140	De=33	1:155	De=37	1:170	De=40	1:185	De=43	1:200	De=46	1:215	De=50	1:230	De=53	1:245	De=55	1:250		
	RADIO	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ	e% Ls Δ		
1'	1145.92	BH 17 0'51	BH 23 1'09	BH 28 1'24	14 34 1'42	19 39 1'57	25 45 2'15	31 50 2'30	38 56 2'48	47 62 3'06	55 67 3'21	62 73 3'36	69 76 3'48	77 81 4'00	83 87 4'12	89 93 4'24	95 99 4'36	101 105 4'48	107 111 5'00	113 117 5'12	119 123 5'24	
2'	572.96	BH 17 1'42	BH 23 2'18	19 28 2'48	28 34 3'24	38 44 4'00	41 34 5'06	55 40 6'00	73 53 7'57	89 69 10'21	99 83 12'27											
3'	381.97	BH 17 2'33	BH 23 3'27	29 28 4'12	41 34 5'06	55 40 6'00	73 53 7'57	89 69 10'21	99 83 12'27													
4'	286.48	1.4 17 3'24	2.6 23 4'36	3.8 28 5'36	5.5 35 7'00	7.4 49 9'48	9.1 55 13'00	10.0 71 15'24														
5'	229.19	1.7 17 4'15	3.1 23 5'45	4.8 28 7'00	6.8 42 10'30	8.7 58 14'30	9.9 71 17'45															
6'	180.99	2.1 17 5'06	3.7 23 6'54	5.8 32 9'36	7.9 48 14'24	9.6 64 19'12																
7'	163.70	2.4 17 5'57	4.3 24 8'24	6.6 37 12'57	8.8 54 18'54	10.0 67 23'27																
8'	143.24	2.8 17 6'48	4.9 25 10'00	7.4 41 16'24	9.4 48 23'12																	
9'	127.32	3.1 17 7'39	5.5 28 12'36	8.1 45 20'15	9.8 60 27'00																	
10'	114.69	3.5 17 8'30	6.1 31 15'30	8.7 49 24'30	10.0 61 30'30																	
11'	104.17	3.8 17 9'21	6.5 33 18'09	9.1 51 28'03																		
12'	95.49	4.2 19 11'24	7.1 36 21'36	9.5 53 31'48																		
13'	89.15	4.5 20 13'00	7.5 38 24'42	9.8 55 38'45																		
14'	81.85	4.8 22 15'24	8.0 40 28'00	9.9 55 39'12																		
15'	75.39	5.2 23 17'15	8.4 42 31'30	10.0 55 42'00																		
16'	71.62	5.5 25 20'00	8.7 44 35'12																			
17'	67.41	5.8 26 22'06	9.0 45 38'15																			
18'	63.66	6.1 27 24'18	9.3 47 42'18																			
19'	60.31	6.4 29 27'33	9.5 48 45'36																			
20'	57.30	6.7 30 30'00	9.7 49 49'00																			
21'	54.67	7.0 32 33'36	9.8 49 51'27																			
22'	52.09	7.2 32 35'12	9.9 50 55'00																			
23'	49.32	7.5 34 39'06	10.0 50 57'30																			
24'	47.15	7.8 35 42'00	10.0 50 60'00																			
25'	45.84	7.9 36 45'00																				
26'	44.07	8.1 37 48'05																				
27'	42.44	8.3 37 49'57																				
28'	40.63	8.5 38 53'12																				
29'	39.51	8.7 39 55'33																				
30'	38.20	8.9 40 60'00																				
31'	36.97	9.0 41 63'33																				
32'	35.81	9.2 41 66'36																				
33'	34.73	9.3 42 69'18																				
34'	33.70	9.4 42 71'24																				
35'	32.74	9.5 43 75'15																				
36'	31.83	9.6 43 77'24																				
37'	30.97	9.7 44 81'24																				
38'	30.15	9.8 44 83'36																				

PERALTE RECOMENDADO, MINIMAS LONGITUDES DE TRANSICION Y DELTAS MINIMOS

- 1) EL PERALTE FUE CALCULADO SEGUN EL METODO "A" RECOMENDADO POR LA AASHTO
- 2) EL PERALTE SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE ESPIRAL DEBEIENDO SER EL PC, Y EL P.TEL PUNTO MEDIO DE DICHA CURVA
- 3) EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE EL PERALTE DE BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DE BOMBEO.
- 4) LAS LONGITUDES DE ESPIRAL FUERON CALCULADAS SEGUN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR LA AASHTO.
- 5) LOS MINIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL SON LOS CORRESPONDIENTES A LAS DISTANCIAS RECORRIDAS EN 2 SEGUNDOS A LA VELOCIDAD DE DISEÑO

Fuente: Dirección General de Caminos.

2.1.7.4. Sobreancho

Es el área que se incrementa al ancho normal promedio de la plataforma o corona en una carretera; se recomienda aplicar en el área interna de la curva.

En la tabla VIII se encuentra, para los distintos grados de curvatura, la medida del sobre ancho que debe aplicarse, teniendo en cuenta el tipo de carretera, así como también, la velocidad de diseño.

Para un $G= 19,09^\circ$ y una velocidad de diseño de 30 kilómetros por hora, corresponde un sobreancho (S_a) = 1,40 metros.

Si desea conocerse el valor del sobreancho en un punto específico de la curva, simplemente debe realizarse una relación de triángulos semejantes, sabiendo que al inicio de la curva el valor del sobre ancho es igual a cero y al término de la longitud de espiral, el valor del sobre ancho es el máximo, obtenido de la tabla VIII, por lo que multiplicando el valor de la distancia a la cual se quiere conocer la medida por el sobre ancho máximo, y dividiéndolo entre la distancia de la longitud de espiral, se obtendrá el sobre ancho de cualquier punto requerido.

Tabla VIII. Especificaciones de sobrancho

VALORES DE DISEÑO PARA SOBRE ANCHOS DE PAVIMENTO EN CURVAS PARA CARRETERAS DE DOS VIAS SOBRE ANCHOS EN METROS PARA ANCHOS DE CALZADA EN METROS Y VELOCIDADES EN K.P.H		6.00 TIPICA "D"												6.50 TIPICA "C"												7.20 TIPICA "B"					
		5.50 TIPICA "E"						6.00 TIPICA "D"						6.50 TIPICA "C"						7.20 TIPICA "B"											
ANCHO CALZADA	VELOCIDADES	30	40	50	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70	40	50	60	70	
1"	0.60	0.50	0.60	AN	AN	0.60	0.60	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	
2"	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	0.60	0.60	0.60	0.70	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	AN	
3"	0.60	0.60	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.50	0.70	0.70	0.70			AN	AN	AN	0.50	0.60	0.60	0.60	0.60					AN	AN	AN	AN	AN	
4"	0.60	0.70	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	0.80				AN	AN	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60						AN	AN	AN	AN	AN	
5"	0.70	0.70	0.80	0.60	0.60	0.60	0.70	0.80	0.90					0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60							AN	AN	AN	AN	AN	
6"	0.80	0.80	0.90	0.60	0.70	0.80	0.90							0.60	0.60	0.60	0.70									AN	AN	AN	AN	AN	
7"	0.80	0.90	1.00	0.70	0.80	0.80	0.90							0.60	0.60	0.60	0.70									AN	AN	AN	AN	AN	
8"	0.90	1.00	1.00	0.80	0.80	0.90								0.60	0.60	0.60	0.70									AN	AN	AN	AN	0.60	
9"	0.90	1.00	1.10	0.80	0.90	1.00								0.60	0.70	0.80										AN	AN	AN	AN	0.60	
10"	1.00	1.10	1.20	0.90	1.00	1.10								0.70	0.80	0.90										AN	AN	0.60	0.60	0.60	
11"	1.00	1.10	1.20	0.90	1.00									0.70	0.80											0.60	0.60				
12"	1.10	1.20	1.30	1.00	1.10									0.80	0.90											0.60	0.60				
13"	1.10	1.20	1.30	1.00	1.10									0.80	0.90											0.60	0.60				
14"	1.20	1.30	1.40	1.10	1.20									0.90	1.00											0.60	0.60				
15"	1.20	1.40	1.50	1.20	1.30									1.00	1.10											0.60	0.70				
16"	1.30	1.40		1.20										1.00												0.60					
17"	1.30	1.50		1.30										1.10												0.70					
18"	1.40	1.50		1.30										1.10												0.70					
19"	1.40	1.50		1.40										1.20												0.80					
20"	1.50	1.60		1.40										1.20												0.80					
21"	1.50	1.70		1.50										1.30												0.90					
22"	1.50	1.70		1.50										1.30												0.90					
23"	1.60	1.80		1.60										1.40												1.00					
24"	1.70	1.80		1.60										1.40												1.00					
25"	1.70			1.60										1.40												1.00					
26"	1.80			1.60																						1.00					
27"	1.80			1.60																						AN	AN	AN	AN	0.60	
28"	1.90			1.60																						AN	AN	AN	AN	0.60	
29"	1.90			1.60																						AN	AN	AN	AN	0.60	
30"	2.00			1.60																						AN	AN	AN	AN	0.60	
31"	2.00			1.60																						AN	AN	AN	AN	0.60	
32"	2.10			1.60																						AN	AN	AN	AN	0.60	
33"	2.10			1.60																						AN	AN	AN	AN	0.60	
34"	2.20			1.70																						AN	AN	AN	AN	0.60	
35"	2.20			1.70																						AN	AN	AN	AN	0.60	
36"	2.30			1.80																						AN	AN	AN	AN	0.60	
37"	2.30			1.80																						AN	AN	AN	AN	0.60	
38"	2.40			1.90																						AN	AN	AN	AN	0.60	

AN = ANCHO NORMAL

1) LOS SOBRE ANCHOS FUERON CALCULADOS DE ACUERDO A ESPECIFICACIONES DE LA AASHTO.
 2) EL SOBRE ANCHO SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE LA ESPIRAL CALCULADA, DEBIENDO SER EN EL PC O PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL.

Fuente: Dirección General de Caminos.

2.1.8. Alineamiento vertical

El diseño geométrico vertical o alineamiento vertical de una carretera, es la proyección, sobre un plano vertical, de las distintas elevaciones del eje de la carretera, se llama también perfil del eje de la carretera. En este alineamiento representan tanto el perfil del terreno natural como el perfil terminado del eje de la carretera, al cual se le llama rasante, o el perfil del eje terminado de la terracería, también conocido como subrasante.

El alineamiento está compuesto por tangentes, y se limita por dos curvas verticales sucesivas. La longitud de la tangente es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente; la pendiente de la tangente se calcula en relación entre la diferencia de nivel y la distancia horizontal entre dos puntos de la misma, y se expresa en porcentaje.

2.1.8.1. Subrasante

La subrasante de una carretera es la elevación de la última capa de terracería en el eje o línea central en carretas con tránsito en ambos sentidos. Al proyectar sobre un plano vertical sus distintas elevaciones, se obtendrá el desarrollo de la subrasante del camino, el cual estará formado por pendientes, ascendentes o descendentes y curvas verticales que las enlazan y que en las secciones transversales está representada por un punto.

Si se tomase en cuenta que las capas de balasto pueden tener distintos espesores en distintos tramos a lo largo de la carretera, usualmente la subrasante es la que representa en los planos de construcción de la terracería, llamándose también, por comodidad, rasante.

2.1.8.2. Pendientes

Esta se caracteriza por su longitud y su inclinación, la pendiente es la relación entre el desnivel y la distancia entre dos puntos de la misma longitud. Existen pendientes mínimas y máximas. La pendiente máxima es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y queda determinada por el volumen y la composición del tránsito y la topografía del terreno, y la pendiente mínima sirve para que el drenaje fluya con mayor facilidad.

La pendiente máxima para esta carretera por ser montañosa de tipo “E” es de 10 por ciento.

Tabla IX. **Pendiente máxima para carretera tipo E**

Pendiente máxima para carretera tipo E		
Regiones	Velocidad de diseño	Pendiente Max.
Llanas	50	8
Onduladas	40	9
Montañosas	30	10

Fuente: elaboración propia.

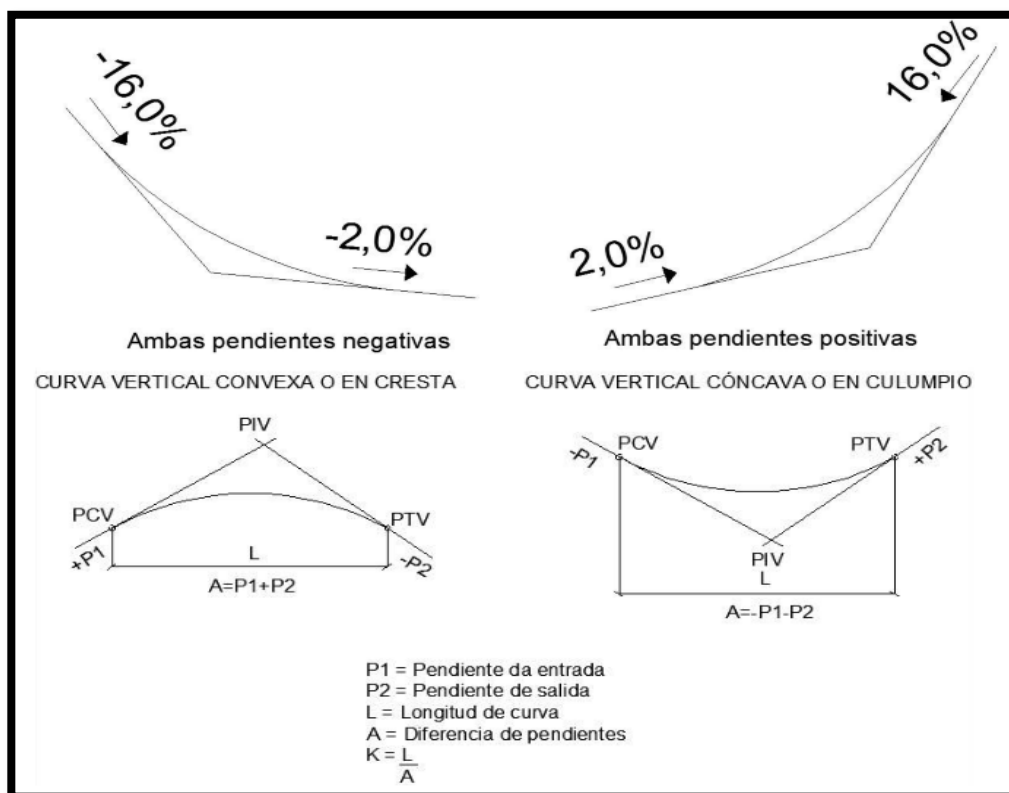
2.1.8.3. Curvas verticales

Una curva vertical sirve para proporcionar suavidad al cambio de una pendiente a otra, y estas pueden ser circulares o parábolas. La más utilizada por el Departamento General de Caminos es la parábola simple, debido a la facilidad de su cálculo y su adaptación a la topografía del terreno.

En general existen curvas verticales en cresta o convexas y en columpio o cóncavas. Las curvas en crestas o convexas se diseñan de acuerdo a la mayor distancia de visibilidad para la velocidad de diseño y la curva en columpio o cóncavas se diseña conforme a la distancia que alcanzan a iluminar los faros del vehículo de diseño.

Las curvas verticales deben contribuir a la estética del trazado, ser confortables en su operación y facilitar las operaciones de drenaje de la carretera.

Figura 6. Componentes de curvas verticales



Fuente: Manual de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras. p. 123.

Donde:



Lcv = longitud de curva vertical

K = constante que depende de las velocidades de diseño

A% = diferencia algebraica de pendientes

En la tabla XI se muestran los diferentes valores de K para visibilidad de parada, según la Dirección General de Caminos.

Tabla X. **Valores de K para curvas cóncavas y convexas**

Velocidad de Diseño	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: FELIX, Jorge. *Guía teórica practica del curso de Vías terrestres 1*. p. 31.

Además existen 4 criterios que ayudan a determinar la longitud de las curvas verticales, estos son:

Criterio de seguridad: es la visibilidad de parada, la longitud de curva debe permitir que a lo largo de ella la distancia de visibilidad sea mayor o igual que la de parada. Se aplica a curvas cóncavas y convexas.

$$LCV = K * A$$

Donde:

LCV = longitud mínima de curva vertical

K = constante que depende de la velocidad de diseño

A = diferencia algebraica de pendientes

Criterio de apariencia: para curvas verticales con visibilidad completa, sirve para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \geq 30, \quad \Delta = P_s - P_e$$

Donde:

P_s = pendiente de salida

P_e = pendiente de entrada

Criterio de comodidad: para curvas verticales cóncavas en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo, al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \geq \frac{V^2}{395}$$

Criterio de drenaje: para curvas verticales convexas y cóncavas, alojadas en corte. Se utiliza para que la pendiente en cualquier punto de la curva sea adecuada para que el agua pueda escurrir fácilmente.

$$K = \frac{LCV}{\Delta} \leq 43$$

A continuación se muestra la utilización de la ecuación mediante la resolución de un ejemplo, el cual está basado en el cálculo real de la curva vertical número 2 del tramo a mejorar por medio del diseño geométrico.

$$A = -7,68 - (9,82) = 17,5$$

$$LCV = 17,5 \times 5.14 = 90,00$$

$$K = 90,00 / 17,5 = 5,14$$

Por criterio de apariencia ($K \geq 30$) = no aplica por ser curva convexa

Por criterio de comodidad ($K \geq V^2/395$) = no aplica por ser curva convexa

Por criterio de drenaje ($K \leq 43$) = cumple

LCV escogido = 90,00 metros

Los datos calculados de las demás curvas verticales se encuentran tabulados en el apéndice.

2.1.9. Movimiento de tierras

El movimiento de tierras en una carretera consiste en trasladar volúmenes de tierra de un lugar a otro, esto con el fin de modificar la configuración del terreno y condición física. Este proceso está dentro de las operaciones más importantes en la construcción de una carretera, ya que influye en la alineación y sobre todo en el costo total, es muy importante.

Para el movimiento de tierras una de las condiciones ideales del proyecto es, en donde el material de corte es utilizado para la construcción de los rellenos, sin que sea necesario la utilización de préstamo o la eliminación de material de desperdicio.

2.1.9.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

Para el cálculo de las áreas de corte y relleno de las secciones transversales de la línea de localización, se tomará en cuenta la subrasante y la forma del terreno, primero se dibujan éstas a cada 20 metros, con la sección típica de la carretera tipo E para regiones montañosas. Para esta sección se tienen establecidos los taludes de corte y relleno según su altura.

Se puede utilizar el método gráfico, el cual permite medir las áreas por medio de un planímetro graduado, para la realización de la medida de las secciones que deben estar dibujadas en papel milimetrado.

Otro método utilizado para el cálculo de área, es el de determinantes, en el que con las coordenadas de los puntos, que delimitan las áreas de corte y relleno se calcula el área.

Tabla XI. **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.

$$\text{Área} = \sum \left[\frac{\sum (X_t * Y_{t+1}) - \sum (Y_t * X_{t+1})}{2} \right]$$

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

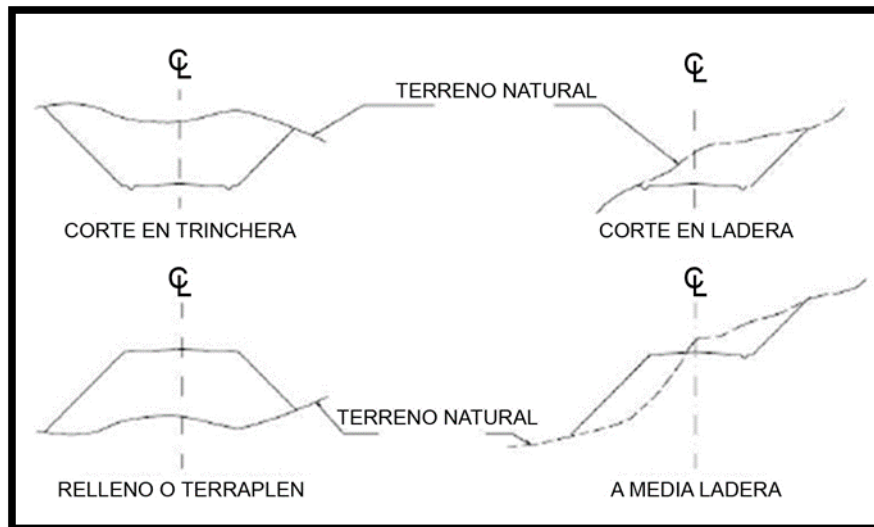
$$\text{ÁREA} = \frac{|a - b|}{2}$$

2.1.9.2. **Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras**

Para el cálculo de volúmenes, este se realiza a partir de secciones transversales, tomadas perpendicularmente a lo largo del eje central a cada 20 metros. Las secciones transversales pueden ser: corte en trinchera, corte en ladera, en relleno o terraplén y a media ladera.

La forma más rápida de calcular el volumen es con base en el producto de la semisuma de las áreas extremas, por la distancia entre estaciones.

Figura 7. Tipos de secciones transversales



Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-24.

Cada una de las áreas calculadas anteriormente, constituye un lado de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse.

Los métodos más utilizados para el cálculo de los volúmenes correspondientes al movimiento de tierra son: el método de las áreas medias y el método del prismoide. Se utilizó en este caso, el método de las áreas medias en donde el volumen entre 2 secciones consecutivas del mismo tipo, en corte o en relleno (ver figura 8), está dado por:

$$\text{Vol} = \frac{A1+A1}{2} *d$$

Donde:

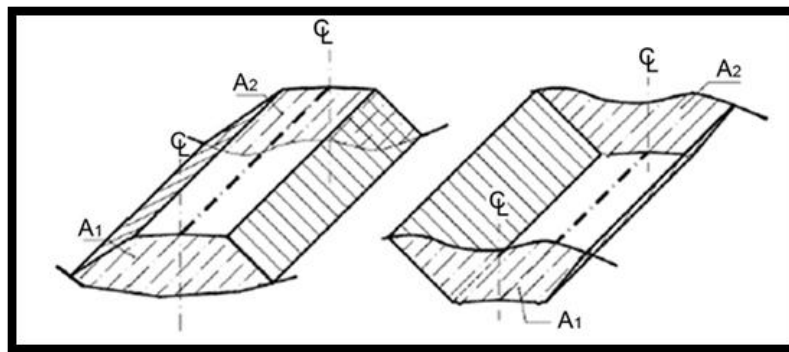
V = volumen entre ambas secciones en metros cúbicos

A_1, A_2 = áreas de secciones consecutivas en metros cuadrados

d = distancia entre secciones en metros

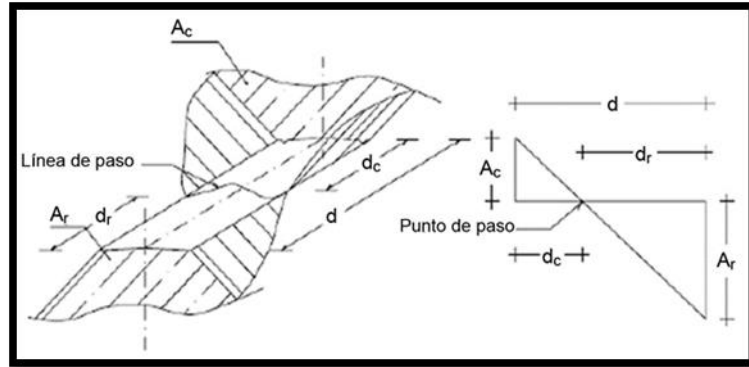
Cuando existen 2 secciones consecutivas de diferente tipo, se genera una línea de paso, a lo largo de la cual la cota del terreno coincide con la cota de la superficie de subrasante. En este caso, se generará un volumen de corte y uno de relleno entre ambas secciones (ver figura 9).

Figura 8. **Volumen entre secciones del mismo tipo**



Fuente: CASANOVA Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-25.

Figura 9. **Volumen de secciones de diferente tipo**



Fuente: CASANOVA Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-25.

Se asume que la línea de paso es perpendicular al eje. El volumen de corte entre el área de corte A_c y el área de la línea de paso que es cero, y el volumen de relleno entre el área de relleno A_r y el área de la línea de paso, se calculan de la siguiente manera:

$$V_C = \frac{1}{2} * (A_C + A_0) * d_C, \quad V_R = \frac{1}{2} * (A_R + A_0) * d_R$$

$$A_0 = 0$$

Donde:

V_C, V_R = volumen de corte y de relleno en m^3

A_C, A_R = áreas de las secciones en corte y relleno en m^2

A_0 = área de la sección en la línea de paso = 0

d_C, d_R = distancias de corte y relleno en m

Por medio de relación de triángulos, se determinan los valores de d_c y d_r , de la siguiente manera.

$$d_c = \frac{A_C}{A_C + A_R} * d, \quad d_r = \frac{A_R}{A_R + A_C} * d$$

Para poder observar la tabla de volúmenes y secciones transversales, ver plano 9 de áreas transversales.

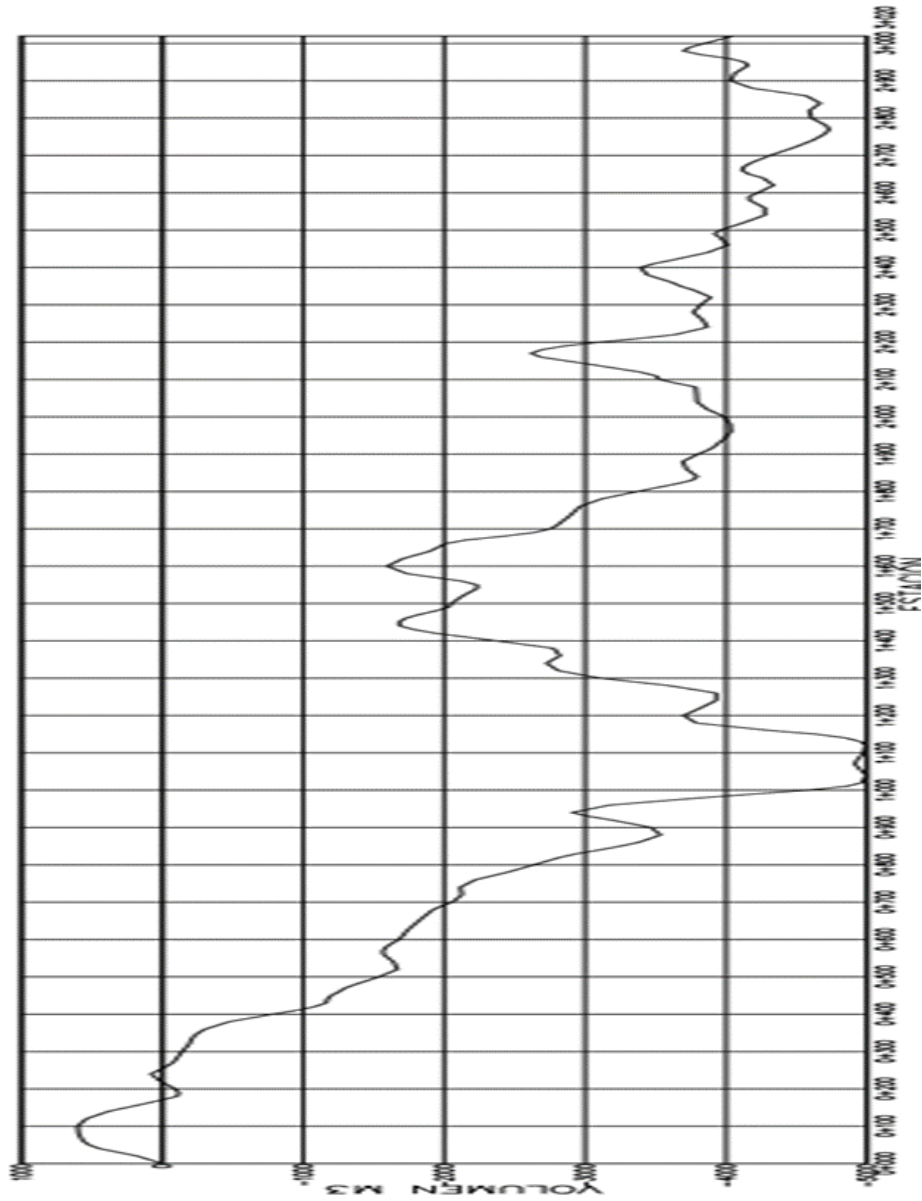
2.1.9.3. Balance

Con los volúmenes calculados anteriormente se procede a calcular los valores de balance, estos servirán para formar la llamada curva de Brückner, que combinados con el diseño de la línea de balance, permitirá calcular las cantidades finales de movimiento de tierras.

2.1.9.4. Diagrama de masas

Es una gráfica que representa el volumen de corte contra el del rellenos. Para proyectos de carreteras en regiones montañosas, los cortes de material sobrepasan en gran medida a los rellenos, este diagrama de masas se utiliza únicamente en regiones semiplanas donde el material de corte se utiliza en los rellenos de la carretera.

Figura 10. Diagrama de masas



Fuente: elaboración propia, en programa AutoCAD Civil 3D.

2.1.10. Tipo de carpeta de rodadura

Balasto, material clasificado que se coloca sobre la subrasante de una carretera, esto para protegerla y que se utilice como superficie de rodadura, para las superficies de rodadura se colocará una capa de 15 cm de espesor.

2.1.10.1. Material de balasto

Debe ser de calidad uniforme y estar exento de materia orgánica o cualquier material perjudicial o extraño. El material de balasto debe tener un peso unitario suelto, no menor de 1 450 kg/m³ (90 lb/pie³) determinado por el método AASHTO T 19. El tamaño máximo del agregado grueso del balasto, no debe exceder de $\frac{2}{3}$ del espesor de la capa y en ningún caso debe ser mayor de 100 milímetros. Conforme se vaya terminando de conformar la subrasante, se debe colocar la capa de balasto. El espesor total de la capa de balasto no debe ser menor de 100 milímetros ni mayor de 250 milímetros. Las capas de balasto se deben compactar, como mínimo, al 95 por ciento de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T 180.

2.1.11. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el diseño de la carretera de la comunidad Marleny hacia El Corozo milla 3 están conformados por los siguientes:

- Planta general
- Planta-perfil
- Secciones transversales y tabla de volúmenes
- Detalles y especificaciones

2.1.12. Elaboración de presupuesto

En la elaboración del presupuesto, primero se establecieron los renglones de trabajo y se cuantificó cada renglón del proyecto de la carretera, luego se calcularon los costos directos. Con estos resultados se establecieron las relaciones que deben existir entre ellos para el éxito de la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta los rendimientos de la maquinaria. Los costos de los materiales son precios de venta en el municipio de Puerto Barrios, Izabal. Los de arrendamiento de maquinaria incluyen operador y combustible.

2.1.12.1. Integración de precios unitarios

A continuación se presenta la integración de precios de trabajo de algunos renglones de trabajo del presupuesto.

Tabla XII. Cuadro de integración de costos

No.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	SUB-TOTAL	TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y TRAZO	KM	3,02		Q.8 612,58	
	Tiempo estimado	5 días				
	MATERIALES					
	Estaca de 1"x1"x12" Rustica	Unidad	200,00	Q.5,00	Q.1 000,00	
	Bolsa de cal	Bolsa	30,00	Q.55,00	Q.1 650,00	
	Pintura de aceite color rojo	Galón	10,00	Q.85,00	Q.8 50,00	
	TOTAL MATERIALES				Q.1 850,00	
	MANO DE OBRA					
	replanteo y nivelación de línea	ml	3 020,00	Q.4,00	Q.12 080,00	
	Trazo y nivelación	ml	3 020,00	Q.4,00	Q.12 080,00	
	TOTAL MANO DE OBRA				Q.24 160,00	Q.26 010,00

Fuente: elaboración propia.

2.1.12.2. Resumen de presupuesto

En la tabla XIII se presenta un resumen del costo total del proyecto.

Tabla XIII. **Presupuesto integrado del diseño de la carretera**

No.	REGLONES DE TRABAJO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	SUB-TOTAL
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y TRAZO	KM	3,02	Q.8 612,58	Q.26 010,00
2	LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	HA	1,66	Q.2 801,20	Q.4 650,00
3	TRATAMIENTO DE SUBRASANTE	M2	19 630,00	Q.6,09	Q.119 500,00
4	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	M3	12 297,00	Q.30,04	Q.369 425,00
5	EXCAVACIÓN NO CLASIF. PRÉSTAMO	M3	4 048,00	Q.31,34	Q.126 865,00
6	TENDIDO DE MATERIAL BALASTO	M3	3 330,00	Q.156,76	Q.522 000,00
7	DRENAJE TRANSVERSAL				
7.1	EXCAVACIÓN	M3	220	Q.238,18	Q.52 400,00
7.2	RELLENO ESTRUCTURAL PARA ESTRCUTURAS	M3	150	Q.201,50	Q.30 225,00
7.3	CAJAS Y CABEZALES	M3	130	Q.362,58	Q.47 135,00
7.4	ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO DIÁMETRO 30"	ML	130	Q.1 105,35	Q.143 695,00
COSTO DIRECTO DEL PROYECTO				Q.1 141 905,00	
COSTO INDIRECTO DEL PROYECTO				Q.591 181,05	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q.2 033 086,05	

Fuente: elaboración propia.

El monto del proyecto asciende dos millones treinta y tres mil ochenta y seis quetzales con cinco centavos.

2.1.13. Cronograma de ejecución física y financiera

A continuación, en la tabla XIV se presenta el cronograma de ejecución propuesto para este proyecto.

Tabla XIV. Cronograma de ejecución física y financiera

No.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	PRECIO	MES 1				MES 2				MES 3						
			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4			
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y TRAZO	Q.36 674,10															
2	LIMPIA, CHAPEO Y DESTRONQUE	Q.6 556,50															
3	TRATAMIENTO DE SUBRASANTE	Q.168 495,00															
4	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	Q.520 889,25															
5	EXCAVACIÓN NO CLASIF. PRÉSTAMO	Q.178 879,65															
6	TENDIDO DE MATERIAL BALASTO	Q.736 020,00															
7	DRENAJE TRANSVERSAL																
7.1	EXCAVACIÓN	Q.73 884,00															
7.2	RELLENO ESTRUCTURAL PARA ESTRCUTURAS	Q.42 617,25															
7.3	CAJAS Y CABEZALES	Q.66 460,35															
7.4	ALCANTARILLAS DE METAL CORRUGADO DIÁMETRO 30"	Q.202 609,95															
			Q.36 674,10	Q.6 556,50	Q.259 189,73	Q.259 189,73	Q.358 947,23	Q.358 947,23	Q.184 005,00	Q.184 005,00	Q.36 942,00	Q.73 301,20	Q.137 664,18	Q.137 664,18			
			Q.561 610,05				Q.1 085 904,46				Q.385 571,55						
			Q.2 033 086,05														

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Evaluación socioeconómica

El costo de una carretera es la suma del valor de los recursos o insumos que dicha obra ocupa durante la vida útil, y cuya aplicación se justifica si a partir de la utilización de ellos se genera un beneficio directo o indirecto para toda la comunidad o parte de ella.

El proyecto de la carretera puede ser analizado desde el punto de vista social, comprendido por una inversión que se realiza por parte del Gobierno de Guatemala, que, al no ser recuperables, la atención se enfoca en la cantidad de beneficiarios que atenderá el proyecto.

2.1.14.1. Valor presente neto (VPN)

Este designa una cantidad presente o actual de dinero, este valor se encuentra al comienzo del período inicial. El concepto del valor presente al igual que el de valor futuro, con base en la creencia de que el valor del dinero se ve afectado por el tiempo en que se recibe.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable. Cuando el $\text{VPN} = 0$, está indicando que exactamente se está generando el

porcentaje de utilidad que se desea, y cuando $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable, y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

Las ecuaciones del VPN son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1-i)^n - 1} \right] \quad P = A \left[\frac{(1-i)^n - 1}{i(1-i)^n} \right]$$

Donde:

P= valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F= valor de pago único al final del período de la operación

A= valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso o egreso

i = tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de utilidad por la inversión

n= período de tiempo que pretende la duración de la operación

Para el diseño de la carretera de la comunidad Marleny hacia El Corozo Milla 3 se tiene los siguientes datos:

Costo total del proyecto: Q.2 033 086,05

VPN = ingresos - egresos

VPN = 0 - Q.2 033 086,05

VPN = - Q.2 033 086,05

Como resultado, el VPN es menor que cero, indica que el proyecto no es rentable. Esto es debido a que, por ser un proyecto de carácter social, no se estipulan ingresos.

2.1.14.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno, como su nombre lo indica, es el interés que hace que los ingresos y los egresos tengan el mismo valor, cuando se analiza una alternativa de inversión.

Se calcula mediante las ecuaciones siguientes:

$$(P-L) * (R/P, i\%, n) + L*i + D = I$$

Donde:

P = inversión inicial

L = valor de rescate

D = serie uniforme de todos los costos

I = ingresos anuales

Valor presente de costos = valor presente de ingresos

Costo anual = ingreso anual

En las 3 formas, el objetivo es satisfacer la ecuación, a través de la variación de la tasa de interés. La tasa de interés que cumpla con la igualdad, es la tasa interna de retorno del proyecto que se está analizando.

Como puede observarse en las 3 fórmulas mencionadas anteriormente, todas requieren de un valor de ingreso, y para este proyecto, por ser de carácter social, no se prevé algún tipo de ingreso, por lo que no se puede hacer el cálculo de la TIR.

2.1.15. Evaluación de impacto ambiental inicial

En los proyectos existen diferentes fases de ejecución, donde cada uno tiene los respectivos impactos ambientales adversos, entonces deberá considerarse el establecimiento de políticas o estrategias ambientales, la aplicación adicional de equipo, si el caso así lo amerita; sistemas, acciones, y cualquier otro tipo de medidas encaminadas a contrarrestar o minimizar los impactos adversos propios de la ejecución del proyecto, dando prioridad a aquellos particularmente significativos.

Para un proyecto de carreteras se pueden utilizar diversas medidas de mitigación, que van desde obras de infraestructura, hasta barreras vivas y barreras muertas, u otras obras sencillas construidas con materiales propios del lugar.

Medidas de mitigación recomendadas son:

- No realizar la quema de material vegetal por ningún motivo, por efectos de combustión sobre la atmósfera, sobre el suelo que pierde humedad y la flora, fauna, que se ven afectadas en la alteración de su ciclo biológico, destrucción del hábitat, contaminación de suelos y ríos, por partículas que lleva el agua de lluvia o el viento.

- La remoción del material vegetal debe seleccionarse, para no perjudicar especies decorativas de la región o escasez relativa de la misma.

Medidas de mitigación para construcción son:

- Todo el material de corte del terreno se deberá depositar en sitios ubicados a más de 100 metros de un cuerpo de agua superficial, en caso que se deposite en sitios donde esté expuesto nuevamente a erosión, se recomienda la construcción de obras complementarias como taludes, y/o gaviones de piedra sostenidos con malla de alambre para que desempeñen la función de muro de retención, y que establezcan especies vegetales locales o gramíneas sobre el suelo depositado.
- La manipulación del suelo deberá ser con los contenidos adecuados de humedad, a fin de no contaminar la atmósfera con partículas sólidas que podrían causar problemas de salud a la población asentada en el área, usuarios de la carretera durante la construcción, y los propios trabajadores del proyecto.
- La construcción de estructuras de drenaje transversales es importante, debido a que el tipo de terreno, o parte de la subcuenca, drena el agua de lluvia hacia la carretera, dando lugar al arrastre de material fino hacia la superficie de rodadura.
- En la salida de la tubería se recomienda construir disipadores y/o zampeados de piedra ligados con mortero de cemento o disipadores con gramíneas, muros de piedra, bambú, o cualquier material propio de lugar, ayudando con esto a la protección de la tubería, y evitar la formación de cárcavas si la pendiente del terreno es fuerte.

Medidas de mitigación para operación y mantenimiento.

- Debe de considerarse la habilitación de sitios para parqueo, destinados a la reparación de vehículos durante el recorrido, o para el descanso de los automovilistas.
- El proceso de erosión es fácil de controlar mediante la conservación de la cubierta vegetal existente, estableciendo nuevas plantas o vegetación, en lugares escasos o desprovistos de los mismos.
- Es necesario, que la proporción de cortes de los taludes sea el adecuado de acuerdo a la altura, no excediéndose en el mismo. Cuando el suelo tenga problemas de estabilidad, o presenta dificultad en lograr el ángulo de corte indicado, se puede conseguir mediante el establecimiento de plantas y la aplicación de cemento inyectado. Se recomienda, cuando los taludes sean mayores de 4 metros, se hagan terrazas provistas de cubierta vegetal.

2.2. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Jimeritos, Puerto Barrios, Izabal

El proyecto de abastecimiento de agua potable tiene como fin primordial solucionar la problemática que tienen los habitantes del caserío de Jimeritos, Puerto Barrios, Izabal, el cual servirá a 739 habitantes futuros.

2.2.1. Descripción del proyecto

El sistema de abastecimiento será por gravedad, y está conformado por una línea de conducción de 2 070,00 metros de longitud y una red de distribución de 6 874,00 metros de longitud. La tubería que se utilizará será de PVC, y se construirá un tanque de distribución con capacidad de 22 m³.

2.2.2. Localización de la fuente de abastecimiento

La fuente que será utilizada para la ejecución del proyecto es un nacimiento ubicado entre la caserío de Jimeritos y Coritos, localizado a aproximadamente a 8 944,00 metros de la población beneficiaria.

2.2.3. Aforo

En esta etapa se obtienen los datos que servirán para el diseño del sistema. El aforo de una fuente de agua es la medición del caudal. Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es una de las partes más importantes, ya que este indicará si la fuente de agua provee el suficiente caudal para abastecer a toda la población; deben de realizar en época seca o de estiaje, con el objetivo de mejorar las pautas de diseño.

Para aforar la fuente se utilizó el método volumétrico, utilizando una cubeta de 5 galones y un cronómetro, realizando 5 tomas con sus respectivos tiempos obteniendo los siguientes resultados:

Tabla XV. **Aforo de la fuente**

Muestra	Volumen (gal)	Tiempo (seg)	Caudal(gal/seg)
1	5	4,68	1,07
2	5	4,61	1,08
3	5	4,60	1,09
4	5	4,70	1,06
5	5	4,58	1,09
Promedio	5	4,63	1,10
CAUDAL PROM.=1,10 gal/seg=4,63 l/seg			

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. **Calidad del agua**

La calidad de agua depende de factores fisicoquímicos y bacteriológicos, estos deben cumplir ciertos parámetros que permite beberla y destinarlos a otros usos sin riesgos a la salud. Es decir; que sea potable, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas, libre de tóxicos y que no transmita enfermedades, siendo a la vez agradable a los sentidos. Para garantizar la calidad de agua, es necesario tomar muestras a la fuente en estudio y someterlas a un examen bacteriológico y otro fisicoquímico sanitario para disponer del tipo de tratamiento que deberá utilizarse.

Para que sea agua potable debe cumplir con la Norma Coguanor NG0 29001. Los resultados de este estudio se deben detallar en un certificado firmado por un profesional colegiado (ver anexos).

2.2.4.1. Análisis físicoquímico y bacteriológico

Análisis físico determina las características que se perciben por los sentidos, causando aceptación o rechazo del agua por parte del consumidor.

Entre estas se puede mencionar el aspecto de olor, color, sabor, el potencial hidrógeno, que determina la acidez o alcalinidad de agua; y la turbidez que es el efecto óptico que es consecuencia de la dispersión o interferencias de los rayos luminosos que pasan a través del agua, la que contiene pequeñas partículas en suspensión.

El análisis químico: determina la cantidad de materia orgánica y minerales presentes en el agua, que afectan la calidad, cuyas concentraciones deben permanecer dentro de los límites permisibles para evitar efectos perjudiciales a la salud. Entre las sustancias químicas que afectan la potabilidad del agua se encuentran: amoníaco, nitritos, nitratos, cloro residual, manganeso, cloruros, fluoruros, sulfatos, hierro, sólidos existentes y dureza total del agua.

El análisis bacteriológico: determina la presencia de bacterias en el agua; para el consumo humano, el agua debe de permanecer libre de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario. Regularmente el indicador que determina el nivel de contaminación es la presencia del grupo coliforme total.

Los resultados de los exámenes realizados se adjuntan en el apéndice.

2.2.5. Levantamiento topográfico

Es utilizado para tener digitalmente cada uno de los puntos geográficos por los que se supone pasará el proyecto a diseñar. Este permite ubicar las

obras de arte que compone el acueducto. Para el levantamiento topográfico de este proyecto se utilizó estación total, proporcionada por la Oficina Municipal de Catastro del municipio de Puerto Barrios, por lo que se trabajó la libreta topográfica con coordenadas geográficas.

2.2.5.1. Planimetría

Tiene como objetivo, determinar la longitud del proyecto que se va a realizar, localizar los accidentes geográficos y todas aquellas características, tanto naturales como no naturales, que puedan influir en el diseño del sistema, por ejemplo: calles, edificios, áreas de desarrollo futuro, carreteras, zanjones, ríos, cerros, entre otros.

2.2.5.2. Altimetría

Se encarga de la medición de la diferencia de nivel o de elevación entre los diferentes puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

2.2.6. Diseño hidráulico

El diseño hidráulico para un sistema de abastecimiento de agua potable, consta de las siguientes partes: período de diseño, dotación, población de diseño, factores de consumo (factor día máximo, factor hora máximo), caudal medio diario, caudal máximo diario, caudal máximo horario, presiones y velocidades de trabajo de tubería.

2.2.6.1. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual la obra construida dará un servicio en óptimas condiciones a la población. Se cuenta a partir del inicio del funcionamiento de la obra.

En el período de diseño de la obra, se deben tomar en cuenta: la vida útil de los materiales, población de diseño, costo, calidad de la construcción y las condiciones del lugar de ubicación de todo el proyecto. Para el diseño de este proyecto se optó por un período de 20 años, esto permitirá la durabilidad de las instalaciones y de la capacidad de agua que genera la fuente de captación.

2.2.6.2. Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada usuario. Este se expresa en litros por habitantes día (l/hab/día).

La dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de consumo de una población. Basado en las normas de la Unidad Ejecutora de Programa de Acueductos Rurales, para el caserío de Jimeritos se adoptó una dotación de 120 litros por habitante por día, la cual está en función del clima, nivel de vida, actividades productivas, servicios comunales o públicos, facilidad de drenaje, calidad de agua, administraciones del sistema y presiones del mismo.

2.2.6.3. Cálculo poblacional

Para la estimación del número de habitantes futuros de una población, utilizará el método del crecimiento geométrico para estimar la población futura.

2.2.6.3.1. Población actual

La población actual se determinó por medio de censos, levantados paralelamente cuando se realizó el levantamiento topográfico del caserío. Se obtuvo la siguiente información:

- Casas = 90
- Población actual = 450

2.2.6.3.2. Población futura

Para realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario tener datos confiables y suficientes de los habitantes de la localidad para la cual se realiza el estudio.

Para la población de diseño o población futura, en el cálculo se recomienda utilizar el método geométrico, por ser considerado el más aproximado.

$$Pf = Po * (1 + r)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población actual

r = tasa de crecimiento

n = período de diseño

Para el proyecto en estudio se cuenta con la siguiente información:

Po = 450 habitantes

n = 20 años

r= 2,51 por ciento anual

$$Pf = 450 (1+0,0251)^{20}$$

$$Pf = 739 \text{ hab.}$$

2.2.7. Factores de consumo

Para que el sistema de agua potable funcione en óptimas condiciones, este debe abastecer agua a la comunidad en forma continua y con presión suficiente, a fin de satisfacer las necesidades básicas de los habitantes. Para lograrlo es necesario que cada una de las partes que conforman el acueducto, estén debidamente diseñadas y funcionalmente adaptadas al conjunto de necesidades de la comunidad.

El consumo de agua de un sistema varia en todas las horas del día, este depende del área en donde se va a diseñar el sistema, como ejemplo podemos decir que por las noches es casi nulo y al transcurrir de las horas se va modificando el valor de consumo, hasta que a cierta hora del día el consumo alcanza el valor máximo.

2.2.7.1. Factor día máximo (FDM)

Este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. Unepar e Infom recomienda lo siguiente:

- 1,2 – 1,5 para poblaciones menores de 1 000 habitantes
- 1,2 para poblaciones mayores de 1 000 habitantes

Para este proyecto se un FDM de 1,5

2.2.7.2. Factor hora máximo (FHM)

Factor que relaciona el número de habitantes y sus costumbres. La selección de este factor se toma en forma inversamente proporcional al tamaño de la población. Según normas de acueductos rurales de Unepar e Infom recomienda lo siguiente:

- 2,00 – 3,00 para poblaciones menores de 1 000 habitantes
- 2,00 para poblaciones mayores de 1 000 habitantes

Para este proyecto se utilizó para el diseño un FHM de 2,5

2.2.8. Caudales de diseño

Son los consumos mínimos de agua requeridos por la población que se va a abastecer en un sistema de abastecimiento de agua potable, los caudales son los siguientes:

2.2.8.1. Caudal medio diario

Se define como la cantidad de agua que consume una población durante un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros, se puede calcular en función a la población futura y la dotación, como se muestra a continuación:

$$Q_{md} = \frac{P_f * D_{ot}}{86\,400}$$

Donde:

Qmd = consumo medio diario o caudal medio diario

Pf = población futura

Dot = dotación

$$Qmd = \frac{739 \text{ Hab.} * 120 \text{ l/hab/d}}{86\,400 \text{ s/d}}$$

$$Qmd = 1,026 \text{ l/s}$$

2.2.8.2. Caudal máximo diario

Conocido también como caudal para el diseño de la línea de conducción. Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el periodo de un año. El cual está en función del factor de día máximo y el caudal medio diario, se calcula de la siguiente forma:

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

Donde:

Q_{maxd} = consumo máximo diario o caudal de conducción

Q_{md} = consumo medio diario o caudal medio diario

FDM = factor día máximo

$$Q_{md} = 1,026 \text{ l/s} * 1,5 = 1,53 \text{ l/s}$$

2.2.8.3. Caudal máximo horario

También conocido como caudal de distribución, utilizado para el diseño de la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día. Se determina multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máximo.

$$Q_d = Q_m * FHM$$

Donde:

Q_{maxh} = consumo máximo horario o caudal de distribución

Q_{md} = consumo medio diario

FHM = factor hora máximo

$$Q_{maxh} = 1,026 \text{ l/s} * 2,5 = 2,59 \text{ l/s}$$

2.2.9. Diseño

Es una parte fundamental, ya que al realizar un buen diseño con todas las normas y especificaciones, todo el sistema de abastecimiento de agua funcionará correctamente.

A continuación se muestra como se realizaron los cálculos para cada parte del sistema de abastecimiento de agua potable.

2.2.10. Captación

Es la obra utilizada para recolectar el agua de la fuente, su diseño depende del tipo de fuente. En este caso la captación se diseñó para una fuente superficial, por lo cual se construirá de concreto ciclópeo por su bajo costo, que llevará un filtro formado por rocas de distintos tamaños.

Para las obras de captación, las normas de acueductos rurales de Unepar e Infom establecen lo siguiente:

- Para cualquier condición de la fuente, garantizarán protección contra la contaminación y entrada o proliferación de raíces, algas y otros organismos indeseables.
- Se impedirá al máximo la entrada de arena y materiales en suspensión y flotación.
- Las estructuras garantizarán seguridad, estabilidad y funcionamiento en todos los casos.

2.2.11. Diseño de la línea de conducción

La línea de conducción, comprende las tuberías forzadas que conducen el agua, desde las obras de captación hacia el tanque de almacenamiento. Este sistema funcionará por gravedad, para el diseño se deberán de tomar en cuenta los siguientes criterios, tanto técnicos como económicos:

- Clase y diámetro de tubería a emplear, este deberá ajustarse a la máxima economía y soportar las presiones hidrostáticas
- La capacidad de la tubería deberá ser suficiente para transportar el caudal deseado

- Tomar en cuenta que la máxima presión estática, no exceda la presión del trabajo de la tubería
- Las velocidades deberán estar entre 0,40 a 3,00 metros por segundo
- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de almacenamiento

Para garantizar que el sistema preste un servicio eficiente y continuo durante el período de diseño, se debe determinar la clase de tubería y los diámetros adecuando a través del cálculo hidráulico. Para este caso se empleará la fórmula de Hazen & Williams:

A continuación se muestra el cálculo de la línea de conducción:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga en (m)

Q_c = caudal de día máximo o caudal de conducción (l/s)

L = longitud de tubería más un factor de longitud del 5 a 10 porciento (m)

∅ = diámetro interno de la tubería (pulg.)

C = coeficiente de rugosidad de la tubería (pvc= 150)

- Cálculo del diámetro de la tubería:

Datos de captación a tanque se distribución:

L=2 069,67 m

C=150 (pvc)

Qcon=1,53 l/s

Cota inicial=126,99 m

Cota final=105,99 m

$\Delta H_f = 21,02$ m

$$\varnothing = \left[\frac{1\,743,811 * 2\,069,67 * 1,53^{1,85}}{150^{1,85} * 21,02} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 2,10$$

Por lo que se usará tubería de dos diámetros: (\varnothing) 2" y de (\varnothing) 2 1/2"

- Cálculo de pérdida de carga (h_{f1}) con cada tubería

- Tubería PVC 2 1/2"

L = 2 173,15 m

Qcond = 1,53 lt /seg

C = 150

$\varnothing = 2\ 1/2"$

$$h_{f1} = \left[\frac{1\,743,811 * 2\,173,15 * 1,53^{1,85}}{150^{1,85} * 2,5^{4,87}} \right] = 9,05$$

- Tubería PVC 2 "

L = 2 173,15 m

Qcond = 1,53 lt /seg

C = 150

$$\varnothing = 2''$$

$$h_{f2} = \left[\frac{1\,743,811 * 2\,173,15 * 1,53^{1,85}}{150^{1,85} * 2,00^{4,87}} \right] = 26,82$$

Por relación de triángulos se determina la longitud de cada tubería que haga que el sistema tenga la pérdida exacta.

- Tubería PVC diámetro 2" = 1 461,40 m
- Tubería PVC diámetro 2 1/2" = 711,75 m

Se verifica la pérdida real realizada por cada tubería.

- Tubería PVC 2 1/2"

$$L = 711,75 \text{ m}$$

$$Q_{\text{cond}} = 1,53 \text{ lt /seg}$$

$$C = 150$$

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

$$h_{f1} = \left[\frac{1\,743,811 * 2\,173,15 * 1,53^{1,85}}{150^{1,85} * 2,5^{4,87}} \right] = 2,96$$

- Tubería PVC 2 "

$$L = 1\,461,40 \text{ m}$$

$$Q_{\text{cond}} = 1,53 \text{ lt /seg}$$

$$C = 150$$

$$\varnothing = 2''$$

$$h_{f2} = \left[\frac{1\,743,811 * 1\,461,40 * 1,53^{1,85}}{150^{1,85} * 2,00^{4,87}} \right] = 18,03$$

- Hf total = hf1 + hf2 = Δh

$$H_{ftotal} = 2,96 + 18,03 = 21,00 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota piezométrica (CP)

$$CP = \text{cota del terreno inicial} - hf$$

$$CP = 126,99 - 21,00 = 105,99 \text{ m}$$

- Cálculo de presiones (P)

$$P = \text{cota piezométrica} - \text{cota del terreno final}$$

$$P = 105,99 - 105,99 = 0 \text{ m.c.a.}$$

Con base en los resultados se determinó que el diámetro a utilizar será de 2" y 2 1/2".

2.2.12. Diseño del tanque de almacenamiento

La finalidad del tanque de almacenamiento o distribución es cubrir las necesidades a la población que va a beneficiar, en consumo durante todo el día.

Para el cálculo de volumen se utilizaron los siguientes datos:

$$\text{Vol} = \frac{0,25 * Qm * 86\ 400}{1\ 000}$$

$$\text{Vol} = \frac{0,25 * 1,026\ \text{l/s} * 86\ 400}{1\ 000\ \text{m}^3} = 22,00\ \text{metros cúbicos}$$

El volumen del tanque a utilizar es de 22,00 metros cúbicos. El tanque se diseñará con muros de concreto ciclópeo y cubierta de concreto reforzado; para evitar la excesiva excavación se diseñara en estado semienterrado, donde la condición crítica, es cuando está se encuentra completamente lleno.

Para el cálculo del diseño de la losa del tanque se basó con el método 3 del ACI.

- Dimensiones del tanque

Largo: 5 metros

Ancho: 3 metros

Alto: 1,80 metros

Cv= 200 kg/ cm²

γ conc= 2 400 kg/m³

f'c=2 810 kg/ cm²

Sc= 120 kg/ cm²

- Cálculo de espesor de la losa:

- La relación de los lados de la losa es:

$$A/B = 3,00 / 5,00 = 0,6$$

De lo anterior se determina que la losa trabajará en 2 sentidos.

- Determinación del espesor:

$$e = \text{perímetro}/180 = 16/180 = 0,088$$

Se adopta $t=0,10$ m

- Integración de cargas (cálculo de peso propio de la losa)

$$W_m = 2400 \cdot t + S.C$$

$$W_m = 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,10 \text{ m} + 120 \text{ kg/m}^2 = 360,00 \text{ kg/m}^2$$

- Determinación de cargas últimas de diseño:

$$C_U = 1,7C_V + 1,4 C_M$$

$$C_U = 1,7 (200 \text{ kg/cm}^2) + 1,4 (360 \text{ kg/cm}^2) = 844 \text{ kg/m}^2$$

Determinación de los momentos: según las tablas de diseño, se trabajará una losa cuadrada discontinua de los cuatro lados, por lo que se diseñará con el

Caso 1:

Coefficientes para momentos positivos en losas por carga muerta

$$C_{ACM} = 0,081$$

$$C_{BCM} = 0,010$$

Coefficientes para momentos positivos en losas por carga viva

$$C_{ACV} = 0,081$$

$$C_{BCV} = 0,010$$

$$M (+)A = (0,081 \times 504 \times 3^2) + (340 \times 0,081 \times 3^2) = 615,276 \text{ kg-m}$$

$$M (+)B = (0,010 \times (504+340)) \times 5^2 = 211 \text{ kg-m}$$

De acuerdo a especificaciones, el Código ACI recomienda utilizar momentos negativos iguales a $M(+)/3$, para losa simplemente apoyadas por lo que los momentos negativos para ambos sentidos son:

$$M (-)A = (615\,276 \times 1/3) = 205,092 \text{ kg-m}$$

$$M (-)B = (211 \times 1/3) = 70,33 \text{ kg-m}$$

- Determinación del área de acero mínimo:

$$A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} * b * d$$

Donde:

A_{smin} = área de acero mínimo

b = base de la sección

b = 100 cm

d = peralte de la sección (t – rec)

d = 10 – 2,5 = 7,5 cm

F_y = límite de fluencia del acero

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2810} * 100 * 7,5$$

$$A_{smin} = 3,76$$

- Determinación del espaciamiento para Asmín, calculado por regla de tres.

Utilizando varillas de hierro No. 3 grado 40

$$3,75 \text{ cm}^2 \text{ _____ } 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \text{ _____ } S$$

$$S = 18,93 \text{ cm} = 0,18 \text{ m}$$

$$S_{\text{max}} = 2t$$

$$S_{\text{max}} = 2 \times 10 = 20 \text{ cm}$$

- Chequeo de momento último Mu con As min

$$Mu = 0,9 * As_{\text{min}} * Fy * \left(d - \frac{As_{\text{min}} * fy}{1,7 * f'c * b} \right) = 68 503,55 \text{ kg-cm}$$

Ya que el $Mu > Ma, b(\pm)$; debido a que todos los momentos son menores que Mu, el refuerzo propuesto es apto para resistir las cargas.

Cálculo del área del acero para los momentos:

$$As = \left[bd - \sqrt{(bd)^2 - \frac{Mu * b}{0,003825f'c}} \right] \left(\frac{0,85f'c}{Fy} \right)$$

Datos:

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

$$d = 7,5 \text{ cm}$$

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

$$F'y = 2 810 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_s = 3,76 \text{ cm}^2$$

M (kg-m)	A _s (cm ²)
615,27	3,75
211,00	3,75
205,09	3,75
70,33	3,7

El armado de losa final es el siguiente: rieles Ø No. 3 @ 0,18 m, bastones Ø No. 3 @ 0,18 m y tensión Ø No. 3 @ 0,18 m en ambos sentidos (ver anexos).

- Cálculo de muro del tanque

Datos:

γ_{agua} = densidad del agua = 1,00 ton/ m³

γ_{s} = densidad del suelo = 2,00 ton/m³

γ_{c} = densidad del concreto = 2,4 ton/ m³

H = altura del muro = 1,80 metros

h_a = altura del agua = 1,50 metros

μ = coeficiente de fricción suelo-muro = 0,25 (asumido)

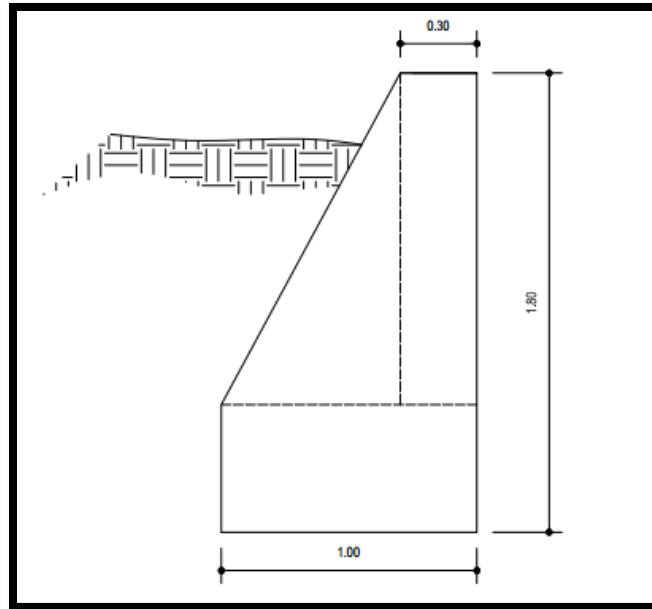
Φ = ángulo de fricción interna del suelo = 15° (asumido)

V_s = valor soporte del suelo = 10 ton/m² (valor asumido)

h = altura del muro menos piso del tanque

1 tonelada = 1 000 kg

Figura 11. Muro del tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia, en programa AutoCAD Civil 3D.

- Chequeo de base (B)

$$B = 0,5H - 0,7H$$

$$B = 0,5 (1,80) = 0,9 \text{ metros}$$

- Coeficiente de empuje activo (K_a)

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}\Phi}{1 + \text{sen}\Phi}$$

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(15)}{1 + \text{sen}(15)}$$

$$K_a = 0,59$$

- Coeficiente de empuje pasivo (K_p)

$$K_p = \frac{1 + \text{sen}\Phi}{1 - \text{sen}\Phi}$$

$$K_p = \frac{1 + \text{sen}(15)}{1 - \text{sen}(15)}$$

$$K_p = 1,70$$

- Cálculo de cargas totales de los diagramas

Carga pasiva ($P_p\gamma$)

$$P_p\gamma = \frac{1}{2} (K_p * \gamma_s * H^2)$$

$$P_p\gamma = \frac{1}{2} (1,70 * 2 \text{ Ton/m}^3 * (1,8 \text{ m})^2) = 2,75 \text{ Ton/m}$$

Carga activa ($P_a\gamma$)

$$P_a\gamma = \frac{1}{2} (K_a * \gamma_{\text{agua}} * h^2)$$

$$P_a\gamma = \frac{1}{2} (0,59 * 1,00 \text{ Ton/m}^3 * (1,60 \text{ m})^2) = 0,65 \text{ Ton/m}$$

- Cálculo de los momentos debidos a las cargas totales de los diagramas de presión:

Momento pasivo ($M_p\gamma$)

$$M_{py} = P_{py} \cdot H/3$$

$$M_{py} = 2,75 \text{ Ton/m} \times 1,80\text{m}/3 = 1,65 \text{ Ton/m}$$

Momento activo (M_{ay})

$$M_{ay} = P_{ay} \cdot h_a/3$$

$$M_{ay} = 0,65 \text{ Ton/m} \times 1,60\text{m}/3 = 0,35 \text{ Ton/m}$$

Tabla XVI. **Carga y momentos del muro del tanque de almacenamiento**

FIGURA	ÁREA(m ²)	DENSIDAD (Ton/m ³)	PESO (m)	BRAZO (m)	MOMENTO (Ton.m)
1	0,39	2,4	0,936	0,15	0,14
2	0,5	2,4	1,2	0,50	0,60
3	0,455	2,4	1,092	0,53	0,58
4	0,455	2,4	0,91	0,77	0,70
			ΣW=4,138		ΣW=2,02

Fuente: elaboración propia.

- Revisión de estabilidad

Por volteo

$$FSV = \frac{\sum Mr}{\sum M_{act}} \quad FSV > 1,50$$

$$FSV = \frac{M_{py} + M_w}{M_{ay}}$$

$$FSV = \frac{1,65 + 2,02}{0,35} = 10,48$$

10,48 > 2,00 el muro es estable contra volteo.

- Deslizamiento

Donde:

$$Fr = N * \mu = \sum F_y * \tan(\Phi) = 4,138 * \tan 15 = 1,10$$

$$FSV = \frac{\sum Fr}{\sum Fact} \quad FSD > 1,50$$

$$FSD = \frac{1,10}{0,65} = 1,69$$

1,69 > 1,50 el muro es estable contra deslizamiento.

- Presión máxima bajo la base del muro

Cálculo de:

$$FSV = \frac{\sum Mo}{W}$$

$$a = \frac{M_p \gamma + M_w - M_a \gamma}{\sum W}$$

$$a = \frac{1,65 + 2,02 - 0,35}{4,138} = 0,97$$

Si $3a > L$, entonces no existiría tensión y en este caso no existe

Si $3(0,97) > L$

$2,91 > L$

- Coordenadas de la resultante:

$$X = \frac{M_r - M_a y}{W}$$

$$X = \frac{2,02 - 0,35}{4,138} = 0,40 \text{ m}$$

- Excentricidad:

$$E = \frac{\text{base}}{2} - X$$

$$E = 0,5 - 0,40 = 0,10$$

Presión máxima = P_{\max}

$$P_{\max \text{ y } \min} = \frac{W}{\text{Base}} + \frac{6 WE}{\text{Base}^2}$$

Presión mínima = P_{\min}

$$P_{\max \text{ y } \min} = \frac{W}{\text{Base}} - \frac{6 WE}{\text{Base}^2}$$

$$P_{\max} = \frac{4,138}{1,00} * \left(1 + \frac{6 * 0,10}{1,00} \right) = 6,62 \text{ Ton/m}^2 < 10 \text{ Ton/m}^2$$

$$P_{\max} = \frac{4,138}{1,00} * \left(1 - \frac{6 * 0,10}{1,00}\right) = 1,65 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} > 0 \text{ Ton/m}^2$$

De acuerdo a los chequeos realizados, las dimensiones del muro son aptas para resistir las cargas del diseño.

2.2.13. Diseño de la línea de distribución

Sistema que conduce agua desde el tanque de distribución hasta el punto de la entrada de la red de distribución. La función principal es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente a los habitantes de la población.

- El procedimiento de diseño se describe a continuación:

Datos:

Coeficiente C =150 (pvc)

Caudal= 2,59 l/s

Cota tanque=105,99

Cota E-103 =66,65

Longitud=4 070,00 m

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * 4\,070,00 * 2,59^{1,85}}{150^{1,85} * 39,34} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 2,57$$

Por lo que se usará tubería de dos diámetros: (Ø) 3”

- Cálculo de pérdida de carga (h_f) con cada tubería.

- Tubería PVC 3"

L = 4 070,00 m

Qdist. = 2,59 lt /seg

C = 150

Ø = 3"

$$h_{f1} = \left(\frac{1\,743,811 * 4\,070,00 * 2,59^{1,85}}{150^{1,85} * 3,00^{4,87}} \right) = 12,70 \text{ m}$$

- Cálculo de la cota piezométrica (CP)

$$CP = \text{cota del tanque} - h_f$$

$$CP = 105,99 - 12,70 = 93,29 \text{ m}$$

- Cálculo de presiones (P)

$$P = \text{cota piezométrica} - \text{cota del terreno final}$$

$$P = 93,29 - 66,65 = 26,64 \text{ m.c.a.}$$

Con base en los resultados se determinó que el diámetro a utilizar para el sistema será de 3"

2.2.14. Diseño de la red de distribución



Es el sistema de tuberías unidas entre sí, que conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta el consumidor; la función principal es brindar un servicio continuo, en cantidad suficiente y de calidad aceptable.

Para el diseño de la red, es necesario considerar los siguientes criterios:

- Garantizar el buen funcionamiento del acueducto, por lo tanto, se diseñará con el caudal de hora máxima (QHM).
- Utilizar redes cerradas, dado que las viviendas se encuentran juntas, para mantener la presión en toda la red, sin ser afectada por los consumos.
- El diámetro mínimo a utilizar será de 1”.
- La presión deberá mantenerse en el rango de 10 a 40 mca; aunque en algunos casos se puede permitir una mínima de 6 mca, debido a la irregularidad de la topografía.
- Utilizar accesorios para garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

Para el balanceo de los flujos en el diseño de la red, se utilizó el método de Hardy Cross que compensa los caudales.

Consideraciones de diseño:

- Conviene que los caudales sigan la pendiente del terreno.
- En cada nodo, la sumatoria de los caudales de entrada deben de ser iguales a los de salida $\Sigma Q_e = \Sigma Q_s$
- Los caudales son: positivos  y negativos 

- El valor de las correcciones se calculará en función de ecuaciones de pérdidas de carga.

$$H_f = KQ_n, \Sigma k = (Q + \Delta)^n = 0$$

Desarrollando el binomio

$$\Sigma k(Q^n + n\Delta Q^{n-1} + \dots) = 0$$

$$\Sigma kQ^n + n\Delta Q^{n-1} = 0$$

$$\Delta = -\Sigma kQ_n / n\Sigma H_f/Q$$

Despejando. El valor de las correcciones es el siguiente:

$$\Delta = -\Sigma H_f / 1,85 \Sigma H_f/Q$$

En tramos comunes a varios circuitos se les aplicarán las correcciones del otro circuito, pero con signo cambiado.

Los circuitos se considerarán compensados cuando el valor absoluto de todas las correcciones ($\Delta \leq 0,01Q_e$) sea menor o igual al 1 por ciento del caudal de entrada, calculándose en ese momento los caudales y sus correspondientes pérdidas de carga.

Procedimiento:

Como explicación se analizará el tramo del nodo A hacia el nodo B.
Fijar los puntos de consumo como se muestra en la figura 12:

Figura 12. **Distribución de consumo de caudales**



Fuente: elaboración propia.

Luego de procederá a la distribución de caudales.

Figura 13. **Distribución de caudales**



Fuente: elaboración propia.

$$\Sigma Q_e = \Sigma Q_s$$

$$1,93 = 0,40 + 1,3 + 0,23$$

$$1,93 \text{ l/s} = 1,93 \text{ l/s OK}$$

Calcular para cada tramo los diámetros a utilizar, aproximando al diámetro comercial más próximo.

$$\varnothing_{AB} = \left(\frac{1\,743,811 * 64,125 * 1,93^{1,85}}{150^{1,85} * (66,652 - 66,788)} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 3,13'' \approx 3''$$

Para cada tramo calcular las pérdidas de carga.

$$H_{AB} = \frac{1\,743,811 * 64,125 * 1,93^{1,85}}{150^{1,85} * 3,00^{4,87}} = 0,168 \text{ m}$$

Para cada tramo calcular la relación $\frac{H_f}{Q}$

$$\frac{0,168}{1,93} = 0,087$$

Efectuando la sumatoria del circuito 1 de ΣH_f y $\Sigma H_f/Q$.

$$\Sigma H_f = 0,154$$

$$\Sigma H_f/Q = 0,481$$

Calcular para cada circuito el valor de las correcciones.

$$\Delta = \frac{-0,154}{1,85 * 0,481} = -0,173$$

Calcular el nuevo caudal ($Q+\Delta$), como comprobación de que sea operado correctamente, en tramos comunes el valor del caudal debe ser igual pero con el signo cambiado.

$$Q = 1,93 + (-0,173) = 1,757$$

Iniciar una nueva iteración a partir del cálculo con la pérdida de carga, con el nuevo caudal, hasta que el valor absoluto de las correcciones sea inferior al 1% del caudal de entrada.

$$\text{Circuito I: } |\Delta| \text{ y Circuito II: } |\Delta| < 0,01Q_e$$

$$\text{Circuito I: } |-0,008| \text{ y Circuito II: } |0,016| < 0,0259$$

El valor absoluto de Δ es menor que el 1 por ciento del caudal de entrada, por lo que se detiene con las iteraciones y se sigue al siguiente inciso.

Cuando se produzca la situación anterior, calcular los caudales y las pérdidas finales, estos datos se encuentran tabulados en el apéndice.

Calcular las presiones en la red.

Se traza la línea piezométrica, la cual se define como el perfil de las presiones en determinado tramo. Para trazarla es necesario conocer las cotas piezométricas de cada nodo: la cota piezométrica inicial en un sistema de distribución por gravedad es igual a la elevación de la salida del tanque de

almacenamiento. El resto de cotas son el resultado de la resta entre la cota piezométrica del nodo anterior y las pérdidas por fricción del tramo analizado.

- Cálculo de la cota piezométrica (CP)

$$CP_A = \text{Cota del tanque} - hf$$

$$CP_A = 105,99 - 12,70 = 93,29 \text{ m}$$

- Cálculo de presiones en (P_B)

$$(P_B) = CP_B - CT_B \text{ (cota de terreno en B)}$$

$$P_B = 93,29 - 66,788 = 26,4 \text{ m.c.a.}$$

Tabla XVII. **Presiones piezométricas**

COTAS PIEZOMÉTRICAS		PRESIONES EN NODOS	
CPZ E-103	93,29		
CPZ E-104	93,188	P E-104	26,4
CPZ E-105	93,16	P E-105	26,584
CPZ E-106	93,11	P E-106	26,96
CPZ E-107	93,114	P E-107	26,794
CPZ E-108	93,114	P E-108	26,945
CPZ E-109	93,076	P E-109	26,974
CPZ E-110	93,085	P E-110	26,765
CPZ E-111	93,084	P E-111	26,93
CPZ E-112	93,013	P E-112	26,953
CPZ E-113	93,056	P E-113	27,121
CPZ E-114	93,056	P E-114	26,902

Fuente: elaboración propia.

2.2.15. Sistema de desinfección

El agua que abastece a una población proviene de: ríos, lagos, nacimientos, y estas están contaminadas. Es por ello, que el agua que se va a utilizar para el abastecimiento de una población, deberá ser desinfectada.

Todas aquellas aguas que no llenen los requisitos de potabilidad establecidos en las Normas Coguanor, deberá tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleadas como fuente de abasto para poblaciones.

Existen tratamientos mínimos que deben dársele al agua con el fin de entregarla potable, libre de organismos patógenos en la desinfección, entre ellos están:

- Desinfección por medio de rayos ultravioleta: en este método se hace pasar el agua en capas delgadas por debajo de lámparas de rayos ultravioleta. Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, lo cual limita su aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.
- Desinfección por medio de ozono: el empleo del ozono como desinfectante es un sistema muy efectivo y su uso en Europa es muy común. El sistema de ozonificación, consiste básicamente en una elevación de voltaje que al producir chispas y entrar en contacto con el oxígeno produce el ozono.
- Desinfección por medio de cloro (cloración): este procedimiento es muy efectivo y es de uso generalizado en América Latina y especialmente en Guatemala. Además, es un sistema de desinfección más económico que

los dos métodos anteriores. Para que el cloro actúe efectivamente, se debe dejar un tiempo de contacto del cloro con el agua, preferentemente de 15 a 20 minutos.

El método más confiable y exitoso para evitar la reaparición de bacterias en las tuberías, y más usado en el medio guatemalteco es la cloración.

Para este proyecto se utilizará un alimentador automático de tricloro instalado en serie con la tubería de conducción, en la entrada del tanque. La cantidad de litros que se tratarán a través del sistema será el caudal de conducción durante un día.

Las tabletas de tricloro: son una forma de presentación del cloro: pastillas de 200 gramos de peso, 3 pulgadas de diámetro, por 1 pulgada de espesor, con una solución de cloro al 90 y 10 por ciento de estabilizador. La velocidad a la que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas. Para determinar la cantidad de tabletas al mes para clorar el caudal, se hace mediante la siguiente ecuación, determinada por la guía para la desinfección del agua para consumo en sistemas de abastecimientos de agua por gravedad y bombeo, por la Organización Panamericana de la Salud:

$$G = \frac{CMD}{\%CL}$$

Donde:

- G = gramos de tricloro
- C = miligramos por litro deseados
- M = litros de agua a tratarse por día
- D = número de días

%CL = concentración de cloro

La cantidad de gramos de tricloro oscila entre 0,07 y 0,15 por ciento, este depende del caudal a tratar, para este proyecto es de 1,53 l/s =132 192 l/día) se utilizará un valor del 0,1 por ciento, por lo que se tiene:

$$G = \frac{0,001 * 132\ 192 * 30}{0,9} = 4\ 406,40$$

$$\frac{4\ 406,40}{200} = 22 \text{ tabletas}$$

Lo cual significa que se necesitan 22 tabletas mensuales. Esta será colocada por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes. El gasto de operación del sistema de desinfección será tomado en cuenta para la propuesta de tarifa.

2.2.16. Operación y mantenimiento del sistema

Tiene como objetivo garantizar el correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento, así también, detectar fallas que este puede presentar durante la operación normal.

El encargado del funcionamiento del sistema, deberá realizar inspecciones periódicas a todos los componentes físicos del sistema, y garantizar su adecuado funcionamiento.

Entre las actividades más comunes para el mantenimiento y operación del sistema están: detectar posibles fugas, efectuar operaciones necesarias,

limpieza del sistema de desinfección, limpieza de maleza e inspeccionar el buen funcionamiento de todas las obras complementarias.

2.2.17. Propuesta de tarifa

Para que el sistema de agua potable funcione adecuadamente y pueda cumplir su objetivo de abastecer a la población, este requiere de fondo de operación y mantenimiento. Esto implicará la necesidad de recursos suficientes para operar el sistema, creando una tarifa que cada vivienda deberá de cancelar mensualmente.

- Costo de operación (O)

Este representa el pago mensual al fontanero por revisión de tubería, conexiones domiciliars, mantenimiento y operación del sistema de desinfección. Suponiendo que recorrerá 7,20 kilómetros en línea, revisará 40 conexiones, atendiendo el cuidado y limpieza. Además, se contempla un factor que representa las prestaciones.

Donde:

$$O = 1,43 \left[\frac{L_{tuberia}}{L_{tuberia}/mes} + \frac{No. conexiones * jornal}{40_{conexiones}/mes} + \frac{mantenimiento}{30_{dia}/mes} \right]$$

$$O = 1,43 \left[\frac{7,20 \text{ km} * Q 90,00}{7,00 \text{ km}} + \frac{90,00 * Q 90,00}{40 \text{ conexiones}} + \frac{Q 90,00}{30} \right] = Q 426,24/mes$$

- Costo por mantenimiento (M)

Este se utiliza para la compra de materiales del proyecto cuando sea necesario mejorar el sistema o reparar daños. Se estima como el 4 por millar del costo total del proyecto presupuestado para el periodo de diseño.

$$M = \frac{0,004 * \text{costo del proyecto}}{20}$$

$$M = \frac{0,004 * 1\,374,202.42}{20} = 274,84/\text{mes}$$

- Costo de tratamiento (T)

Este será para la compra y mantenimiento del método de desinfección, el gasto será mensual.

T=costo de tableta en gramos*número de tabletas a utilizar al mes

T= Q 27,00/ tableta*22 tabletas= Q 594,00 /mes

- Costo de administración (A)

Este servirá para cubrir gastos de papelería, viáticos entre otros, se estima un 15 por ciento de la suma de los anteriores.

$$A=0,15*(O+M+T)=0,15(426,24+274,84+594.00)=194,26$$

- Costo de reserva (R)

Se utiliza para cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 12 por ciento de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

$$R=0,12 (O+M+T)=0,12(426,24+274,84+594)=155,40$$

- Cálculo de tarifa propuesta (TAR)

$$TAR = \frac{O+M+T+A+R}{no.viviendas}$$

$$TAR = \frac{426,24+274,84+594,00+194,26+155,40}{90} = Q 18,27$$

La tarifa mínima propuesta es de Q.18,27 por vivienda mensual.

2.2.18. Elaboración de presupuesto

El presupuesto del proyecto se elaboró con base en precios unitarios, aplicando un 41 por ciento de costos indirectos, entre los cuales se encuentran utilidades y gastos de administración. Los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región y el costo de la mano de obra se calculó de acuerdo a los renglones establecidos por la municipalidad.

Tabla XVIII. **Presupuesto de agua potable**

No.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	SUBTOTAL
1,0	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y TRAZO	M L	7 668,87	20,12	Q. 154 314,90
2,0	CAPTACIÓN	U	1,00	1 3261,10	Q. 13 261,10
3,0	CAJAS DE VÁLVULA DE LIMPIEZA	U	5,00	1 958,80	Q. 9 794,00
4,0	CAJAS DE VÁLVULA DE AIRE	U	1,00	2 038,00	Q. 2 038,00
5,0	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 22 M3	U	1,00	4 1916,30	Q. 41 916,32
6,0	TUBERÍA LÍNEA DE CONDUCCIÓN	ML	2 070,00	51,70	Q. 106 936,90
7,0	TUBERÍA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	ML	5 599,80	89,90	Q. 503 240,53
8,0	ACOMETIDA DOMICILIAR	UNIDAD	90,00	977,10	Q. 87 943,20
COSTO DIRECTO DEL PROYECTO					Q. 974 611,65
COSTO INDIRECTO DEL PROYECTO					Q. 399 590,78
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q. 1 374 202,42

Fuente: elaboración propia.

El monto del proyecto asciende a un millón trescientos setenta y cuatro mil doscientos dos quetzales con cuarenta y dos centavos.

Los renglones de trabajo deben ser ejecutados en un período de tiempo determinado, con un monto asignado por cada mes de construcción, esto servirá para tener un control del progreso del proyecto.

Tabla XIX. Cronograma de ejecución física y financiera

No .	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS	PRECIO	MES 1				MES 2				MES 3					
			SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4		
1	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y TRAZO	Q.230 639,05	■													
2	CAPTACIÓN	Q.19 820,04		■												
3	CAJAS DE VÁLVULA DE LIMPIEZA	Q.14 638,11			■											
4	CAJAS DE VÁLVULA DE AIRE	Q.3 045,99			■											
5	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN DE 22M3	Q.62 648,13					■	■	■	■						
6	TUBERÍA LÍNEA DE CONDUCCIÓN	Q.159 827,89				■	■	■	■							
7	TUBERÍA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	Q.752 143,30							■	■	■	■				
8	ACOMETIDA DOMICILIAR	Q.131 439,91														■
			Q. 230 639,05	Q. 19 820,04	Q. 17 684,11	Q. 39 956,97	Q. 39 956,97	Q. 55 619,00	Q. 55 619,00	Q. 203 697,86	Q. 203 697,86	Q. 188 035,83	Q. 188 035,83	Q. 131 439,91		
			Q. 308 100,17				Q. 354 892,84				Q. 711 209,41					
			Q. 1 374 202,42													

Fuente: elaboración propia.

2.2.19. Evaluación socioeconómica

El análisis financiero de un proyecto es diferente al análisis económico, aunque ambos conceptos están íntimamente relacionados. El análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto; en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad.

- Análisis económico

Los proyectos de abastecimiento de agua potable deben de ser sometidos a un análisis económico para determinar la conveniencia de ejecutarlos y para este efecto de debe identificar, cuantificar y valorar su costo y beneficios.

- Análisis costo/beneficio

Este análisis se aplica en aquellos casos en que tanto los costos como los beneficios pueden expresarse en términos monetarios. Los indicadores más comunes asociados a este tipo de análisis son: el valor presente neto (VPN) Y la tasa interna de retorno (TIR).

2.2.19.1. Valor presente neto (TIR)

Se utiliza para comparar alternativas de inversión, que consisten en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del periodo de funcionamiento; la tasa de interés, corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual es de 10 por ciento.

Debido a la característica del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá de ser financiada por alguna institución pública o privada. Para el análisis de VPN este rubro no se considerará debido a que debe analizarse si el proyecto es autosostenible o no.

- Cálculo de costo de operación y mantenimiento anual (CA) y valor presente (VP)

$$CA=(O+M+T+A+R)*12$$

$$CA= (426,24+274,84+594,00+194.26+155.40)=1605.14*12=19 736,88$$

$$VP_{CA} = CA * \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right]$$

$$VP_{CA} = 19 736,88 * \left[\frac{(1 + 0,10)^{20} - 1}{0,10 * (1 + 0,10)^{20}} \right] = 168 031,18$$

- Cálculo de la tarifa poblacional anual (TPA) y valor presente neto.

$$TPA=Q.18,27*90*12= Q. 19 731,60$$

$$VP_{TPA} = TPA * \left[\frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n} \right]$$

$$VP_{TPA} = 19 731,60 * \left[\frac{(1 + 0.10)^{20} - 1}{0.10 * (1 + 0.10)^{20}} \right] = 167 986,23$$

$$VPN=ingresos-egresos= 168 031,18-167 986,13 =45,05$$

Con la tarifa propuesta, el proyecto podrá cubrir todos los costos de operación y mantenimiento que se necesita durante el período de funcionamiento.

2.2.19.2. Tasa interna de retorno (TIR)

Este es indicador utilizado para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, no es posible obtener una tasa interna de retorno atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, el cual se determina de la siguiente manera.

Costo= inversión inicial-VPN= Q.1 218 345,21-Q.1518.13=Q.1 216 827,08

Beneficio= número de habitantes futuro

$$COSTO/BENEFICO = \frac{Q.1\ 374\ 202,42}{739} = Q.1\ 859,54 \text{ por habitante}$$

Las instituciones de inversión social, toman la decisión de invertir de acuerdo con el valor de costo/beneficio y de las disposiciones económicas que posean.

2.2.20. Evaluación de impacto ambiental inicial

El medio ambiente es un sistema de elementos abióticos, bióticos, culturales, socioculturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana y que afectan o influyen sobre la condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

Es por ello que es necesario que todo proyecto de obra civil debe tener un plan ambiental, como mínimo debe de contener:

- Medidas de mitigación a considerarse en el análisis de alternativas
- Consideraciones ambientales en el proyecto de ingeniería
- Manual de operación y mantenimiento
- Plan de seguimiento y monitoreo ambiental

El manejo del plan ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Y se desarrollarán en etapas de: planificación, ejecución y operación de los proyectos.

Para el proyecto se hará una identificación de los impactos y su origen, sin mostrar un valor cuantitativo; además, debido a las características del proyecto, se beneficiará en el aspecto también de salubridad. Entre los factores de que pueden originar impactos tenemos:

- Características físicas: entre estas características se puede mencionar; tierra, agua y atmosfera.
- Condiciones biológicas: flora y fauna
- Factores culturales: uso del suelo, ética e interés humano
- Factores socioeconómicos: comercio, empleo, tránsito y vehículos

Para evaluar el proyecto en su conjunto debe hacerse un balance entre el beneficio obtenido y el impacto que se tendrá durante la construcción y operación del proyecto; tomando en cuenta que este proyecto en particular, es imprescindible para el bienestar y desarrollo de la población.

Algunos de los elementos afectados durante la construcción, que tienden a tener un impacto negativo pero mitigables son:

- Características físicas: tierra y fauna
- Condiciones biológicas: flora

Tabla XX. **Impacto ambiental en operación**

Actividades	Impactos negativos	Medidas de mitigación
<p>Avance de las actividades agrícolas, explotación de la madera en zonas de la fuente de agua.</p>	<p>Disminución de capacidad de la fuente por el efecto de la deforestación y por el propio consumo de la población.</p> <p>También alteración del suelo y cuerpos de agua por la construcción de la obra.</p>	<p>Reforestar el área de las fuentes y vigilar las actividades efectuadas, principalmente aguas arriba de la captación.</p> <p>Circular el área de la captación para evitar el ingreso de personas ajenas y animales.</p> <p>Motivar y capacitar a la población en el manejo de la conservación de las fuentes de agua.</p>
<p>Comprobación de caudales , presiones, funcionamiento de las tuberías, obras de arte y accesorios</p>	<p>Malestar de los usuarios al inicio de la planificación.</p>	<p>Asegurar que los caudales y las presiones del diseño son los que recibe la población</p>
<p>Calidad de agua</p>	<p>Malestar de los usuarios al inicio de la construcción.</p> <p>Amenazas a la salud por déficit de calidad del agua.</p>	<p>Potabilizar el agua de manera que sea apta para el consumo humano.</p> <p>Establecimiento de un programa de vigilancia de la calidad de agua.</p>
<p>Continuidad del servicio.</p>	<p>Amenaza a la salud por déficit en cantidad.</p>	<p>Garantizar que habrá suficiente agua y que el servicio será continuo.</p> <p>Establecer un programa de gestión social que se encargue de mantener a la población bien informada.</p>
<p>Reparación y mantenimiento de tuberías, accesorios, obras y equipos.</p>	<p>Malestar de los usuarios por la interrupción de sus labores.</p> <p>Incremento en los gastos.</p>	<p>Capacitación continua a los operarios del sistema.</p> <p>Pago de tarifa.</p>

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La construcción del tramo de la carretera de la comunidad Marleny y El Corozo Milla 3, será de gran beneficio para la comunidad, ya que con este proyecto, los habitantes del lugar podrán trasladarse hacia las demás comunidades del área sin ninguna dificultad, así también, esta vía le traerá desarrollo, ya que comunica con el casco urbano, esto permitirá a los habitantes comerciar sus productos.
2. La construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío de Jimeritos, Puerto Barrios, Izabal, contribuirá a satisfacer las necesidades básicas de los pobladores, evitando la proliferación de enfermedades gastrointestinales y mejorándoles la calidad de vida.
3. La realización del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), además de brindar servicio técnico profesional, es un medio para el desarrollo del estudiante de ingeniería civil, porque le permite complementar su formación académica, lo cual le ayuda adquirir experiencia y madurez para iniciar el desempeño de su profesión.

RECOMENDACIONES

1. Dar mantenimiento a los drenajes al inicio y final del invierno, para que una carretera esté en óptimas condiciones.
2. El mantenimiento de la superficie de rodadura de la carretera, antes y después del invierno, solo así, esta logrará alcanzar la vida útil del proyecto.
3. Mantener un control de la calidad de los materiales utilizados en la construcción, cumpliendo con las normas y especificaciones.
4. Verificar las tuberías y accesorios del sistema de agua potable para que estos trabajen a un nivel óptimo.
5. En el tiempo en que se realice la ejecución del proyecto será necesario actualizar los precios de los materiales.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
2. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones.* 4a ed. México: Limusa, 1999. 186 p.
3. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes.* Guatemala: DGC-MICI impresos industriales, 1975. 690 p.
4. HERNÁNDEZ CANALES, Juan Carlos. *Características físicas y propiedades mecánicas de los suelos y sus métodos de medición.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008. 441 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales.* Guatemala: Infom e Unepar. 2011. 63 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Cálculo de curvas horizontales

No Curva	Radio	Grado de curvatura G	Deflexión Δ	Long. Curva	External	Ordenada máxima	Cuerda máxima	e %	Ls	Sa
1	100	11°27'32,96"	27°56'56,4"	48,78	3,04	2,95	48,29	3,8	17	1
2	60	19°5'54,94"	32°14'21,84"	33,76	2,45	2,35	33,31	7,5	34	1,6
3	57	20°6'13,62"	32°33'5,04"	32,38	2,37	2,28	31,94	9,8	44	2,4
4	46	24°54'40,35"	46°51'13,32"	37,61	4,13	3,79	36,57	8,7	39	1,9
5	45	25°27'53,25"	124°3'6,84"	97,43	50,93	23,89	79,48	7,8	35	1,7
6	67	17°6'11,58"	68°27'56,88"	80,06	14,03	11,60	75,38	5,8	26	1,3
7	48	23°52'23,67"	42°41'2,76"	35,75	3,53	3,29	34,93	9,3	42	2,1
8	100	11°27'32,96"	14°14'19,68"	24,85	0,77	0,77	24,78	3,8	17	1
9	44	26°2'36,73"	48°51'44,28"	37,52	4,32	3,93	36,39	9,8	44	2,4
10	53	21°37'15,78"	35°10'27,12"	32,53	2,59	2,47	32,02	9,3	42	2,1
11	56	20°27'46"	32°40'40,8"	31,93	2,35	2,26	31,50	9,8	44	2,4
12	42	27°17'1,34"	51°54'26,64"	38,05	4,71	4,23	36,76	9,8	44	2,4
13	44	26°2'36,73"	102°49'2,28"	78,95	26,53	16,55	68,78	8,1	37	1,8
14	60	19°5'54,94"	28°30'51,12"	29,86	1,90	1,84	29,55	8,7	39	1,9
15	50	22°55'5,92"	101°28'34,68"	88,55	29,00	18,35	77,42	7,5	34	1,6
16	62	18°28'57,03"	26°5'30,48"	28,23	1,64	1,60	27,99	8,7	39	1,9
17	80	14°19'26,2"	16°46'33,96"	23,42	0,86	0,85	23,34	8,7	39	1,9
18	55	20°50'5,38"	35°37'12"	34,19	2,76	2,63	33,64	9,8	44	2,4
19	50	22°55'5,92"	45°17'33"	39,52	4,17	3,85	38,50	9,8	44	2,4
20	60	19°5'54,94"	52°7'26,04"	54,58	6,79	6,10	52,72	8,4	29	1,4
21	60	19°5'54,94"	29°24'41,04"	30,79	2,03	1,96	30,46	8,7	39	1,9
22	66	17°21'44,49"	22°53'17,52"	26,36	1,33	1,31	26,19	9,8	44	2,4
23	90	12°43'56,62"	14°15'6,84"	22,38	0,70	0,69	22,32	9,8	44	2,4
24	58	19°45'25,8"	30°1'11,64"	30,38	2,04	1,97	30,04	9,3	43	2,1
25	60	19°5'54,94"	47°23'12,84"	49,62	5,52	5,05	48,22	6,4	29	1,4
26	60	19°5'54,94"	50°53'41,28"	53,29	6,44	5,82	51,56	6,4	29	1,4
27	45	25°27'53,25"	47°15'55,08"	37,12	4,11	3,77	36,07	9,8	44	2,4
28	35	32°44'25,6"	96°45'1,8"	59,10	17,69	11,75	52,32	4,8	42	1,2

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Cálculo de curvas verticales

No. de curva	EST PIV	EST elevación	Pendiente	Diferencia Δ	Tipo de curva	K de visibilidad		LCV de diseño	(LCV/Δ)	Criterio de apariencia (LCV/Δ)≥30	Criterio de comodidad (curvas conc.) (LCV/Δ)≤(V²/395)	Criterio de drenaje (LCV/Δ)≤43	LCV por criterio de seguridad Δ*K	OM	EST PCV	EST PIV	ELEV PIV CORR.
						conc	conv										
0	0,00	100,91	-5,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	109,79	94,63	9,82	15,54	concava	4	4	70	4,51	No Cumple	Es Mayor	Es Menor	62,16	1,36	74,79	144,79	95,99
2	280,00	111,34	-7,68	17,5	convexa	2	2	90	5,14	No Aplica	No Aplica	Es Menor	35	-1,97	235	325	109,37
3	433,62	99,54	9,98	17,66	concava	4	4	72	4,08	No Cumple	Es Mayor	Es Menor	70,64	1,59	397,62	469,62	101,13
4	577,03	113,86	1,98	8	convexa	2	2	55	6,88	No Aplica	No Aplica	Es Menor	16	-0,55	549,53	604,53	113,31
5	695,59	116,21	-4,20	6,18	concava	4	4	65	10,51	No Aplica	No Aplica	Es Menor	12,36	-0,50	663,09	728,09	115,71
6	807,39	111,51	9,89	14,09	concava	4	4	60	4,26	No cumple	Es Mayor	Es Menor	56,36	1,06	777,39	837,39	112,57
7	942,49	124,87	1,95	7,94	convexa	2	2	70	8,81	No Aplica	No Aplica	Es Menor	15,88	-0,69	907,49	977,49	124,18
8	1123,97	128,40	-7,28	9,23	convexa	2	2	65	7,05	No Aplica	No Aplica	Es Menor	18,46	-0,75	1091,47	1156,47	127,65
9	1270,48	117,74	2,25	9,53	concava	4	4	70	7,35	No Cumple	Es Mayor	Es Menor	38,12	0,83	1235,48	1305,48	118,57
10	1427,50	121,27	8,57	6,32	concava	4	4	60	9,48	No Cumple	Es Mayor	Es Menor	25,28	0,47	1397,5	1457,5	121,74
11	1560,00	132,63	-9,74	18,31	convexa	2	2	60	3,28	No aplica	No Aplica	Es Menor	36,62	-1,37	1530	1590	131,26
12	1721,45	116,90	-0,62	9,12	concava	4	4	60	6,58	No Cumple	Es Mayor	Es Menor	36,48	0,68	1691,45	1751,45	117,58
13	1937,91	115,55	8,32	8,94	concava	4	4	70	7,83	No cumple	Es Mayor	Es Menor	35,76	0,78	1902,91	1972,91	116,33
14	2124,01	131,03	-10,00	18,32	convexa	2	2	70	3,82	No cumple	Es Mayor	Es Menor	36,64	-1,60	2089,01	2159,01	129,43
15	2297,25	113,71	9,91	19,91	concava	4	4	80	4,02	No Aplica	No Aplica	Es Menor	79,64	1,99	2257,25	2337,25	115,70
16	2484,24	132,24	-2,01	11,92	convexa	2	2	50	4,19	No cumple	Es Mayor	Es Menor	23,84	-0,75	2459,24	2509,24	131,50
17	2583,53	130,25	9,22	11,23	concava	4	4	45	4,01	No Aplica	No Aplica	Es Menor	44,92	0,63	2561,03	2606,03	130,88
18	2661,72	137,46	-1,51	10,73	convexa	2	2	45	4,20	No cumple	Es Mayor	Es Menor	21,46	-0,60	2639,22	2684,22	136,86
19	2767,88	135,86	-5,45	3,94	convexa	4	4	50	12,69	No Aplica	No Aplica	Es Menor	7,88	-0,25	2742,88	2792,88	135,61
20	2873,39	130,12	3,97	9,42	concava	4	4	45	4,78	No Aplica	No Aplica	Es Menor	37,68	0,53	2850,89	2895,89	130,65
21	2960,12	133,56	-2,80	6,77	convexa	2	2	50	7,38	No cumple	Es Mayor	Es Menor	13,54	-0,42	2935,12	2985,12	133,14
FIN	3020,00	131,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Cálculo de la línea de conducción

TRAMO	EST INICIAL	EST FINAL	COTA INIC	COTA FINAL	HF	LONGITUD	LONGITUD A UTILIZAR	Coefficiente de rugosidad (C)	Q entrada	DIÁMETRO SEGUN FORMULA	DIÁMETRO A UTILIZAR EN PULGADAS	DIÁMETRO NOMINAL	HF REAL (m)	VELOCIDAD	CP INIC	CP FINAL
1	1,00	2,00	126,99	119,99	7,00	25,00	26,25	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,08	0,43	126,99	126,91
2	2,00	3,00	119,99	117,99	2,00	26,02	27,32	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,08	0,43	126,91	126,82
3	3,00	4,00	117,99	112,99	5,00	48,47	50,89	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,16	0,43	126,82	126,67
4	4,00	5,00	112,99	111,99	1,00	5,10	5,36	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,02	0,43	126,67	126,65
5	5,00	6,00	111,99	113,99	2,00	44,78	47,02	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,15	0,43	126,65	126,50
6	6,00	7,00	113,99	106,99	7,00	106,78	112,12	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,35	0,43	126,50	126,15
7	7,00	8,00	106,99	94,99	12,00	107,54	112,92	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,35	0,43	126,15	125,80
8	8,00	9,00	94,99	87,99	7,00	97,94	102,84	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,32	0,43	125,80	125,48
9	9,00	10,00	87,99	86,99	1,00	28,07	29,47	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,09	0,43	125,48	125,39
10	10,00	11,00	86,99	85,99	1,00	9,90	10,40	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,03	0,43	125,39	125,36
11	11,00	12,00	85,99	86,99	1,00	35,61	37,39	150,00	1,53	2,30	2,50	2,66	0,12	0,43	125,36	125,24
12	12,00	13,00	86,99	84,99	2,00	70,00	73,50	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,58	0,63	125,24	124,67
13	13,00	14,00	84,99	81,99	3,00	159,13	167,09	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	1,32	0,63	124,67	123,35
14	14,00	15,00	81,99	81,99	0,00	1,41	1,48	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,01	0,63	123,35	123,34
15	15,00	16,00	81,99	77,99	4,00	86,31	90,63	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,71	0,63	123,34	122,62
16	16,00	17,00	77,99	75,99	2,00	71,20	74,76	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,59	0,63	122,62	122,03
17	17,00	18,00	75,99	73,61	2,38	76,75	80,59	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,64	0,63	122,03	121,40
18	18,00	19,00	73,61	74,25	0,64	79,96	83,96	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,66	0,63	121,40	120,74
19	19,00	20,00	74,25	74,90	0,65	80,04	84,04	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,66	0,63	120,74	120,07
20	20,00	21,00	74,90	75,55	0,65	79,96	83,96	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,66	0,63	120,07	119,41
21	21,00	22,00	75,55	76,84	1,29	179,49	188,76	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	1,49	0,63	119,41	117,93
22	22,00	23,00	76,84	77,37	0,53	80,57	84,60	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,67	0,63	117,93	117,26
23	23,00	24,00	77,37	77,25	0,12	80,31	84,33	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,66	0,63	117,26	116,60
24	24,00	25,00	77,25	78,12	0,87	79,67	83,65	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,66	0,63	116,60	115,94
25	25,00	26,00	78,12	78,50	0,38	80,33	84,35	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,66	0,63	115,94	115,27
26	26,00	27,00	78,50	81,99	3,49	106,15	111,46	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,88	0,63	115,27	114,39
27	27,00	28,00	81,99	83,81	1,82	25,70	26,99	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,21	0,63	114,39	114,18
28	28,00	29,00	83,81	86,82	3,01	18,32	19,24	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,15	0,63	114,18	114,03
29	29,00	30,00	86,82	90,94	4,12	38,47	40,39	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,32	0,63	114,03	113,71
30	30,00	31,00	90,94	99,23	8,29	65,94	69,24	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,55	0,63	113,71	113,17
31	31,00	32,00	99,23	101,97	2,74	34,80	36,54	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,29	0,63	113,17	112,88
32	32,00	33,00	101,97	105,99	4,02	39,95	41,95	150,00	1,53	1,90	2,00	2,19	0,33	0,63	112,88	112,55

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. Cálculo de la línea de distribución

TRAMO	EST INICIAL	EST FINAL	COTA INIC	COTA FINAL	HF	LONGITUD	LONGTUD A UTILIZAR	Coefficiente de rugosidad (C)	Q entrada	DIÁMETRO SEGUN FORMULA	DIÁMETRO A UTILIZAR EN PULGADAS	DIÁMETRO NOMINAL	HF REAL (m)	VELOCIDAD	C P INIC	C P FINAL
33	TANQUE	33,00	105,970	105,994	0,02	9,99	10,49	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,03	0,48	105,97	105,94
34	33,00	35,00	105,994	101,224	4,77	28,02	29,42	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,09	0,48	105,94	105,85
35	35,00	37,00	101,224	97,087	4,14	43,64	45,82	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,14	0,48	105,85	105,71
36	37,00	39,00	97,087	89,970	7,12	29,54	31,02	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,10	0,48	105,71	105,61
37	39,00	41,00	89,970	78,258	11,71	64,12	67,32	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,21	0,48	105,61	105,40
38	41,00	45,00	78,258	77,593	0,66	93,80	98,49	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,30	0,48	105,40	105,10
39	45,00	47,00	77,593	77,373	0,22	32,92	34,56	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,11	0,48	105,10	104,99
40	47,00	50,00	77,373	77,254	0,12	76,63	80,46	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,25	0,48	104,99	104,75
41	50,00	51,00	77,254	77,037	0,22	17,52	18,39	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,06	0,48	104,75	104,69
42	51,00	53,00	77,037	76,306	0,73	57,37	60,24	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,19	0,48	104,69	104,51
43	53,00	59,00	76,306	75,285	1,02	202,10	212,20	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,65	0,48	104,51	103,85
44	59,00	63,00	75,285	72,476	2,81	193,32	202,99	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,62	0,48	103,85	103,23
45	63,00	71,00	72,476	71,951	0,53	518,91	544,86	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	1,68	0,48	103,23	101,55
46	71,00	78,00	71,951	69,580	2,37	420,80	441,84	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	1,36	0,48	101,55	100,19
47	78,00	87,00	69,580	67,028	2,55	983,52	1032,69	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	3,18	0,48	100,19	97,02
48	87,00	102,00	67,028	66,736	0,29	1322,09	1388,20	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	4,27	0,48	97,02	92,75
49	102,00	103,00	66,736	66,652	0,08	49,28	51,74	150,00	2,55	2,80	3,00	3,23	0,16	0,48	92,75	92,59

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Cálculo de la red de distribución

PRIMERA ITERACIÓN																	SEGUNDA ITERACIÓN				TERCERA ITERACIÓN				Q Y HF FINALES	
CIRCUITO 1																										
TRAMO		LONGITUD	DIÁMETRO φ	CAUDAL Q	PERDIDA A HF	HF/Q	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Qf	HfF									
DE	A																									
E-103	E-104	64,125	3,23	1,93	0,118	0,061	-0,17	1,757	0,099	0,056	0,04	1,797	0,103	0,057	-0,008	1,789	0,102									
E-104	E-107	130,36	3,23	1,3	0,115	0,088	-0,35	0,949	0,064	0,067	0,1	1,046	0,077	0,074	-0,024	1,022	0,074									
E-107	E-108	58,26	2,193	0,3	0,023	0,077	-0,32	-0,019	0	0	0,02	0,004	0	0	-0,029	-0,025	0									
E-108	E-103	154,85	2,193	-0,4	-0,102	0,255	-0,17	-0,573	-0,198	0,346	0,04	-0,533	-0,173	0,325	-0,008	-0,541	-0,178									
				0,154		0,481				-0,035		0,469				0,007		0,456								
				Δ1=		-0,173				Δ1=		0,04				Δ1=		-0,008								
				CHEQUEA?		NO CHEQUEA				CHEQUEA?		NO CHEQUEA				CHEQUEA?		SI CHEQUEA								

CIRCUITO 2																			
TRAMO		LONGITUD	DIÁMETRO O φ	CAUDAL Q	PERDIDA A HF	HF/Q	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Qf	HfF		
DE	A																		
E-104	E-105	63,046	2,655	0,4	0,016	0,04	0,178	0,578	0,032	0,055	-0,06	0,521	0,027	0,052	0,016	0,537	0,028		
E-105	E-106	104,2	2,193	0,2	0,019	0,095	0,178	0,378	0,062	0,164	-0,06	0,321	0,046	0,143	0,016	0,337	0,05		
E-106	E-107	57,2	2,193	-0,2	-0,01	0,05	0,194	-0,006	0	0	-0,12	-0,127	-0,005	0,039	0,033	-0,094	-0,003		
E-107	E-104	130,36	3,23	-1,3	-0,115	0,088	0,351	-0,949	-0,064	0,067	-0,1	-1,046	-0,077	0,074	0,024	-1,022	-0,074		
				-0,09		0,273				0,03		0,286				-0,009		0,308	
				Δ2=		0,178				Δ2=		-0,057				Δ2=		0,016	
				CHEQUEA?		NO CHEQUEA				CHEQUEA?		NO CHEQUEA				CHEQUEA?		SI CHEQUEA	

CIRCUITO 3																			
TRAMO		LONGITUD	DIÁMETRO O φ	CAUDAL Q	PERDIDA A HF	HF/Q	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Qf	HfF		
DE	A																		
E-107	E-106	99,51	2,193	0,2	0,018	0,09	-0,02	0,184	0,016	0,087	0,06	0,248	0,027	0,109	-0,017	0,231	0,024		
E-106	E-111	57,57	2,193	-0,1	-0,003	0,03	-0,04	-0,144	-0,006	0,042	0,11	-0,035	0	0	-0,028	-0,063	-0,001		
E-111	E-110	96,99	3,23	-0,57	-0,019	0,033	-0,16	-0,732	-0,03	0,041	0,05	-0,685	-0,026	0,038	-0,038	-0,723	-0,029		
E-110	E-107	57,2	2,193	0,2	0,01	0,05	-0,19	0,006	0	0	0,12	0,127	0,005	0,039	-0,033	0,094	0,003		
				0,006		0,203				-0,02		0,17				0,006		0,186	
				Δ3=		-0,016				Δ3=		0,064				Δ3=		-0,017	
				CHEQUEA?		SI CHEQUEA				CHEQUEA?		NO CHEQUEA				CHEQUEA?		SI CHEQUEA	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Cálculo de la red de distribución

CIRCUITO 4																	
TRAMO	LONGITUD	DIAMETR	CAUDAL	PERDID	HF/Q	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Qf	HFf	
DE	A	O ϕ	Q	A HF													
E-107	E-110	96,99	3,23	0,57	0,019	0,033	0,162	-0,732	0,03	0,041	-0,05	0,685	0,026	0,038	0,038	0,723	0,029
E-110	E-109	57,83	2,193	0,1	0,003	0,03	0,057	-0,157	0,007	0,045	-0,01	0,143	0,006	0,042	0,035	0,178	0,009
E-109	E-108	98,04	2,193	-0,47	-0,087	0,185	0,146	-0,324	-0,044	0,136	0,02	-0,307	-0,04	0,13	0,021	-0,286	-0,035
E-108	E-107	58,26	2,193	-0,3	-0,023	0,077	0,319	0,019	0	0	-0,02	-0,004	0	0	0,029	0,025	0
					-0,088	0,325			-0,007	0,222			-0,008	0,21			
								Δ4=	0,146								
								CHEQUEAR?	NO CHEQUEA								
								Δ4=		0,017							
								CHEQUEAR?	SI CHEQUEA								
								Δ4=									
								CHEQUEAR?	SI CHEQUEA								

CIRCUITO 5																	
TRAMO	LONGITUD	DIAMETR	CAUDAL	PERDID	HF/Q	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Qf	HFf	
DE	A	O ϕ	Q	A HF													
E-110	E-113	115,85	2,193	0,11	0,007	0,064	0,061	0,171	0,016	0,094	0,08	0,247	0,031	0,126	-0,025	0,222	0,026
E-113	E-114	57,98	2,193	-0,14	-0,005	0,036	0,089	-0,051	-0,001	0,02	0,03	-0,02	0	-0,014	-0,034	0	
E-114	E-109	106,68	2,193	-0,31	-0,044	0,142	0,089	-0,221	-0,023	0,104	0,03	-0,19	-0,018	0,095	-0,014	-0,204	-0,02
E-109	E-110	57,83	2,193	-0,1	-0,003	0,03	-0,06	-0,157	-0,007	0,045	0,01	-0,143	-0,006	0,042	-0,035	-0,178	-0,009
					-0,045	0,272			-0,015	0,263			0,007	0,263			
								Δ5=	0,089								
								CHEQUEAR?	NO CHEQUEA								
								Δ5=		0,031							
								CHEQUEAR?	NO CHEQUEA								
								Δ5=									
								CHEQUEAR?	SI CHEQUEA								

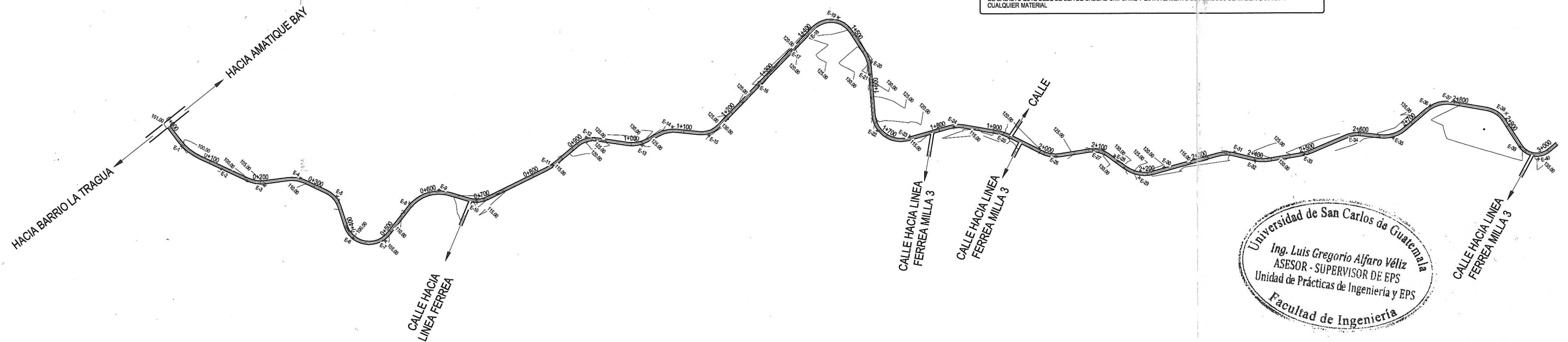
CIRCUITO 6																	
TRAMO	LONGITUD	DIAMETR	CAUDAL	PERDID	HF/Q	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Q1	HF1	HF1/Q1	DELTA	Qf	HFf	
DE	A	O ϕ	Q	A HF													
E-110	E-111	57,57	2,193	0,1	0,003	0,03	0,044	0,144	0,006	0,042	-0,11	0,035	0	0	0,028	0,063	-0,001
E-111	E-112	114,67	1,195	0,01	0,002	0,2	0,028	0,038	0,019	0,5	-0,05	-0,007	-0,001	0,143	0,011	0,004	0
E-112	E-113	57,75	1,195	-0,08	-0,037	0,463	0,028	-0,052	0,017	-0,327	-0,05	-0,097	-0,053	0,546	0,011	-0,086	-0,043
E-113	E-110	115,85	2,193	-0,11	-0,007	0,064	-0,06	-0,171	-0,016	0,094	-0,08	-0,247	-0,031	0,126	0,025	-0,222	-0,026
					-0,039	0,757			0,026	0,309			-0,017	0,815			
								Δ6=	0,028								
								CHEQUEAR?	NO CHEQUEA								
								Δ6=		-0,045							
								CHEQUEAR?	NO CHEQUEA								
								Δ6=									
								CHEQUEAR?	SI CHEQUEA								

Fuente: elaboración propia.

LIBRETA TOPOGRÁFICA			
ESTACIÓN	P.O	AZIMUT	DISTANCIA
E-1	E-2	120° 06' 55.81"	83.99
E-2	E-3	110° 41' 44.67"	80.98
E-3	E-4	78° 24' 54.00"	66.18
E-4	E-5	117° 04' 24.93"	75.08
E-5	E-6	159° 02' 57.30"	81.55
E-6	E-7	95° 12' 26.94"	59.61
E-7	E-8	32° 01' 18.85"	80.89
E-8	E-9	66° 21' 41.85"	58.53
E-9	E-10	104° 48' 34.43"	75.12
E-10	E-11	64° 55' 48.01"	148.61
E-11	E-12	49° 44' 52.27"	78.85
E-12	E-13	98° 26' 42.20"	112.14
E-13	E-14	58° 50' 36.73"	64.25
E-14	E-15	103° 33' 44.34"	68.61
E-15	E-16	45° 02' 39.98"	127.63
E-16	E-17	43° 53' 40.62"	86.87
E-17	E-18	38° 44' 08.58"	49.51
E-18	E-19	72° 47' 19.08"	58.94
E-19	E-20	143° 11' 02.61"	95.63
E-20	E-21	187° 06' 11.25"	22.72

LIBRETA TOPOGRÁFICA			
ESTACIÓN	P.O	AZIMUT	DISTANCIA
E-21	E-22	172° 39' 29.16"	103.22
E-22	E-23	100° 36' 24.11"	59.76
E-23	E-24	77° 53' 24.25"	81.75
E-24	E-25	101° 46' 11.55"	103.10
E-25	E-26	111° 27' 53.70"	89.10
E-26	E-27	82° 27' 45.34"	85.99
E-27	E-28	117° 10' 35.68"	24.30
E-28	E-29	131° 43' 04.48"	59.78
E-29	E-30	67° 15' 25.26"	49.04
E-30	E-31	77° 56' 42.57"	130.33
E-31	E-32	113° 17' 46.22"	40.86
E-32	E-33	82° 26' 22.49"	89.61
E-33	E-34	68° 02' 17.02"	106.05
E-34	E-35	99° 17' 04.48"	63.59
E-35	E-36	48° 59' 08.26"	88.91
E-36	E-37	80° 22' 12.99"	45.01
E-37	E-38	106° 28' 16.36"	91.45
E-38	E-39	152° 17' 33.02"	64.82
E-39	E-40	123° 18' 25.91"	39.85

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO	
PROYECTO:	CARRETERA DE BALASTO
LUGAR:	ALDEA EL COROZO, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
MUNICIPALIDAD:	PUERTO BARRIOS, IZABAL
ALCALDE:	LIC. JOSÉ ANTONIO LÓPEZ ARÉVALO
ASESOR:	LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
DISEÑO:	FRANCISCO SARAT ZAPETA
NORMATIVAS:	LIBRO AZUL (ESPECIFICACIONES GENERALES PARA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA Y Puentes), AASHTO, ASTM, ACl.
SOFTWARE UTILIZADOS:	AutoCAD Civil 3D 2012, MICROSOFT OFFICE 2010.
LIMPIEZA, CHAPÉO Y DESTROQUE	
1. ANTES DE EFECTUAR LA TALA DE ARBOLES, EL CONTRATISTA DEBERA CUMPLIR CON LOS REQUISITOS DEL CONAP Y DEL INAB, O DE LAS IDENTIDADES CORRESPONDIENTES. CUANDO DENTRO DE ESTOS REQUISITOS SE ESTABLEZCA LA NECESIDAD DE REFORESTAR, EL CONTRATISTA DEBE EFECTUAR ESTOS TRABAJOS DE ACUERDO A LA SECCION 800.	
2. PARA REALIZAR UN RELLENO DE UNA CARRETERA SE DE CHAPEAR Y LIMPIAR EL AREA, ASI TAMBIEN COMO RETIRAR LA MATERIA ORGANICA COMO LO ESTIPULA LA SECCION 202 DEL LIBRO AZUL DE CAMINOS.	
3. LAS RAMAS DE LOS ARBOLES QUE SE EXTENDAN SOBRE LA CARRETERA, SE DEBERA DE CORTAR O PODAR DEJAR UN CLARO DE 6 METROS A PARTIR DE LA SUPERFICIE DE LA MISMA.	
4. EN ÁREAS DONDE SE DEBA EFECTUAR LA ESCAVACION NO CLASIFICADA, TODOS LOS TRONCOS RAICES Y OTROS MATERIALES INCONVENIENTES, DEBEN SER REMOVIDOS HASTA UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 600 MM DEBAJO DE LA SUB-RASANTE, Y EL AREA TOTAL DEBE SER LIMPIADA DE MATORRALES, TRONCOS CARCOMIDOS, RAICES Y OTRAS MATERIAS VEGETALES U ORGANICAS SUSCEPTIBLES A DESCOMPOSICION.	
5. TODOS LOS TRONCOS QUE ESTEN FUERA DEL AREA DE EXCAVACION O DE TERRAPLENES, DEBEN SER DESRAIZADOS A UNA PROFUNDIDAD NO MENOR DE 300 MM DEBAJO DE LA SUPERFICIE NATURAL.	
PARAMETROS DE DISEÑO	
LONGITUD DEL TRAMO:	3,020 KM
TRAFICO PROMEDIO (TPD):	100 A 500 VEHICULOS
TIPO DE CARRETERA:	E
VELOCIDAD DE DISEÑO:	30 KILOMETROS/HORA
ANCHO DE CALZADA:	5.5 METROS
RADIO MINIMO DE DISEÑO:	30 METROS
CATEGORIA DE VEHICULO DE DISEÑO:	C-3
PENDIENTE DE BOMBEO:	3 %
PENDIENTE MAXIMA:	10 %
REGION:	RURAL MONTAÑOSA
CARPETA DE RODADURA	
DE BALASTO ESTE DEBE DE SER DE CALIDAD UNIFORME Y ESTAR EXCENTO DE RESIDUOS DE MADERA, RAICES O CUALQUIER MATERIAL.	

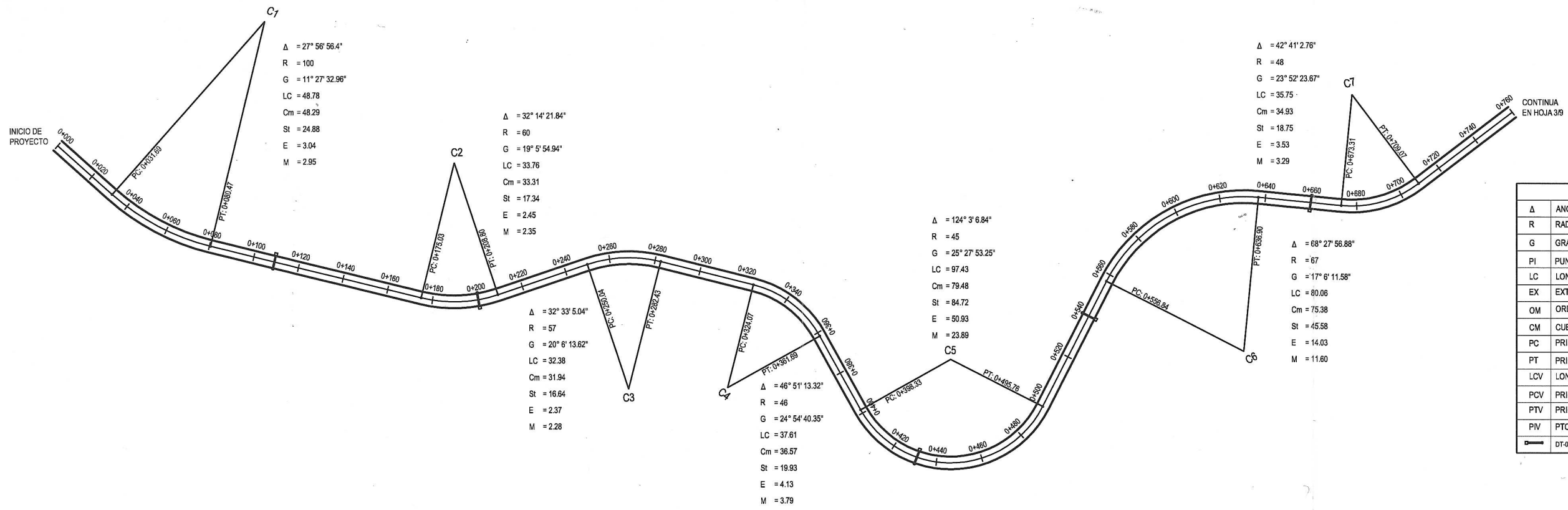


PLANTA GENERAL MARLENY-COROZO MILLA 3

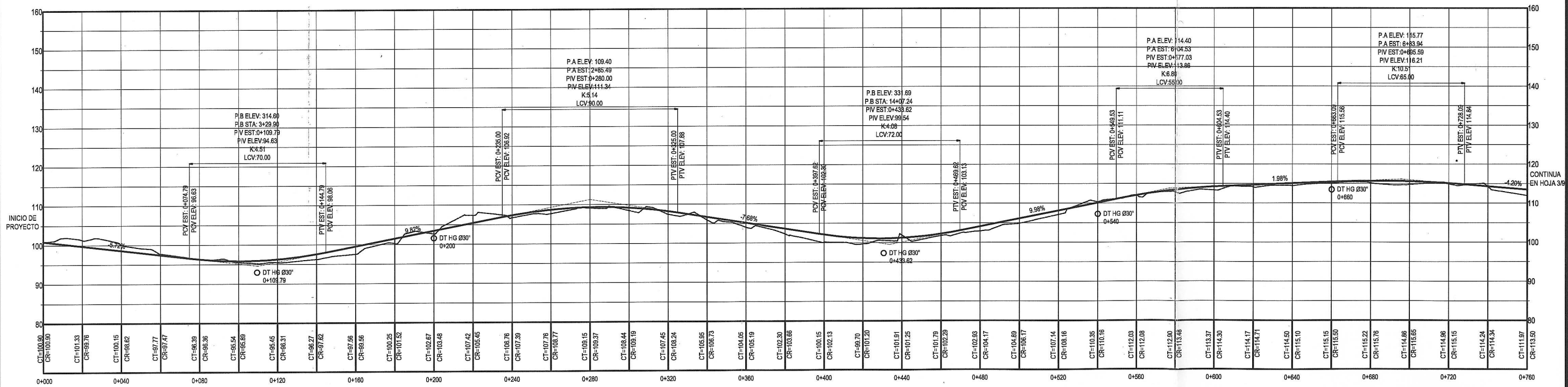
ESCALA HORIZONTAL 1:5000



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3		
UBICACION: ALDEA EL COROZO		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL		CONTENIDO: EPS 6 MESES	
FECHA: SEPTIEMBRE 2013		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		No. HOJA: 1/9	
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ (ASESOR)	



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
PVI	PTO. DE INF. VERTICAL
DT-0	DRENAJE TRANSVERSAL



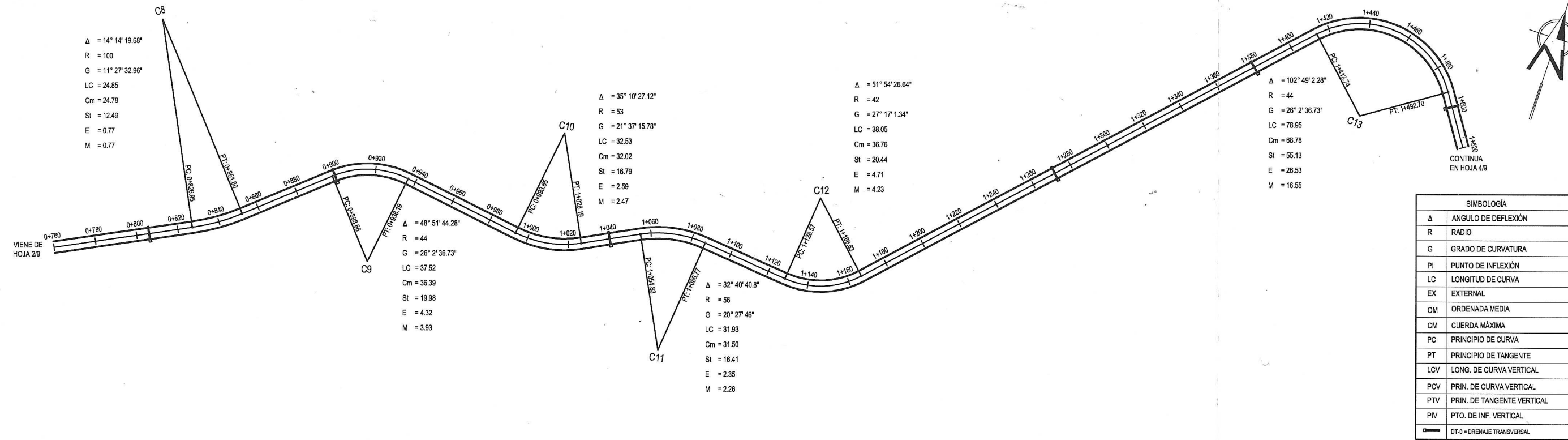
PLANTA-PERFIL DE EST. 0+000 A EST. 0+760

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

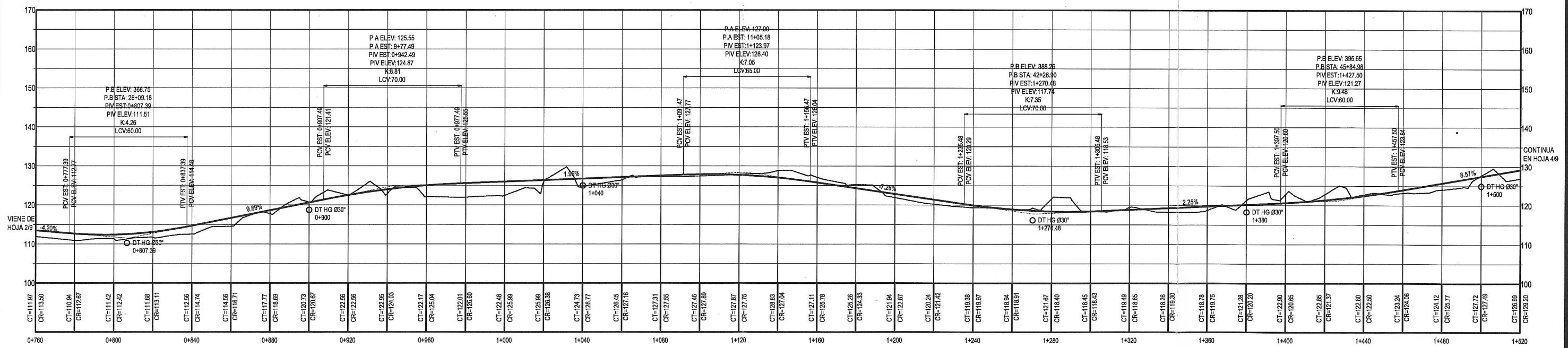


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3		
UBICACIÓN:	ALDEA EL COROZO	
MUNICIPIO:	PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO:	IZABAL	
CONTENIDO:	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013
PLANTA - PERFIL DE EST. 0+000 A 0+760		
DISEÑO:	FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA 2/9
CÁLCULO:	FRANCISCO SARAT ZAPETA	
DIBUJO:	FRANCISCO SARAT ZAPETA	

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz (Asesor)



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
P.V.	P.T.O. DE INF. VERTICAL
DT-0	DRENAJE TRANSVERSAL



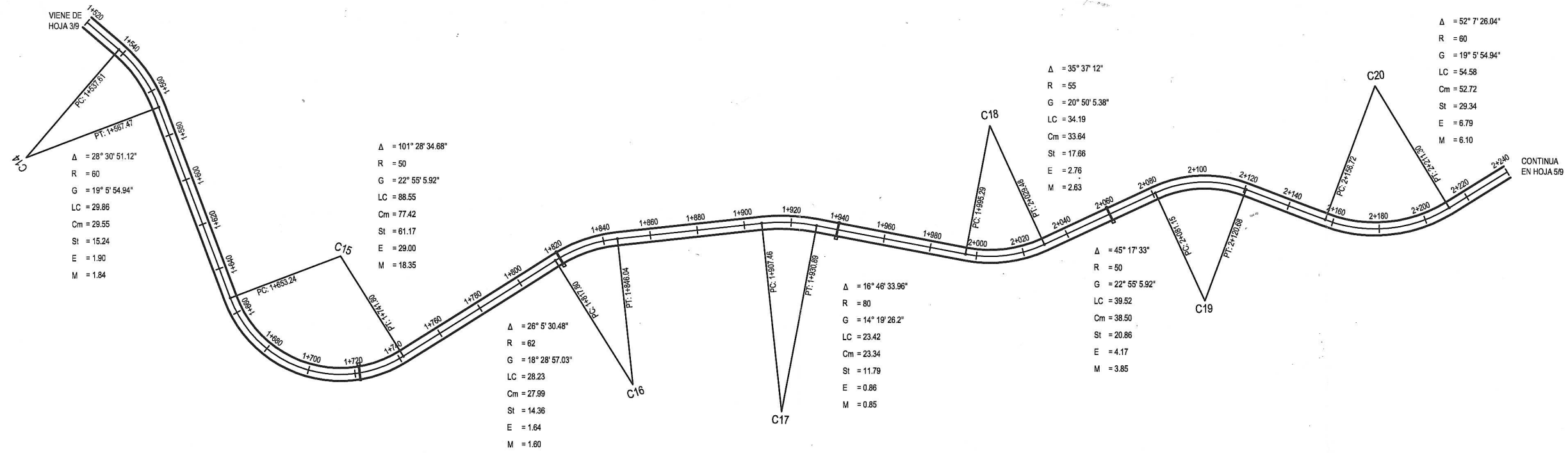
PLANTA-PERFIL DE EST. 0+760 A EST. 1+520

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

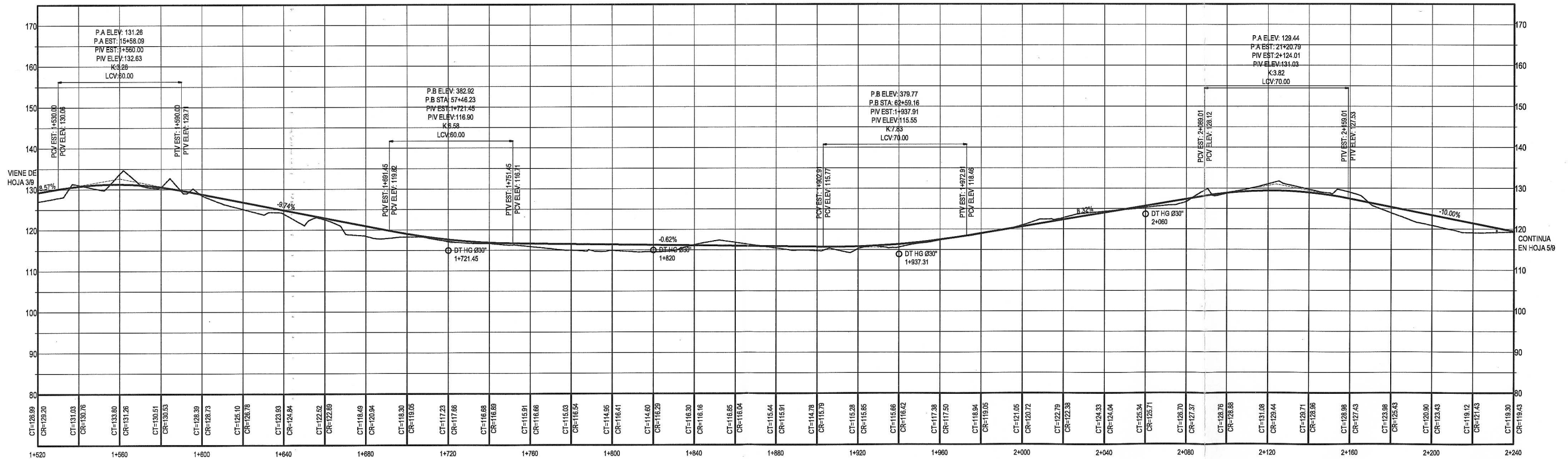


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3		
UBICACIÓN:	ALDEA EL COROZO	
MUNICIPIO:	PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO:	IZABAL	
CONTENIDO:	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013
PLANTA - PERFIL DE EST. 0+760 A 1+520		ESCALA INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA 3/9	
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		

[Signature]
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ (ASESOR)



SIMBOLOGÍA	
Δ	ÁNGULO 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



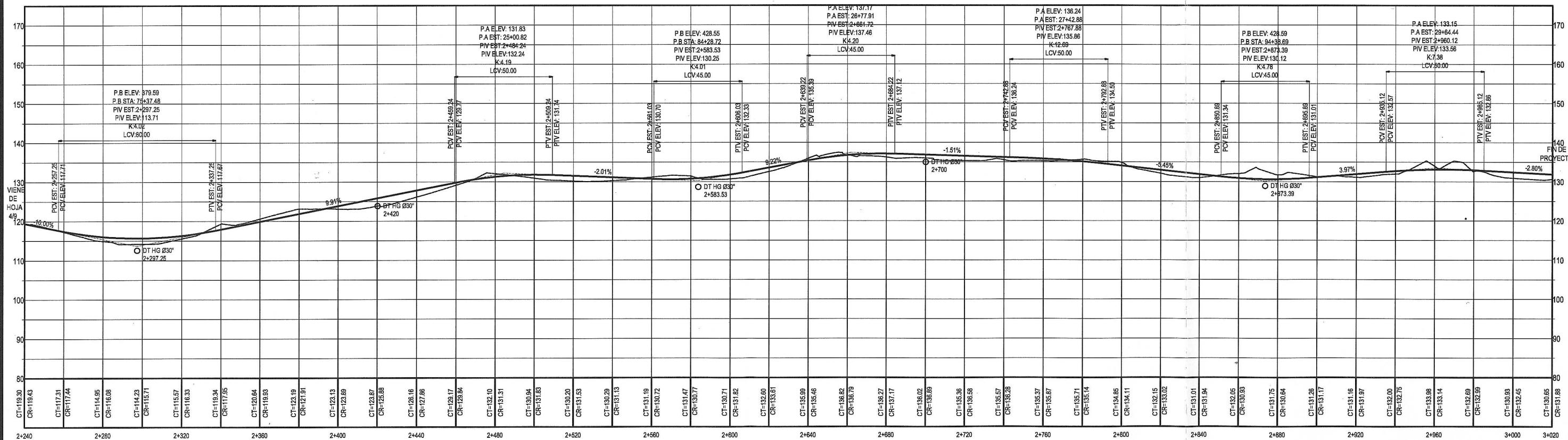
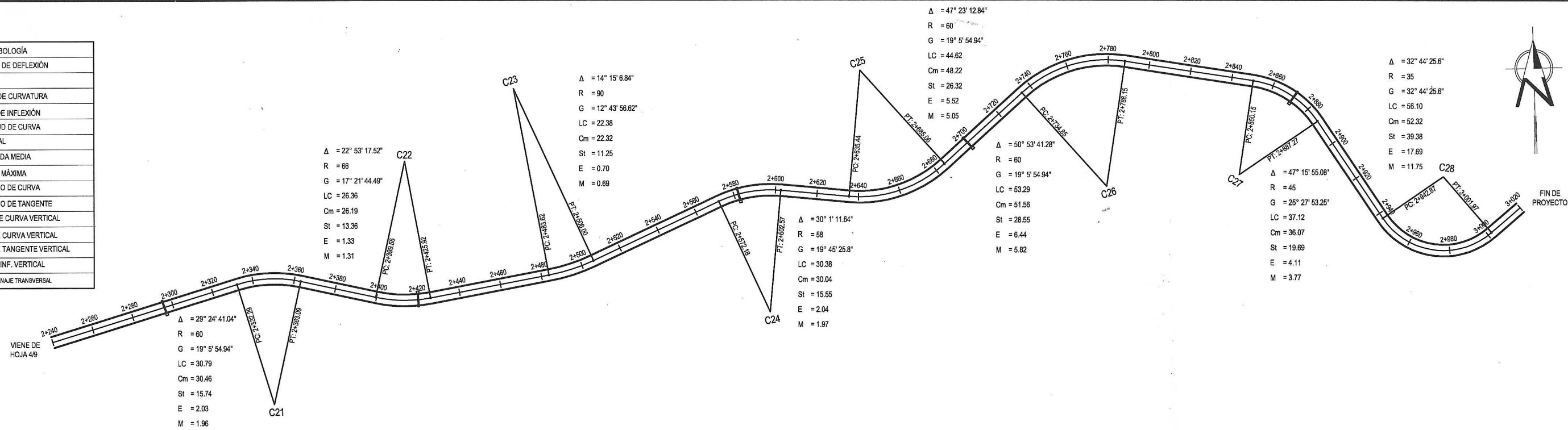
PLANTA-PERFIL DE EST. 1+520 A EST. 2+240

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500



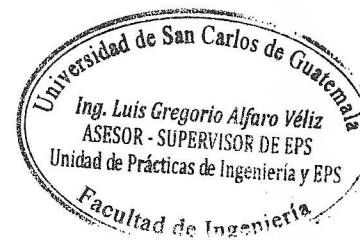
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3			
UBICACIÓN: ALDEA EL COROZO		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL		FECHA: SEPTIEMBRE 2013	
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE EST. 1+520 A 2+240		EPS: 6 MESES	ESCALA: INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		No. HOJA: 4/9	
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	

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 EST. 2+240 A EST. 3+020

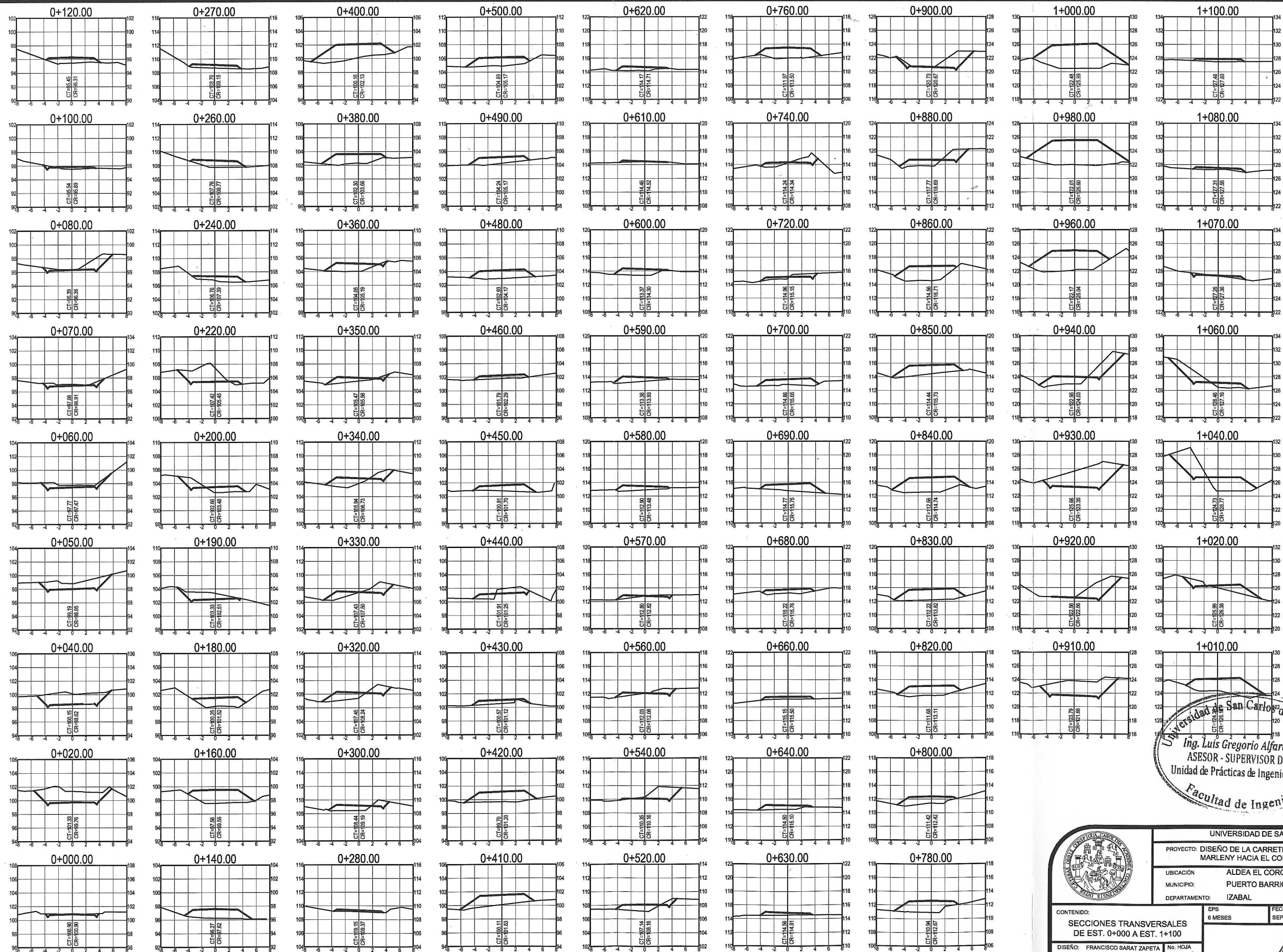
ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3
 UBICACIÓN: ALDEA EL COROZO
 MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS
 DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE EST. 2+240 A 3+020
 DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA No. HOJA 5/9
 CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA
 DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA

EPS 6 MESES
 FECHA SEPTIEMBRE 2013
 ESCALA INDICADA
 Ing. Luis Gregorio Alvaro Véliz (ASRSOR)

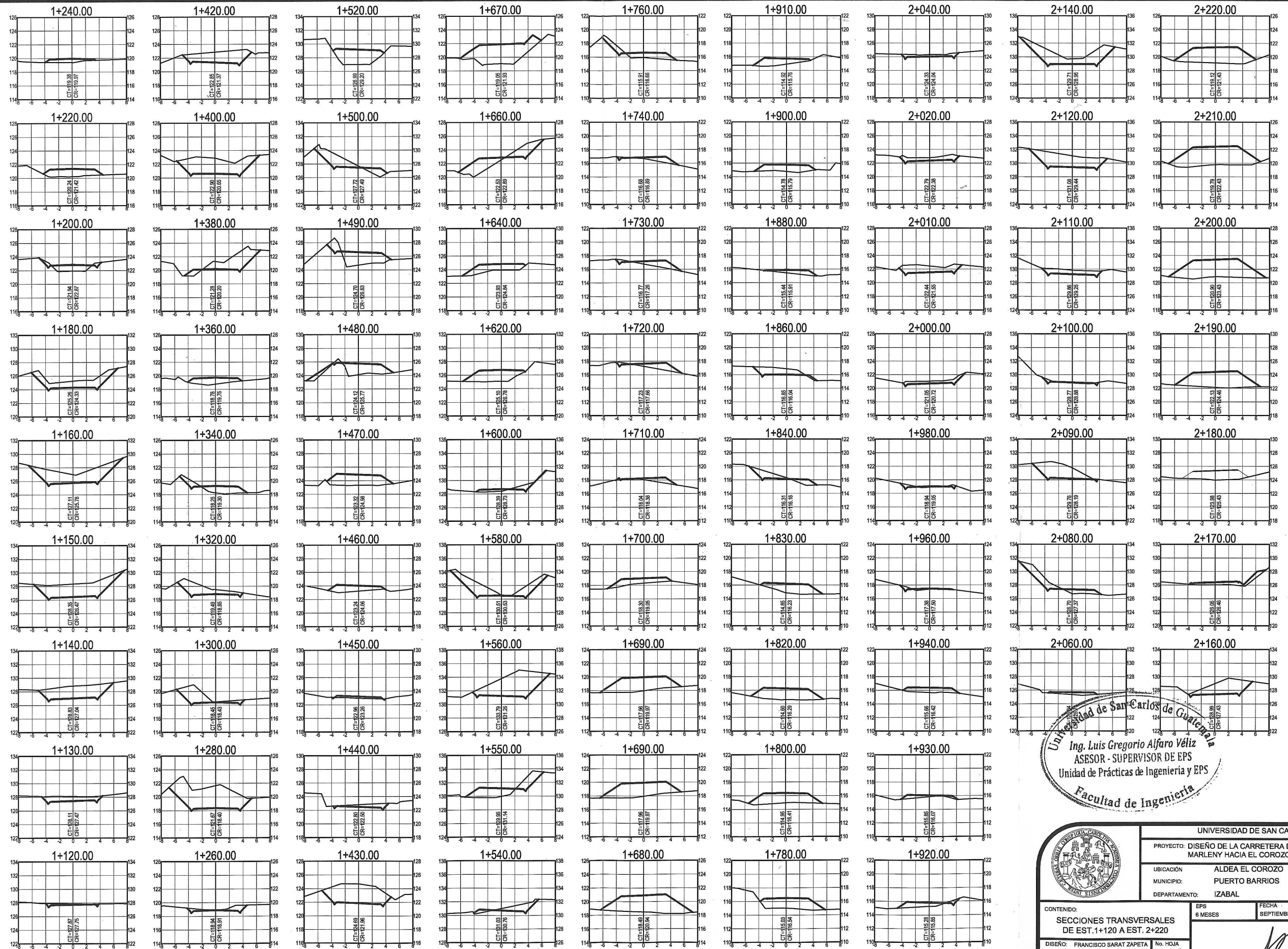


SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 0+000 A EST. 1+100

ESCALA 1:250



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3		
UBICACIÓN:	ALDEA EL COROZO	
MUNICIPIO:	PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO:	IZABAL	
CONTENIDO:	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013
SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 0+000 A EST. 1+100		ESCALA INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA 6/9	
CALCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA 		



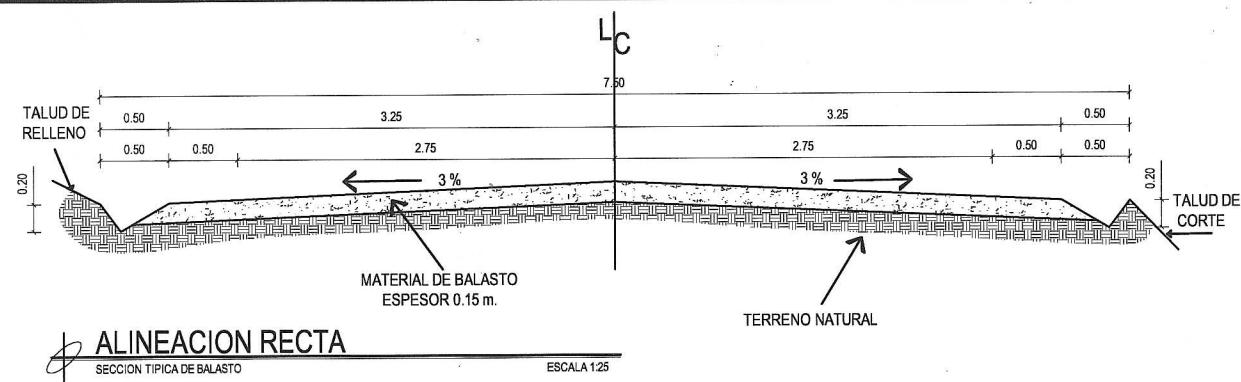
SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 1+120 A EST. 2+220

ESCALA 1:250

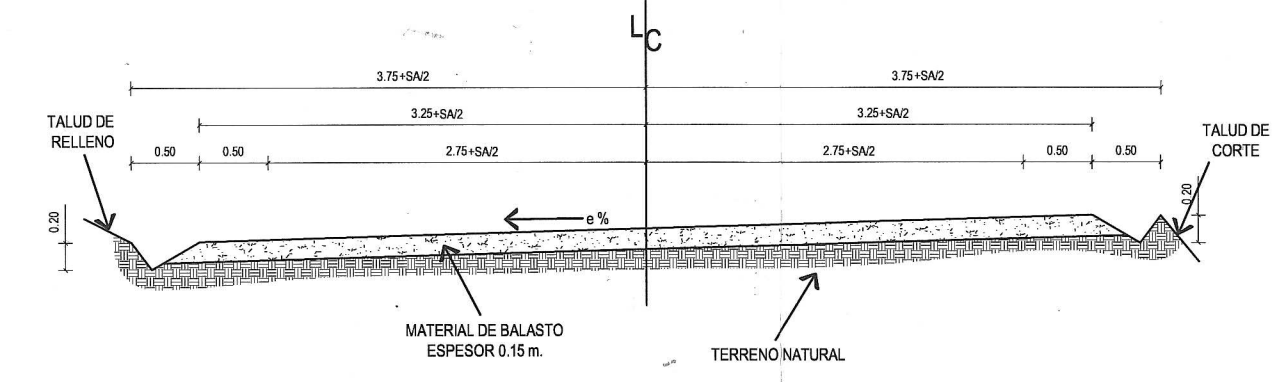
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3			
UBICACIÓN: ALDEA EL COROZO		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL		FECHA: SEPTIEMBRE 2013	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE EST. 1+120 A EST. 2+220		ESCALA: INDICADA	
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		No. HOJA: 7/9	
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	

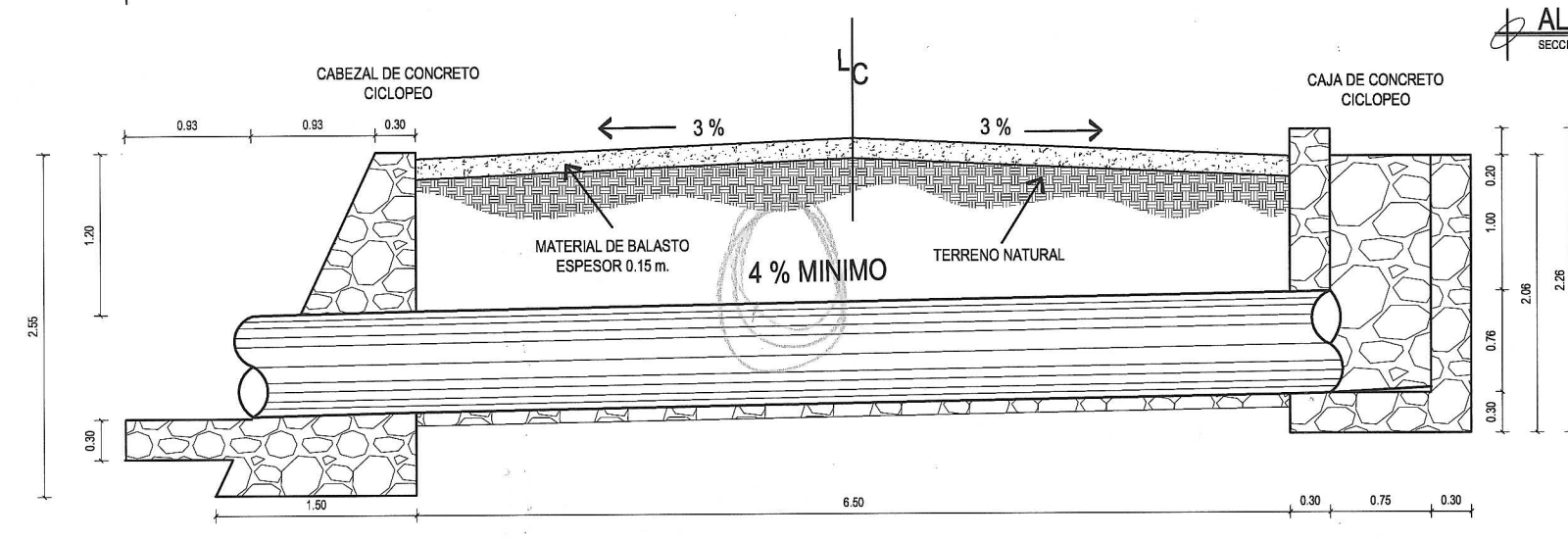
[Signature]
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
 ASESOR



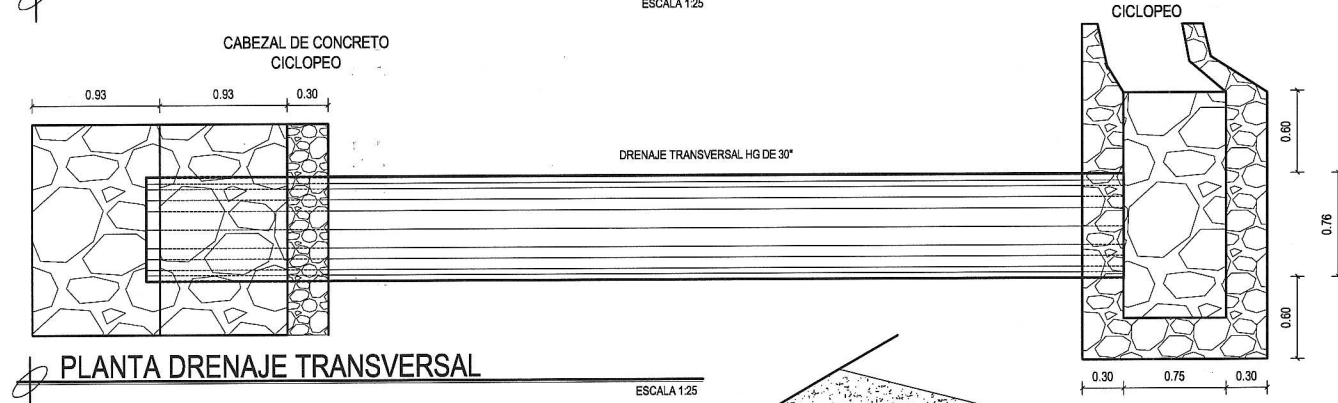
ALINEACION RECTA
SECCION TIPICA DE BALASTO
ESCALA 1:25



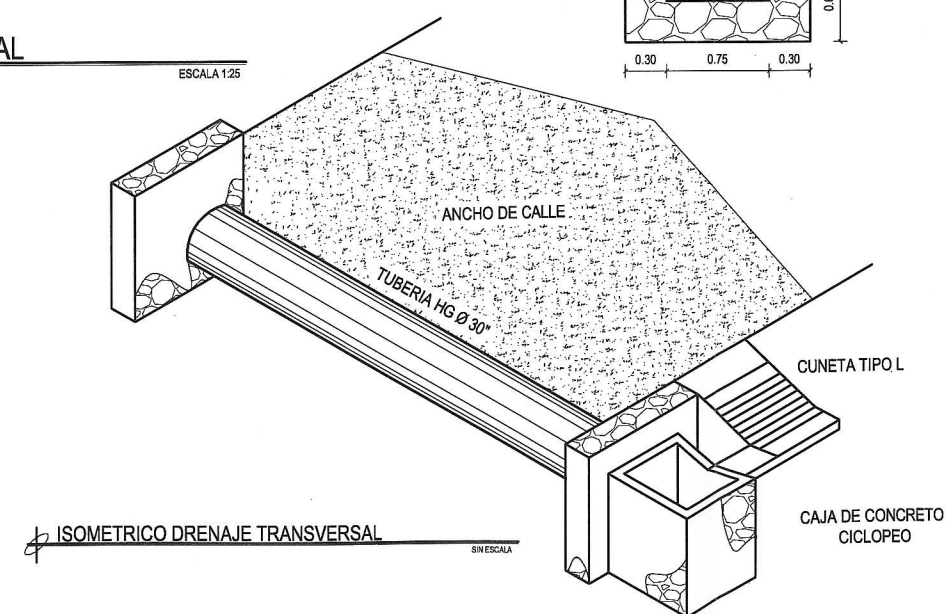
ALINEACION CURVA
SECCION TIPICA DE BALASTO
ESCALA 1:25



SECCION DRENAJE TRANSVERSAL
ESCALA 1:25



PLANTA DRENAJE TRANSVERSAL
ESCALA 1:25



ISOMETRICO DRENAJE TRANSVERSAL
ESCALA 1:25

CONCRETO CICLOPEO PARA CAJAS Y CABEZALES
ES UNA COMBINACIÓN DE CONCRETO ESTRUCTURAL Y PIEDRA GRANDE NO MAYOR DE 300 MM. CONSISTE EN LA COBINACIÓN DE CONCRETO CLASE 14 (2500), Y PIEDRA GRANDE NO MAYOR, DE 300 MILIMETROS, EL VOLUMEN TOTAL DE PIEDRA ADICIONAL NO DEBE EXCEDER UN TERCIO DEL VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO CICLOPEO.

PIEDRA
ESTA PUEDE CONSISTIR EN PIEDRA PARTIDA O CANTO RODADO, DE BUENA CALIDAD, DE PREFERENCIA EN SU ESTADO NATURAL (CON CARAS SIN LABRAR), LIMPIA, DURA, SANA, DURABLE, SIN SEGREGACIÓN, FRACTURAS, GRIETAS U OTRO DEFECTOS ESTRUCTURALES QUE TIENDAN A REDUCIR SU RESISTENCIA A LA INTERPERIE. SE CONSERVARÁ LIBRE DE SUCIEDAD, ACEITE, MORTERO SECO, Y OTRAS SUSTANCIAS QUE AFECTEN SU ADHESIÓN CON EL CONCRETO.

COLOCACIÓN DEL CONCRETO CICLOPEO

- LA PIEDRA DEBE COLOCARSE CUIDADOSAMENTE, DE PREFERENCIA A MANO, SIN DEJARLA CAER O TIRARLA, PARA NO CAUSAR DAÑO A LAS FORMALETAS, A LAS TUBERÍAS TRANSVERSALES EN EL CASO DE CABEZALES O AL CONCRETO ADYACENTE PARCIALMENTE FRAGUADO.
- PODRÁ USARSE PIEDRA ESTRATIFICADA, SIEMPRE QUE SEA COLOCADA HORIZONTALMENTE CON RELACIÓN A SU PLANO DE RUPTURA. TODA LA PIEDRA ANTES DE SER COLOCADA, DEBE LIMPIARSE Y MOJARSE CON AGUA LIMPIA, A MODO DE EVITAR QUE LA PIEDRA ABSORBA AGUA DEL CONCRETO. CADA PIEDRA DEBE ESTAR RODEADA DE POR LO MENOS 80 MM DE CONCRETO Y NO DEBE COLOCARSE NINGUNA, A MENOS DE 250 MM DE CUALQUIER SUPERFICIE SUPERIOR NI A MENOS DE 80 MM DE CUALQUIER OTRA SUPERFICIE DE LA ESTRUCTURA QUE SE ESTÁ CONSTRUYENDO.
- SI SE INTERRUMPE LA FUNDICIÓN, AL DEJAR UNA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN, DEBE DEJARSE PIEDRAS SOBRESALIENDO NO MENOS DE 100 MM PARA FORMAR LLAVE. ANTES DE CONTINUARSE LA FUNDICIÓN, DEBE LIMPIARSE LA SUPERFICIE DONDE SE COLOCARÁ EL CONCRETO FRESCO Y MOJARSE LA MISMA CON AGUA LIMPIA.
- EL CONCRETO CICLOPEO NO SE DEBE USAR EN ESTRUCTURAS CUYA ALTURA SEA MENOR DE 600 MM Y/O EN LAS QUE EL ESPESOR SEA MENOR DE 300 MM.

DRENAJE TRANSVERSAL

- ANTES DE COLOCAR LA TUBERIA DEBE DE HACERSE UNA COLCHONETA DE CONCRETO CICLOPEO PARA CREAR UNA BASE RIGIDA.
- ENTRE LA TUBERIA Y LA RASANTE DEBE DE HABER NO MENOS DE UN METRO PARA EVITAR QUE LA TUBERIA SEA DAÑADA.
- LA TUBERIA DEBE DE TENER UNA PENDIENTE DE 4% PARA PODER DRENAR EL AGUA.

COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENO

- EL MATERIAL DE RELLENO DEBE SER COMPACTADO EN CAPAS QUE NO EXCEDAN LOS 15 CENTIMETROS DE ESPESOR BEBIENDO SER COLOCADAS SIMULTANEAMENTE EN AMBOS LADOS DE LA TUBERIA PARA QUE NO SE PRODUZCAN PRESIONES DESIGUALES EN LA TUBERIA, ASI TAMBIEN SE DEBE DE TENER CUIDADO DE NO DAÑAR LA TUBERIA.
- NO SE PERMITIRÁ QUE SE OPERE CON EQUIPO PESADO SOBRE LA TUBERIA, SINO HASTA QUE HAYA SIDO HECHO CORRECTAMENTE EL RELLENO Y ESTA SE HALLA CUBIERTO, A PARTIE DE LA CORONA CON MATERIAL DE POR LO MENOS 60 CENTIMETROS DE ALTURA.

EXCAVACIÓN
EL ANCHO DE LA ZANJA DEBE SER EL MINIMO QUE PERMITA TRABAJAR A LOS LADOS DE LA TUBERIA Y PARA LA COMPACTACIÓN COMPLETA DEL RELLENO DEBAJO Y ALREDEDOR DE LA MISMA. LAS PAREDES DE LA ZANJA DEBEN DE QUEDAR LO MAS VERTICAL QUE SEA POSIBLE.

CORTE		RELLENO	
ALTURA	H-V	ALTURA	H-V
0-3	1-1	0-3	2-1
3-7	1-2	<3	3-2
>7	1-3		



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA DE LA COMUNIDAD MARLENY HACIA EL COROZO MILLA 3			
UBICACIÓN: ALDEA EL COROZO		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL			
CONTENIDO: EPS 6 MESES	FECHA: SEPTIEMBRE 2013	ESCALA: INDICADA	
DETALLES Y ESPECIFICACIONES			
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA: 9/9		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			

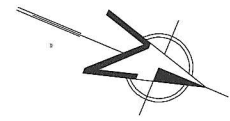
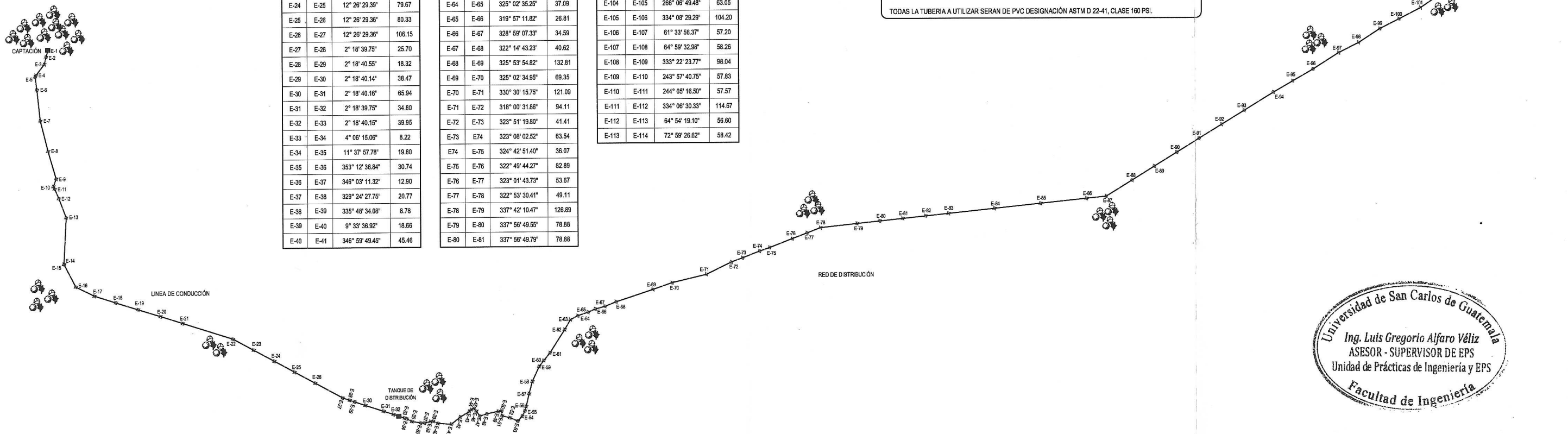
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
(ASESOR)

TABLA TOPOGRÁFICA			
EST.	Po.	AZIMUT	DH
E-1	E-2	90° 00' 00.00"	25.00
E-2	E-3	87° 47' 50.65"	26.02
E-3	E-4	111° 48' 05.07"	48.47
E-4	E-5	101° 18' 35.76"	5.10
E-5	E-6	66° 17' 50.47"	44.78
E-6	E-7	67° 59' 57.49"	106.78
E-7	E-8	59° 51' 31.01"	107.54
E-8	E-9	57° 55' 57.39"	97.94
E-9	E-10	94° 05' 08.22"	28.07
E-10	E-11	45° 00' 00.00"	9.90
E-11	E-12	51° 50' 33.98"	35.61
E-12	E-13	53° 07' 48.37"	70.00
E-13	E-14	76° 55' 27.91"	159.13
E-14	E-15	45° 00' 00.00"	1.41
E-15	E-16	46° 52' 40.36"	86.31
E-16	E-17	10° 31' 14.82"	71.20
E-17	E-18	1° 37' 00.37"	76.75
E-18	E-19	1° 37' 00.52"	79.96
E-19	E-20	1° 37' 00.55"	80.04
E-20	E-21	1° 37' 00.26"	79.96
E-21	E-22	1° 37' 00.48"	179.49
E-22	E-23	12° 26' 18.30"	80.57
E-23	E-24	12° 26' 40.43"	80.31
E-24	E-25	12° 26' 29.39"	79.67
E-25	E-26	12° 26' 29.36"	80.33
E-26	E-27	12° 26' 29.36"	106.15
E-27	E-28	2° 18' 39.75"	25.70
E-28	E-29	2° 18' 40.55"	18.32
E-29	E-30	2° 18' 40.14"	38.47
E-30	E-31	2° 18' 40.16"	65.94
E-31	E-32	2° 18' 39.75"	34.80
E-32	E-33	2° 18' 40.15"	39.95
E-33	E-34	4° 06' 15.06"	8.22
E-34	E-35	11° 37' 57.78"	19.80
E-35	E-36	353° 12' 36.84"	30.74
E-36	E-37	346° 03' 11.32"	12.90
E-37	E-38	329° 24' 27.75"	20.77
E-38	E-39	335° 48' 34.08"	8.78
E-39	E-40	9° 33' 36.92"	18.66
E-40	E-41	346° 59' 49.45"	45.46

TABLA TOPOGRÁFICA			
EST.	Po.	AZIMUT	DH
E-41	E-42	305° 31' 31.23"	38.88
E-42	E-43	313° 21' 39.51"	35.92
E-43	E-44	299° 03' 33.20"	9.64
E-44	E-45	325° 30' 37.40"	9.36
E-45	E-46	32° 06' 26.26"	11.92
E-46	E-47	38° 02' 41.82"	21.00
E-47	E-48	327° 58' 15.63"	24.95
E-48	E-49	331° 54' 23.16"	39.65
E-49	E-50	334° 22' 51.55"	12.03
E-50	E-51	70° 43' 15.29"	17.52
E-51	E-52	357° 18' 05.49"	27.80
E-52	E-53	6° 55' 04.97"	29.56
E-53	E-54	295° 54' 46.15"	22.63
E-54	E-55	280° 35' 16.17"	19.90
E-55	E-56	270° 14' 03.40"	15.65
E-56	E-57	267° 31' 08.22"	44.49
E-57	E-58	269° 01' 17.30"	43.21
E-58	E-59	278° 45' 57.05"	56.21
E-59	E-60	291° 45' 08.05"	25.96
E-60	E-61	293° 54' 48.42"	33.57
E-61	E-62	286° 38' 39.89"	94.39
E-62	E-63	284° 15' 49.48"	39.40
E-63	E-64	317° 38' 54.56"	28.28
E-64	E-65	325° 02' 35.25"	37.09
E-65	E-66	319° 57' 11.82"	26.81
E-66	E-67	328° 59' 07.33"	34.59
E-67	E-68	322° 14' 43.23"	40.62
E-68	E-69	325° 53' 54.82"	132.81
E-69	E-70	325° 02' 34.95"	69.35
E-70	E-71	330° 30' 15.75"	121.09
E-71	E-72	318° 00' 31.86"	94.11
E-72	E-73	323° 51' 19.80"	41.41
E-73	E-74	323° 08' 02.52"	63.54
E-74	E-75	324° 42' 51.40"	36.07
E-75	E-76	322° 49' 44.27"	82.89
E-76	E-77	323° 01' 43.73"	53.67
E-77	E-78	322° 53' 30.41"	49.11
E-78	E-79	337° 42' 10.47"	126.89
E-79	E-80	337° 56' 49.55"	78.88
E-80	E-81	337° 56' 49.79"	78.88

TABLA TOPOGRÁFICA			
EST.	Po.	AZIMUT	DH
E-81	E-82	337° 56' 49.55"	78.88
E-82	E-83	337° 56' 49.79"	78.88
E-83	E-84	337° 56' 49.55"	157.76
E-84	E-85	337° 56' 49.67"	157.76
E-85	E-86	337° 56' 49.62"	157.76
E-86	E-87	337° 56' 49.70"	67.84
E-87	E-88	312° 14' 32.06"	103.28
E-88	E-89	312° 14' 32.03"	90.60
E-89	E-90	312° 14' 32.01"	90.60
E-90	E-91	312° 14' 32.18"	90.60
E-91	E-92	312° 14' 31.86"	90.60
E-92	E-93	312° 14' 32.01"	90.60
E-93	E-94	312° 14' 32.06"	117.32
E-94	E-95	313° 45' 52.98"	76.73
E-95	E-96	313° 45' 53.02"	80.00
E-96	E-97	311° 30' 38.32"	103.89
E-97	E-98	316° 50' 04.24"	76.30
E-98	E-99	311° 10' 17.54"	86.43
E-99	E-100	316° 48' 13.69"	73.76
E-100	E-101	316° 50' 19.45"	82.45
E-101	E-102	310° 05' 16.99"	88.95
E-102	E-103	254° 33' 38.18"	49.28
E-103	E-104	267° 25' 10.52"	64.13
E-104	E-105	266° 06' 49.48"	63.05
E-105	E-106	334° 08' 29.29"	104.20
E-106	E-107	61° 33' 56.37"	57.20
E-107	E-108	64° 59' 32.98"	58.26
E-108	E-109	333° 22' 23.77"	98.04
E-109	E-110	243° 57' 40.75"	57.83
E-110	E-111	244° 05' 16.50"	57.57
E-111	E-112	334° 06' 30.33"	114.67
E-112	E-113	64° 54' 19.10"	56.60
E-113	E-114	72° 59' 26.62"	58.42

ESPECIFICACIONES DE PROYECTO	
PROYECTO:	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.
LUGAR:	CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
MUNICIPALIDAD:	PUERTO BARRIOS, IZABAL.
ALCALDE:	LIC. JOSÉ ANTONIO LÓPEZ ARÉVALO
ASESOR:	LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
DISEÑO:	FRANCISCO SARAT ZAPETA
NORMATIVAS:	NORMAS GENERALES DE ABASTECIMIENTO INFOM. NORMAS DE DISEÑO UNEPAR. ESPECIFICACIONES GENERALES Y TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN INFOM. ACI, ASTM.
SOFTWARE UTILIZADOS:	AutoCAD Civil 3D 2012, MICROSOFT OFFICE 2010.
POBLACIÓN ACTUAL:	450 HABITANTES
PERÍODO DE DISEÑO:	20 AÑOS
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL:	2.51 %
AFORO DE LA FUENTE:	4.10 LTS/SEG
DOTACIÓN:	120 LTS/HAB/DIA
CAUDAL MEDIO DIARIO:	1.026 LTS/SEG.
FACTOR DE DIA MAXIMO:	1.5
FACTOR DE HORA MAXIMO:	2.5
CAUDAL DIARIO MAXIMO:	1.53 LTS/SEG.
CAUDAL HORARIO MAXIMO:	2.59 LTS/SEG.
LAS TUBERÍAS DEBERÁN ENTERRARSE A UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 0.80 METROS; PARA TUBERÍA INSTALADA BAJO CALLES DE TRANSITO PESADO LA PROFUNDIDAD MÍNIMA SERA DE 1.20 METROS.	
TODAS LA TUBERÍA A UTILIZAR SERAN DE PVC DESIGNACIÓN ASTM D 22-41, CLASE 160 PSI.	



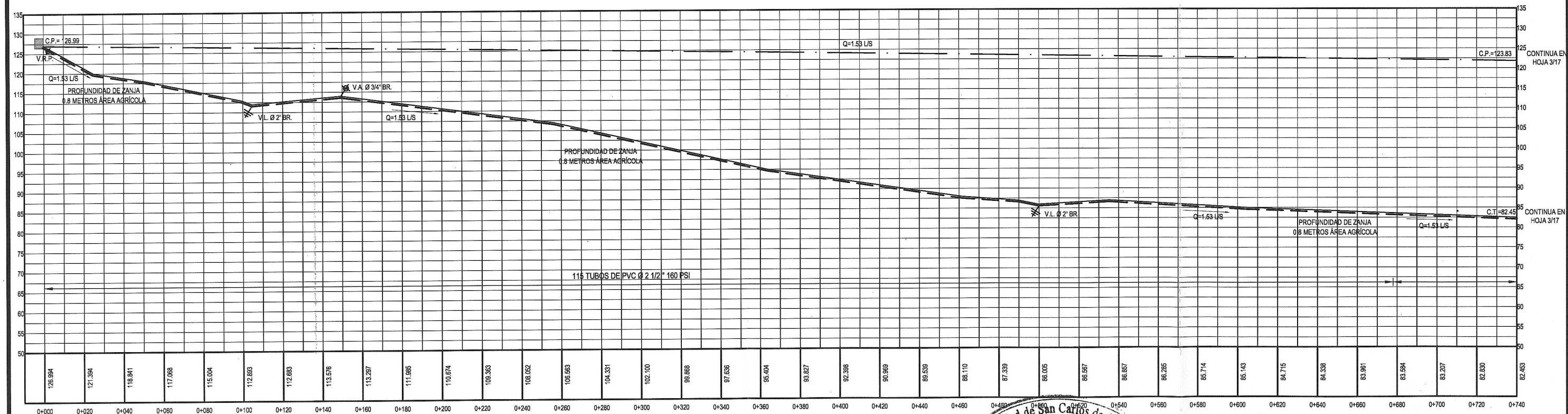
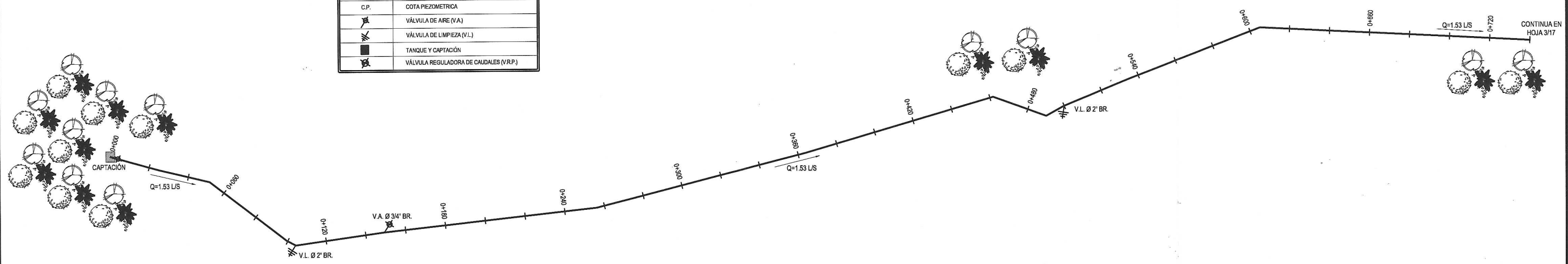
PLANTA GENERAL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

ESCALA 1:7500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.			
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS			
MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS			
DEPARTAMENTO: IZABAL			
CONTENIDO:	EPS	FECHA	ESCALA
PLANTA GENERAL	6 MESES	SEPTIEMBRE 2013	INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	1/17		
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			

SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
	CAUDAL TRANSPORTADO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	TANQUE Y CAPTACIÓN
	VÁLVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)



PLANTA-PERFIL
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
 DE EST. 0+000 A EST. 0+740

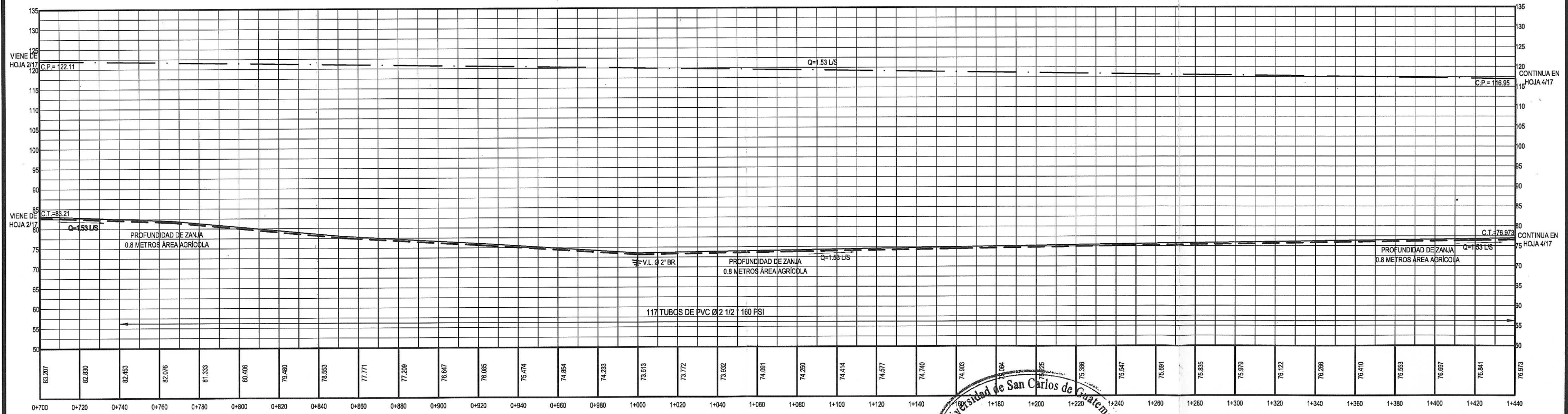
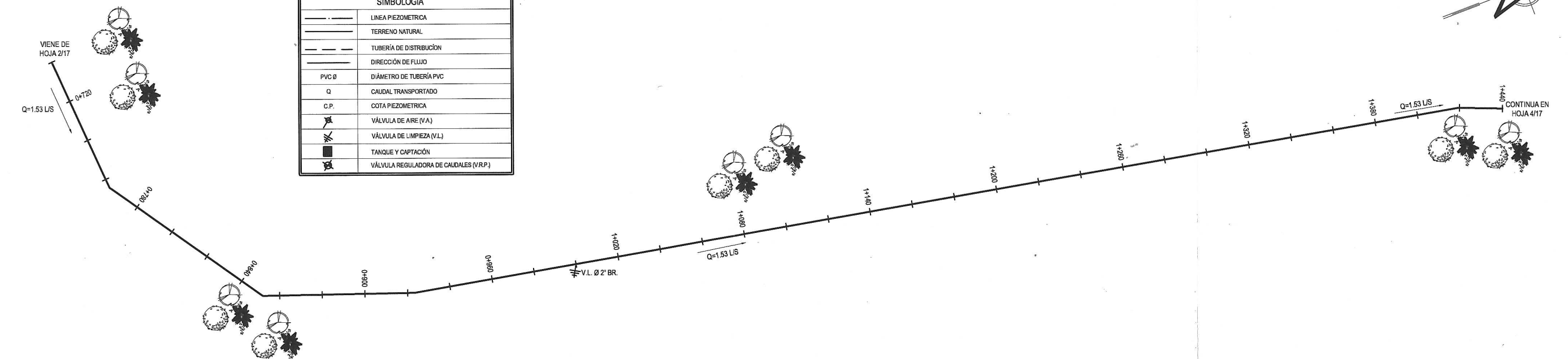
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.		
UBICACIÓN:	CASERÍO DE JIMERITOS		
MUNICIPIO:	PUERTO BARRIOS		
DEPARTAMENTO:	IZABAL		
CONTENIDO:	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013	ESCALA INDICADA
DE EST. 0+000 A EST. 0+740			
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA	2/17	
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ (ASESOR)		



SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
	CAUDAL TRANSPORTADO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	TANQUE Y CAPTACIÓN
	VÁLVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)

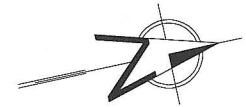


PLANTA-PERFIL
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
 DE EST. 0+740 A EST. 1+440

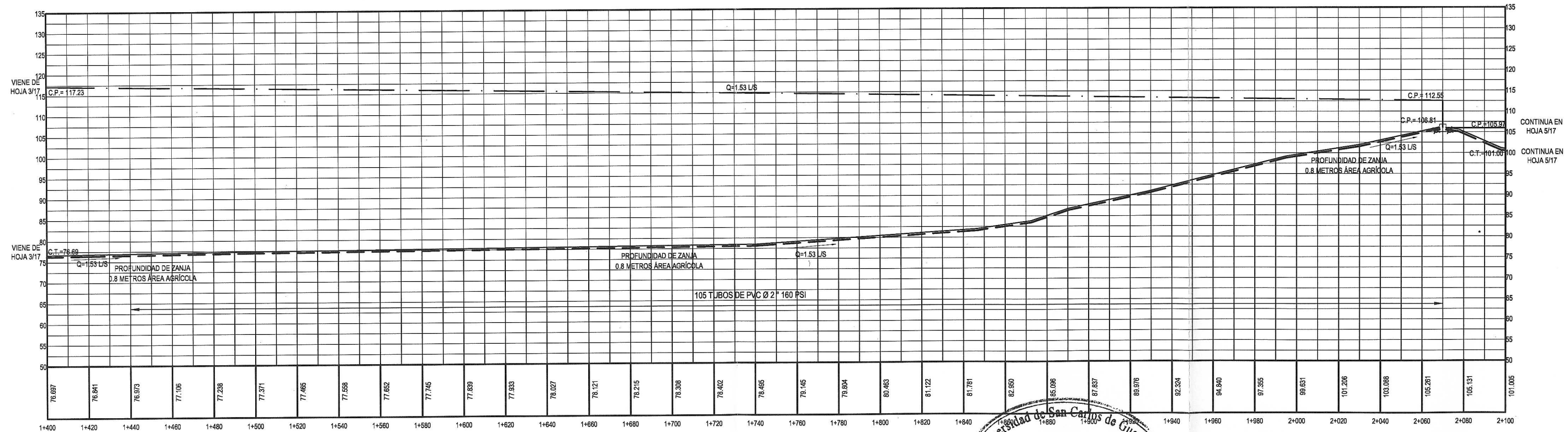
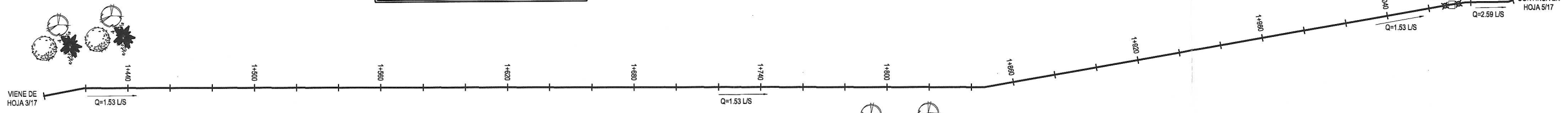
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.			
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL		FECHA: SEPTIEMBRE 2013	
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL		EPS: 6 MESES	ESCALA: INDICADA
DE EST. 0+740 A EST. 1+440			
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		No. HOJA: 3/17	
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	



SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
	CAUDAL TRANSPORTADO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	TANQUE Y CAPTACIÓN
	VÁLVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)



PLANTA-PERFIL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

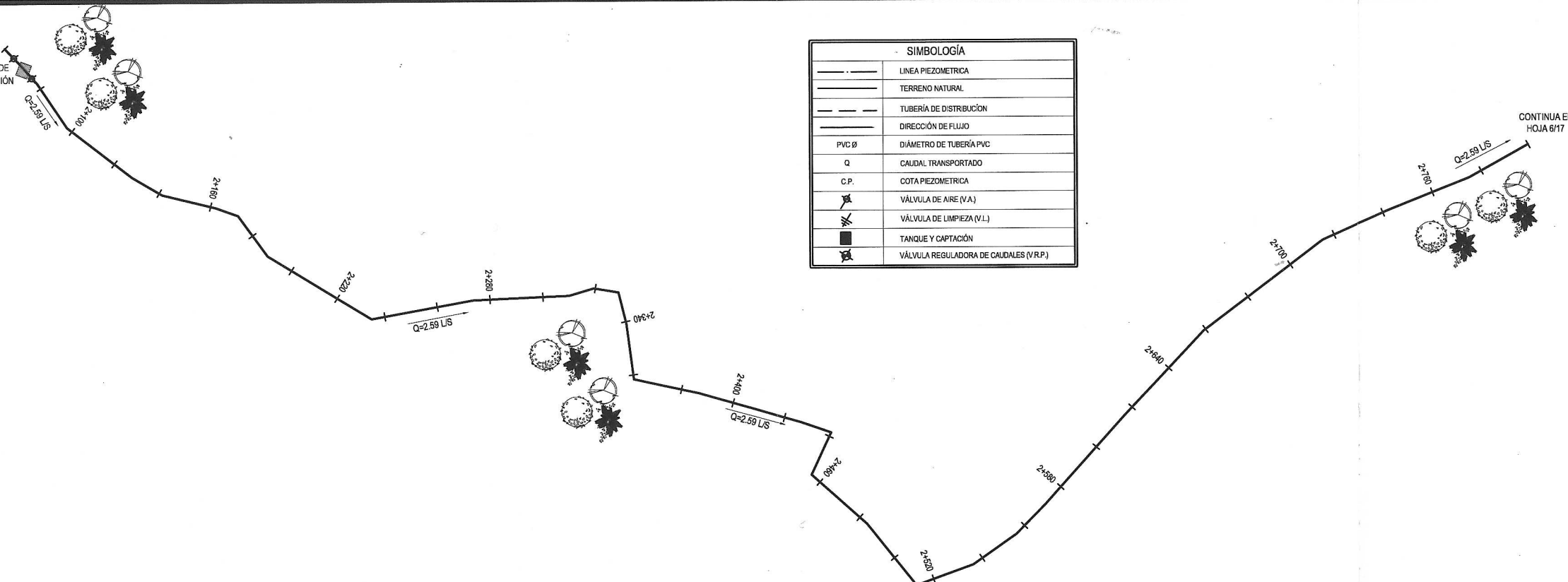
DE EST. 1+440 A EST. 2+070

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

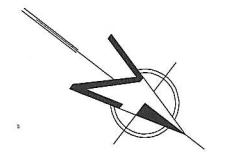
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.			
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL		FECHA: SEPTIEMBRE 2013	
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL		ESCALA INDICADA	
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		No. HOJA	
CALCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		4 / 17	
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ (ASESOR)	

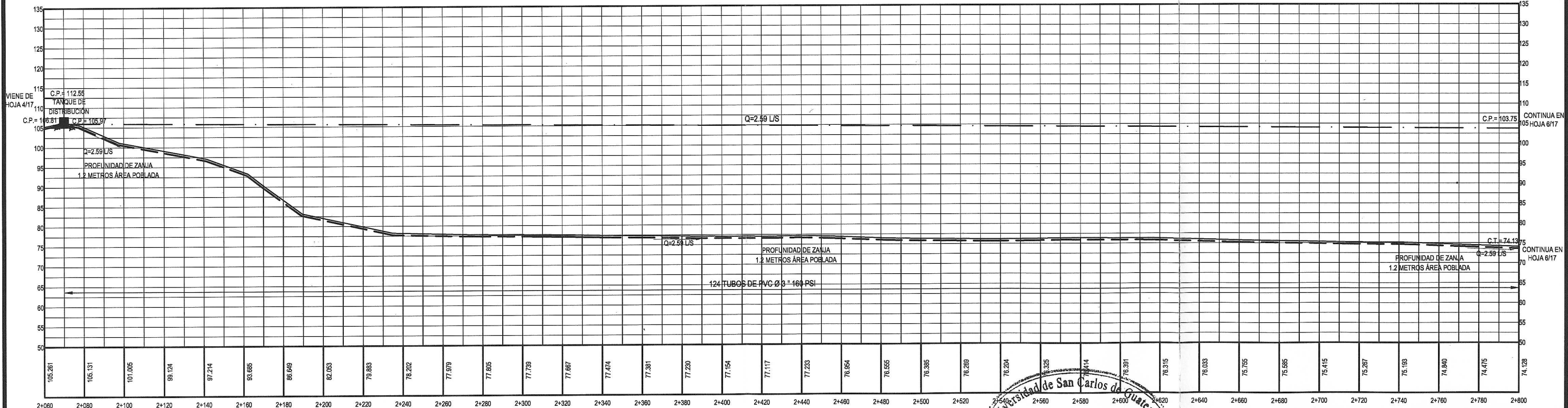
VIENE DE
HOJA 4/17
TANQUE DE
DISTRIBUCIÓN



SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	PVC Ø
	Q
	C.P.
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)
	TANQUE Y CAPTACIÓN
	VÁLVULA REGULADORA DE CAUDALES (V.R.P.)



CONTINUA EN
HOJA 6/17



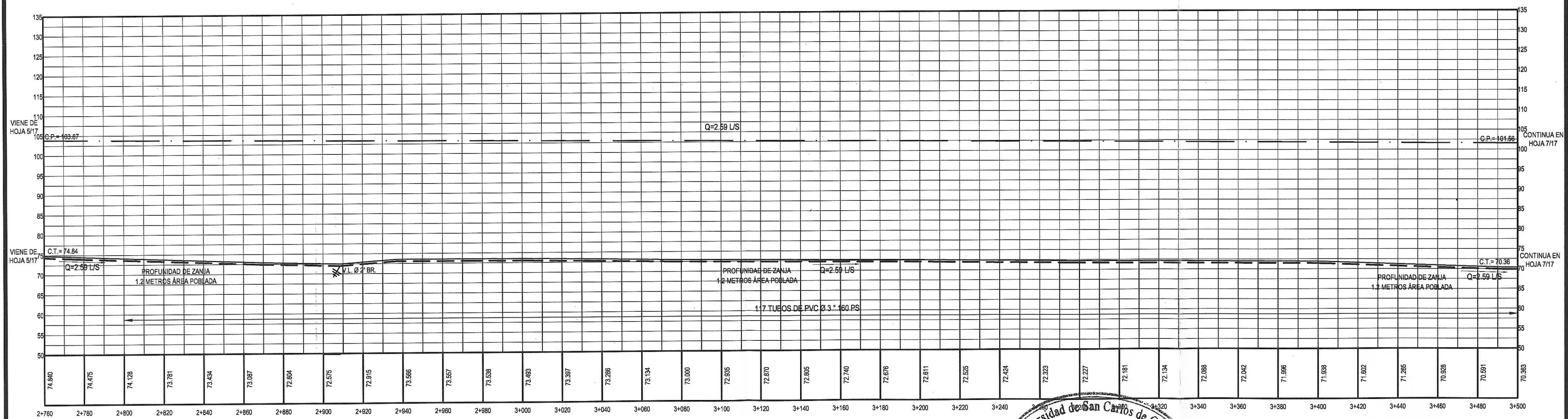
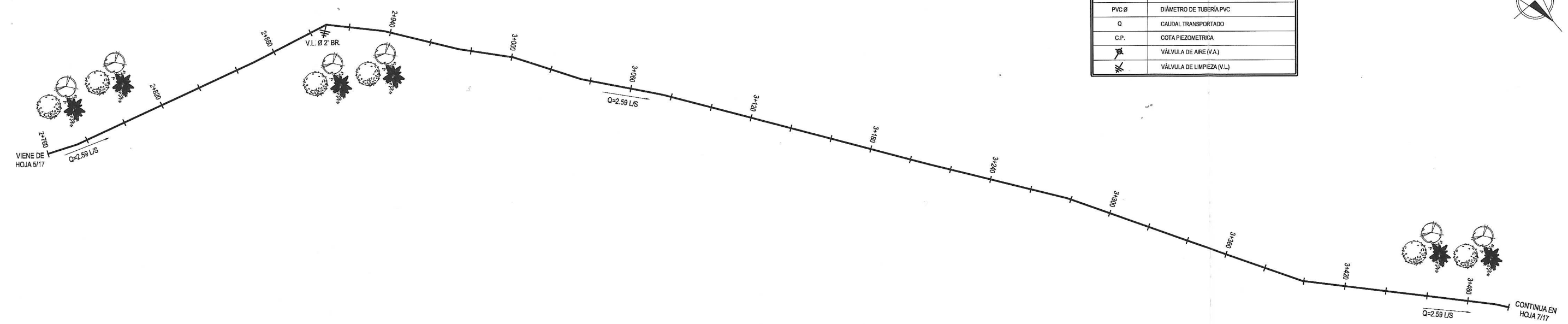
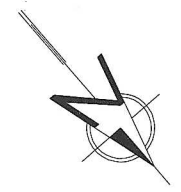
PLANTA-PERFIL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
DE EST. 2+070 A EST. 2+800

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.		
UBICACIÓN		CASERÍO DE JIMERITOS	
MUNICIPIO:		PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO:		IZABAL	
CONTENIDO:	EPS	FECHA	ESCALA
PLANTA - PERFIL	6 MESES	SEPTIEMBRE 2013	INDICADA
DE EST. 2+070 A EST. 2+800			
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	5/17		
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			

SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	PVC Ø
	Q
	C.P.
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)



PLANTA-PERFIL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

DE EST. 2+800 A EST. 3+500
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

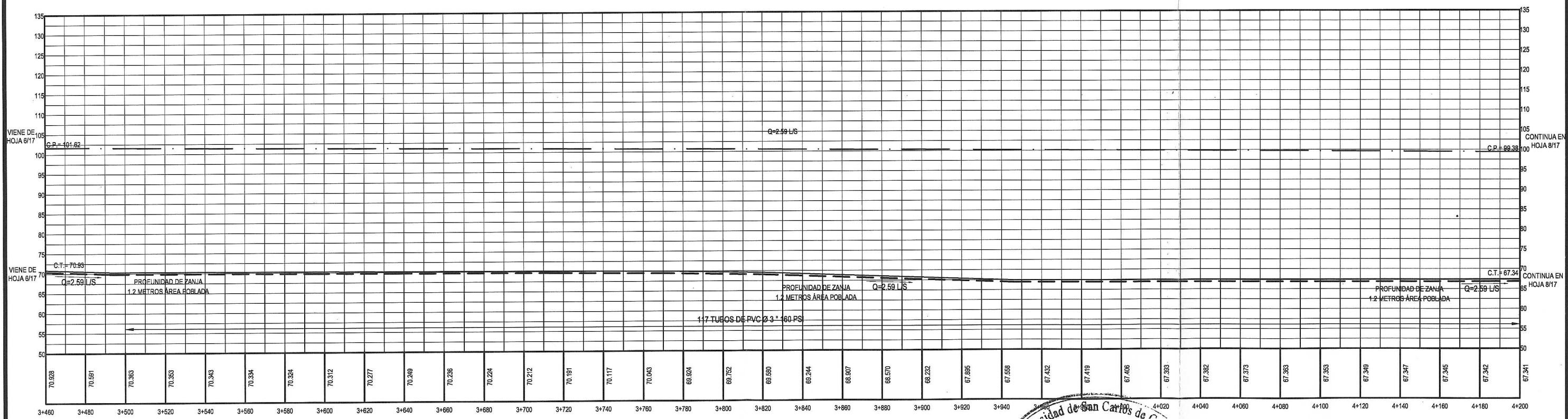
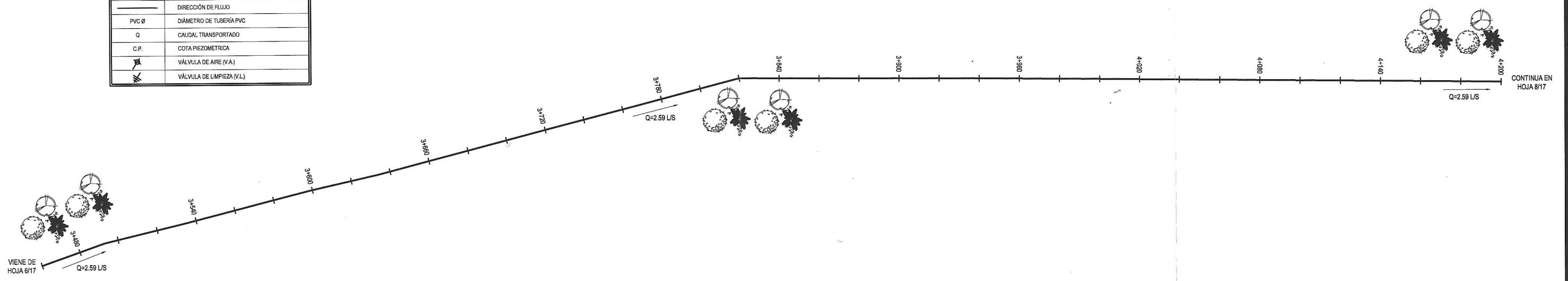
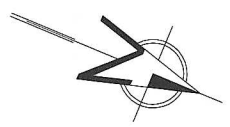
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS
MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS
DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE EST. 2+800 A EST. 3+500	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013	ESCALA INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA 6/17		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz (Asesor)		

SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
	CAUDAL TRANSPORTADO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)



PLANTA-PERFIL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

DE EST. 3+500 A EST. 4+200
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

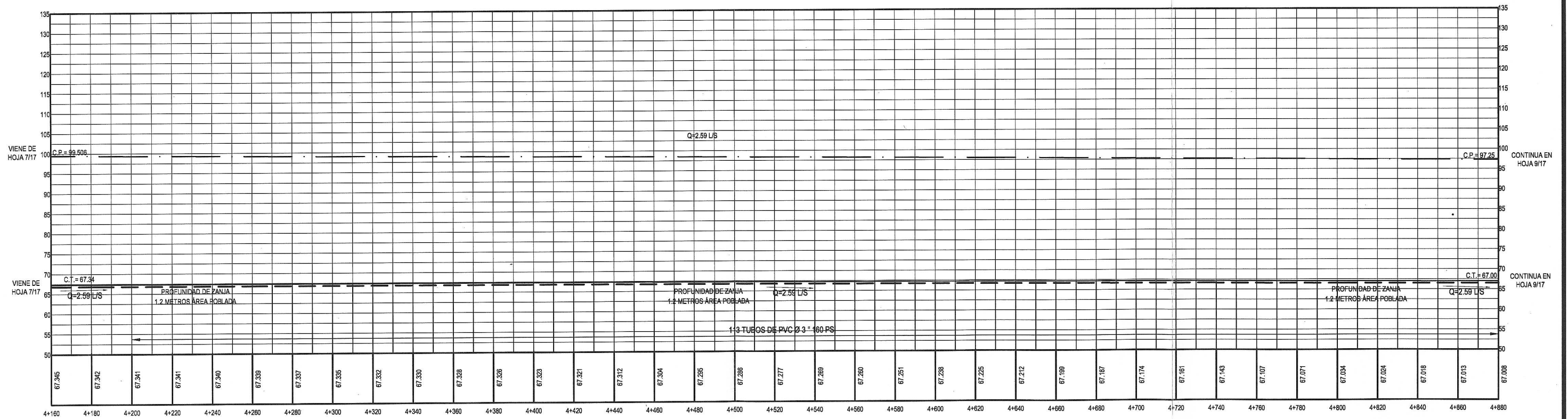
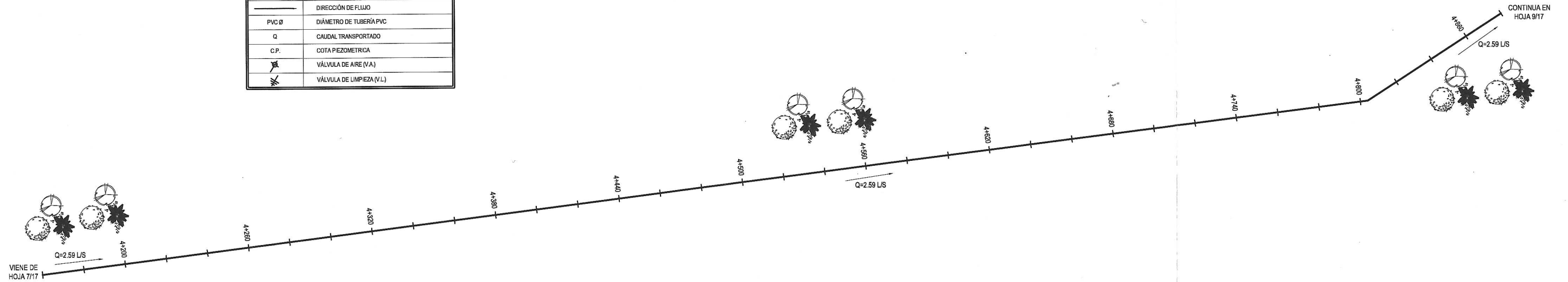
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS
MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS
DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE EST. 3+500 A EST. 4+200	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013	ESCALA INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA 7/17		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ (ASESOR)			

SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
	CAUDAL TRANSPORTADO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)



PLANTA-PERFIL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

DE EST. 4+200 A EST. 4+880

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

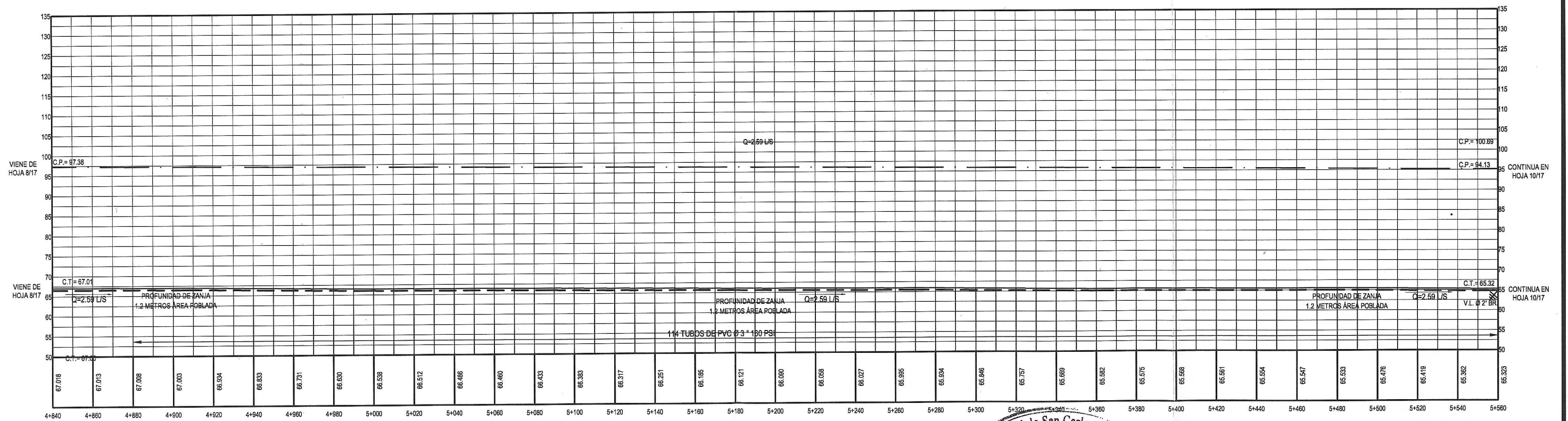
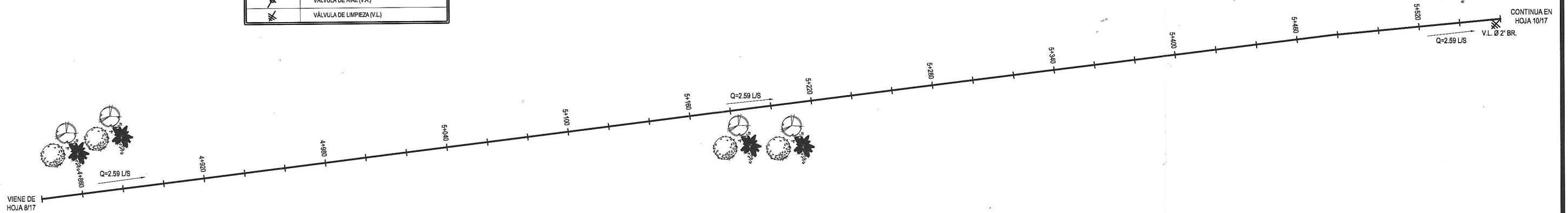
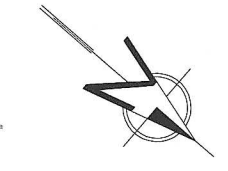


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS
MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS
DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO:
PLANTA - PERFIL
DE EST. 4+200 A EST. 4+880
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA

EPS: 6 MESES
FECHA: SEPTIEMBRE 2013
ESCALA INDICADA
No. HOJA: 8/17
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ
ASESOR

SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
	CAUDAL TRANSPORTADO
	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)



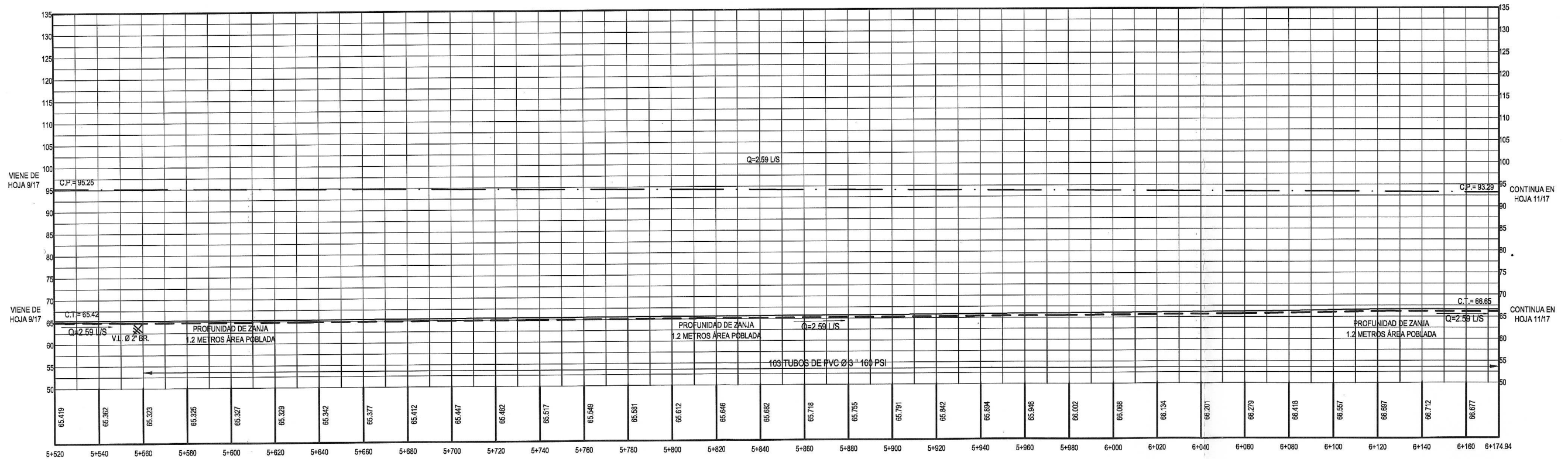
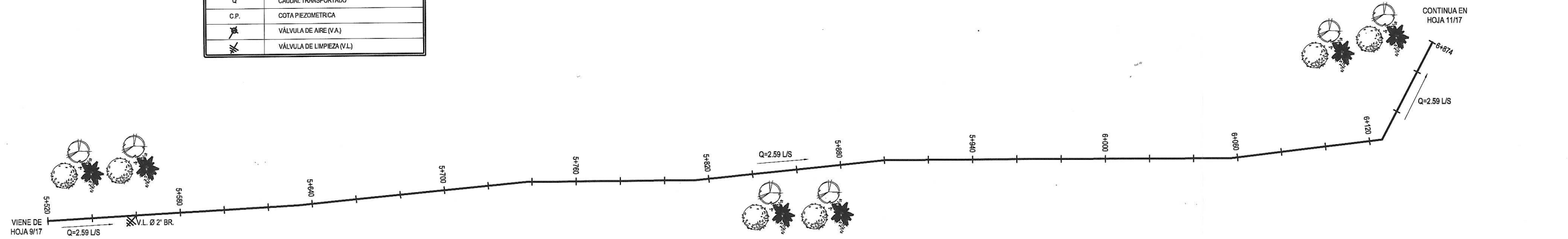
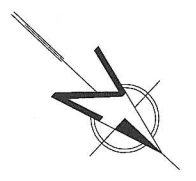
PLANTA-PERFIL
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
 DE EST. 4+880 A EST. 5+560

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.			
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL			
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL	EPS: 6 MESES	FECHA: SEPTIEMBRE 2013	ESCALA: INDICADA
DE EST. 4+880 A EST. 5+560			
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA: 9/17		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			

SIMBOLOGÍA	
	LINEA PIEZOMETRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERIA DE DISTRIBUCION
	DIRECCION DE FLUJO
	DIAMETRO DE TUBERIA PVC
	CAUDAL TRANSPORTADO
	COTA PIEZOMETRICA
	VALVULA DE AIRE (V.A)
	VALVULA DE LIMPIEZA (V.L)



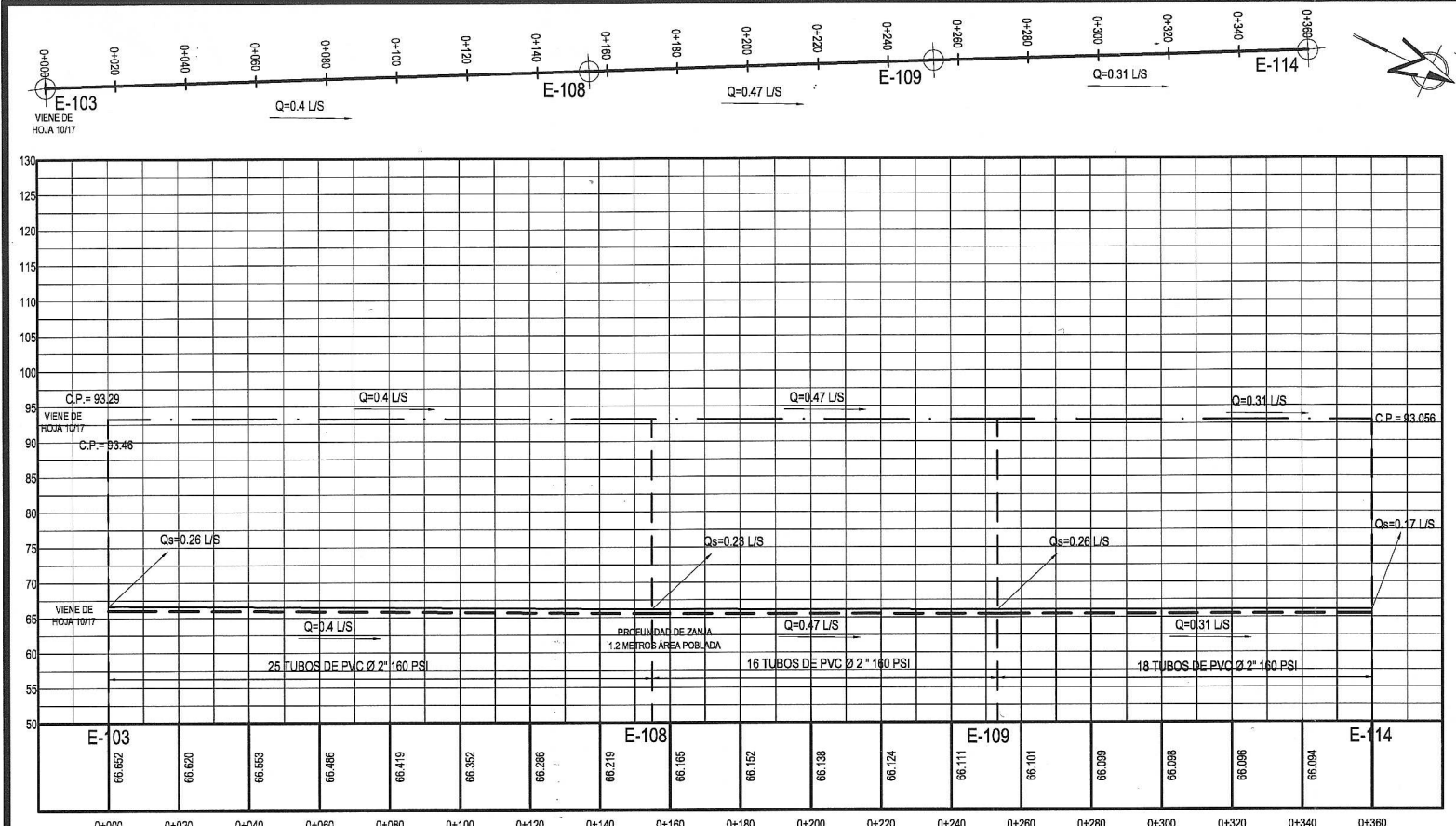
PLANTA-PERFIL
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

DE EST. 5+560 A EST. 6+174.94

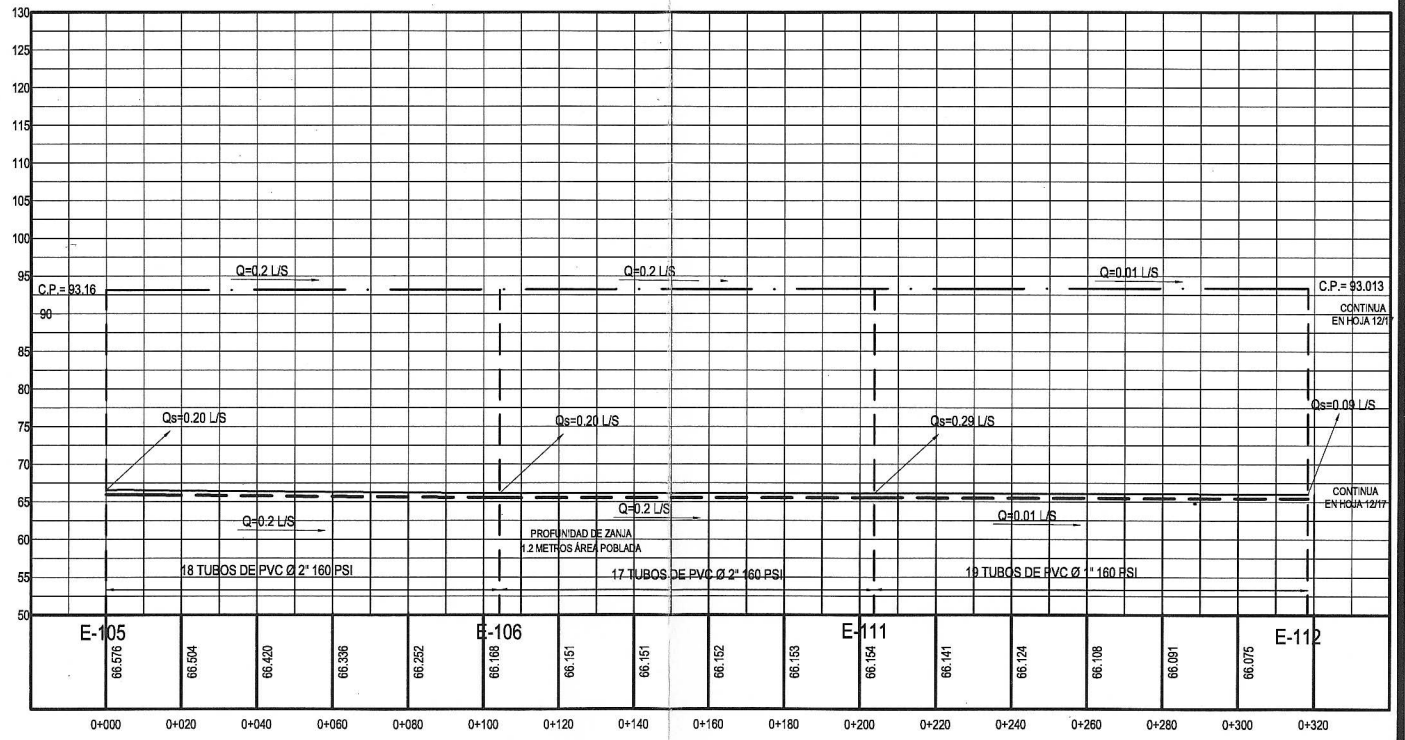
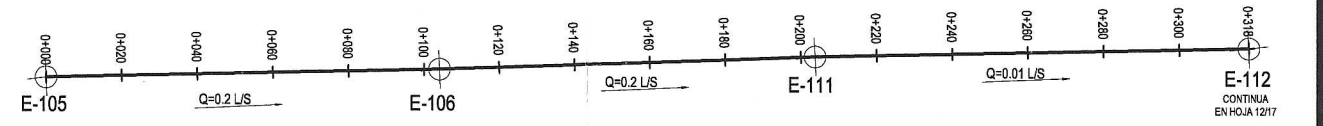
ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.			
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL			
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE EST. 5+560 A EST. 6+174.94	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013	ESCALA NO/CADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA 10/17		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ (ASESOR)			

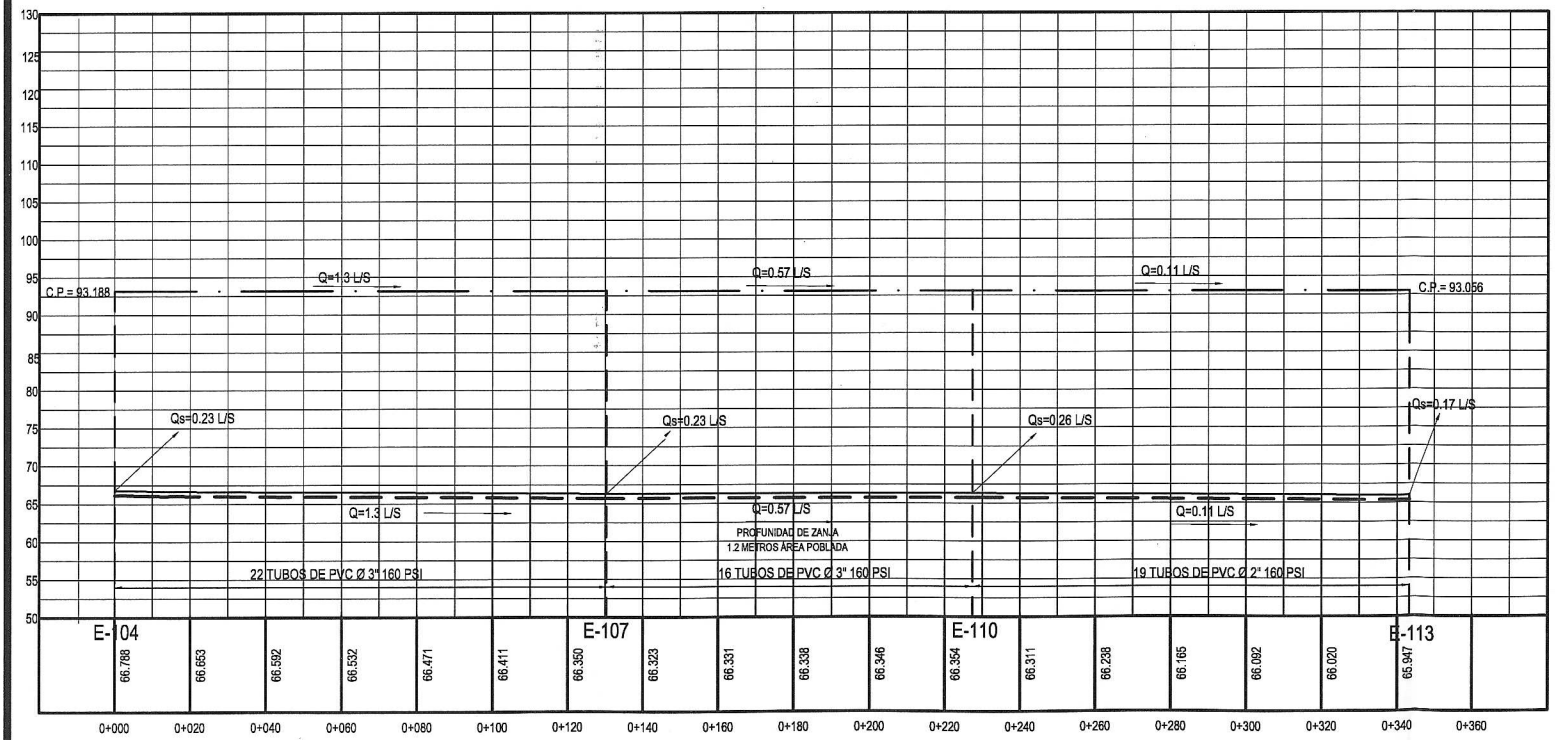


SIMBOLOGÍA	
	LINEA PIEZOMETRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
$PVC \ \phi$	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
Q	CAUDAL TRANSPORTADO
C.P.	COTA PIEZOMETRICA
	VÁLVULA DE AIRE (VA)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (VL)



PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN DE EST. E-103 A EST. E-114
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500

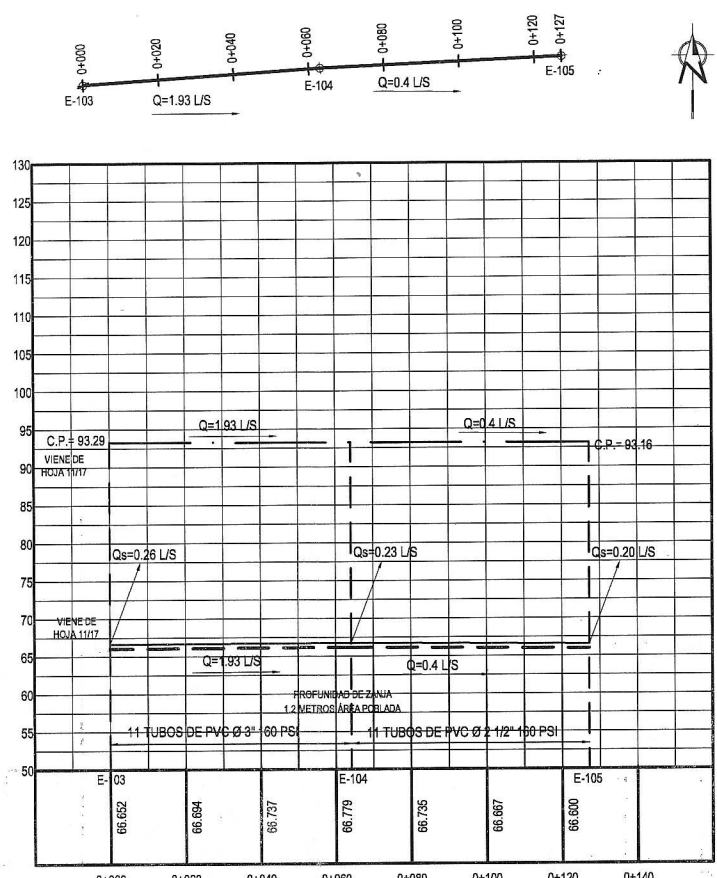
PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN DE EST. E-105 A EST. E-112
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN DE EST. E-104 A EST. E-113
 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500

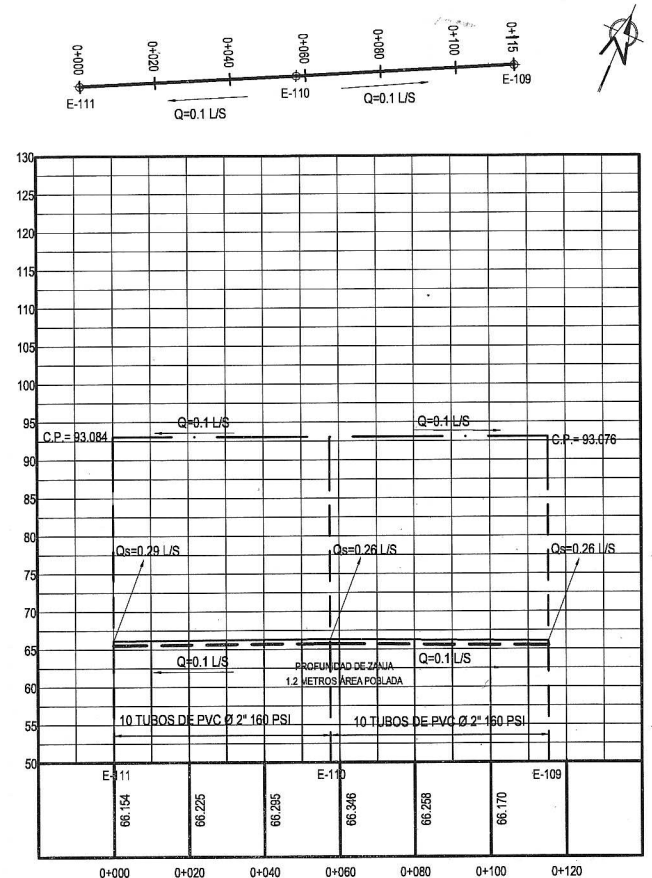
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.		
UBICACIÓN:	CASERÍO DE JIMERITOS	
MUNICIPIO:	PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO:	IZABAL	
CONTENIDO:	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013
PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN		
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA	ESCALA INDICADA
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	11/17	
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		



PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN DE EST. E-104 A EST. E-113
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

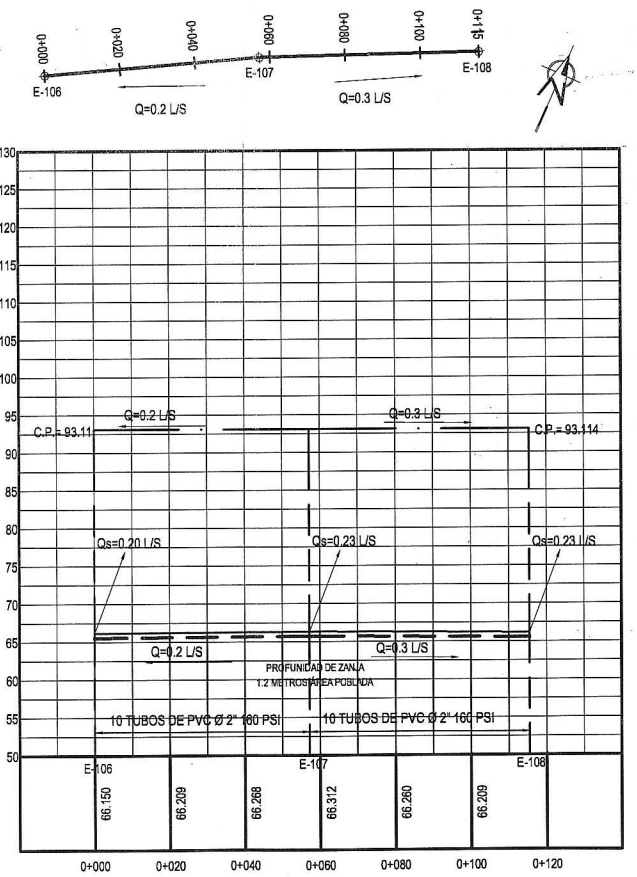
ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500



PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN DE EST. E-104 A EST. E-113
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

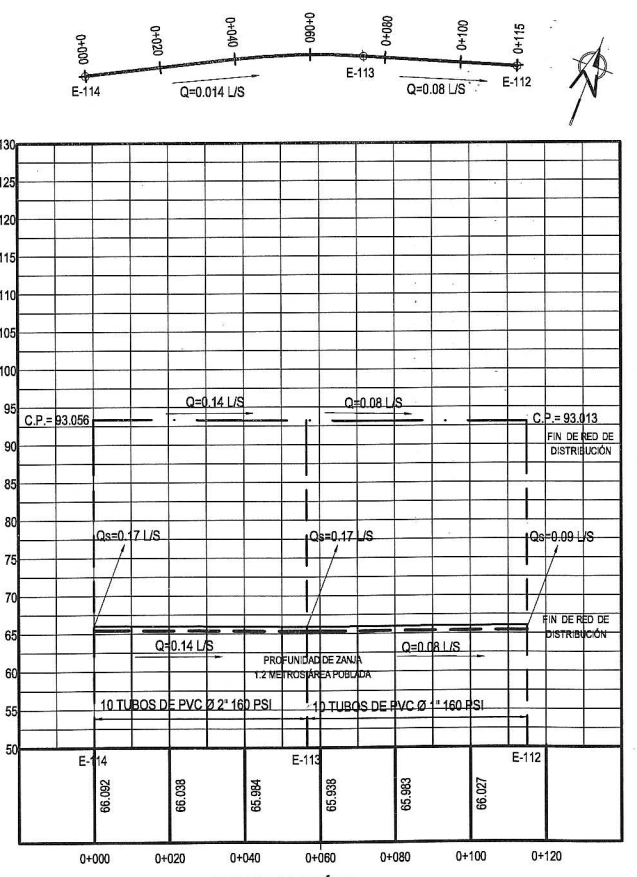
ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

SIMBOLOGÍA	
	LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	TERRENO NATURAL
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
$PVC \phi$	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
Q	CAUDAL TRANSPORTADO
C.P.	COTA PIEZOMÉTRICA
	VÁLVULA DE AIRE (V.A.)
	VÁLVULA DE LIMPIEZA (V.L.)



PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN DE EST. E-104 A EST. E-113
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500



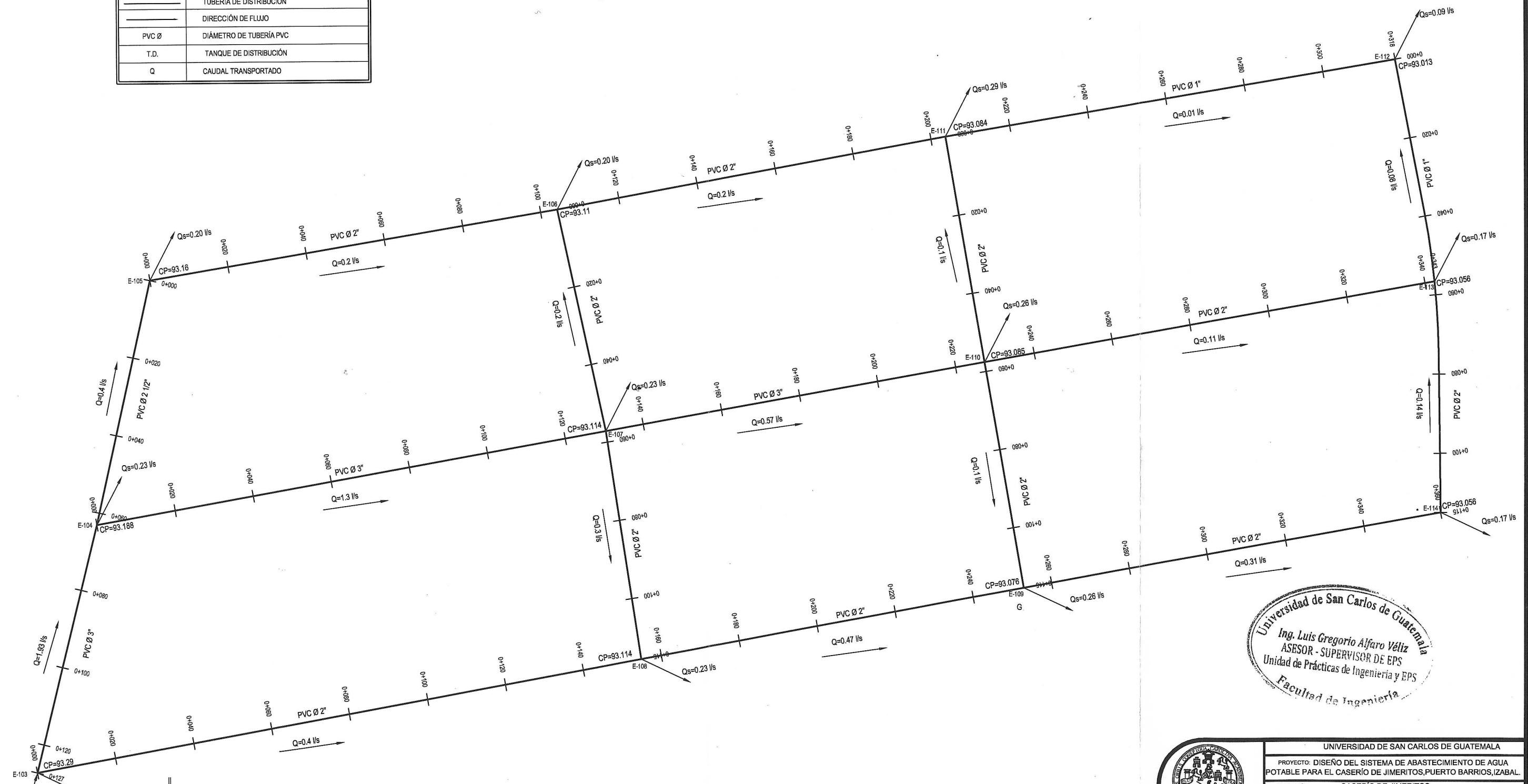
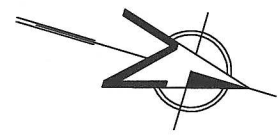
PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN DE EST. E-104 A EST. E-113
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

ESCALA HORIZONTAL 1:1000
ESCALA VERTICAL 1:500

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA		
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.		
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL			
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN	EPS 6 MESES	FECHA SEPTIEMBRE 2013	ESCALA INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No. HOJA 12/17		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ (ASESOR)		

SIMBOLOGÍA	
	TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN
	DIRECCIÓN DE FLUJO
PVC Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
T.D.	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
Q	CAUDAL TRANSPORTADO



VIENE DE T.D.
Q=2.59 l/s

PLANTA DE RED DE DISTRIBUCIÓN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

ESCALA 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA			
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.			
UBICACIÓN		CASERÍO DE JIMERITOS	
MUNICIPIO:		PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO:		IZABAL	
CONTENIDO:	EPS	FECHA	ESCALA
PLANTA DE RED DE DISTRIBUCIÓN	6 MESES	SEPTIEMBRE 2013	INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	Nº HOJA		
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	13 / 17		
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			
		ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ (ASESOR)	

SIMBOLOGÍA	
	CANCHA
	ESCUELA
	VIVIENDAS
	CARRETERA

POTRERO

POTRERO

POTRERO

HACIA REPUBLICA DE HONDURAS

HACIA ENTRE RIOS

AGROCARIBE S.A.

ENTRADA A JIMERITOS

PLANTA DENSIDAD POBLACIONAL

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL

ESCALA 1:500

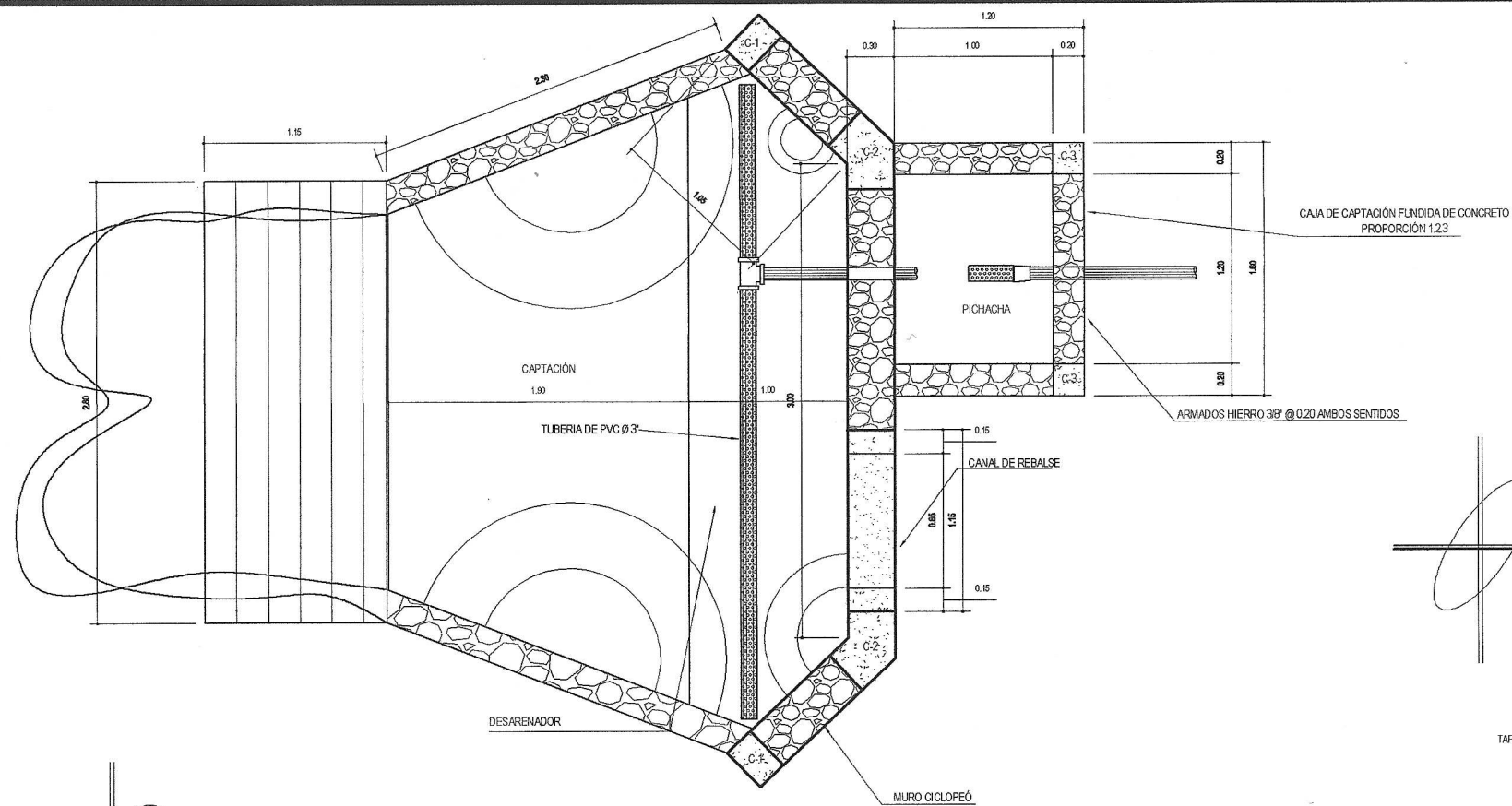


Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
 UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS
 MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS
 DEPARTAMENTO: IZABAL

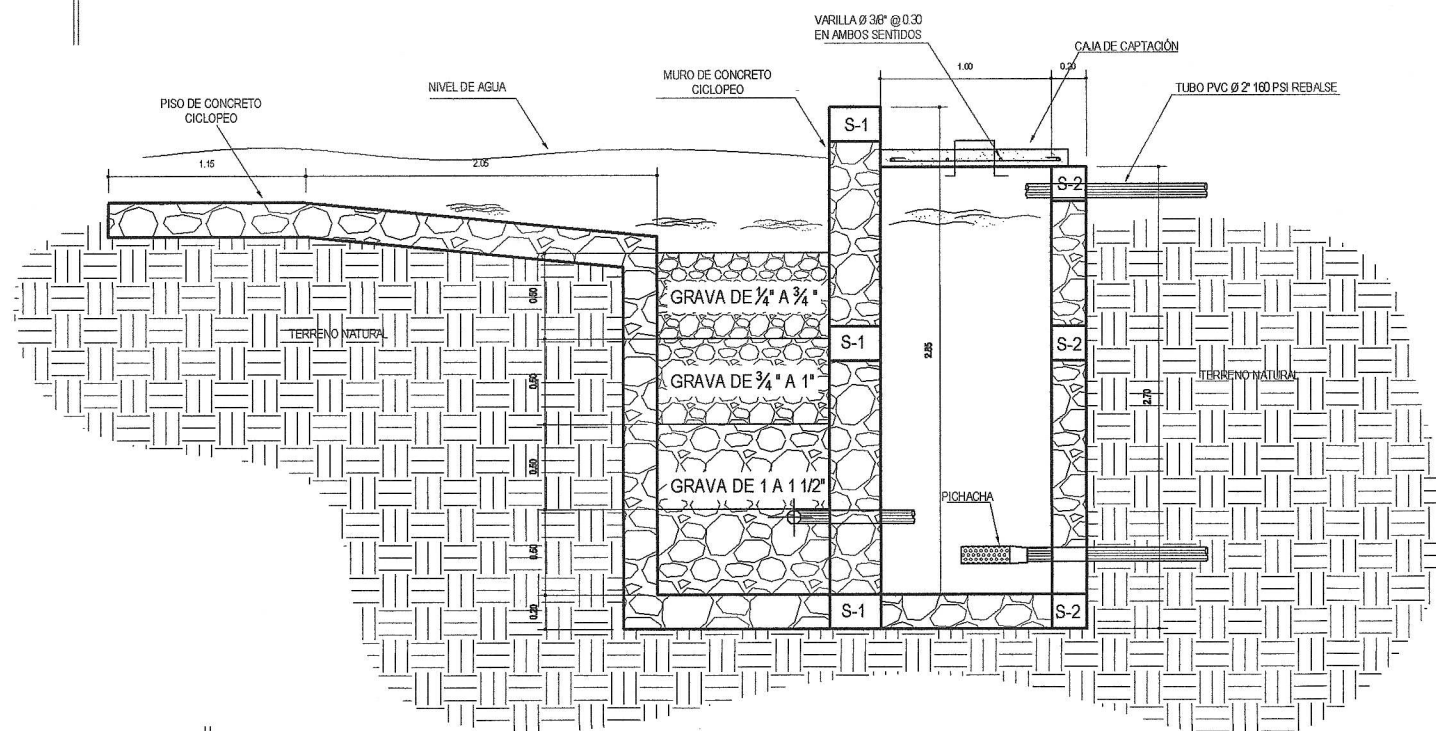
CONTENIDO:
PLANTA DENSIDAD POBLACIONAL
 DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA No. HOJA
 CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA 14/17
 DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA

EPS 6 MESES FECHA SEPTIEMBRE 2013 ESCALA INDICADA



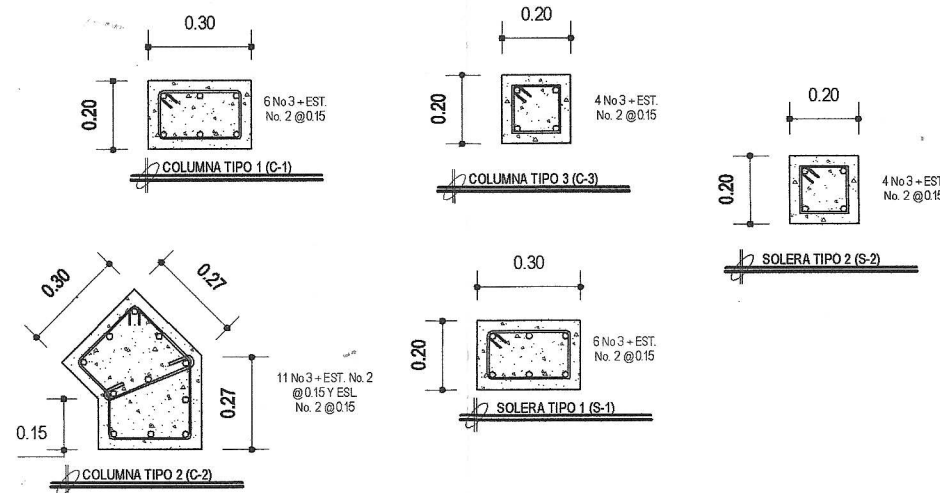
PLANTA DE OBRA DE CAPTACIÓN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LE CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

ESCALA 1:20



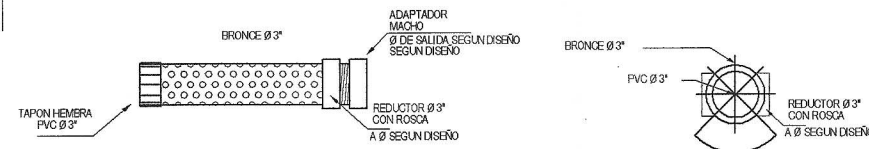
PERFIL DE OBRA DE CAPTACIÓN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LE CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

ESCALA 1:20



DETALLE DE SOLERAS Y COLUMNAS EN OBRAS DE CAPTACIÓN
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LE CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

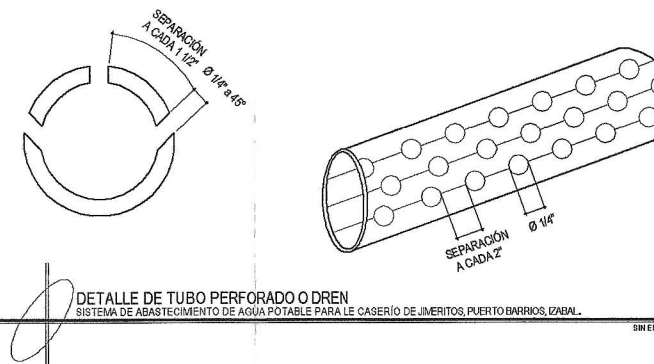
ESCALA 1:10



DETALLE DE VIGA

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LE CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.

SIN ESCALA



SIN ESCALA

ESPECIFICACIONES

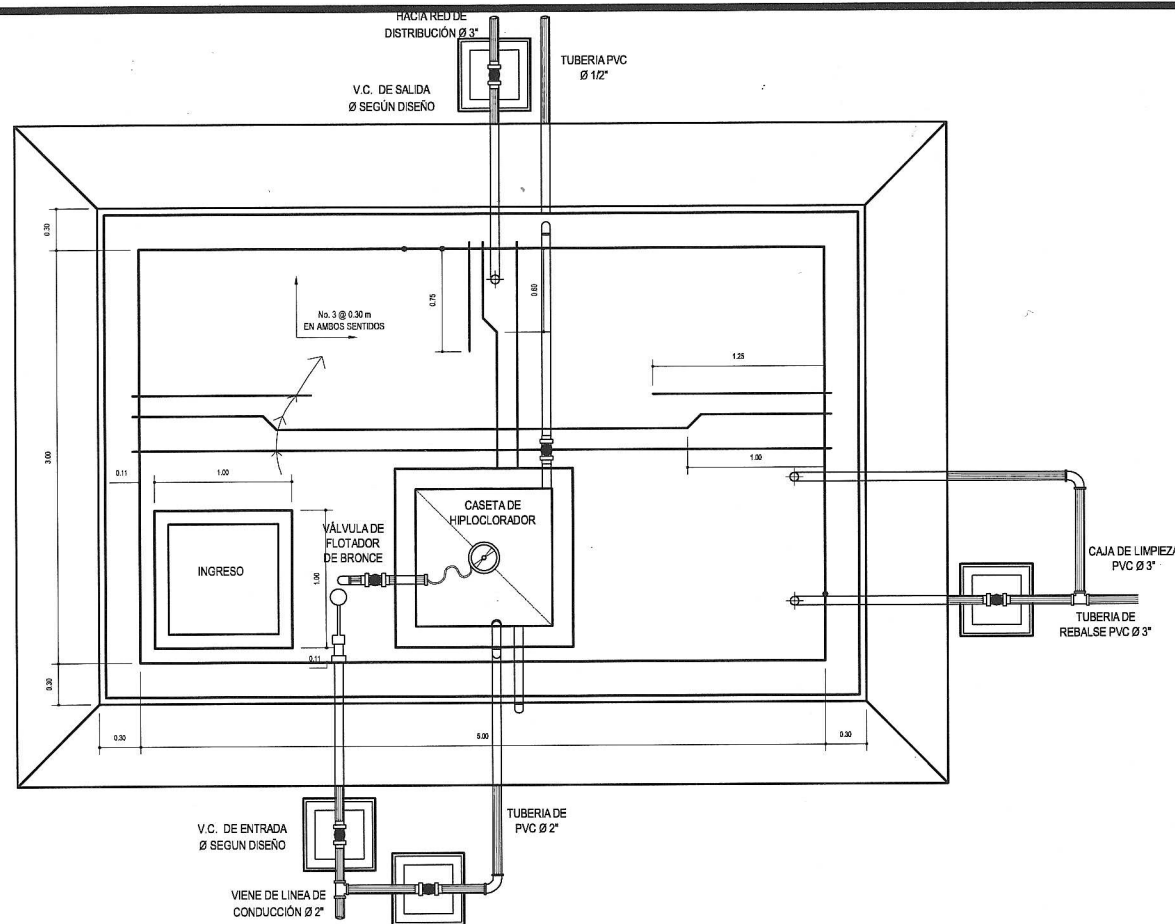
1. CONCRETO CICLOPEO: 40% CONCRETO Y 60 % PIEDRA BOLA.
2. LA CAJA SE REALIZARÁ EN LA SIGUIENTE PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRÍN DE 1/2".
3. EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRÍN DE 1/2".
4. SE REPELLARÁ EL MURO CICLOPEO Y CAJA CON MORTERO PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2, CEMENTO Y ARENA CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS Y ALIZADO INTERNO Y EXTERNO.
5. LA TUBERÍA QUE CONDUCE EL AGUA DE LA CAPTACIÓN A LA CAJA UNIFICADORA DEBE DISEÑARSE PARA EL CAUDAL MÁXIMO QUE PRODUCE LA FUENTE.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS
MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS
DEPARTAMENTO: IZABAL

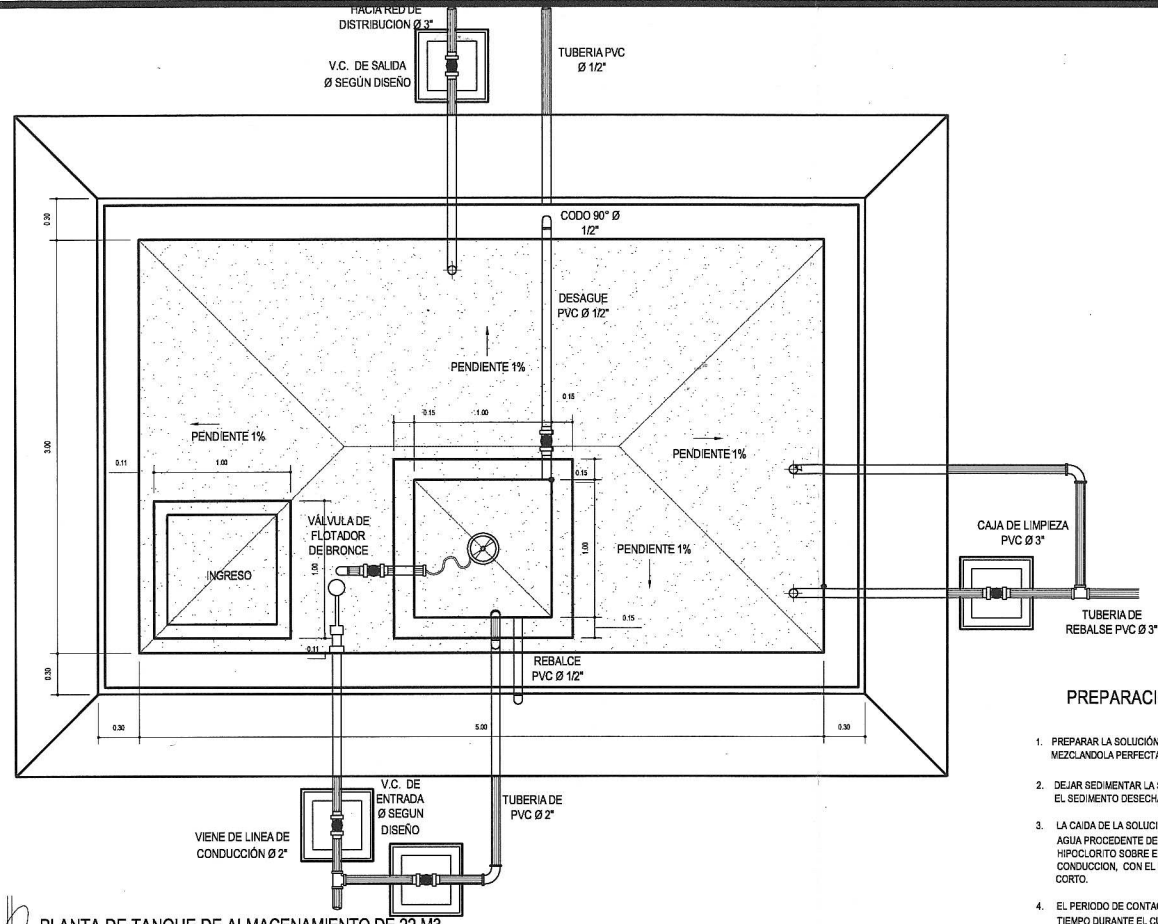
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL OBRA DE CAPTACIÓN		EPS: 6 MESES	FECHA: SEPTIEMBRE 2013	ESCALA: INDICADA
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	No HOJA 15/17			
CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA				
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA				

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
(ASESOR)



PLANTA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 22 M3

ESCALA 1:25

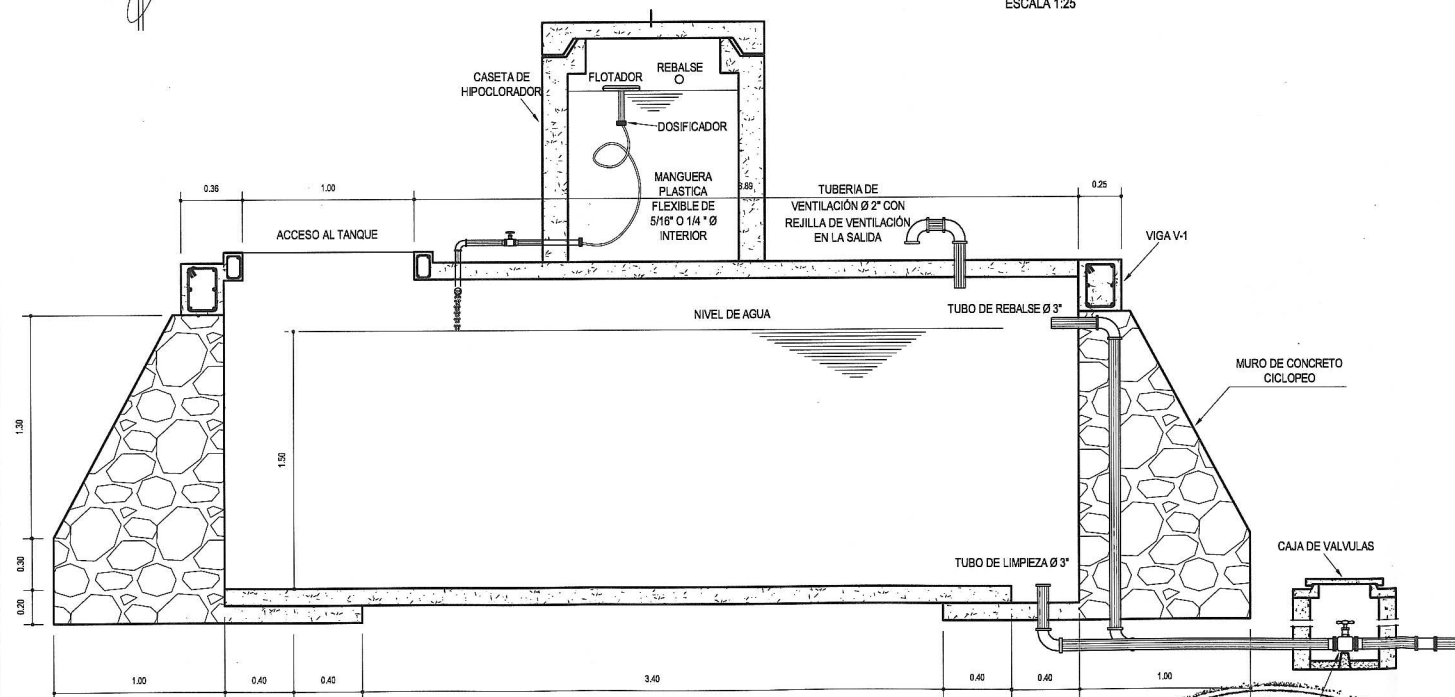


PLANTA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 22 M3

ESCALA 1:25

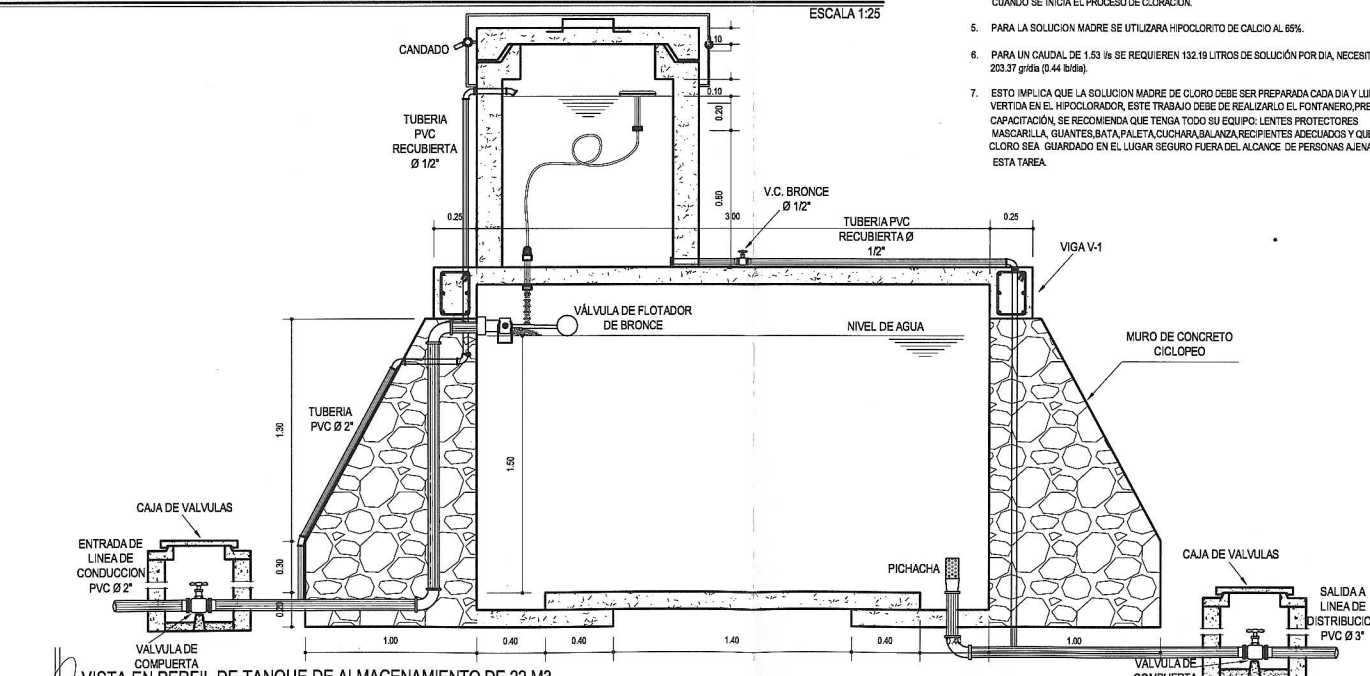
PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DE HIPOCLORADOR INSTRUCCIONES

1. PREPARAR LA SOLUCIÓN CONCENTRADA DE HIPOCLORITO DE CALCIO EN OTRO DEPOSITO MEZCLANDOLA PERFECTAMENTE.
2. DEJAR SEDIMENTAR LA SOLUCIÓN, EL LIQUIDO CLARO PASARLO AL DEPOSITO DEL HIPOCLORADOR EL SEDIMENTO DESECHARLO YA QUE ES INACTIVO Y PRODUCE TAPONAMIENTO EN LA TUBERIA.
3. LA CAIDA DE LA SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO AL TANQUE DEBERA SER NORMAL A LA ENTRADA DE AGUA PROCEDENTE DE LA CONDUCCIÓN, O EN OTRAS PALABRAS, DEBERA CAER LA SOLUCIÓN DE HIPOCLORITO SOBRE EL CHORRO DE AGUA QUE ENTRA AL TANQUE PROCEDENTE DE LA CONDUCCIÓN, CON EL OBJETIVO DE LOGRAR UNA BUENA MEZCLA EN UN TIEMPO RELATIVAMENTE CORTO.
4. EL PERIODO DE CONTACTO EN EL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN SERA COMO MINIMO DE DOS HORAS, TIEMPO DURANTE EL CUAL EL AGUA NO PASARÁ A LA RED DE DISTRIBUCIÓN, ESTO SOLO SE HACE CUANDO SE INICIA EL PROCESO DE CLORACIÓN.
5. PARA LA SOLUCION MADRE SE UTILIZARA HIPOCLORITO DE CALCIO AL 65%.
6. PARA UN CAUDAL DE 1.53 l/s SE REQUIEREN 132.19 LITROS DE SOLUCIÓN POR DIA, NECESITANDO 203.37 gr/da (0.44 libras).
7. ESTO IMPLICA QUE LA SOLUCIÓN MADRE DE CLORO DEBE SER PREPARADA CADA DIA Y LUEGO SER VERTIDA EN EL HIPOCLORADOR, ESTE TRABAJO DEBE DE REALIZRLO EL FONTANERO, PREVIA CAPACITACIÓN, SE RECOMIENDA QUE TENGA TODO SU EQUIPO: LENTES PROTECTORES, MASCARILLA, GUANTES, BATA, PALETA, CUCHARA, BALANZA, RECIPIENTES ADECUADOS Y QUE EL CLORO SEA GUARDADO EN EL LUGAR SEGURO FUERA DEL ALANCE DE PERSONAS AJENAS A ESTA TAREA.



VISTA EN PERFIL DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 22 M3

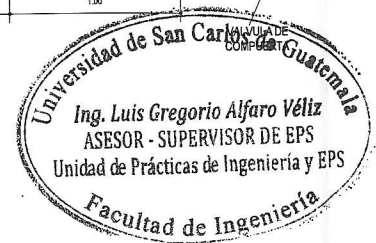
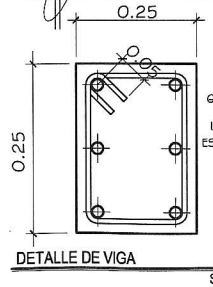
ESCALA 1:20



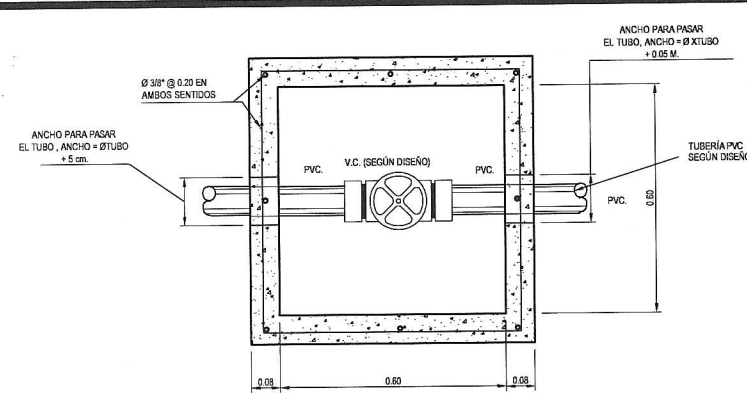
VISTA EN PERFIL DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 22 M3

ESCALA 1:20

- ESPECIFICACIONES:**
1. CONCRETO CICLOPEO: 40% CONCRETO Y 60% PIEDRA BOLA.
 2. LA LOSA DE CONCRETO DEBE DARSELE 1% HACIA LOS LADOS Y LA SUPERFICIE DEBE QUEDAR CERRADA CON CEMENTO Y ARENA EN PROPORCIÓN 1:2.
 3. SE REPELLARÁ EL MURO CICLOPEO Y CAJA CON MORTERO PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2, CEMENTO Y ARENA CON UN RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS Y ALZADO INTERNO Y EXTERNO.
 4. LA CAJA DE VALVULAS SE REALIZARÁ EN CONCRETO CON PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRÍN DE 12".
 5. EL DIAMETRO DE LA TUBERÍA DE REBALSE SERA MAYOR QUE EL DIAMETRO DE LA TUBERÍA DE ENTRADA ESTE SERA DE 2".
 6. EL ACERO DE REFUERZO SERA DE Fy=2810 kg/cm² GRADO 40.
 7. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO.
 8. EN LA PARTE SUPERIOR DEL MURO CICLOPEO SE DEBERÁ REALIZAR UN ALIZADO Y COLOCAR UNA CAPA DE ACEITE, PARA EVITAR ANCLAJE ENTRE LA LOSA Y EL MURO DEL TANQUE.

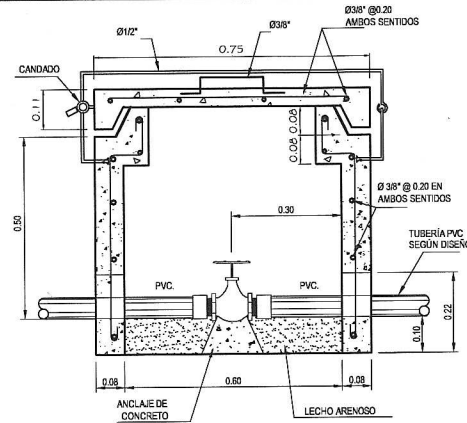


		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.	
UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS		MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS	
DEPARTAMENTO: IZABAL		EPS: 6 MESES	
FECHA: SEPTIEMBRE 2013		ESCALA: INDICADA	
CONTENIDO: PLANTA - PERFIL DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO		No HOJA 16/17	
DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA		CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA	
DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA			



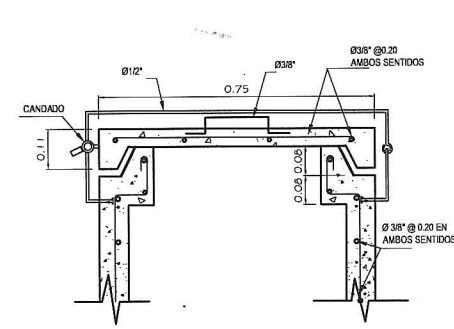
VISTA EN PLANTA DE CAJA DE VÁLVULAS

ESCALA 1:10



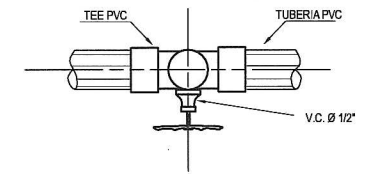
VISTA DE PERFIL DE CAJA DE VÁLVULAS

ESCALA 1:10



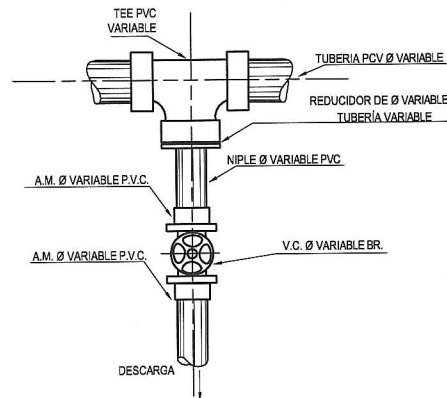
DETALLE DE TAPADERA DE CAJA DE VÁLVULAS

ESCALA 1:10



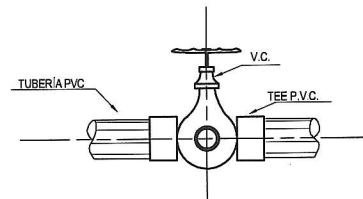
VÁLVULA DE AIRE PVC PLANTA

SIN ESCALA



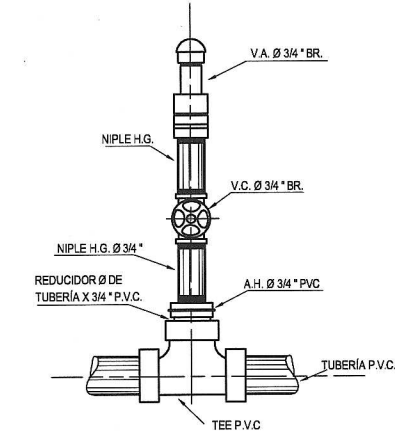
VÁLVULA DE LIMPIEZA PLANTA

SIN ESCALA



VÁLVULA DE LIMPIEZA PVC ELEVACIÓN

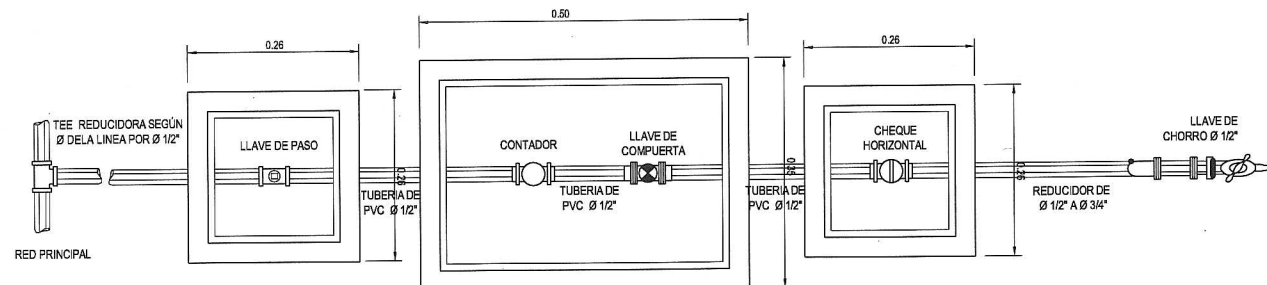
SIN ESCALA



VÁLVULA DE AIRE ELEVACIÓN

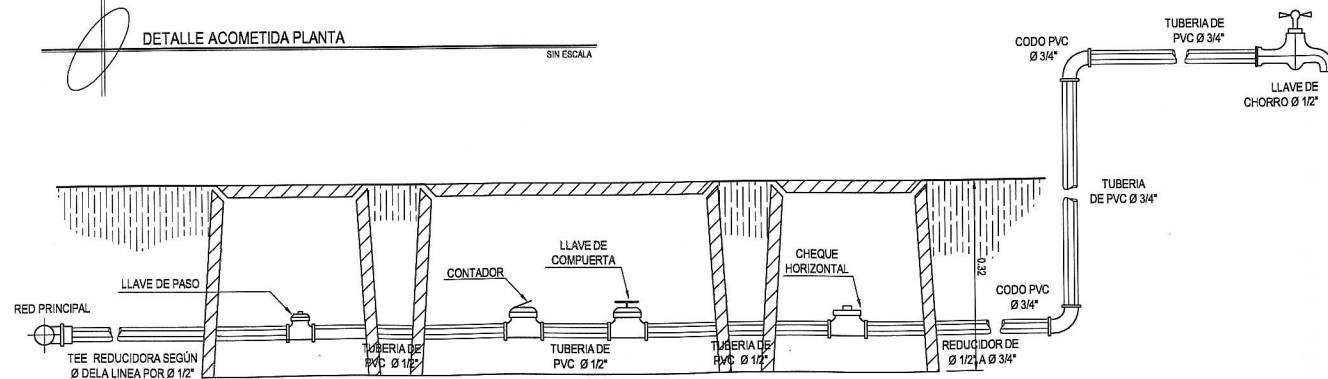
SIN ESCALA

SIMBOLOGÍA	
V.C.	VÁLVULA DE COMPUERTA
A.M.	ADAPTADOR MACHO
A.H.	ADAPTADOR HEMBRA
PCV Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA PVC
Hg Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA METÁLICA
V.A.	VÁLVULA DE AIRE



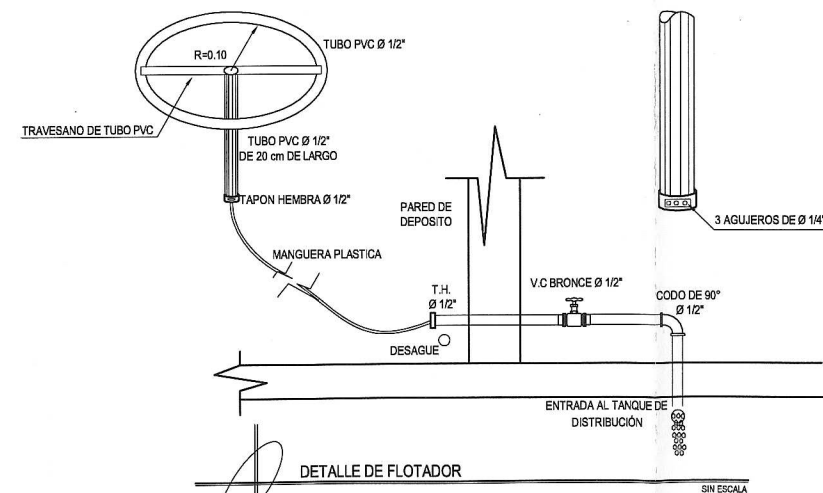
DETALLE ACOMETIDA PLANTA

SIN ESCALA



DETALLE DE ACOMETIDA EN CORTE

SIN ESCALA

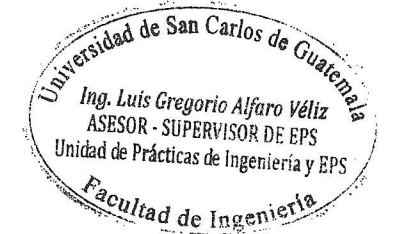


DETALLE DE FLOTADOR

SIN ESCALA

NOTAS

1. LAS DIMENSIONES DE LAS CAJAS ESTÁN DADAS EN METROS.
2. EL SUELO DE SOPORTE DE LA VÁLVULA HA DE SER ARENOSO.
3. LA CAJA DE VÁLVULAS SE REALIZARÁ EN CONCRETO CON PROPORCIÓN DE VOLUMEN 1:2:3, CEMENTO, ARENA Y PIEDRÍN DE 1/2\".
4. LAS VÁLVULAS SE ASENTARÁN SOBRE UN LECHO DE ARENA.
5. EL ACERO DE REFUERZO SERÁ DE Fy=2810 kg/cm² GRADO 40
6. EL HIERRO DE REFUERZO SERÁ DE GRADO 40.
7. TODAS LAS PAREDES IRÁN ALIZADAS CON SABIETAS PROPORCIÓN 1:2.
8. TODA MODIFICACIÓN REALIZADA A ESTE PLANO, SE DEBE ANOTAR EN EL MISMO.




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.
 UBICACIÓN: CASERÍO DE JIMERITOS
 MUNICIPIO: PUERTO BARRIOS
 DEPARTAMENTO: IZABAL

CONTENIDO:
 DETALLE DE CAJAS Y VÁLVULAS
 DISEÑO: FRANCISCO SARAT ZAPETA
 CÁLCULO: FRANCISCO SARAT ZAPETA
 DIBUJO: FRANCISCO SARAT ZAPETA


EPS: 6 MESES
 FECHA: SEPTIEMBRE 2013
 ESCALA: INDICADA
 No HOJA: 17/17
 ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ (AS#SOR)

ANEXOS

Anexo 1. Análisis bacteriológico del agua



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



O.T. No. 33 968

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

INF. No. 25 904

INTERESADO: FRANCISCO SARAT ZAPETA,
(CARNÉ No. 200815188)

RECOLECTADA POR: Interesado

LUGAR DE RECOLECCIÓN: Caserío Jimeritos

FUENTE: Nocimiento

MUNICIPIO: Puerto Barrios

DEPARTAMENTO: Itzabal

PROYECTO: EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL."

DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC

FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2014-10-21; 10 h 35 min.

FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2014-10-22; 14 h 00 min.

CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración

No. 2217

RESULTADOS

1. ASPECTO: Turbia	4. OLORES: Inodora	7. TEMPERATURA: -° C (Sin el proceso de recolección)
2. COLOR: 335,00 Unidades	5. SABOR: -----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 69,00 µmhos/cm
3. TURBEDAD: 60,60 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH): 06,33 unidades	
SUSTANCIAS	SUSTANCIAS	SUSTANCIAS
mg/L	mg/L	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃): 01,10	6. CLORUROS (Cl ⁻): 06,00	11. SÓLIDOS TOTALES: 79,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻): 00,000	7. FLUORUROS (F ⁻): 01,00	12. SÓLIDOS VOLÁTILES: 33,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻): 06,90	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻): 10,00	13. SÓLIDOS FIJOS: 46,00
4. CLORO RESIDUAL: --	9. HIERRO TOTAL (Fe): 00,67	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN: 11,00
5. MANGANESO (Mn): 00,104	10. DUREZA TOTAL: 42,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS: 37,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	38,00	38,00

OTRAS DETERMINACIONES: _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física ASPECTO turbia (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química Indicadores Químicos de Contaminación AMONIACO sobrepasa el Límite Mínimo de Contaminación. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21^{ra} EDICIÓN 2 005. NORMAS "COAGULAND NORMS" SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 2000 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS, GUATEMALA, Guatemala, 2014-11-04)

Vs.Bo

Inga. Tzibá Maritza Caez Morales
DIRECTORA CI/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://ci.usac.edu.gt>

Zafar Much Santos
Ing. Químico Col. No. 426
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 2. Análisis bacteriológico



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



O.T. No. 33 968

EXAMEN BACTERIOLOGICO

No. 3218
INF. No. A 358808

<p>INTERESADO: FRANCISCO SARAT ZAPETA CARNÉ No. 200815188</p> <p>MUESTRA RECOLECTADA POR: Interesado</p> <p>LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: Caserio Jimeritos</p> <p>FUENTE: Nacimiento</p> <p>MUNICIPIO: Puerto Barrios</p> <p>DEPARTAMENTO: Izabal</p>	<p>PROYECTO: EPS: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO DE JIMERITOS, PUERTO BARRIOS, IZABAL.</p> <p>DEPENDENCIA: FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</p> <p>FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2014-10-21: 10 h35 min.</p> <p>FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2014-10-22: 14 h00 min.</p> <p>CONDICIONES DE TRANSPORTE: Con refrigeración</p>
<p>SABOR: - - - -</p> <p>ASPECTO: Turbia</p> <p>OLOR: Inodora</p>	<p>SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: Gran cantidad</p> <p>CLORO RESIDUAL: _____</p>

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/100cm³		170	17

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, sedimentación, filtración, desinfección). Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

Guatemala, 2014-11-04

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



Zelson Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERIA - USAC -
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86208 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 3. Ensayo de límites de Atterberg



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



INFORME No. 669 S.S.

O.T.: 33.940 No. **1472**

Interesado: Francisco Sarat Zapeta

Proyecto: Diseño de la carretera de la comunidad Marleny hacia el Corozo milla 3, Puerto Barrios, Izabal

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Milla 3, Puerto Barrios, Izabal

FECHA: Lunes, 27 de Octubre de 2014

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	33,0	7,4	ML	Grava y Arena Limosa Color Rojizo

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

Vo.Bo.



Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC



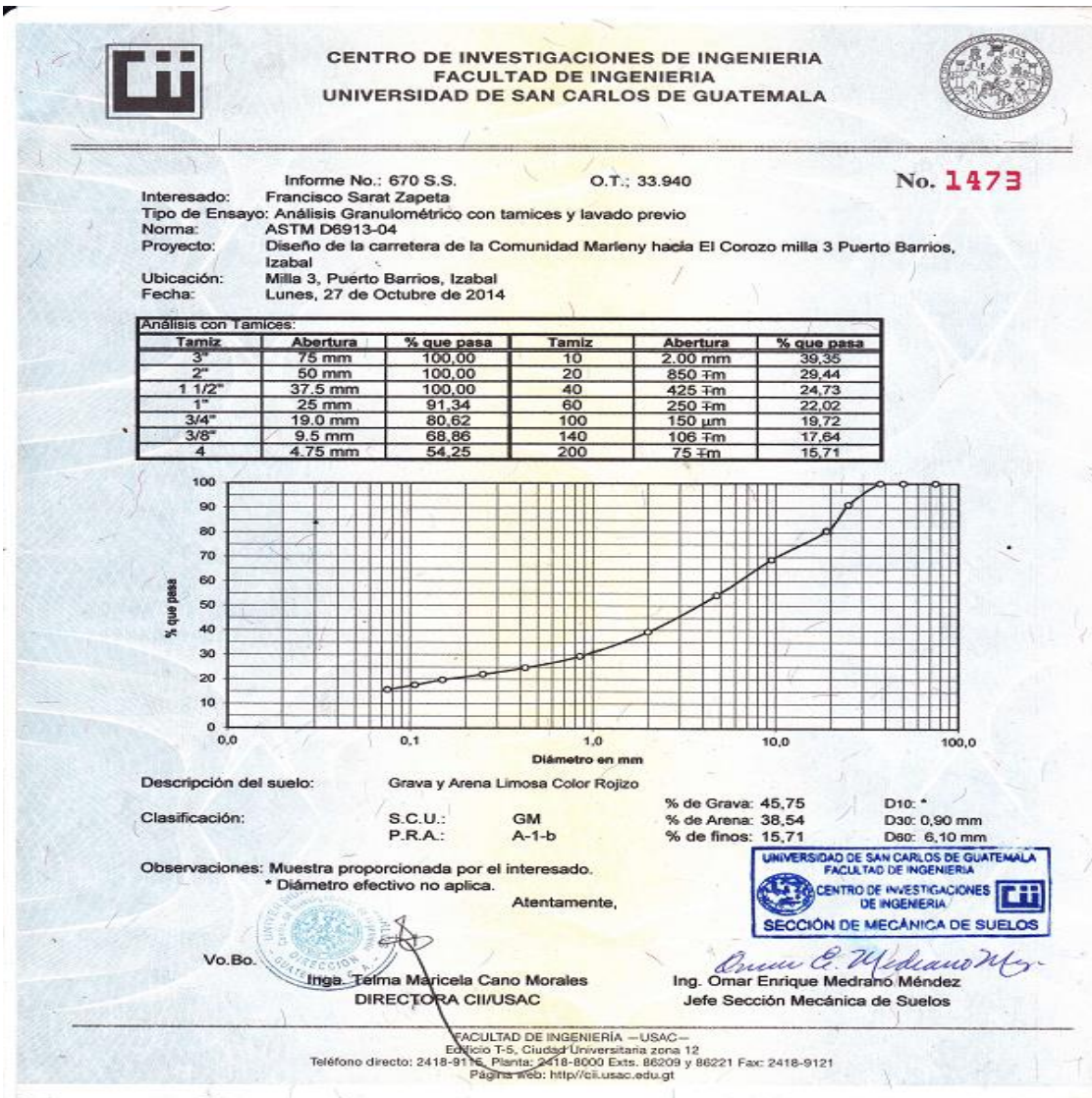
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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>

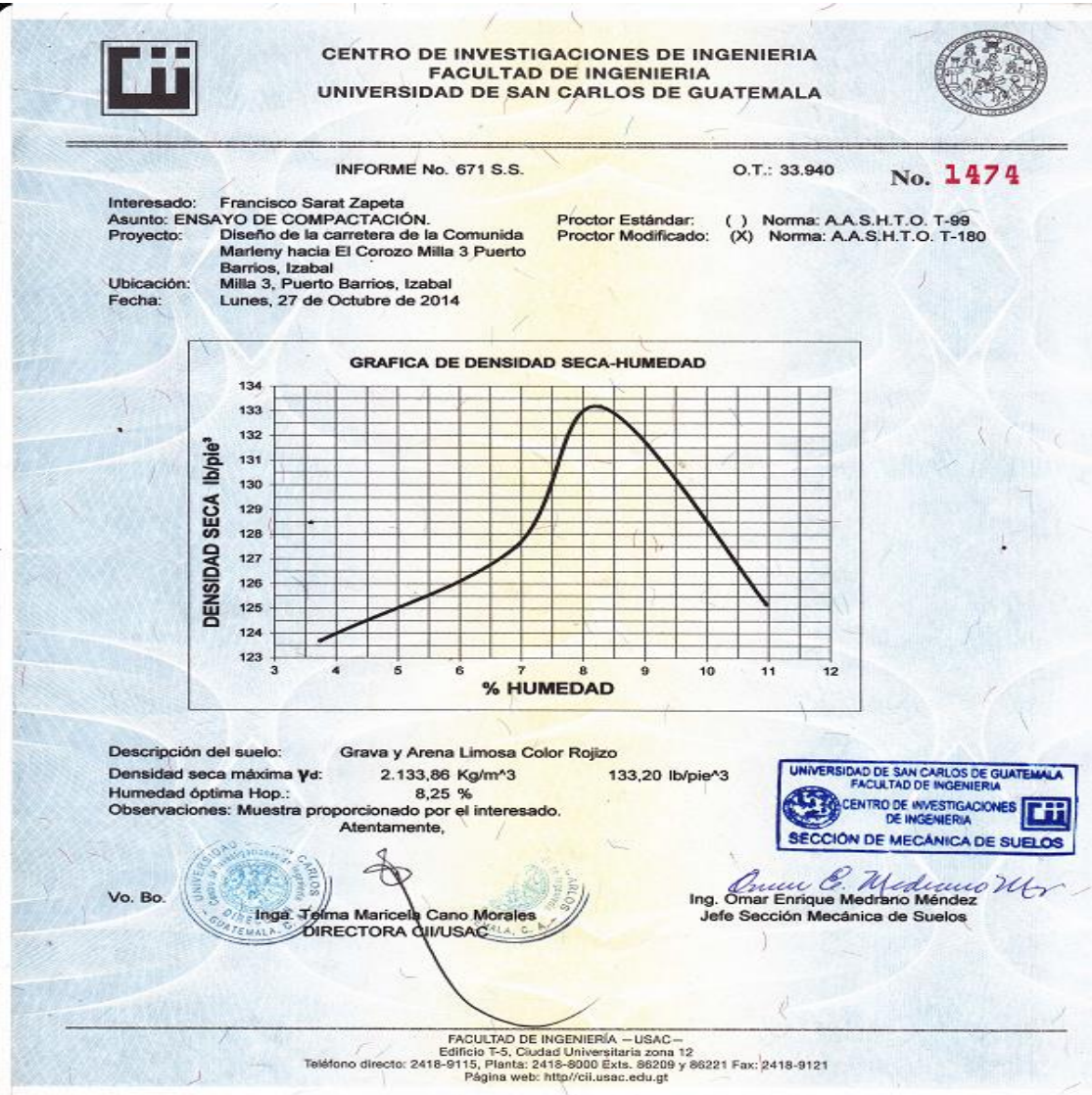
Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 4. Análisis granulométrico



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería

Anexo 5. Ensayo de compactación



Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 6. Ensayo de peso específico de suelo

	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		No. 1475
INFORME No.: 672 S. S.	O.T.: 33.940	
INTERESADO: Francisco Sarat Zapeta		
PROYECTO: Diseño de la carretera de la Comunidad Marleny hacia El Corozo Milla 3 Puerto Barrios, Izabal		
ASUNTO: Ensayo de Peso Específico del Suelo		
UBICACIÓN: Milla 3, Puerto Barrios, Izabal		
DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Grava y Arena Limosa Color Rojizo		
FECHA: Lunes, 27 de Octubre de 2014		
<u>RESULTADO DEL ENSAYO:</u>		
Peso Especifico del Suelo:	1522,381	kg/m³
OBSERVACIONES: Muestra tomada por el interesado.		
Atentamente,		
Vo. Bo.		
Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		<i>Omar E. Medrano Mendez</i> Ing. Omar Enrique Medrano Mendez Jefe Sección Mecánica de Suelos
<small>FACULTAD DE INGENIERIA —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</small>		

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.