



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

**DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA
MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL
DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 6, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

William Eduardo Calderón Farfán

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, abril de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA
MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL
DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 6, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

WILLIAM EDUARDO CALDERÓN FARFÁN
ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA
MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL
DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 6, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 2 de noviembre de 2016.



William Eduardo Calderón Farfán



Guatemala, 27 de noviembre de 2017
Ref.EPS.DOC.791.11.17

Inga. Christa Classon de Pinto
Directora
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **William Eduardo Calderón Farfán**, Registro Académico 201114728 y CUI 2244 93485 0101, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 6, VILLA NUEVA., GUATEMALA.**

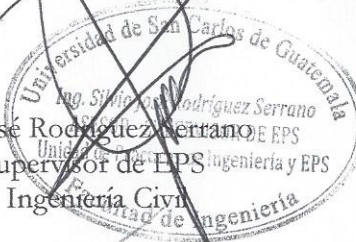
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
SJRS/ra



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
28 de febrero de 2018

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 PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 6, VILLA NUEVA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil William Eduardo Calderón Farfán, con Registro académico No. 201114728 y CUI 2244934850101 quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

mrrm.



Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
08 de marzo de 2018

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 PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 6, VILLA NUEVA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil William Eduardo Calderón Farfán, con CUI 2244934850101 Registro Académico No. 201114728, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.



Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua



Guatemala, 12 de marzo de 2018
REF.EPS.D.96.03.18

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

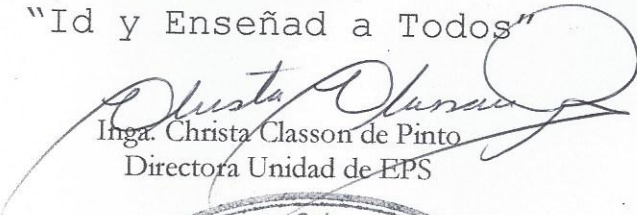
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 6, VILLA NUEVA., GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **William Eduardo Calderón Farfán, Registro Académico 201114728 y CUI 2244 93485 0101**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classon de Pinto
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante William Eduardo Calderón Farfán titulado **DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 8, VILLA NUEVA, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril 2018
/mrrm.

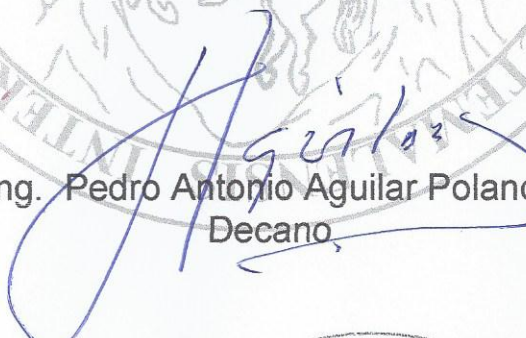
Mas de 137 años de Trabajo y Mejora Continua





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 PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA MARIANITA A LA COLONIA EL FRUTAL Y DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANITA, ZONA 6, VILLA NUEVA, GUATEMALA,** presentado por el estudiante universitario: **William Eduardo Calderón Farfán,** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, abril de 2018



/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, guiar mis pasos y ser una influencia muy importante en mi carrera y vida diaria.
- Mis padres** Roberto Calderón y Basilia Farfán., por ser los pilares más importantes en mi vida y brindarme su apoyo incondicional, por sus sabios consejos y el haberme dado la oportunidad de sobresalir en la vida.
- Mis abuelos** Valentín Farfán (q. e. p. d), Eustaquia Solís (q. e. p. d), Felipe Calderón (q. e. p. d) y Juana López (q. e. p. d), por fomentar los valores hacia mis padres, su amor y sus sabios consejos.
- Mis hermanos** David Calderón, Marvin Calderón, Sandra Calderón y Edgar Calderón, por cada día cuando me brindaron aliento para seguir adelante y su apoyo incondicional.
- Mis tíos** Danilo Yanes y Reyna Farfán, por su apoyo y amor brindado a lo largo de mi vida, sus sabios consejos y por quererme como un hijo más.

Mi novia

Lucy Morales, con quien he compartido muchas alegrías en estos años y que siempre me ha motivado a seguir adelante y no darme por vencido, su amor y su apoyo incondicional.

Mi familia en general

Por estar ahí en cada momento cuando necesité de ellos, por darme todo su apoyo y apoyarme día a día.

Olga Morales

Porque sin duda alguna fue muy importante en mi vida, gracias por haber creído en mí y por siempre apoyarme con mis metas y sueños; (q. e. p. d) siempre la llevaré en mi corazón.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y formarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por ser la base de mi formación profesional y aportarme los conocimientos adquiridos.
Mis amigos	Manuel Archila, Luis Maldonado, Pablo Pirir, Habidd Paiz, Rudy Fuentes, Pedro Aguilar, Ivan López, Jose Pablo Lucas, Eduardo Mazariegos, Astrid Brol y demás por brindarme su amistad y apoyo en esta etapa de mi vida.
Mi asesor	Por ser mi mentor en el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) y por transmitirme sus conocimientos adquiridos como profesional.
Municipalidad de Villa Nueva	En especial al Departamento de Infraestructura por permitirme realizar mi EPS y brindarme sus conocimientos.
Catedráticos	Por ser una importante influencia en mi carrera, y por compartir sus conocimientos y experiencias.

Ing. Carlos Quim

Por transmitirme sus conocimientos para culminar mi EPS.

**Familia Gutierrez
Morales**

Porque a pesar de la distancia siempre estuvieron al tanto de mí, por brindarme todo su cariño y sus consejos.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XV
RESUMEN.....	XIX
OBJETIVOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía	1
1.1.1. Aspectos históricos.....	1
1.1.2. Aspectos físicos.....	2
1.1.2.1. Localización y ubicación	2
1.1.2.2. Localización geográfica	3
1.1.2.3. Topografía	4
1.1.2.4. Clima	4
1.1.3. Características de infraestructura	6
1.1.3.1. Vías de acceso	6
1.1.3.2. Servicios públicos	6
1.1.3.3. Educación	7
1.1.3.4. Salud	7
1.1.3.5. Tipo de vivienda.....	7
1.1.4. Características socioeconómicas	7
1.1.4.1. Actividad económica.....	8
1.1.4.2. Idioma y religión.....	8
1.1.4.3. Censo poblacional	8

2.	FASE TÉCNICO PROFESIONAL	9
2.1.	Diseño de la carretera pavimentada que conduce de la colonia Marianita a la colonia El Frutal, zona 6, Villa Nueva	9
2.1.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.2.	Topografía	10
2.1.2.1.	Planimetría	10
2.1.2.2.	Altimetría	10
2.1.3.	Consideraciones de diseño	11
2.1.3.1.	Ubicación y localización	12
2.1.3.2.	Parámetros de diseño	12
2.1.3.3.	Período de diseño	13
2.1.4.	Definición de pavimentos	13
2.1.4.1.	Pavimento rígido	14
2.1.5.	Ensayos de laboratorio de suelos	14
2.1.5.1.	Granulometría	14
2.1.5.2.	Límites de Atterberg	15
2.1.5.3.	Ensayo de compactación	16
2.1.5.4.	Ensayo de razón soporte California (CBR)	16
2.1.5.5.	Equivalente de arena	17
2.1.5.6.	Análisis de resultados	17
2.1.6.	Diseño geométrico de la carretera	18
2.1.7.	Alineamiento horizontal	18
2.1.7.1.	Tangentes	18
2.1.7.2.	Curvas horizontales.....	19
2.1.7.3.	Bombeo	22
2.1.7.4.	Curva de transición	22
2.1.7.5.	Peralte	22
2.1.7.6.	Sobreechancho	23

2.1.8.	Ejemplo de curva horizontal 1 Est 0+046.86	26
2.1.9.	Alineamiento vertical.....	29
2.1.9.1.	Subrasante	29
2.1.9.2.	Tangentes verticales.....	29
2.1.9.3.	Curvas verticales	31
2.1.10.	Ejemplo de curva vertical con PIV en Est. 0+690,00.....	36
2.1.11.	Movimiento de tierras	39
2.1.12.	Seccionamiento transversal y sección típica	40
2.1.13.	Cálculo de área de secciones transversales	42
2.1.13.1.	Cálculo de volúmenes	43
2.1.13.2.	Balance y diagrama de masas.....	45
2.1.14.	Elementos estructurales del pavimento rígido	46
2.1.14.1.	Subrasante	46
2.1.14.2.	Base	47
2.1.14.3.	Carpeta de rodadura.....	48
2.1.15.	Diseño de pavimento rígido por método PCA.....	48
2.1.15.1.	Conteo de tránsito (TPDA).....	49
2.1.15.2.	Diseño de la base	50
2.1.15.3.	Determinación de espesor de losa	53
2.1.16.	Diseño de mezclas de concreto.....	54
2.1.17.	Diseño de juntas	61
2.1.17.1.	Juntas de contracción.....	61
2.1.17.2.	Juntas de aislamiento y expansión	62
2.1.17.3.	Juntas de dilatación	62
2.1.18.	Drenajes menores en vías pavimentadas.....	62
2.1.18.1.	Drenajes longitudinales	62
2.1.18.2.	Drenajes transversales	67
2.1.19.	Recomendación de radios de giro para rotonda	69

2.1.20.	Evaluación de impacto ambiental	73
2.1.21.	Presupuesto	74
2.1.21.1.	Integración de precios unitarios.....	74
2.1.21.2.	Resumen de presupuesto	76
2.1.22.	Cronograma de ejecución físico y financiero.....	77
2.2.	Aspectos y generalidades de diseño de drenaje sanitario y pluvial de la colonia marianita, zona 6, Villa Nueva	77
2.2.1.	Descripción del proyecto	77
2.2.2.	Período de diseño	78
2.2.3.	Levantamiento topográfico	78
2.2.3.1.	Planimetría	79
2.2.3.2.	Altimetría	79
2.2.4.	Parámetros de diseño	79
2.2.4.1.	Velocidad de diseño recomendadas	79
2.2.4.2.	Relaciones hidráulicas	80
2.2.4.3.	Pendientes	85
2.2.4.4.	Diámetros mínimos	85
2.2.4.5.	Selección de tubería.....	85
2.2.4.6.	Profundidades mínimas de la tubería...	86
2.2.5.	Pozos de visita	86
2.2.5.1.	Diámetro interno de los pozos.....	87
2.2.5.2.	Cotas invert	89
2.2.5.3.	Disipadores de energía en pozos de visita	90
2.2.5.4.	Tragantes	94
2.2.5.5.	Desfogue	95
2.2.5.6.	Propuesta de tratamiento	95

3.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO	97
3.1.	Parámetros de diseño del sistema	97
3.1.1.	Estudio de la población.....	97
3.1.2.	Población futura.....	97
3.1.3.	Factor de retorno	98
3.1.4.	Determinación del caudal sanitario.....	98
3.1.4.1.	Caudal doméstico	98
3.1.4.2.	Caudal comercial e industrial.....	99
3.1.4.3.	Caudal de infiltración	99
3.1.4.4.	Caudal de conexiones ilícitas	100
3.1.4.5.	Cálculo del caudal sanitario	101
3.1.5.	Determinación del caudal de diseño.....	101
3.1.5.1.	Factor de caudal medio	101
3.1.5.2.	Factor de Harmond.....	102
3.1.5.3.	Cálculo del caudal de diseño.....	103
3.1.6.	Conexiones domiciliarias.....	103
3.1.7.	Desarrollo para el cálculo de un tramo de drenaje sanitario	104
3.1.8.	Elaboración de planos	108
3.1.9.	Presupuesto.....	108
4.	DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL.....	111
4.1.	Análisis hidrológico de la cuenca.....	111
4.2.	Método racional	111
4.2.1.	Tiempo de concentración	112
4.2.2.	Coeficiente de escorrentía.....	113
4.2.3.	Intensidad de lluvia	115
4.2.4.	Cálculo del caudal de diseño	117
4.3.	Desarrollo para el cálculo de un tramo de drenaje pluvial	118

4.4.	Diseño de tragantes	125
4.4.1.	Localización de tragantes.....	126
4.4.2.	Cálculo del tragante	126
4.4.2.1.	Geometría de tragante	126
4.4.2.2.	Espejo de agua (T).....	131
4.4.2.3.	Tirante de agua parcial (d)	132
4.4.2.4.	Tirante de agua máximo (d_m)	133
4.4.2.5.	Radio de flujo	134
4.4.2.6.	Pendiente de inclinación.....	135
4.4.2.7.	Pendiente equivalente.....	135
4.4.2.8.	Longitud efectiva	136
4.4.2.9.	Eficiencia.....	137
4.5.	Presupuesto	138
4.6.	Evaluación de impacto ambiental.....	138
CONCLUSIONES.....		141
RECOMENDACIONES		143
BIBLIOGRAFÍA.....		145
APÉNDICES.....		147
ANEXOS.....		179

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de Villa Nueva.....	2
2.	Ubicación de las colonias El Frutal y Marianita	3
3.	Ubicación del tramo carretero	4
4.	Elementos de curva horizontal	19
5.	Sobreancho.....	23
6.	Tangente vertical.....	30
7.	Elementos de la curva vertical	31
8.	Tipos de curva.....	32
9.	Sección transversal típica	40
10.	Tipos de secciones transversales	42
11.	Sección de volumen.....	45
12.	Diagrama de masa.....	46
13.	Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos	51
14.	Área tributaria.....	63
15.	Geometría de la cuneta.....	64
16.	Componentes de rotonda.....	69
17.	Radios de giro en rotondas	71
18.	Curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares	82
19.	Pozo sin artefacto disipador	91
20.	Colchón de agua	92
21.	Codo disipador	93
22.	Bandejas disipadoras	94
23.	Áreas tributarias	118

24.	Plantas de distribución de tragantes	126
25.	Características geométricas del tragante tipo buzón	127
26.	Sección de calle.....	127
27.	Planta de calle	128
28.	Geometría de la calle.....	128
29.	Detalle corte transversal de la calle hacia tragante.....	129
30.	Área del trapecio formado.....	131

TABLAS

I.	Clasificación y características de la carretera	11
II.	Valores típicos de resistencia de algunos suelos	13
III.	Clasificación de materias según tamaño de sus partículas	15
IV.	Peralte recomendado para una carretera	24
V.	Sobreancho recomendado para una carretera	25
VI.	Resumen de curvas horizontales.....	29
VII.	Valores de constante K para curvas verticales	34
VIII.	Resumen de correcciones para curva 5	39
IX.	Resumen de diseño de curvas verticales	39
X.	Cálculo de un área transversal por determinantes.....	43
XI.	Calidad de subrasante en función del CBR	47
XII.	Categoría de tráfico en función de carga por eje	50
XIII.	Espesor de la capa base	52
XIV.	Tipos de suelo de apoyo y sus módulos de reacción aproximados	53
XV.	TTPD permisible, categoría de carga por eje	54
XVI.	Revenimientos recomendados	55
XVII.	Contenido de agua recomendado.....	56
XVIII.	Relación agua/cemento	57
XIX.	Volumen de agregado grueso.....	57

XX.	Distancia entre juntas de contracción.....	61
XXI.	Velocidades máximas de diseño.....	70
XXII.	Rangos recomendados de diámetro de círculo inscrito.....	71
XXIII.	Matriz de Leopold de impacto ambiental para pavimento.....	73
XXIV.	Ejemplo de integración de precios unitarios.....	75
XXV.	Tabla resumen.....	76
XXVI.	Cronograma de ejecución físico financiero.....	77
XXVII.	Relaciones hidráulicas.....	83
XXVIII.	Diámetros internos de pozo según diámetro de tubería.....	87
XXIX.	Pozos de visita en función de su altura.....	88
XXX.	Clasificación estructural de pozos de visita.....	88
XXXI.	Factor de infiltración.....	100
XXXII.	Resumen de presupuesto drenaje sanitario.....	109
XXXIII.	Tiempos de entrada en tramos iniciales.....	113
XXXIV.	Coeficientes de escorrentía para ser usado en el método racional....	114
XXXV.	Constantes A,B, n.....	116
XXXVI.	Cuencas y estaciones de Guatemala.....	117
XXXVII.	Resumen de presupuesto drenaje pluvial.....	138
XXXVIII.	Matriz de Leopold drenaje sanitario y pluvial.....	139

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
AN	Ancho normal
A	Área
Δ	Ángulo de deflexión entre pendientes
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcial
Q dis	Caudal de diseño
Q dom	Caudal domiciliario
Q Ind	Caudal industrial
Q med	Caudal medio
cm	Centímetro
C	Coeficiente de escorrentía
CTF	Cota final de terreno
CTI	Cota inicial de terreno
CIE	Cota invert de entrada
CIS	Cota invert de salida
CM	Cuerda máxima
D	Diámetro de tubería
DH	Distancia horizontal
Dot	Dotación
E	External
Fqm	Factor de caudal medio
F.H.	Factor de Harmond
G	Grado de curvatura

Ha	Hectáreas
=	Igual a
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
I	Intensidad de lluvia
Km/h	Kilómetro por hora
L/hab./día	Litros por habitante por día
L/s	Litros por segundo
LC	Longitud de curva
LCV	Longitud de curva vertical
L	Longitud de tubería
>	Mayor que
<	Menor que
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m³/s	Metro cúbico por segundo
m/s	Metro por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
k	Módulo de reacción
Núm. Hab	Número de habitantes
OM	Ordenada media
S	Pendiente
Pe	Pendiente de entrada
Ps	Pendiente de salida
e%	Peralte
PVS	Pozo de visita sanitario
PVP	Pozo de visita pluvial
PC	Principio de curva
PCV	Principio de curva vertical

PT	Principio de tangente
PTV	Principio de tangente vertical
PI	Punto de intersección
PIV	Punto de intersección vertical
M	Punto medio u ordenada media
R	Radio
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
Sa	Sobreeancho
St	Subtangente
TE	Tangente de entrada
TS	Tangente de salida
R	Tasa de crecimiento
Tc	Tiempo de concentración
TPPD	Tráfico pesado promedio diario
TPD	Tráfico promedio diario
TPDA	Tráfico promedio diario anual
V	Velocidad del flujo a sección llena
v	Velocidad del flujo dentro del drenaje
Vc	Volumen de corte
Vr	Volumen de relleno

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials (Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes).
Agua pluvial	Agua que se origina durante los fenómenos meteorológicos con precipitación.
Agua residual	Tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales.
AutoCAD	Software en programas de diseño, dibujo, modelado, dibujo arquitectónico e ingeniería en 2D y 3D.
Acometida domiciliar	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
Caudal	Volumen de agua por unidad de tiempo que en un punto observado en un instante determinado fluye dentro de una tubería.
Colector	Conjunto de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias que sirven para el desalojo de aguas negras o aguas de lluvia.

Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas residuales desde el interior de la vivienda hasta el frente de esta, donde se encuentra la candela.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior del tubo ya instalado.
Densidad de vivienda	Relación existente entre el número de habitantes por unidad de área.
Descarga	Lugar donde se desfogan las aguas residuales provenientes de un colector, las cuales pueden estar crudas o tratadas.
DGC	Dirección General de Caminos.
Factor de caudal medio	Relación entre la suma de los caudales y los habitantes a servir.
Factor de Harmond	Factor de seguridad para las horas pico, está en relación con la población.
Factor de Manning	Ecuación utilizada para determinar la velocidad de un flujo a cielo abierto, relaciona la rugosidad de la superficie, la pendiente y el radio hidráulico de la sección.
Factor de retorno	Porcentaje de agua potable que después de ser utilizada va al sistema de drenaje.

Factor de rugosidad	Factor que expresa que tan lisa es una superficie.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Intensidad de lluvia	Relación entre la precipitación pluvial y su duración.
PCA	Portland Cement Association (Asociación del Cemento Portland).
Período de diseño	Período de tiempo el cual el sistema prestará un servicio eficiente.
Tirante	Altura de las aguas residuales y pluviales dentro de un drenaje.
TPD	Tránsito promedio diario.

RESUMEN

En el presente informe se detallan los estudios de las necesidades básicas de los habitantes en las colonias Marianita y El Frutal, zonas 6 y 5 de Villa Nueva. Para la colonia Marianita se presenta una propuesta de diseño para drenaje pluvial y sanitario con el cual se busca mejorar las condiciones sanitarias de la comunidad y el aspecto de sus calles; el otro proyecto consta de un tramo carretero que permita el acceso de la colonia El Frutal a la colonia Marianita.

En el capítulo uno se encuentra la fase de investigación con los aspectos monográficos y de carácter socioeconómico del municipio de Villa Nueva.

En el capítulo dos se describe el proyecto del tramo carretero; comprende todos los parámetros de diseño que se utilizaron, además, ejemplos que permiten observar el procedimiento para curvas verticales y horizontales. Además, se describen las generalidades para el diseño del drenaje pluvial y sanitario; comprende todos los parámetros de diseño que se utilizaron para el diseño del drenaje sanitario y pluvial.

En el capítulo tres se describe el procedimiento realizado para el drenaje sanitario y pluvial el cual se realizó para beneficiar al poblado de la colonia Marianita.

OBJETIVOS

General

Diseñar la carretera pavimentada que conduce de la colonia Marianita a la colonia El Frutal, así como realizar el diseño de drenaje sanitario y pluvial de la colonia Marianita.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades básicas de la población del municipio de Villa Nueva.
2. Diseñar el pavimento de la carretera de acuerdo al método PCA (Portland Cement Association) y basados en las *Especificaciones generales para construcción de carreteras y puentes* de la Dirección General de Caminos.
3. Diseñar y elaborar la planificación para las redes de drenaje basado en las normas y especificaciones de INFOM.
4. Elaborar el cronograma de actividades y la evaluación de impacto ambiental mediante una matriz de Leopold.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población en el territorio, ha sido considerable en los últimos años; por lo tanto, se ha visto la necesidad de contribuir con la construcción de diversos proyectos de infraestructura básica para reducir la vulnerabilidad de la sociedad, mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos y disminuir las condiciones de marginalidad del municipio.

La falta de un sistema de recolección, conducción y tratamiento de aguas residuales y pluviales causa grandes molestias a la población, en especial de tipo higiénico; además, el crecimiento de la población, crea problemas de transitabilidad entre las colonias Marianita y el Frutal. Por las anteriores razones, la construcción de estos trabajos se convierte en una necesidad básica, de carácter prioritario.

Se debe contar con criterios y bases fundamentales para la toma de decisiones dentro del proceso de diseño que permitan que las soluciones planteadas para dichos problemas se desenvuelvan correctamente para una población futura.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía

“Villa Nueva es uno de los municipios más poblados en Guatemala, pertenece al área metropolitana y presenta elementos y aspectos monográficos que lo caracterizan. Se estima que su población oscila entre 800 mil y 1 millón de personas”¹.

1.1.1. Aspectos históricos

Villa Nueva surge como un poblado en el período hispánico, luego de la inundación severa que sufrió el pueblo San Miguel Petapa, el 9 de octubre de 1762, según registros en documentos del siglo XVIII. La población se movió hacia el noroeste, sobre las lomas de la cordillera, donde se fundó con el nombre Nuestra Señora de la Concepción de las Mesas, que con el transcurso de los años llega a llamarse como hoy se le conoce.

Por decreto de la Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala del 8 de noviembre del año 1839, se formó el distrito de Amatitlán, en cuyo artículo 1º se menciona a Villa Nueva. El distrito cambió su nombre y categoría a departamento, según el acuerdo del Organismo Ejecutivo del 8 de mayo de 1866. El departamento de Amatitlán fue suprimido por el decreto legislativo 2081 del 29 de abril del año 1935 y Villa Nueva se incorporó al departamento de Guatemala.

¹ Municipalidad de Villa Nueva. *Historia*. <http://www.villanueva.gob.gt/monografia-villanueva-guatemala>. Consulta: 2 de septiembre de 2017.

1.1.2. Aspectos físicos

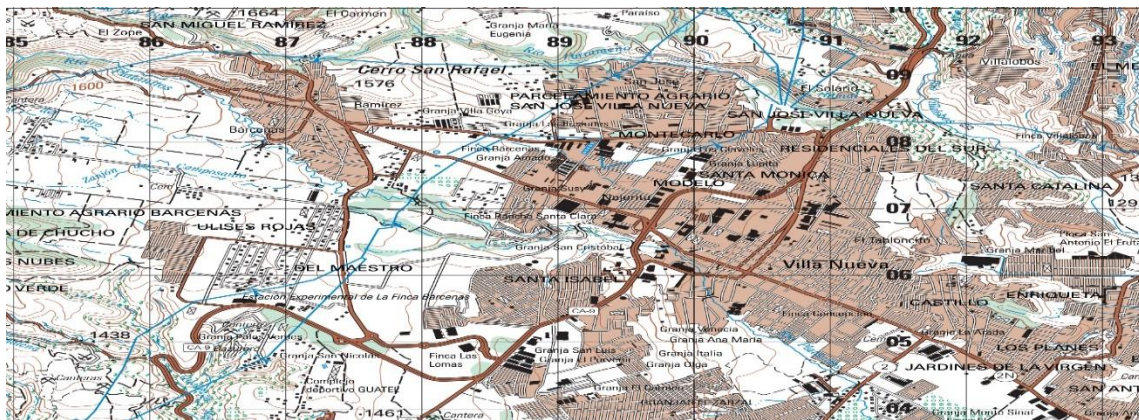
Estos son de gran importancia ya que otorgan información adecuada para el diseño de proyectos que pueden favorecerlo o bien afectarlo.

1.1.2.1. Localización y ubicación

Villa Nueva comprende uno de los 17 municipios del departamento de Guatemala. Se encuentra situado a 17 kilómetros al suroccidente de la capital; tiene una extensión territorial de 114 kilómetros cuadrados; se logra acceder por la carretera CA-9 sur, en dirección al Pacífico.

Colinda al norte con los municipios de Mixco y Guatemala; al este con San Miguel Petapa; al sur con el municipio de Amatitlán; al oeste con los municipios de Magdalena Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas y San Lucas Sacatepéquez.

Figura 1. Localización del municipio de Villa Nueva



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. <http://www.ign.gob.gt/institucionacuten.html>. Consulta: 2 de septiembre de 2017.

1.1.2.2. Localización geográfica

Las colonias El Frutal y Marianita se encuentran ubicadas en las zonas 5 y 6, respectivamente, del municipio de Villa Nueva.

La colonia Marianita se encuentran aproximadamente a una distancia de 1,46 kilómetros desde el parque central del municipio, a una elevación de 1 292 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas de 14°31'28.70" norte y 90°34'8.95" oeste (ver figura 2).

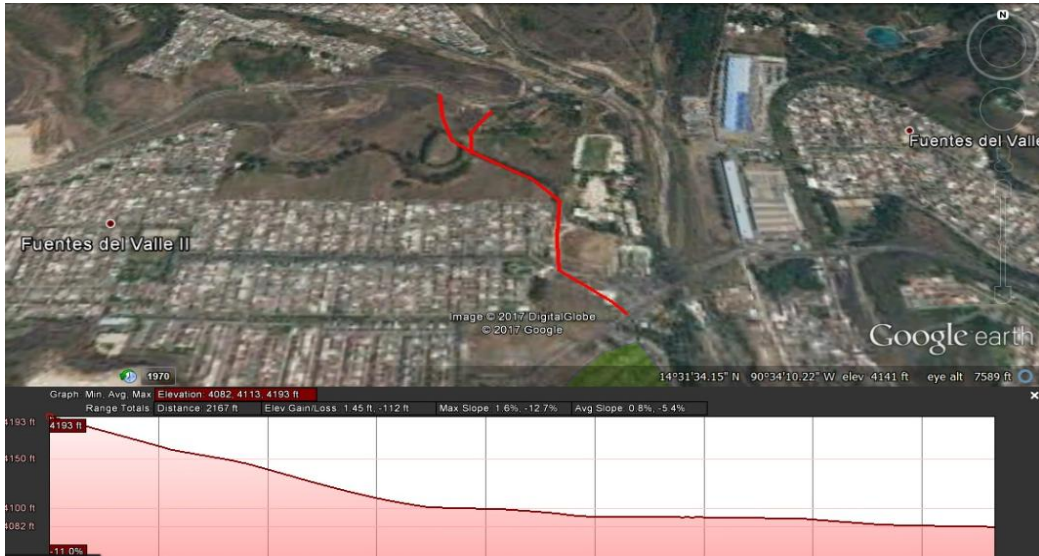
El inicio del tramo carretero propuesto para conectar dichas colonias se encuentra a una distancia de 3,4 kilómetros desde el parque central del municipio, a una elevación de 1 246 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas de 14°31'26.19" norte y 90°33'43.28" oeste; termina a 0,8 kilómetros adelante, a una elevación de 1 274 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas geográficas de 14°31'42.99" norte y 90°33'53.64" oeste (ver figura 3).

Figura 2. Ubicación de las colonias El Frutal y Marianita



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. <http://www.ign.gob.gt/institucioacuten.html>. Consulta: 2 de septiembre de 2017.

Figura 3. **Ubicación del tramo carretero**



Fuente: Google Earth. <https://www.google.es/intl/es/earth/index.html> . Consulta: 2 de septiembre de 2017.

1.1.2.3. **Topografía**

Se ubican las montañas Cruz Grande, El Chifle, El Sillón, El Ventarrón, La Peña y Pueblo Viejo; como accidentes orográficos menores están los cerros Loma de Trigo, Monte Rico y San Rafael. Estos representan alta parte de la topografía del lugar, por lo cual Villa Nueva es un terreno montañoso y que en ciertos puntos presenta planicie.

1.1.2.4. **Clima**

Villa Nueva se caracteriza por ofrecer un clima tropical cálido. Las montañas definen mucha variabilidad con sus elevaciones que generan diversidad de microclimas; además, es un área densamente poblada que hace

que las acciones humanas se conviertan en un factor de variación apreciable en cuanto al tema.

Según la estación meteorológica central del Insivumeh, ubicada en la colonia Nueva Aurora, zona 13 de la ciudad de Guatemala, se obtiene la siguiente información:

- Temperatura mínima y máxima: oscila entre un mínimo de 17 °C y un máximo de 26 °C.
- Temperatura promedio anual: 20 °C.
- Humedad relativa: 75 %.
- Velocidad promedio del viento: 6 kilómetros por hora.
- Presión atmosférica: 641,5 mm.Hg.
- Punto de rocío: dependiendo la hora cuando se haga la medición, esta temperatura varía entre 8 y 19 grados.
- Precipitación: oscila entre 940 y 1 690 milímetros; se presenta en un promedio de 125 días de lluvia al año.

1.1.3. Características de infraestructura

A continuación, se muestran las características a tomar en cuenta para la planificación de un proyecto.

1.1.3.1. Vías de acceso

Villa Nueva consta de distintas vías de comunicación, una de gran demanda es desde la ciudad de Guatemala, al norte, a través de la calzada Raúl Aguilar Batres y la CA-9 Sur. Tomando en cuenta su ubicación tiene conexión con otros municipios y departamentos por medio de las siguientes rutas:

- De Mixco, al noroccidente, a través del bulevar sur de San Cristóbal y la ruta Mixco-Villa Nueva.
- Escuintla y Amatitlán, al sur, a través de la CA-9 Sur y la ruta departamental GUA-47.
- San Miguel Petapa y Villa Canales, al oriente, por la ruta departamental GUA-2.
- Desde Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez, al occidente, a través de la ruta departamental GUA-16.

1.1.3.2. Servicios públicos

El servicio de transporte es extraurbano, aunque algunas partes del municipio utilizan proyectos como Transmetro y Transurbano. Villa Nueva

cuenta con servicios de alumbrado público, agua potable, salud, educación, entre otros.

1.1.3.3. Educación

El municipio cuenta con escuelas públicas y colegios privados de preprimaria, primaria, básico y diversificado. Estas instituciones en su gran mayoría funcionan en diferentes jornadas y plan fin de semana.

1.1.3.4. Salud

Presenta una situación muy precaria, cuenta únicamente con tres centros de salud, por lo tanto, las personas no tienen suficiente cobertura y se abocan a los municipios vecinos o bien a la ciudad capital.

1.1.3.5. Tipo de vivienda

Las casas en su mayoría son de block y concreto. Aunque en ciertas zonas también se pueden encontrar de lámina, adobe, block con techo de lámina, según las condiciones económicas de cada persona.

1.1.4. Características socioeconómicas

Gran parte de la población se moviliza a la ciudad capital para trabajar, sin embargo, un segmento genera sus propios ingresos realizando actividades dentro del área, lo cual permite que el municipio tenga una estabilidad económica y activa que promueve su desarrollo.

1.1.4.1. Actividad económica

En este municipio se mantiene una actividad agrícola, por lo que en ciertos sectores se siembran granos básicos, además de tomate, chile, yuca, entre otros. La mayoría de estos productos son de consumo local; se comercializa el excedente en la ciudad capital. Además, se cuenta con industrias de distintos tipos de producción: pesticidas, papel, madera, materiales de construcción, alimentos, plásticos, textiles y químicos.

1.1.4.2. Idioma y religión

El idioma predominante en el municipio de Villa Nueva es el castellano, además, se habla kaqchikel y poqoman. Las religiones más profesadas en el lugar son: católica, que celebra la fiesta patronal el 8 de diciembre en honor a la Inmaculada Concepción de María, evangélica, testigos de Jehová y otros.

1.1.4.3. Censo poblacional

Villa Nueva se ha caracterizado por ser uno de los municipios del departamento de Guatemala con más densidad de población; ocupa el tercer puesto. El censo más reciente realizado por el Instituto Nacional de Estadística en este municipio fue en 2002, reportó 335 901 habitantes en total.

2. FASE TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la carretera pavimentada que conduce de la colonia Marianita a la colonia El Frutal, zona 6, Villa Nueva

A continuación, se describe el diseño del tramo carretero que conectará dichas colonias.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del tramo carretero que conduce de la colonia Marianita y la colonia El frutal, ubicado entre las zonas 5 y 6 del municipio de Villa Nueva, Guatemala.

Posee una longitud de 960 metros de longitud, el cual consiste en una pista de dos carriles, compuestos por una carpeta de pavimento rígido de concreto y una base de selecto debidamente diseñadas.

Se catalogó como una carretera secundaria tipo C debido a que puede tener una afluencia vehicular de 900 a 1 500 vehículos por día. Al tramo pertenecen pendientes de 1 % a 11 %, de características montañosas.

Con la descripción anterior, se aplicó una velocidad de diseño de 40 kilómetros por hora según los estándares establecidos por la Dirección General de Caminos.

2.1.2. Topografía

El levantamiento topográfico consiste en realizar todas las mediciones horizontales y verticales necesarias para una representación gráfica y compacta de una superficie terrestre. Para este proyecto se utilizó una estación total la cual logra realizar mediciones electrónicas de las distancias y elevaciones del terreno.

2.1.2.1. Planimetría

Es el método y procedimiento empleado para representar una proyección horizontal de todos los datos de una superficie prescindiendo de su relieve.

El método utilizado es el de conservación de azimuts, el cual consiste en tomar un azimut inicial referido al norte y fijando este con una vuelta de campana en la vista atrás, se toma la medida hacia la siguiente estación y así sucesivamente hasta finalizar el tramo.

El equipo utilizado consta de una estación total, prismas, trompos, estacas, entre otros, los cuales fueron proporcionados por la municipalidad de Villa Nueva.

2.1.2.2. Altimetría

Es el método y procedimiento empleado para representar la altura o cota a partir de un punto de referencia; representa el relieve del terreno.

La estación total, previamente mencionada, utiliza un método de nivelación geométrica que determina el desnivel existente entre puntos de cada

estación y aquellos intermedios respecto al punto de referencia (banco de marca).

2.1.3. Consideraciones de diseño

Se deben tomar en cuenta los factores y la topografía del terreno para realizar el diseño del nuevo tramo carretero que consta de 960 metros. El tipo de carretera, el ancho de vía, la velocidad de diseño, el diseño geométrico, el diseño de la estructura del pavimento, deben cumplir con normas y requerimientos mínimos.

Tabla I. Clasificación y características de la carretera

CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LAS CARRETERAS EN ESTADO FINAL												
T.P.D.	CARRETERA	VELOCIDAD DE DISEÑO (K.P.H.)	ANCHO DE CALZADA (m)	ANCHO DE TERRACERÍA		DERECHO DE VÍA (m)	RADIO MÍNIMO (m)	PENDIENTE MÁXIMA (%)	DISTANCIA VISIB PARADA *		DISTANCIA VISIB PASO	
				CORTE (m)	RELLENO (m)				MÍNIMA (m)	RECOMEN (m)	MÍNIMA (m)	RECOMEN (m)
	TIPO "A"		2 * 7.20	25.00	24.00	50.00						
3000	REGIONES:											
A	LLANAS	100					375	3	160	200	700	750
5000	ONDULADAS	80					225	4	110	150	520	550
	MONTAÑOSAS	60					110	5	70	100	350	400
	TIPO "B"		7.20	13.00	12.00	25.00						
1500	REGIONES:											
A	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
3000	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
	TIPO "C"		6.50	12.00	11.00	25.00						
900	REGIONES:											
A	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
1500	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
	TIPO "D"		6.00	11.00	10.00	25.00						
500	REGIONES:											
A	LLANAS	80					225	6	110	150	520	550
900	ONDULADAS	60					110	7	70	100	350	400
	MONTAÑOSAS	40					47	8	40	50	180	200
	TIPO "E"		5.50	9.50	8.50	25.00						
100	REGIONES:											
A	LLANAS	50					75	8	55	70	260	300
500	ONDULADAS	40					47	9	40	50	180	200
	MONTAÑOSAS	30					30	10	30	35	110	150
	TIPO "F"		5.50	9.50	8.50	15.00						
10	REGIONES:											
A	LLANAS	40					47	10	40	50	180	200
100	ONDULADAS	30					30	12	30	35	110	150
	MONTAÑOSAS	20					18	14	20	25	50	100

ESTRUCTURAS:	CARGA	H-15-S-12	NOTAS:
	ALTURA LIBRE	4.75 m	1) T.P.D.: Promedio de Tráfico Diario
	ANCHO RODADURA	7.90 m	2) La sección típica para carreteras tipo "A", incluye isla central de 1.5 m de ancho.
ESFUERZOS UNITARIOS	CONCRETO CLASE "A"		3) Las características de las estructuras son generales para todos los tipos de carretera, con excepción de la tipo "A", en donde el ancho es doble.
	ACERO DE REFUERZO		4) La calidad de la capa de recubrimiento para calzada podrá ser para carreteras Tipo "A": Hormigón, Concreto asfáltico (caliente o frío) o tratamiento superficial Múltiple; para tipo "B" y "C" Concreto asfáltico (frío o caliente) o tratamiento superficial doble; para tipo "D":-Trat. Sup. Doble; para tipo "E", Trat. Sup. Simple, y para tipo "F": Recubrimiento de material selecto.
	ACERO ESTRUCTURAL		
	* DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA=		
	LONGITUD MÍNIMA DE CURVA VERTICAL		

Fuente: Dirección General de Caminos. <http://www.caminos.civ.gob.gt/>. Consulta: 2 de septiembre de 2017.

2.1.3.1. Ubicación y localización

Se encuentra a una distancia de 3,4 kilómetros desde el parque central del municipio de Villa Nueva, conectará a las colonias Marianita y El Frutal, zona 6 y 5, respectivamente.

2.1.3.2. Parámetros de diseño

El TPD (tránsito promedio diario) es el parámetro que más influye en el cálculo de espesor de la carpeta de rodadura.

El TPDC se le denomina al tránsito promedio diario de camiones, el cual se determina de la forma siguiente:

- La distribución de pesos por eje por cada 1 000 vehículos.
- Las tasas de crecimiento.
- Los factores de distribución del tránsito: se relaciona como se distribuye el tránsito pesado en el carril de diseño en un camino.

Normalmente, los tránsitos promedios diarios anuales (TPDA) pueden ser conocidos a partir de aforos vehiculares.

Otro parámetro utilizado para el diseño del pavimento es el módulo de resiliencia, M_R . Para el diseño del tramo carretero se optó por un pavimento rígido; por lo cual, en este caso, se emplea el módulo de reacción de la capa de apoyo, K_c que es usual relacionar M_R con K_c .

A continuación, se presentan unos valores típicos K_c para diferentes suelos:

Tabla II. **Valores típicos de resistencia de algunos suelos**

Tipo de suelo	Resistencia de la capa subrasante	Kc, en kpa/cm	Módulo de elasticidad dinámico o de resiliencia, en Mpa	en kg/cm ²
Limos y arcillas de alta compresibilidad	Muy baja	135-270	6,9-13,11	<3
Suelos finos de baja compresibilidad	Baja	270-405	131-200	3-5,5
Arenas poco limosas arcillosas mal graduadas	Media	405-594	20-30	5,5-12
Gravas, arenas bien graduadas y mezclas de arena y grava con pocos finos	Alta	594-675	30-33,5	>12

Fuente: SALAZAR RODRÍGUEZ, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 115.

- Alta compresibilidad para LL ~50 %
- Baja compresibilidad indica LL < 50 %
- LL = límite líquido, según la ASTM D-423

2.1.3.3. Período de diseño

Es el período de funcionamiento eficiente de un proyecto. En este caso se determina que es de 20 años.

2.1.4. Definición de pavimentos

El pavimento es la capa constituida por uno o más materiales que se colocan sobre el terreno natural o nivelado para aumentar su resistencia y servir para la circulación de personas o vehículos.

2.1.4.1. Pavimento rígido

Es aquel que se encuentra formado por una losa de concreto sobre una base o directamente sobre la subrasante. Este tipo de pavimento transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada.

2.1.5. Ensayos de laboratorio de suelos

Para el diseño de un tramo carretero es indispensable un estudio de suelos ya que con el mismo se pueden obtener datos importantes: sus características físicas y mecánicas.

El estudio de suelos para carreteras requiere de los siguientes ensayos: granulometría, límites de Atterberg, equivalente de arena, proctor modificado y la determinación de la capacidad cortante mediante el índice CBR.

2.1.5.1. Granulometría

El ensayo consiste en determinar las proporciones de partículas que conforman el suelo según el tamaño, tipo y porcentaje que este represente. Dicho procedimiento se encuentra regido por la norma ASTM D6913-04. A continuación, se presentan datos tabulados para clasificar las partículas según su tamaño.

Tabla III. **Clasificación de materias según tamaño de sus partículas**

Tipo de material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa 2 mm – 0,2 mm Arena fina: 0,2 mm – 0,05 mm
Limo	0,05 mm – 0,005 mm
Arcilla	Menor a 0,005 mm

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito*. p. 113.

De los resultados obtenidos se puede determinar que el suelo está compuesto por 2,53 % de grava, 58,66 % de arenas y 38,81% de finos.

2.1.5.2. Límites de Atterberg

Consiste en determinar las propiedades plásticas de los suelos cuando sus elementos finos están en contacto directo con el agua. Según el contenido de humedad del suelo, se definen los límites que pueden corresponder a los siguientes estados: líquido, plástico o sólido. Estos límites son: el límite líquido (LL), el límite plástico (LP) y el límite de contracción (LC).

Además de los límites, se conoce el índice de plasticidad (IP). Este se obtiene de la diferencia numérica de los límites líquido y plástico, permitiendo clasificar el tipo de suelo a través del mismo.

$$IP = LL - LP$$

De acuerdo al IP, el suelo puede ser:

- IP = 0, es un suelo no plástico (exento de arcilla)
- IP entre 0 y 7, es un suelo de baja plasticidad (suelo arcilloso)
- IP entre 7 y 17, es un suelo de mediana plasticidad (suelo poco arcilloso)
- IP mayor que 17, es un suelo altamente plástico (suelo muy arcilloso)

Según el resultado del ensayo de límites de Atterberg que rigen las normas AASHTO T-89 y T-90, describe el suelo como una arena limosa color café oscuro. Siendo un tipo de arena que no presenta estos límites.

2.1.5.3. Ensayo de compactación

El ensayo permite conocer la humedad óptima, la densidad máxima seca y la máxima compactación del suelo. En este caso se utilizó el Proctor modificado, basado en la norma AASHTO T-180, que, a diferencia del Proctor estándar, este utiliza un pisón de mayor peso y mayor altura de caída que varía la energía de compactación.

De los resultados obtenidos se determinó, que la humedad óptima del suelo es del 20,95 % y la densidad seca máxima es de 1 244,11 kg/m³.

2.1.5.4. Ensayo de razón soporte California (CBR)

Tiene como finalidad la determinación de la capacidad soporte de suelos. El porcentaje de relación soporte se obtiene mediante la medición de la resistencia de un suelo ante un esfuerzo cortante en condiciones de compactación y humedad. Este porcentaje está definido como la fuerza para hacer penetrar un pistón a una muestra de suelo compactada, hasta una

profundidad determinada, con respecto a la fuerza necesaria para que el pistón penetre hasta la misma profundidad de una muestra de suelo de piedra triturada de propiedades conocidas según la Norma AASHTO T-193.

Los valores del CBR del suelo en estudio son de 5,83 % para una compactación de 89,2 %, CBR de 22,23 % para una compactación de 94,0 %, y CBR de 60,50 % para una compactación de 99,7 %.

2.1.5.5. Equivalente de arena

Este ensayo se lleva a cabo en materiales que se utilizarán como base, subbase o materiales de préstamo. Dicho proceso es regido por la norma AASHTO T-176 y es utilizado para conocer el porcentaje relativo de los finos que contienen los suelos y los agregados pétreos.

Los resultados obtenidos en el ensayo denotan un equivalente de arena igual a 19,5 %, el cual es inferior a los porcentajes aceptables de equivalente de arena según el Instituto del Asfalto: para bases de 30 % como mínimo y para subbases de 25 % como mínimo; por lo que no es un material apto para estos usos.

2.1.5.6. Análisis de resultados

A continuación, se presenta un resumen de los resultados del estudio de suelos y las gráficas obtenidas se encuentran en los anexos.

Resultados del estudio de suelos:

- Descripción del suelo: arena limosa color café oscuro

- Porcentajes de partículas: grava: 2,53, arena: 58,66, finos: 38,81
- Clasificación: SCU: SM PRA: A-4
- Limite líquido: no posee
- Limite plástico: no posee
- Índice plástico: 0
- Densidad seca máxima: 1 244,11 kg/m³ o 77,6 lb/pie³
- Humedad óptima (Hop): 20,95 %
- CBR al 95% de compactación: 22,5 % aproximadamente
- Equivalente de arena: 19,5%

2.1.6. Diseño geométrico de la carretera

Para el diseño geométrico deben considerarse factores tales como: topografía del terreno, geología y características del suelo, hidrología del sector, accidentes geográficos e infraestructura cercana a la carretera, tránsito a circular y velocidad de diseño. Estos factores condicionan el trazo horizontal y vertical.

2.1.7. Alineamiento horizontal

Es la proyección del eje de la carretera sobre un plano horizontal. Este eje se encuentra constituido de tramos rectos llamados tangentes que se enlazan entre sí a través de curvas horizontales.

2.1.7.1. Tangentes

Las tangentes son las rectas del alineamiento las cuales están vinculadas a las curvas horizontales. Estas crean un punto de intersección donde habrá una curva mediante sus prolongaciones; a este punto se le representa como PI

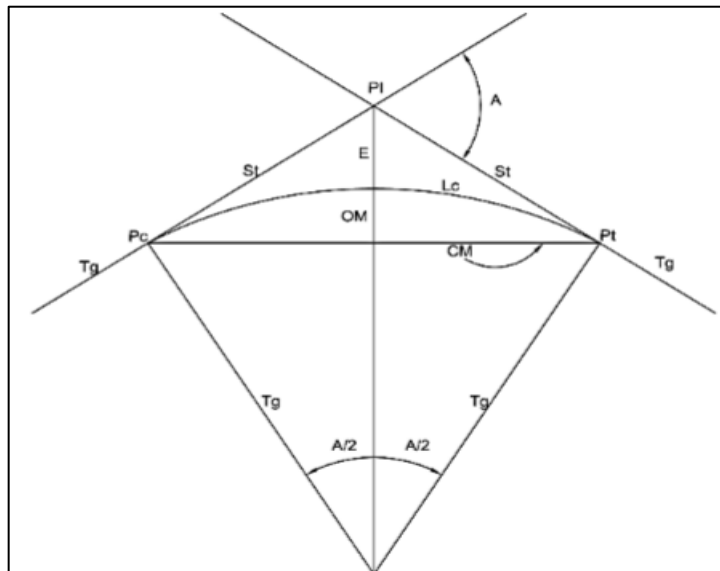
y al ángulo de deflexión formado por una prolongación de una tangente y la siguiente se le representa por Δ .

La longitud de una tangente es la distancia que va desde el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. La longitud máxima de una tangente depende de la velocidad del proyecto y la mínima que surge curvas inversas debe ser igual a la semisuma de la longitud de transición de ambas curvas.

2.1.7.2. Curvas horizontales

Son utilizadas para unir los tramos rectos que anteriormente se hacia mención; estas le dan suavidad al alineamiento y son importantes para una adecuada circulación de vehículos. Los componentes principales de una curva horizontal son:

Figura 4. Elementos de curva horizontal



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

- PI = vértice de la curva o punto de intersección de tangentes.
 - PC = punto donde termina la tangente de entrada e inicia la curva.
 - PT = punto donde termina la curva e inicia la tangente de salida.
 - Δ = ángulo de deflexión entre tangentes de entrada y de salida.
 - R = radio de la curva.
 - G = grado de curvatura.
 - St = distancia entre el PI y el PC (subtangente).
 - O = centro de la curva horizontal.
 - Lc = longitud de curva desde el PC al PT.
 - CM = cuerda máxima (distancia en línea recta desde el PC al PT).
 - E = external (distancia desde el PI al punto medio de la curva).
 - M = ordenada media (distancia desde el punto medio de la curva al medio de la cuerda máxima).
- Radio de la curva

Este va ligado a la velocidad de diseño del proyecto, al determinarse debe cumplir, que el vehículo circule de manera adecuada en la curva.

- Grado de curvatura

Se puede definir como el ángulo central entre dos líneas que se extienden hacia la longitud de curva o cuerda principal; en Guatemala, se define para un arco de 20 metros de longitud. Es decir, que el grado de curva G es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros. Se representa a través de la siguiente expresión:

$$G = \frac{1\,145,9156}{R}$$

- Subtangente

Es la distancia entre el principio de curva PC y el principio de tangente PT, con el punto de intersección PI, medida sobre la prolongación de las tangentes. Se representa a través de la siguiente expresión:

$$St = R * \tan(\Delta/2)$$

- Longitud de curva

Es la distancia del arco comprendido entre el principio de la curva PC y el final de la curva o principio de tangente PT, cuyo ángulo central es la deflexión Δ . Se representa a través de la siguiente expresión:

$$LC = \frac{\Delta * 20}{G}$$

- Cuerda máxima

Es la distancia en línea recta desde el principio de curva PC al final de la curva PT. Se representa a través de la siguiente expresión:

$$CM = 2 * R * \sin(\Delta/2)$$

- External

Es la distancia desde el punto de intersección PI al punto medio de la curva. Se representa a través de la siguiente expresión:

$$E = R * \left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)} - 1 \right)$$

- Ordenada media

Es la distancia entre el punto medio de la curva y el punto medio de la cuerda máxima. Se representa a través de la siguiente expresión:

$$OM = R * (1 - \cos(\Delta/2))$$

2.1.7.3. Bombeo

Es la pendiente que se les da a ambos lados del camino para drenar el agua a las cunetas y evitar que el agua de lluvia se estanque en la superficie ya que puede ocasionar daños por erosión en el pavimento. Para este proyecto se utilizó un bombeo de 2 %.

2.1.7.4. Curva de transición

Es aquella que une a la tangente con la curva horizontal. Es necesaria para realizar un cambio de peralte y sobreebancho gradual según se avanza a la curva simple.

2.1.7.5. Peralte

Es la pendiente transversal que se le da a las curvas en la parte superficial para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga y que está en función del radio de la curva y la velocidad de diseño.

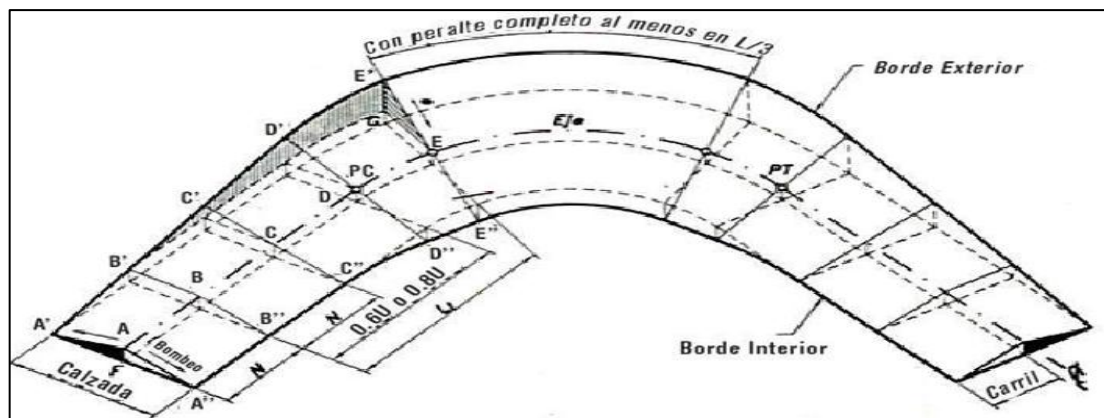
En la tabla IV se encuentra la medida del peralte que debe aplicarse para los distintos grados de curvatura, considerando la velocidad de diseño y la curva espiral que corresponde a la curva que se diseñará.

2.1.7.6. Sobreancho

Es el incremento del área sobre el ancho normal de la superficie, o corona, de una carretera y que cambia gradualmente para compensar la trayectoria de un vehículo, debido a que su rigidez y dimensiones hacen que el eje trasero siga en trayectoria distinta a las del eje delantero; dificulta la permanencia de este sobre el eje de circulación correspondiente.

En la tabla V, se presenta la medida del sobreancho que debe aplicarse según los parámetros que se están utilizando: grados de curvatura, tipo de carretera, velocidad de diseño y la curva espiral que corresponde a la curva a diseñar.

Figura 5. Sobreancho



Fuente: VERA, Carlos. *Sobreancho de vía y su transición*.

<https://nodubitatio.es.tl/Sobreancho.htm>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

Tabla IV. Peralte recomendado para una carretera

C°	30			40			50			60			70			80			90			100			110			120			
	Dp=27			Dp=30			Dp=33			Dp=37			Dp=40			Dp=43			Dp=46			Dp=50			Dp=53			Dp=56			
RADIO	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%	
1°	1145.92	BN	17	0°51'	BN	23	1°09'	BN	28	1°24'	BN	34	1°42'	BN	39	1°57'	BN	45	2°15'	BN	50	2°30'	BN	56	2°48'	BN	62	3°06'	BN	67	3°21'
2°	572.96	BN	17	1°42'	BN	23	2°18'	BN	28	2°48'	BN	34	3°24'	BN	39	3°54'	BN	45	4°30'	BN	50	5°06'	BN	56	5°42'	BN	62	6°18'	BN	67	6°54'
3°	381.97	BN	17	2°33'	BN	23	3°27'	BN	28	4°12'	BN	34	5°06'	BN	39	5°51'	BN	45	6°36'	BN	50	7°21'	BN	56	8°06'	BN	62	8°51'	BN	67	9°36'
4°	286.48	BN	17	3°24'	BN	23	4°36'	BN	28	5°36'	BN	34	6°36'	BN	39	7°36'	BN	45	8°36'	BN	50	9°36'	BN	56	10°36'	BN	62	11°36'	BN	67	12°36'
5°	229.18	BN	17	4°15'	BN	23	5°45'	BN	28	7°00'	BN	34	8°30'	BN	39	9°36'	BN	45	10°36'	BN	50	11°36'	BN	56	12°36'	BN	62	13°36'	BN	67	14°36'
6°	163.70	BN	17	5°06'	BN	23	6°54'	BN	28	8°36'	BN	34	10°18'	BN	39	11°36'	BN	45	12°36'	BN	50	13°36'	BN	56	14°36'	BN	62	15°36'	BN	67	16°36'
7°	143.24	BN	17	6°48'	BN	23	9°00'	BN	28	11°00'	BN	34	13°00'	BN	39	15°00'	BN	45	17°00'	BN	50	19°00'	BN	56	21°00'	BN	62	23°00'	BN	67	25°00'
8°	127.32	BN	17	7°39'	BN	23	10°00'	BN	28	12°36'	BN	34	15°36'	BN	39	20°15'	BN	45	25°15'	BN	50	30°15'	BN	56	35°15'	BN	62	40°15'	BN	67	45°15'
9°	114.59	BN	17	8°30'	BN	23	11°00'	BN	28	13°36'	BN	34	18°00'	BN	39	24°30'	BN	45	30°00'	BN	50	36°00'	BN	56	42°00'	BN	62	48°00'	BN	67	54°00'
10°	104.17	BN	17	9°21'	BN	23	12°00'	BN	28	15°00'	BN	34	21°00'	BN	39	27°00'	BN	45	33°00'	BN	50	40°00'	BN	56	51°00'	BN	62	59°00'	BN	67	67°00'
11°	95.49	BN	17	11°24'	BN	23	14°36'	BN	28	18°00'	BN	34	24°36'	BN	39	31°48'	BN	45	39°12'	BN	50	46°44'	BN	56	54°00'	BN	62	60°00'	BN	67	66°00'
12°	88.15	BN	17	13°00'	BN	23	17°00'	BN	28	21°00'	BN	34	28°00'	BN	39	35°45'	BN	45	42°00'	BN	50	49°00'	BN	56	58°00'	BN	62	63°00'	BN	67	66°00'
13°	81.85	BN	17	15°24'	BN	23	20°00'	BN	28	25°00'	BN	34	31°00'	BN	39	39°12'	BN	45	46°00'	BN	50	51°00'	BN	56	58°00'	BN	62	61°00'	BN	67	63°00'
14°	76.39	BN	17	17°15'	BN	23	23°00'	BN	28	28°00'	BN	34	35°12'	BN	39	42°00'	BN	45	48°00'	BN	50	54°00'	BN	56	59°00'	BN	62	63°00'	BN	67	66°00'
15°	71.62	BN	17	19°00'	BN	23	26°00'	BN	28	31°00'	BN	34	38°12'	BN	39	45°00'	BN	45	51°00'	BN	50	57°00'	BN	56	61°00'	BN	62	65°00'	BN	67	68°00'
16°	67.41	BN	17	20°48'	BN	23	29°00'	BN	28	34°00'	BN	34	41°00'	BN	39	48°00'	BN	45	54°00'	BN	50	60°00'	BN	56	64°00'	BN	62	67°00'	BN	67	70°00'
17°	63.66	BN	17	22°18'	BN	23	31°48'	BN	28	36°00'	BN	34	43°36'	BN	39	50°00'	BN	45	56°00'	BN	50	62°00'	BN	56	66°00'	BN	62	69°00'	BN	67	72°00'
18°	60.31	BN	17	24°00'	BN	23	34°00'	BN	28	38°00'	BN	34	45°36'	BN	39	52°00'	BN	45	58°00'	BN	50	64°00'	BN	56	68°00'	BN	62	71°00'	BN	67	74°00'
19°	57.30	BN	17	25°36'	BN	23	36°00'	BN	28	40°00'	BN	34	48°00'	BN	39	54°00'	BN	45	60°00'	BN	50	66°00'	BN	56	70°00'	BN	62	73°00'	BN	67	76°00'
20°	54.57	BN	17	27°00'	BN	23	38°00'	BN	28	42°00'	BN	34	50°00'	BN	39	56°00'	BN	45	62°00'	BN	50	68°00'	BN	56	72°00'	BN	62	75°00'	BN	67	78°00'
21°	52.09	BN	17	28°36'	BN	23	40°00'	BN	28	44°00'	BN	34	52°00'	BN	39	58°00'	BN	45	64°00'	BN	50	70°00'	BN	56	74°00'	BN	62	77°00'	BN	67	80°00'
22°	49.82	BN	17	30°00'	BN	23	42°00'	BN	28	46°00'	BN	34	54°00'	BN	39	60°00'	BN	45	66°00'	BN	50	72°00'	BN	56	76°00'	BN	62	79°00'	BN	67	82°00'
23°	47.75	BN	17	31°36'	BN	23	44°00'	BN	28	48°00'	BN	34	56°00'	BN	39	62°00'	BN	45	68°00'	BN	50	74°00'	BN	56	78°00'	BN	62	81°00'	BN	67	84°00'
24°	45.84	BN	17	33°00'	BN	23	46°00'	BN	28	50°00'	BN	34	58°00'	BN	39	64°00'	BN	45	70°00'	BN	50	76°00'	BN	56	80°00'	BN	62	83°00'	BN	67	86°00'
25°	44.07	BN	17	34°36'	BN	23	48°00'	BN	28	52°00'	BN	34	60°00'	BN	39	66°00'	BN	45	72°00'	BN	50	78°00'	BN	56	82°00'	BN	62	85°00'	BN	67	88°00'
26°	42.44	BN	17	36°00'	BN	23	50°00'	BN	28	54°00'	BN	34	62°00'	BN	39	68°00'	BN	45	74°00'	BN	50	80°00'	BN	56	84°00'	BN	62	87°00'	BN	67	90°00'
27°	40.93	BN	17	37°36'	BN	23	52°00'	BN	28	56°00'	BN	34	64°00'	BN	39	70°00'	BN	45	76°00'	BN	50	82°00'	BN	56	86°00'	BN	62	89°00'	BN	67	92°00'
28°	39.51	BN	17	39°00'	BN	23	54°00'	BN	28	58°00'	BN	34	66°00'	BN	39	72°00'	BN	45	78°00'	BN	50	84°00'	BN	56	88°00'	BN	62	91°00'	BN	67	94°00'
29°	38.20	BN	17	40°36'	BN	23	56°00'	BN	28	60°00'	BN	34	68°00'	BN	39	74°00'	BN	45	80°00'	BN	50	86°00'	BN	56	90°00'	BN	62	93°00'	BN	67	96°00'
30°	36.97	BN	17	42°00'	BN	23	58°00'	BN	28	62°00'	BN	34	70°00'	BN	39	76°00'	BN	45	82°00'	BN	50	88°00'	BN	56	92°00'	BN	62	95°00'	BN	67	98°00'
31°	35.81	BN	17	43°36'	BN	23	60°00'	BN	28	64°00'	BN	34	72°00'	BN	39	78°00'	BN	45	84°00'	BN	50	90°00'	BN	56	94°00'	BN	62	97°00'	BN	67	100°00'
32°	34.73	BN	17	45°00'	BN	23	62°00'	BN	28	66°00'	BN	34	74°00'	BN	39	80°00'	BN	45	86°00'	BN	50	92°00'	BN	56	96°00'	BN	62	99°00'	BN	67	102°00'
33°	33.70	BN	17	46°36'	BN	23	64°00'	BN	28	68°00'	BN	34	76°00'	BN	39	82°00'	BN	45	88°00'	BN	50	94°00'	BN	56	98°00'	BN	62	101°00'	BN	67	104°00'
34°	32.74	BN	17	48°00'	BN	23	66°00'	BN	28	70°00'	BN	34	78°00'	BN	39	84°00'	BN	45	90°00'	BN	50	96°00'	BN	56	100°00'	BN	62	103°00'	BN	67	106°00'
35°	31.83	BN	17	49°36'	BN	23	68°00'	BN	28	72°00'	BN	34	80°00'	BN	39	86°00'	BN	45	92°00'	BN	50	98°00'	BN	56	102°00'	BN	62	105°00'	BN	67	108°00'
36°	30.97	BN	17	51°00'	BN	23	70°00'	BN	28	74°00'	BN	34	82°00'	BN	39	88°00'	BN	45	94°00'	BN	50	100°00'	BN	56	104°00'	BN	62	107°00'	BN	67	110°00'
37°	30.16	BN	17	52°36'	BN	23	72°00'	BN	28	76°00'	BN	34	84°00'	BN	39	90°00'	BN	45	96°00'	BN	50	102°00'	BN	56	106°00'	BN	62	109°00'	BN	67	112°00'
38°		BN	17	54°00'	BN	23	74°00'	BN	28	78°00'	BN	34	86°00'	BN	39	92°00'	BN	45	98°00'	BN	50	104°00'	BN	56	108°00'	BN	62	111°00'	BN	67	114°00'

PERALTE RECOMENDADO, MINIMAS LONGITUDES DE TRANSICION Y DELTAS MINIMOS

- 1.- EL PERALTE FUE CALCULADO SEGUN EL METODO "A" RECOMENDADO POR LA AASHO
- 2.- EL PERALTE SE REPARTIRA PROPORCIONALMENTE A LA LONGITUD DE LA ESPIRAL USADA, DEBIENDO SER EL PC O PT EL PUNTO MEDIO DE DICHA ESPIRAL
- 3.- EN LAS CURVAS CON PERALTE CALCULADO MENOR QUE LA PENDIENTE DEL BOMBEO SE RECOMIENDA USAR COMO PERALTE LA PENDIENTE DEL BOMBEO
- 4.- EL PASO DEL BOMBEO AL 0% EN EL PRINCIPIO O FINAL DE LA ESPIRAL (TS O ST) DEBE HACERSE PROPORCIONALMENTE A LA DISTANCIA, SE CALCULA EN BASE AL BOMBEO, EL ANCHO DEL ASFALTO Y LA MITAD DE LA PENDIENTE DE DESARROLLO DEL PERALTE SIN EMBARGO SE RECOMIENDA USAR LAS QUE APARECEN EN ESTE CUADRO QUE SON ALAS CORRESPONDIENTES A UN BOMBEO DE 3%, UN ANCHO ASFALTICO DE 7.20 m. Y LA MITAD DE LAS PENDIENTES INDICADAS.
- 5.- LAS LONGITUDES DE ESPIRAL FUERON CALCULADAS SEGUN LAS PENDIENTES DE DESARROLLO DEL PERALTE INDICADAS ARRIBA Y RECOMENDADAS POR AASHO.
- 6.- LOS MINIMOS VALORES DE LONGITUD DE ESPIRAL SON LOS CORRESPONDIENTES A LAS DISTANCIAS RECORRIDAS EN 2 SEGUNDOS A LA VELOCIDAD DE DISEÑO.
- 7.- VELOCIDAD EN KILOMETROS POR HORA.

Leiscod

Fuente: Dirección General de Caminos. <http://www.caminos.civ.gob.gt/>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

Tabla V. Sobrancho recomendado para una carretera

ANCHO CALZADA	TÍPICA "E" 5.50					TÍPICA "D" 6.00					TÍPICA "C" 6.50					TÍPICA "B" 7.20								
	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70	80	90	100	110	120	40	50	60	70	
1°	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
2°	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
3°	0.60	0.60	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
4°	0.60	0.70	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.70	0.80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
5°	0.70	0.70	0.80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.70	0.80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
6°	0.80	0.80	0.90	0.60	0.60	0.70	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
7°	0.80	0.90	1.00	0.70	0.80	0.70	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
8°	0.90	1.00	1.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.90	0.90	0.90	0.90	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
9°	0.90	1.00	1.10	0.80	0.90	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
10°	1.00	1.10	1.20	0.90	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
12°	1.10	1.20	1.30	1.00	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
13°	1.10	1.20	1.30	1.00	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
14°	1.20	1.30	1.40	1.10	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
16°	1.20	1.40	1.50	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
18°	1.30	1.40	1.50	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
19°	1.40	1.50	1.60	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	1.40	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
20°	1.50	1.60	1.70	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
21°	1.50	1.70	1.80	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
22°	1.60	1.70	1.80	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
23°	1.60	1.80	1.90	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
24°	1.70	1.80	1.90	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
25°	1.70	1.80	1.90	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
26°	1.80	1.80	1.90	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
27°	1.80	1.80	1.90	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
28°	1.90	1.90	2.00	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
29°	1.90	2.00	2.10	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
30°	2.00	2.00	2.10	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
31°	2.00	2.10	2.20	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
32°	2.10	2.10	2.20	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
33°	2.10	2.20	2.30	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
34°	2.20	2.20	2.30	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
35°	2.20	2.30	2.40	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
36°	2.30	2.30	2.40	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
37°	2.30	2.40	2.50	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
38°	2.40	2.40	2.50	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60

Fuente: Dirección General de Caminos. <http://www.caminos.civ.gob.gt/>. Consulta: 10 de octubre de 2017.

2.1.8. Ejemplo de curva horizontal 1 Est 0+046.86

- Datos preliminares de la curva 1:
 - Período de diseño = 25 años
 - Velocidad de diseño = 40 km/h
 - Dirección del flujo vehicular = 2 vías
 - Bombeo de la carretera = 2 %
 - Cantidad de carriles = 2
 - Ancho de carril = 6 metros
 - Azimut de entrada = 320°54'53"
 - Radio = 94 metros
 - Azimut de salida = 7°14'48"
 - Deflexión $\Delta = 46^{\circ}19'55''$
- Grado de curvatura

$$G = \frac{1\,145,9156}{R}$$

$$G = \frac{1\,145,9156}{94} = 12,19$$

$$G = 12^{\circ}11'26,12''$$

- Longitud de curva

$$LC = \frac{\Delta * 20}{G}$$

$$LC = \frac{46^{\circ}19'55'' * 20}{12^{\circ}11'26,12''}$$

$$LC = 76,01$$

- Subtangente

$$St = R * \tan(\Delta/2)$$

$$St = 94 * \tan\left(46^{\circ}19'55''/2\right)$$

$$St = 40,22 \text{ m}$$

- Cuerda máxima

$$CM = 2 * R * \sin(\Delta/2)$$

$$CM = 2 * 94 * \sin\left(46^{\circ}19'55''/2\right)$$

$$CM = 73,96 \text{ m}$$

- External

$$E = R * \left(\frac{1}{\cos(\Delta/2)} - 1\right)$$

$$E = 94 * \left(\frac{1}{\cos(46^\circ 19' 55'' / 2)} - 1 \right)$$

$$E = 8,24 \text{ m}$$

- Ordenada media

$$OM = R * (1 - \cos(\Delta/2))$$

$$OM = 94 * (1 - \cos(46^\circ 19' 55'' / 2))$$

$$OM = 7,58 \text{ m}$$

- Peralte

Con base en los parámetros utilizados para el diseño del tramo carretero, se utiliza la tabla IV para el cálculo del peralte. Para lo cual, se ubica en la columna de velocidad 30 y grado de curvatura 12°.

$$e\% = 7,1 \%$$

- Sobreancho

En base a los parámetros utilizados para el diseño del tramo carretero, utilizamos la tabla V para el cálculo del peralte. Para ello nos ubicamos en la sección típica mas cercana, que es de 7,20 m, en la columna de velocidad 40 y grado de curvatura 12°.

$$S_a = 0,60 \text{ m}$$

Tabla VI. **Resumen de curvas horizontales**

velocidad	Curva	AZ entrada	AZ salida	Deflexión	Radio	G	LC	TG	ST	CM	E	OM	PC	PC	PI	PT	e%	Sa	Ls
40	1	320°54'53"	7°14'48"	46°19'55"	94	12°11'26,12"	76,01	46,857	40,22	73,96	8,24	7,58	46,86	0+46,86	0+87,08	0+122,87	7,1	0,6	36
50	2	7°14'48"	303°02'47"	64°12'01"	100	11°27'32,96"	112,05	158,587	62,73	106,28	18,05	15,29	281,46	0+281,46	0+344,19	0+393,51	9,1	3,30862088	51
40	3	303°02'47"	324°25'52"	21°23'05"	86	13°19'28,56"	32,10	99,809	16,24	31,91	1,52	1,49	493,32	0+493,32	0+509,55	0+525,41	7,6	3,70539948	38
30	4	324°25'52"	355°39'51"	31°13'59"	86	13°19'28,56"	46,88	66,265	24,04	46,30	3,30	3,17	591,68	0+591,68	0+615,72	0+638,56	4,5	1,96053251	20
30	5	355°39'51"	302°19'36"	53°20'15"	60	19°5'54,93"	55,85	12,594	30,14	53,86	7,14	6,38	651,15	0+651,15	0+681,29	0+707,01	6,4	2,75822581	29
30	6	302°19'36"	269°49'20"	32°30'16"	80	14°19'26,2"	45,38	16,798	23,32	44,78	3,33	3,20	723,81	0+723,81	0+747,13	0+769,19	4,8	2,09788723	22
30	7	324°25'55"	57°16'30"	92°50'35"	60	19°5'54,93"	97,23	2,212	63,05	86,93	27,04	18,64	527,63	0+527,63	0+590,68	0+624,85	6,4	2,75822581	29

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Alineamiento vertical

Al igual que en el alineamiento horizontal, esta proyección consta de tramos rectos con pendientes definidas a las que se llama tangentes verticales y curvas verticales que se forman cuando hay un cambio de pendiente.

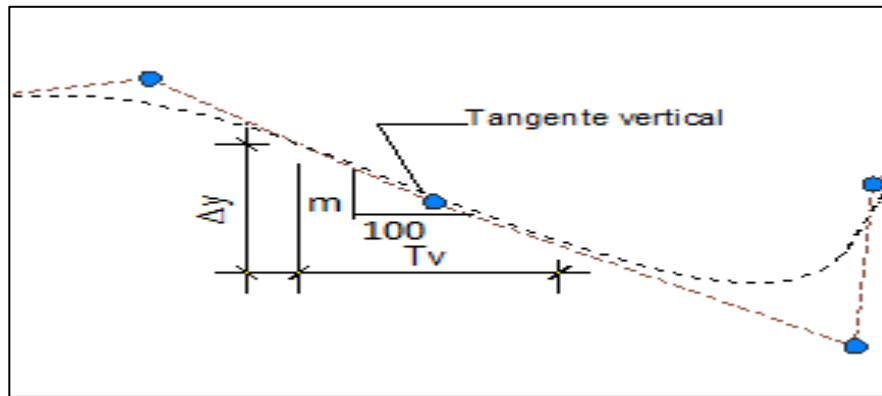
2.1.9.1. Subrasante

Es la proyección del eje real de la vía sobre la superficie del terreno vertical, es decir, el perfil del terreno sobre el cual se esta realizando el diseño. Con esta se logran delimitar las zonas de corte y relleno que conformarán las pendientes del terreno a lo largo del tramo; además, sobre esta se apoyan las capas del pavimento. En este caso, la base y la carpeta de rodadura.

2.1.9.2. Tangentes verticales

La pendiente y la longitud son los elementos que caracterizan a las tangentes verticales. La longitud es la distancia medida horizontalmente entre el final de una curva al principio de la siguiente. La pendiente es la relación entre el cambio de pendientes y la distancia horizontal entre ambos puntos.

Figura 6. **Tangente vertical**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

La pendiente se puede expresar como:

$$m = \left(\frac{\Delta y}{T_v} \right) * 100$$

Donde:

- m = pendiente
- Δy = cambio de pendientes
- T_v = longitud o distancia horizontal

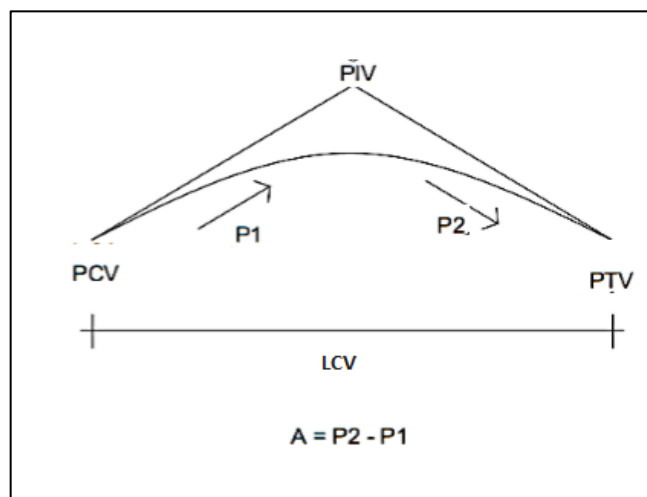
Las pendientes rigen a la subrasante de acuerdo con los parámetros del tipo de vía que se trate, por lo que se tienen mínimas y máximas. Se requiere una pendiente mínima para que sea posible drenar las aguas precipitadas y una máxima para que sea posible transitar cómodamente sobre la vía.

En el presente proyecto, se manejan las pendientes mínima de 1 % y máxima de 11,64 %.

2.1.9.3. Curvas verticales

Son aquellas que permiten un enlace de dos tangentes verticales consecutivas para realizar un cambio gradual entre pendientes que proporcionan suavidad a la misma. Por lo general, se utilizan curvas parabólicas porque se adecuan mejor a las condiciones del terreno y por la facilidad de su cálculo.

Figura 7. Elementos de la curva vertical

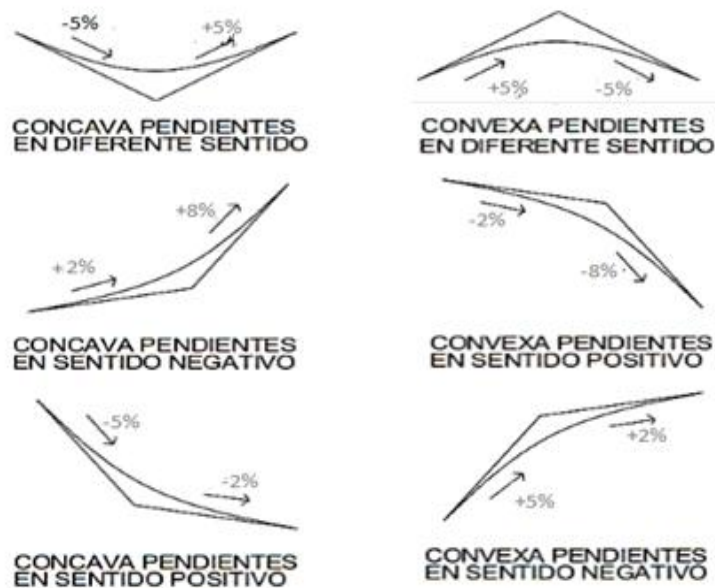


Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

- PCV = principio de curva vertical
- PIV = punto de intersección de curva vertical
- PTV = principio de tangente vertical
- P1 = pendiente de entrada
- P2 = pendiente de salida
- LCV= longitud de curva vertical
- A = diferencia entre pendientes de entrada y de salida de la curva vertical

Estas curvas pueden ser de dos tipos: cóncava o convexa. La cóncava es aquella que se representa en forma de columpio; la convexa se puede apreciar por su forma de cresta. En la figura 8 se observa según el cambio de pendientes, como se forman este tipo de curvas.

Figura 8. Tipos de curva



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

El diseño de las curvas verticales debe cumplir los siguientes criterios:

- Criterio de seguridad

Con este criterio se busca realizar una circulación cómoda, segura y eficiente, para que el conductor del vehículo tenga la facilidad de ver hacia delante. Es decir, que tenga concepción de las distancias de visibilidad.

Se aplica a curvas cóncavas y convexas. Y se puede determinar la longitud mínima de la curva, a través de la siguiente expresión:

$$LCV = K * A$$

Donde:

- LCV = longitud mínima de curva vertical.
- K = constante que depende de las distancias de visibilidad y características geométricas de la curva.
- A = diferencia de pendientes.

La constante K varía dependiendo de la velocidad de diseño que se esté utilizando en el proyecto y por la concavidad de la curva vertical (cóncava o convexa). Por las características del proyecto, en la pendiente más pronunciada se restringió la velocidad a 30 km/h para seguridad del usuario y maniobra del vehículo de diseño.

Estos valores de K se muestran a continuación:

Tabla VII. **Valores de constante K para curvas verticales**

Velocidad de diseño (Km/h)	K	
	Cóncava	Convexa
20	2	1
30	9	2
40	9	4
50	13	7
60	18	11
70	23	17
80	30	26
90	38	39
100	45	52
110	55	75
120	63	95
130	73	124

Fuente: MORALES SOSA, Hugo Andrés. *Ingeniería vial I*. p. 132.

- Criterio de apariencia

Se busca proporcionar una suave transición entre tangentes, sin generar cambios bruscos de curvatura y está enlazada con el criterio de apariencia; debido a que se necesita de una visibilidad completa en especial en las curvas convexas.

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

- Criterio de comodidad

Se aplica tanto para curvas cóncavas como convexas, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo, al cambiar de dirección, se suma al peso propio del vehículo

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

- Criterio de drenaje

Se aplica tanto para curvas cóncavas como convexas, cuando están alojadas en corte; en cualquier punto de la curva la pendiente debe ser la adecuada para que el agua pueda escurrir fácilmente. Esto debe cumplir con la siguiente ecuación:

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

- Correcciones

Estas se aplican a la línea de la subrasante diseñada para obtener las elevaciones o cotas de la curva formada entre el cambio de pendientes. Las correcciones se determinan mediante las siguientes expresiones.

$$Y = \frac{A * L^2}{200 * LCV}$$

$$OM = \frac{A}{800} * LCV$$

Donde:

- Y = corrección.
- A = diferencia entre pendiente de entrada y de salida.
- L = distancia horizontal del PCV o PTV al punto de corrección.

- OM = corrección máxima para cada curva vertical (ordenada media).
- LCV = longitud de curva vertical.

Para determinar la elevación corregida de la rasante se utiliza la siguiente expresión:

$$Y_c = Y_1 + Y$$

Donde

- Y_c = elevación corregida de rasante
- Y_1 = elevación inicial de rasante
- Y = corrección

2.1.10. Ejemplo de curva vertical con PIV en Est. 0+690,00

- Datos preliminares de la curva vertical 5
 - Pendiente de entrada = 10,71
 - Pendiente de salida = 6,12
 - Estación del PIV = 0+690
 - LCV propuesto por conveniencia = 138,00
 - Velocidad de diseño = 30 km/h
 - K propuesta por AASHTO = 4 para cóncava y 2 para convexa
- Diferencia de pendientes

$$A = [P1 - P2]$$

$$A = [6,12 - 10,71]$$

$A = 4,59$ % curva convexa

- Criterio de seguridad

$$LCV = K * A$$

$$LCV = 2 * 4,59 = 9,18m \text{ mínimo}$$

- K de diseño

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

$$K = \frac{138}{4,59} = 30,07$$

- Criterio de apariencia

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

$$K = 30,07 \geq 30$$

- Criterio de drenaje

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

$$K = 30,07 \leq 43 \rightarrow \text{Si cumple}$$

- Criterio de comodidad

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

$$K = \frac{138}{4,59} \geq \frac{30^2}{395}$$

$$K = 30,07 \geq 2,28 \rightarrow \text{si cumple}$$

- Correcciones para la curva 5, a 30 metros del PIV

$$OM = \frac{A}{800} * LCV$$

$$OM = \frac{4,59}{800} * 138$$

$$OM = 0,79 \text{ m}$$

$$Y = \frac{A * L^2}{200 * LCV}$$

$$Y = \frac{-4,59 * |621 - 660|^2}{200 * 138}$$

$$Y = -0,25 \text{ m}$$

$$Y_c = Y_1 + Y$$

$$Y_c = 124,79 - 0,25 = 124,53 \text{ m}$$

Tabla VIII. **Resumen de correcciones para curva 5**

Estación	Pendiente	Rasante Y1		Corrección Y	Rasante corregida Yc
0+621.00	PCV	120,61		0,00	120,61
0+640		122,65	-	0,06	122,58
0+660		124,79	-	0,25	124,53
0+680		126,93	-	0,58	126,35
0+690.00	PIV	128,00	-	0,79	127,21
0+700		128,61	-	0,58	128,03
0+720		129,84	-	0,25	129,58
0+740		131,06	-	0,06	131,00
0+759.00	PTV	132,22		0,00	132,22

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Resumen de diseño de curvas verticales**

Alineamiento vertical																			
VEL	Curva	ESTACION			CRITERIOS DE DISEÑO DE LCV							CORRECCION							
		PCV	PIV	PTV	pendiente entrada (%)	Pendiente salida (%)	A (%)	Tipo de curva	LCV DE DISEÑO	K.AASHTO	K de diseño (LCV/A)	Seguridad LCV=K*A	Apariencia LCV/A≥30	Comodidad LCV/A ≥ V ² /395	Drenaje LCV/A ≤ 43	Elevación subrasante	Corrección	Subrasante corregida PIV	
40	1	0+000.56	0+049.01	0+097.46	4,49	1,26	3,23	CONVEXA	96,9	4	30,00	96,9	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	101,96	0,39	101,57	
50	2	0+230.00	0+250.00	0+270.00	1,26	2,28	1,02	CONCAVA	40	9	39,22	40	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	104,48	+	0,05	104,53
50	3	0+322.50	0+350.00	0+377.50	2,28	0,59	1,69	CONVEXA	55	7	32,54	55	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	106,76	+	0,12	106,64
40	4	0+450.00	0+500.00	0+550.00	0,59	10,71	10,12	CONCAVA	100	6	9,88	100	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	107,65	+	1,27	108,92
30	5	0+621.00	0+690.00	0+759.00	10,71	6,12	4,59	CONVEXA	138	2	30,07	138	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	128	+	0,79	127,21
30	6	0+570.00	0+620.00	0+670.00	11,97	1,25	10,72	CONVEXA	100	2	9,33	100	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	122	+	1,34	120,66
												0							

Fuente: elaboración propia.

2.1.11. **Movimiento de tierras**

Esta actividad determina el costo de un proyecto de carreteras. Consiste en trasladar volúmenes de material para modificar la configuración de la superficie del terreno. Los tipos de traslado a realizar son: corte, relleno, acarreo y compra de material suelo.

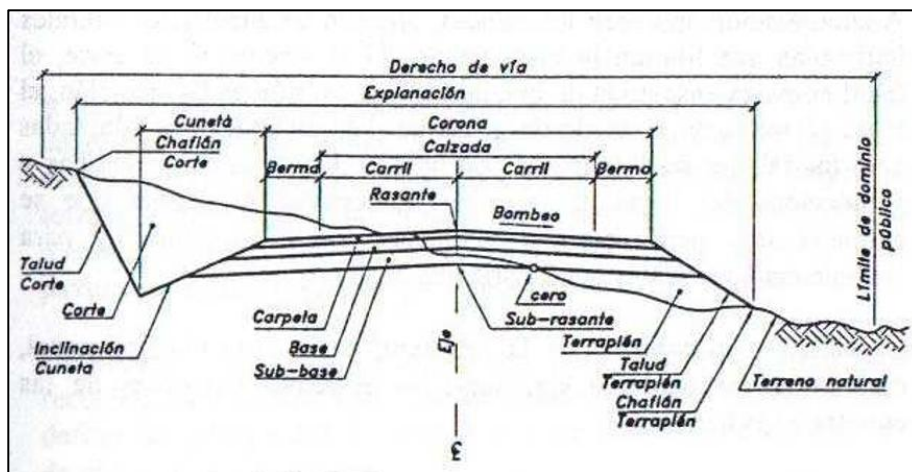
Para que un proyecto sea factible en el ámbito financiero es importante que el movimiento de tierras sea lo más balanceado posible.

2.1.12. Seccionamiento transversal y sección típica

Los estudios de suelos mencionados con anterioridad son determinantes para el diseño de la sección transversal de una carretera.

La sección transversal es el corte realizado al alineamiento horizontal, el cual permite especificar las dimensiones de los elementos que forman la carretera en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

Figura 9. Sección transversal típica



Fuente: CARDENAS GRISALES, James. *Diseño geométrico de carreteras*. p. 350.

Para este proyecto, la sección típica está conformada por: derecho de vía, ancho de calzada, bombeo, cunetas y taludes laterales.

- Derecho de vía

Es la faja de terreno destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones dependiendo de la demanda de tránsito.

- Ancho de calzada

Está constituida por el carril el cual tendrá un ancho suficiente para la circulación de vehículos.

Dependiendo de la capacidad vehicular se determina el ancho y la cantidad de carriles. Para el diseño de la carretera, se plantearon carriles de 3,6 m de ancho.

- Bombeo

Referirse a la sección 2.1.7.3.

- Cunetas

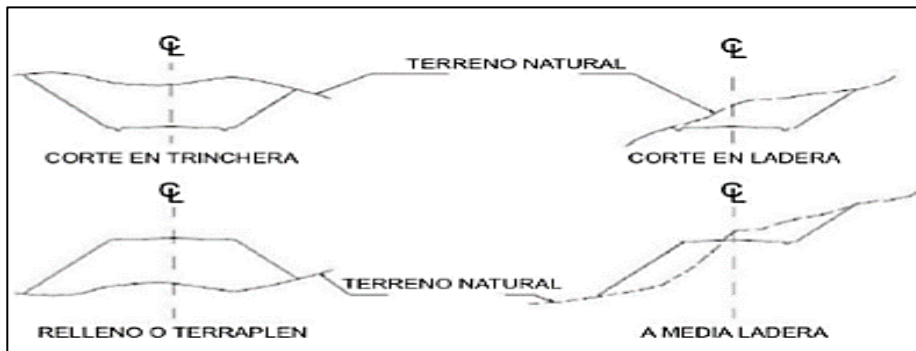
Están destinadas para facilitar el drenaje superficial longitudinal de la carretera. Se determinan a través de un análisis hidráulico del sitio. Para este proyecto se emplearon cunetas tipo trapezoidales.

- Taludes laterales

Son las superficies inclinadas que limitan la explanación. Delimitan el corte o relleno de una sección en particular y su pendiente se encuentra en función del terreno natural.

Las secciones transversales pueden ser: corte en trinchera, corte en ladera, en relleno o terraplén y a media ladera.

Figura 10. **Tipos de secciones transversales**



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

2.1.13. Cálculo de área de secciones transversales

Para el cálculo de áreas de las secciones transversales, estas deben realizarse cada 20 m en tramos rectos y en curvas de preferencia que estén a cada 10 m.

Un método muy utilizado para este cálculo es el de determinantes. Por medio de las coordenadas de los puntos que delimitan las áreas de corte o relleno, se calcula el área.

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

X	Y
X0	Y0
X1	Y1
X2	Y2

Fuente: elaboración propia.

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

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

$$\text{Área} = \frac{|a - b|}{2}$$

2.1.13.1. Cálculo de volúmenes

Teniendo el cálculo de áreas se procede al de volúmenes entre las secciones transversales. En este se supone que entre las secciones debe formarse un sólido geométrico, para el cual se realiza la siguiente operación, en secciones uniformes:

$$\text{Volumen: } \frac{A_1 + A_2}{2} * l$$

Donde:

- A_1 = área de sección transversal 1
- A_2 = área de sección transversal 2
- L = longitud entre secciones

Y para secciones no uniformes, a través de:

- Volumen de relleno:

$$Vol_R = \frac{A_r}{2} * d_r$$

- Volumen de corte:

$$Vol_C = \frac{A_c}{2} * d_c$$

- Distancia de relleno:

$$d_r = \frac{A_r}{A_c + A_r} * d$$

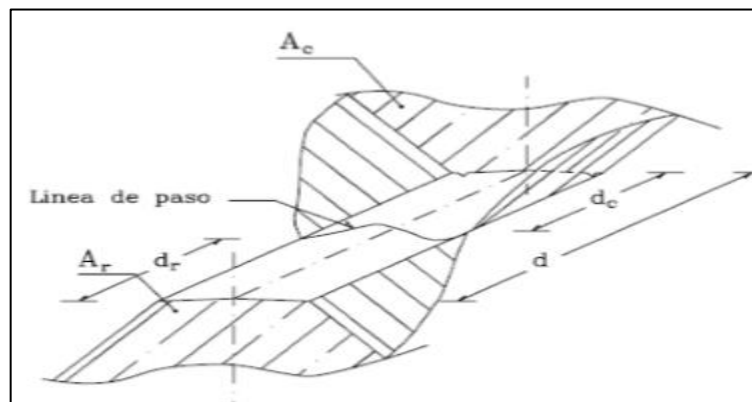
- Distancia de corte:

$$d_c = \frac{A_c}{A_c + A_r} * d$$

Donde

- Vol R = volumen de relleno en m^3
- A_r = área de relleno en m^2
- d_r = distancia de relleno en m
- Vol C = volumen de corte en m^3
- A_c = área de corte en m^2
- d_c = distancia de corte en m

Figura 11. **Sección de volumen**

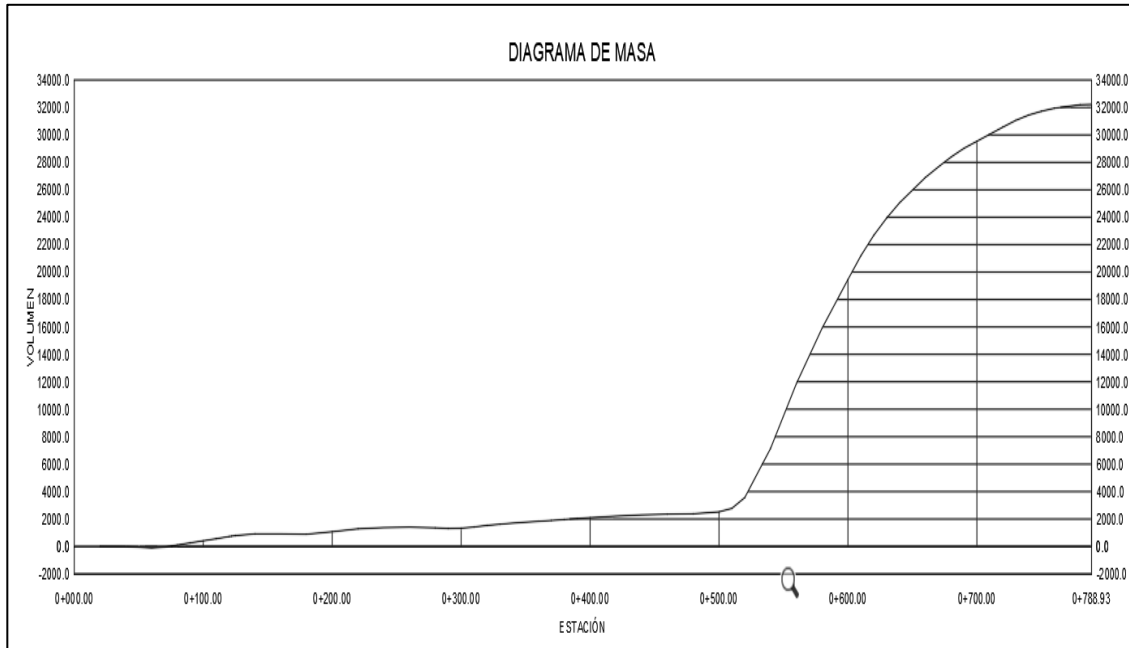


Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de geometría*. p. 1-30.

2.1.13.2. **Balance y diagrama de masas**

La curva masa busca el equilibrio para la calidad y economía de los movimientos de tierras; además, es un método que indica el sentido del movimiento de los volúmenes excavados, la cantidad y la localización de cada uno.

Figura 12. Diagrama de masa



Fuente: elaboración propia, usando software Civil3D.

2.1.14. Elementos estructurales del pavimento rígido

A través de estos, se busca distribuir las cargas unitarias del tránsito sobre el suelo. Los elementos que lo conforman se desarrollan a continuación:

2.1.14.1. Subrasante

Es la capa que sustenta la estructura del pavimento. Según la norma AASHTO T 180, la subrasante reacondicionada debe cumplir con lo siguiente:

- Expansión máxima de 5 %.

- Compactación al 95 % respecto a su densidad máxima con contenido de humedad de ± 3 % de la humedad óptima.

Si la subrasante no cumpliera con lo anterior, se necesita estabilizar a través de materiales que mejoren sus características mecánicas. En este caso, el material ya estabilizado debe tener un CBR mínimo de 20 % efectuado sobre una muestra saturada a 95 % de compactación y un hinchamiento máximo de 1 %.

Tabla XI. **Calidad de subrasante en función del CBR**

C.B.R (%)	Calidad de Subrasante
0 – 3	Muy mala
3 – 5	Mala
5 – 20	Buena
20 – 30	Excelente

Fuente: BOWLES, Joseph E. *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civil*. p. 191.

La subrasante del proyecto posee un 22,5 % de CBR al 95 % de compactación, por lo cual si es apta para soportar carga vehicular.

2.1.14.2. Base

Debe ser granular, que esté compuesta por una combinación de grava, arena y suelo en su estado natural. Esta capa permite reducir los espesores de la carpeta y debido a que está en contacto directo con la superficie de rodadura, debe cumplir con 70 % de CBR como mínimo a un en 95 % de compactación.

2.1.14.3. Carpeta de rodadura

Es la última capa que se aplica, sobre esta circulan los vehículos y peatones. En este caso, la carpeta de rodadura será de concreto, la cual transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada.

2.1.15. Diseño de pavimento rígido por método PCA

Se utiliza el método simplificado de la PCA (Portland Cement Association) para el diseño del pavimento rígido, debido a que no se cuenta con un aforo vehicular del sitio.

La PCA proporciona tablas con rangos de tránsito, así como tablas con distribución de cargas para distintas categorías de calles y carreteras diseñadas con un factor de seguridad de carga de 1, 1.1, 1.2 y 1.3 para las categorías 1, 2, 3 y 4 respectivamente. El periodo de diseño considerado es de 25 años.

El método consiste en los siguientes pasos:

- Estimar el tráfico pesado promedio diario (TPPD) donde se excluyen todos los vehículos livianos y camiones de cuatro llantas.
- Determinar la categoría de la carretera según su tráfico en función de las cargas por eje.
- Fijar el espesor de la base mediante el módulo de reacción k de la subrasante.

- Definir el espesor de la losa de concreto con ayuda de los datos anteriores y el uso de la tabla correspondiente a la categoría de la carretera.

2.1.15.1. Conteo de tránsito (TPDA)

Se estimó el TPDA asumiendo que el 4 % de vehículos que transitan por el puente Tubac (20 646), 10 avenida zona 5 de la colonia El Frutal, 826 utilizarán el nuevo tramo. Se utilizó un factor de crecimiento del 1,5, según la tasa de crecimiento de 4 % y periodo de 25 años. El total de vehículos será $826 * 1,5 = 1\ 240$ vehículos.

Tomando el TPDA estimado, se procedió a obtener el TPPD con la ayuda de la tabla XII, utilizando 5 % como porcentaje del TPDA para este proyecto, el número de vehículos pesados sería el siguiente:

$TPPD = 1\ 240 * 0,05 = 62$ es el número de vehículos pesados que pasan en el día.

Tabla XII. **Categoría de tráfico en función de carga por eje**

Categoría de ejes	Cargados	Descripción	Tráfico			
			TPDA	TPPD	Carga máxima por eje	
			%	Por día	Eje sencillo	Ejes dobles
1	Calles residenciales Caminos rurales y secundarios (de bajo a medio*)	200 - 800	1 - 3	Hasta 25	22	36
2	Calles colectoras Caminos rurales y secundarios (altos*) Arterias principales y caminos principales (bajos*)	700 - 5,000	5 - 18	40 - 1,000	26	44
3	Caminos primarios y arterias principales (medio*) Viaductos, vías rápidas periféricos, vialidades urbanas y rurales (de bajo a medio*)	3,000 - 12,000 en 2 carriles 3,000 - 50,000 ⁴ carriles	8 - 30	500 - 1,000	30	52
4	Arterias principales, carreteras principales, viaductos (altos*) Carreteras y vías urbanas y rurales (de medios a alto*)	3,000 - 20,000 2 carriles 3,000 - 150,000 ⁴ carriles o más	8 - 30	1,500 - 8,000 ⁺	34	60

* La descripción de bajo, medio y alto corresponde al peso relativo de los ejes cargados para el tipo de calle o camino; es decir, "bajo" para un camino rural representaría cargas más pesadas que para el caso de "bajo" para un camino secundario.

Fuente: SALAZAR, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos rígidos*. p. 148.

2.1.15.2. Diseño de la base

Con la figura 1 se pretende calcular el módulo de reacción (K) de la subrasante y conforme a este determinar el espesor de la capa de la base según el valor K.

El módulo de reacción de la subrasante k es la relación entre el esfuerzo aplicado a una placa de suelo y la deformación que dicha placa sufra por efecto del esfuerzo.

Tabla XIII. **Espesor de la capa base**

Valor k de la subrasante	Valor k de la base, pci			
Pci	4 pulg.	6 pulg.	9 pulg.	12 pulg.
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430
400	420	430	470	540
500	520	530	570	650

Fuente: elaboración propia.

Con los datos obtenidos en laboratorio de la subrasante, se tomó el valor más crítico de la muestra obteniendo un CBR de 5,83 %, esto debido a que la cantidad de muestras no representa todo el trayecto del tramo carretero.

Esto implica que el valor k para la subrasante según figura 13 es de aproximadamente 147 lbs/pulg³, al encontrar este valor en la tabla XIII, se propone un espesor para la base de 6 plg (15 centímetros) lo cual brinda un nuevo valor k de 180 lbs/pulg³.

Una vez conocido el módulo de reacción k, se procedió a encontrar la condición de apoyo de la subrasante con la ayuda de la tabla XIV. Según nuestro CBR, este corresponde a un k aproximado de 4 kg/cm³ el cual permite identificar una condición de apoyo media.

Tabla XIV. **Tipos de suelo de apoyo y sus módulos de reacción aproximados**

Tipo de suelo	Condición de apoyo	Rango en los Módulos de reacción ₃ en kg/cm ³
Limos y arcillas plásticas	Bajo	2.0 - 3.35
Arenas y mezclas de arena y gravas con cantidades moderadas de limo y arcilla	Medio	3.6 - 4.7
Arenas y mezclas de arena y gravas prácticamente libre de finos	Alto	5.0 - 6.0
Sub-bases estabilizadas con cemento	Muy alto	6.9 - 11.0

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

Para este proyecto se estimó un módulo de ruptura del concreto mínimo de 42 kg/cm², debido a que si se utilizan agregados, cemento y agua de buena calidad para el concreto; se estima que el módulo de ruptura se encuentre en el rango de 42 - 46 kg/cm² y un F'c= 280 kg/cm².

2.1.15.3. Determinación de espesor de losa

Debido a la carga por eje, se clasificó la carretera diseñada como categoría 2. Según el método de la PCA simplificado, en la tabla XV, se encuentran los valores de TPPD permisibles para esta categoría de vía.

Tabla XV. **TTPD permisible, categoría de carga por eje**

Sin acotamiento ni guarniciones					Con acotamientos y/o guarniciones					
Espesor de losa cm	Apoyo del terreno o de la sub-base				Espesor de losa cm	Apoyo del terreno o de la sub-base				
	Bajo	Medio	Alto	Muy alto		Bajo	Medio	Alto	Muy alto	
MR=46 kg/cm ²	14.0				5	13.0		3	9	42
	15.0		4	12	59	14.0	9	42	120	450
	16.5	9	43	120	490	15.0	96	380	970	3400
	18.0	80	320	840	3100	16.5	710	2600		
	19.0	490	1900			18.0	4200			
	20.0	2500								
MR=42 kg/cm ²	15.0				11	13.0			1	8
	16.5		8	24	110	14.0	1	8	23	98
	18.0	15	70	190	750	15.0	19	84	220	810
	19	110	440	1100		16.5	160	620	1500	5200
	20.0	590	2300			18.0	1000	3600		
	22.0	2700								
MR=39 kg/cm ²	16.5			4	19	14.0			3	17
	17.8		11	34	150	15.0	3	14	41	160
	19.0	19	84	230	890	16.5	29	120	320	1100
	20.0	120	470	1200		18.0	210	770	1900	
	22.0	560	2200			19.0	1100	4000		
	23.0	2400								

Nota: El diseño lo controla el análisis por fatiga
 *TTPD excluye camiones de dos ejes, de cuatro llantas, de manera que el número total de camiones permitidos será mayor

Fuente: SALAZAR, Aurelio. *Guía para el diseño y construcción de pavimentos*. p. 150.

La condición de apoyo del terreno se estimó que era medio, por lo que en la tabla XV se procedió a ubicar esta condición y el Mr = 42 kg/cm² del concreto. Por último, se busca la fila donde se encuentre el valor que se aproxime al número de TTPD. En este caso, el espesor de pavimento sería de 0,18 m para un TTPD cercano a 62 estimado.

2.1.16. Diseño de mezclas de concreto

Tiene como objetivo la determinación de materiales necesarios para su elaboración. Las cantidades de material deben ser proporcionadas, para producir concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

La carpeta de pavimento será construida de concreto hidráulico con una resistencia a la compresión $f'c$ de 280 kilogramos sobre centímetro cuadrado (4 000 PSI).

Para el diseño de mezclas se utilizará el método del ACI, el cual se describe a continuación:

- Determinar el revenimiento según el tipo de estructura

Tabla XVI. **Revenimientos recomendados**

Construcción de concreto	Revenimiento mm (Pulg.)	
	Máximo	Minimo
Zapata y muros de cimentación reforzada	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

Fuente: ACI 211. *Diseño de mezclas*. p. 59.

Según se observa en la tabla XVI, el revenimiento necesario para el pavimento es d 75 mm.

- Tamaño máximo de agregado

Para determinar dicho tamaño, se realiza la siguiente relación según ACI 211, el tamaño máximo no debe exceder $1/3$ del espesor de las losas.

$$A.G = \frac{180mm}{3} = 60 mm \cong 2,36 \text{ pulg}$$

El tamaño máximo de agregado grueso que se debe utilizar en el pavimento es de 1 pulgada, debido al tamaño que se encuentra comercialmente.

- Relación agua-revenimiento

Tabla XVII. **Contenido de agua recomendado**

ACI 211 Capítulo 6 Asentamiento, mm	Agua, kilogramos por metro cúbico de concreto, para tamaños de agregado indicados							
	9,5 mm	12,5 mm	19 mm	25 mm	37,5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 a 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Fuente: ACI 211. *Diseño de mezclas*. p. 81.

Con los datos de revenimiento y tamaño de agregado, se obtiene la cantidad de agua, que es 193 lt/m³.

- Contenido de cemento

Con el valor obtenido del f'_{cr} se asume una relación agua/cemento de 0,47. Este indica la cantidad de cemento en masa necesaria para realizar la mezcla de concreto.

A continuación, se muestra la relación agua/cemento según la resistencia que se esté trabajando.

Tabla XVIII. **Relación agua/cemento**

Resistencia	Relación
Kg/cm ²	A/C
280	0,45
246	0,47
210	0,5
176	0,57

Fuente: elaboración propia.

$$Cantidad\ de\ cemento = \frac{cantidad\ de\ agua}{A/C} = \frac{193}{0,45} = 428,89\ kg$$

- Volumen de agregado grueso

El volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto depende del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de finura de la arena.

Tabla XIX. **Volumen de agregado grueso**

Tamaño max del agregado mm	plg	Módulo de finura de la arena			
		2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	3/8	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	1/2	0,59	0,57	0,55	0,53
19	3/4	0,66	0,64	0,62	0,60
25	1	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	1 1/2	0,75	0,73	0,71	0,69
50	2	0,78	0,76	0,74	0,72
75	3	0,82	0,80	0,78	0,76
150	6	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: ACI 211. *Diseño de mezclas*. p. 71.

Se determinó un valor de volumen de agregado grueso de 0,69 con la estimación del módulo de finura de la arena de 3.

- Peso volumétrico de agregado grueso

Según datos de la planta Agreca, el peso volumétrico compactado en seco del agregado grueso, es de 1 409 kilogramo por metro cúbico. Para conocer el peso de nuestro volumen, se realiza el siguiente procedimiento:

$$P.Volumétrico A.G = 0,69 * 1\ 409 = 972,21\ kg$$

- Peso volumétrico de agregado fino

El cálculo del peso volumétrico del agregado fino se obtiene al restar los pesos de agua, cemento y agregado grueso al total del peso volumétrico del concreto.

Peso del concreto 2 410 kg/m³

$$P.Volumétrico A.G = 2\ 410kg - 181kg - 385,1 - 972,21$$

$$P.Volumétrico A.G = 871,69\ kg$$

- Ajuste por humedad

Se debe reducir el agua de diseño a agregar, debido a la humedad contenida en los agregados. Los porcentajes de humedad y absorción utilizados para los agregados son los siguientes: agregado grueso 2,0 % humedad y 2,6 % absorción y el agregado fino con 2,7 % humedad y 2,8 % absorción.

A continuación, se muestra cómo se realizaron las correcciones por humedad.

$$\text{Ajustes A.G} = \text{masa A.G} * (\% \text{ humedad} - \% \text{ absorción})$$

$$\text{Ajustes A.G} = 972,21\text{kg} * (2\% - 2,6\%) = -5,83$$

$$\text{Masa real A.G} = \text{masa A.G} - \text{ajuste A.G}$$

$$\text{Masa real A.G} = 972,21 + 5,83 = 978,04 \text{ kg}$$

$$\text{Ajustes A.F} = \text{masa A.F} * (\% \text{ humedad} - \% \text{ absorción})$$

$$\text{Ajustes A.G} = 871,69\text{kg} * (2,7\% - 2,8\%) = -0,87$$

$$\text{Masa real A.G} = \text{masa A.G} - \text{ajuste A.G}$$

$$\text{Masa real A.G} = 871,69 + 0,87 = 872,56 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{agua de diseño} - (\text{ajustes A.G} + \text{ajustes A.F})$$

$$\text{Agua efectiva} = 181 \pm (-5,83 - 0,87) = 174,3 \cong 174 \text{ litros}$$

- Proporcionamiento

La proporción final en términos de masa, de los elementos utilizados para realizar el concreto, queda de la siguiente manera:

$$\text{Cemento} = \frac{428,89}{428,89} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{872,56}{428,89} = 2,03$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{978,04}{428,89} = 2,28$$

Proporción por peso = 1: 2,03: 2,28 con 174 litros de agua

De igual manera, la proporción final en términos de volumen, queda de la siguiente manera:

$$\text{Cemento} = 385,1\text{kg} * \frac{1 \text{ pie}^3 (\text{saco de cemento})}{42,5 \frac{\text{kg}}{\text{pie}^3}} * \frac{0,027 \text{ m}^3}{1 \text{ pie}^3} = 0,24 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{\text{peso volumétrico}}{\text{peso unitario}} = \frac{872,56 \text{ kg}}{1 585 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,55 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{\text{peso volumétrico}}{\text{peso unitario}} = \frac{978,04 \text{ kg}}{1 409 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,69 \text{ m}^3$$

$$\text{Cemento} = \frac{0,24}{0,24} = 1$$

$$\text{Agregado fino} = \frac{0,55}{0,24} = 2,3$$

$$\text{Agregado grueso} = \frac{0,69}{0,24} = 2,88$$

Proporción por volumen = 1: 2,3: 2,54 con 174 litros de agua

2.1.17. Diseño de juntas

Tienen como objetivo principal el control y la disipación de esfuerzos, los cuales son causados por la acción del tránsito, las contracciones por cambios de temperatura y por distintos niveles de humedad que impide así la formación de grietas en el pavimento rígido.

2.1.17.1. Juntas de contracción

Estas son transversales al eje central y deben estar espaciadas para controlar los agrietamientos causados por las contracciones que resultan de los cambios de temperatura y humedad en el pavimento.

Tabla XX. **Distancia entre juntas de contracción**

Espesor	Distancia recomendable	Distancia máxima
14 cm	3,50 m	4,00 m
16 cm	3,75 m	4,50 m
18 cm	4,00 m	5,00 m
20 cm	4,25 m	5,50 m
22 cm	4,50 m	6,00 m
24 cm	4,75 m	6,50 m

Fuente: Instituto Nacional Español del Cemento y sus Aplicaciones. *Diseño y ejecución de juntas en pavimentos*. p. 32.

Mediante la tabla XXI se determinó que para el pavimento de diseño, que posee un peralte de 18 cm, las juntas de contracción deben estar colocadas a una distancia de 4 metros para facilidades constructivas.

2.1.17.2. Juntas de aislamiento y expansión

Este tipo de juntas es utilizado para evitar desplazamientos verticales y horizontales entre el pavimento y otra estructura, sin que el pavimento sea dañado o la estructura.

2.1.17.3. Juntas de dilatación

Se le llaman así porque se prevén para absorber las expansiones provocadas por los aumentos de temperatura que evitan empujes indeseables que podrían producir la rotura del pavimento. Se dejará una separación de dos centímetros, donde sea necesario. El ancho de estas juntas debe ser de 12-25 milímetros, dicha abertura debe ser rellena con un material no absorbente ni reactivo.

2.1.18. Drenajes menores en vías pavimentadas

Su función principal es captar el agua de lluvia y conducirla a una salida lo más pronto posible para evitar que la humedad afecte la estructura del pavimento, prolongando así, la vida útil de la carretera.

Los drenajes menores están compuestos por drenaje superficial y subterráneo.

2.1.18.1. Drenajes longitudinales

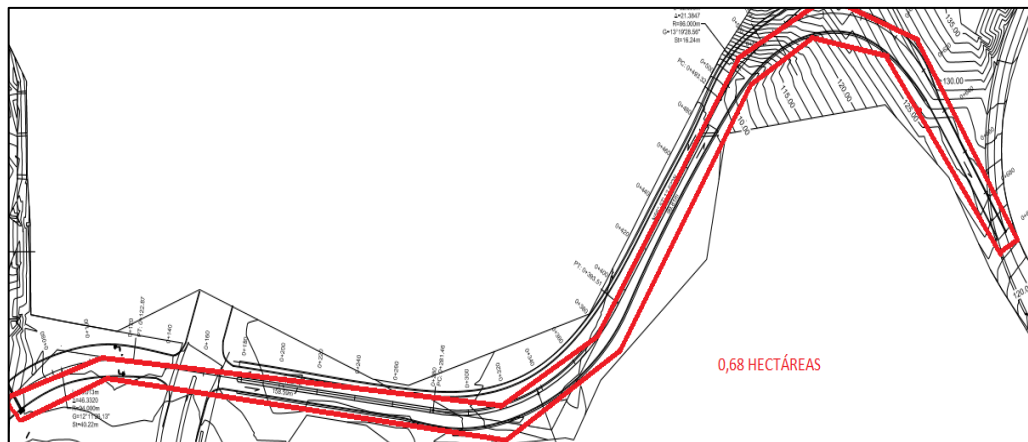
Se utilizó el método racional para el diseño del drenaje; este método consiste en determinar el caudal máximo para un punto dado, a través del área

tributaria que esté contribuyendo con su escorrentía superficial durante un período de precipitación máxima.

Para el presente proyecto, se diseñaron cunetas tipo trapezoidal para un período de diseño de 25 años.

- Diseño de cuneta en el tramo inicial lado derecho
 - Área tributaria

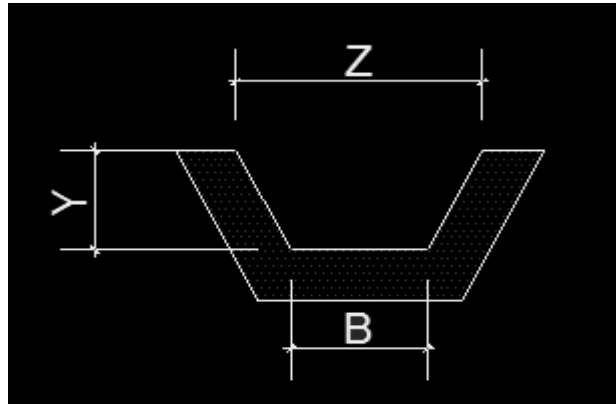
Figura 14. Área tributaria



Fuente: elaboración propia, utilizando Civil 3D 2014.

- Geometría de la sección transversal de cuneta

Figura 15. **Geometría de la cuneta**



Fuente: elaboración propia, utilizando AutoCAD 2014.

- Determinación de la intensidad de lluvia, utilizando valores del informe de intensidades de lluvias del Insivumeh (ver anexo 6).

$$I = \frac{A}{(B + t)^n} = \frac{820}{(2 + 5)^{0,656}} = 228.78$$

Donde:

- t = tiempo de concentración del tramo, calculado por Kirpich (min)
A, B y n son factores de ajuste determinados según el informe de lluvias de la estación meteorología que afecta al proyecto.
- Determinación del coeficiente de escorrentía

$$C = \frac{C_1 * A_1 + C_2 * A_2 + \dots + C_n * A_n}{A}$$

$$C = \frac{0,25 * 6\,699 + 0,55 * 5\,359,2 + 0,2 * 1\,339,8}{13\,398} = 0,37$$

Donde:

- C = coeficiente de escorrentía del área.
- Cn = coeficiente de escorrentía de los distintos terrenos.
- An = área correspondiente a los distintos terrenos y sus coeficientes Cn.
- A = área tributaria total en hectáreas.
- Determinación del caudal del tramo actual.

$$Q_{dis} = \frac{C * I * A}{360} = \frac{0,37 * 228,78 * 0,68}{360} = 0,15 \text{ m}^3/\text{s}$$

Donde:

- I = intensidad de lluvia (mm/hr)
- A = área tributaria en hectáreas
- C = coeficiente de escorrentía del área
- Determinación del área hidráulica

$$A = 2 * \left(\frac{1}{2}\right) * \left(\frac{1}{2}Y * Y\right) + bY$$

- Determinación del perímetro mojado

$$P = 2 * \sqrt{\left(\left(\frac{1}{2}Y\right)^2 + Y^2\right)} + b = 2,236Y + b$$

$$P = 2,236Y + b$$

- Determinación de la base igualando radio hidráulico a $Y/2$

$$\left(\frac{1}{2} * Y^2 + bY\right) / (2,236Y + b) = \frac{Y}{2}$$

$$(2 * (\frac{1}{2} * Y^2 + bY)) = Y * (2,236Y + b)$$

$$b = 1,236 Y$$

- Se despeja para el área

$$A = \left(\frac{1}{2} Y^2 + bY\right) = \frac{1}{2} Y^2 + 1,236Y * Y$$

$$A = 1,736 * Y^2$$

- Determinación de Y utilizando la ecuación de caudal de Manning

$$Q_d = A * \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

- Utilizando $n = 0,016$ (concreto revestido)
- $Q =$ caudal en m^3/s
- $A =$ área de la sección transversal del flujo en m^2

$$Q_d = 1,736 * Y^2 * \frac{1}{0,016} * \left(\frac{Y}{2}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_d = 81,375 * Y^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Y = \left(\frac{Q_d}{81,375 * S^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

- Determinación de dimensiones de la cuneta

$$Y = \left(\frac{0,15}{81,375 * 0,044^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$Y = 0,17m$$

$$b = 1,236 Y$$

$$b = 1,236 (0,17) = 0,21m$$

- Dimensiones finales de la cuneta

Para fines constructivos se utilizarán como dimensiones $Y = 0,20$ metros y base $b = 0,25$ m.

2.1.18.2. Drenajes transversales

Tienen como objetivo transportar el agua aportado por la cuenca, cruzando el eje de la carretera. El caudal de agua que se debe drenar, se determinó con el método racional.

- Diseño del drenaje transversal Est. 0+500
 - Área tributaria

Según la figura 14, se obtiene 0,68 hectáreas de área, el cual aporta el caudal al punto a analizar.

- Cálculo del caudal tributario

El caudal se determinó de igual manera que en el del drenaje longitudinal derecho calculado anteriormente, debido a que es el mismo punto de análisis, el caudal correspondiente sigue siendo 0,06 m³/s.

- Cálculo del diámetro hidráulico necesario

El diámetro hidráulico necesario para drenar el caudal de 0,06m³/s de agua en este punto, se determina mediante la siguiente expresión:

$$D = \left(\frac{Q * n * 4^{\frac{5}{3}}}{S^{\frac{1}{2}} * \pi} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

- Q = caudal a drenar en metros cúbicos por segundo
- n = coeficiente de rugosidad del material
- s = pendiente de tubería

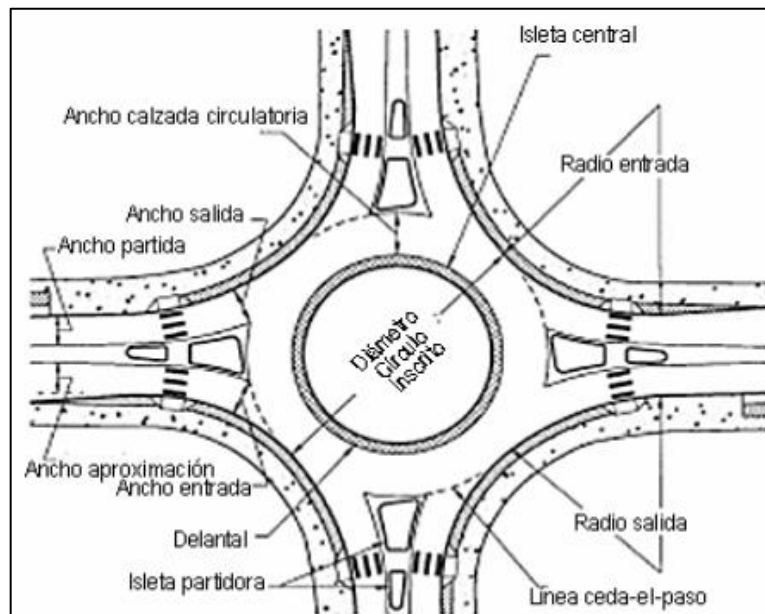
$$D = \left(\frac{0,15 * 0,013 * 4^{\frac{5}{3}}}{0,03^{\frac{1}{2}} * \pi} \right)^{\frac{3}{8}} = 0,28m \approx 10,89 \text{ pulg}$$

Se utilizará el diámetro mínimo para drenajes transversales, que es de 36 pulgadas con un área de 0,65 m², el cual se cubre el área requerida y el caudal tributario.

2.1.19. Recomendación de radios de giro para rotonda

La seguridad y la capacidad son aspectos importantes que deben estar equilibrados para el diseño geométrico de rotondas. Una rotonda bien diseñada reduce las velocidades relativas entre corrientes de tránsito conflictivas.

Figura 16. Componentes de rotonda



Fuente: Federal Highway Administration. *Rotondas modernas*. p. 131.

Muchos de los parámetros geométricos están gobernados por los requerimientos de maniobra de los vehículos más grandes que se espera utilicen la intersección.

En general, para acomodar un vehículo de diseño WB-15 equivalente a un T2-S2; el diámetro mínimo del círculo inscrito deber ser de 30 m. Esto se puede apreciar en la tabla XXII.

Para la rotonda, localizada al inicio del tramo, de carril simple, se obtiene una velocidad máxima de 25 km/h (según tabla XXI) pero se recomienda una velocidad de 20 km/h para vehículos pequeños y entre 10 y 15 km/h para transporte pesado por tener parque de juegos infantiles aledaños.

Tabla XXI. **Velocidades máximas de diseño**

Categoría Lugar	Velocidad de Diseño Máxima Recomendada
Minirotonda	25 km/h
Urbana Compacta	25 km/h
Urbana Carril Simple	35 km/h
Urbana Carril Doble	40 km/h
Rural Carril Simple	40 km/h
Rural Carril Doble	50 km/h

Fuente: Federal Highway Administration. *Rotondas modernas*. p. 133.

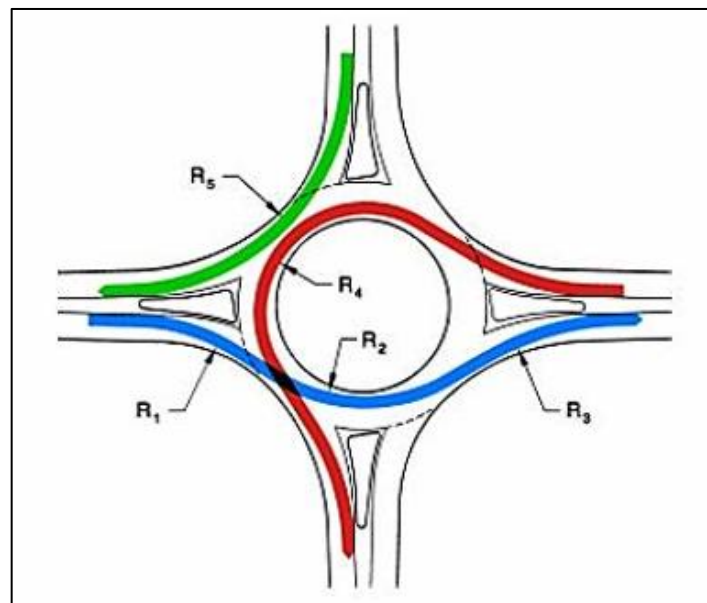
Tabla XXII. Rangos recomendados de diámetro de círculo inscrito

Categoría Lugar	Vehículo Diseño Típico	Rango Diámetro Círculo Inscrito*
Minirrotonda	Camión Unidad-Simple	13-25 m
Urbana Compacta	Camión/Bus Unidad-Simple	25-30m
Urbana Carril-Simple	WB-15	30-40m
Urbana Carril-Doble	WB-15	45-55m
Rural Carril-Simple	WB-20	35-40m
Rural Carril-Doble	WB-20	55-60m

* Supone ángulos de 90 grados entre entradas, y no más de cuatro ramales.

Fuente: Federal Highway Administration. *Rotondas modernas*. p. 146.

Figura 17. Radios de giro en rotondas



Fuente: Federal Highway Administration. *Rotondas modernas*. p. 139.

Como se puede observar en la figura 17, en una rotonda sin importar el número de brazos que posea, se deben revisar 5 radios de giro críticos:

- R1 radio de trayectoria de entrada, radio mínimo en la trayectoria más veloz antes de la entrada a la rotonda.
- R2 radio de la trayectoria de circulación, radio mínimo en la trayectoria más veloz alrededor de la isleta central.
- R3 radio de trayectoria de salida, radio mínimo en la trayectoria más veloz a la salida.
- R4 y R5 radio de trayectoria de giro a la izquierda y radio de giro a la derecha.

Los radios críticos serán calculados de acuerdo a la velocidad en los puntos de diseño, mediante la siguiente expresión:

$$R = (-3045,44)/(V - 203,66)$$

Donde:

- V = velocidad en el punto de estudio
- R = radio de giro

$$R_1 \text{ y } R_5 = \frac{-3045,44}{25 - 203,66} = 17,04m$$

$$R_2 \text{ y } R_3 \text{ y } R_4 = \frac{-3045,44}{15 - 203,66} = 16,14m$$

Para este diseño se tomó un ancho de entrada de 6 m cumpliendo con el requerimiento mínimo. Esto deja una isleta central de 14 metros, obteniendo un ancho interno de 8 m de cada lado como un para giros muy cerrados. Debido a que es una rotonda de carril simple se determinó este ancho a través de Vehicle Tracking 2014 (programa CAD) el cual crea la trayectoria de barrida del vehículo de diseño.

2.1.20. Evaluación de impacto ambiental

La siguiente tabla muestra la evaluación de impacto ambiental para el proyecto de pavimentación del tramo carretero que conduce de la colonia Marianita a la colonia El Frutal para este método la asignación de valores es subjetiva.

Tabla XXIII. Matriz de Leopold de impacto ambiental para pavimento

Contrucción de carretera pavimentada que conduce de la colonia El Frutal a la colonia Marianita		Acciones con posibles efectos					
		Desmonte y rellenos	Movimiento de tierras	Superficie de pavimento	Drenaje pluvial	Consecuencia de la acción	Magnitud de la acción
Factores ambientales	Aire	-3 2	-3 2	-3 2	-1 1	-10	7
	Ruido/vibraciones	-1 2	-2 2	-2 2	1 2	-4	8
	Gelología/geomorfología	5 6	5 6	4 6	1 1	15	19
	Desechos sólidos y líquidos	-2 1	-2 1	-1 1	-1 1	-6	4
	Olores molestos o pestilencias	0 0	0 0	1 1	0 0	1	1
	Social	1 2	2 2	6 6	1 1	10	11
	Visual	3 3	2 3	1 1	0 0	6	7
Consecuencia de la acción		3	2	6	1		
Magnitud de la acción		16	16	19	6		

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar toda obra de infraestructura, a pesar de sus beneficios para la población, provoca un impacto negativo al medio ambiente.

2.1.21. Presupuesto


Es el cálculo anticipado del coste de la obra, tomando en consideración cada uno de los aspectos y especificaciones que se establecieron en el diseño previo. Integra los costos directos (mano de obra, prestaciones, materiales de construcción y el transporte de los mismos) y los costos indirectos (supervisión técnica, costos de administración y utilidad).

2.1.21.1. Integración de precios unitarios

Se refiere al desglose de cada renglón, actividad y material necesario para realizar una determinada unidad de trabajo; toma en consideración la maquinaria, equipo, materiales y mano de obra.

En la tabla XIX se muestra un ejemplo del renglón 2.01, mientras que el contenido completo puede ser consultado en la sección de anexos.

Tabla XXIV. Ejemplo de integración de precios unitarios

Integración de precios unitarios				
Construcción de carretera de pavimento rígido	Renglón:	2,02		
Colonia El Frutal a colonia Marianita	Fecha:	29/01/2015		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Excavación no clasificada con desperdicio	47801,44	m3	Q 48,77	Q 2 331 390,86
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
retro excavadora	98,00	dia	Q 2 400,00	Q 235 200,00
camion de volteo	3983,45	viaje	Q 350,00	Q 1 394 208,67
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 81 470,43	Q 81 470,43
			Total con Iva	Q 1 710 879,10
			Total sin Iva	Q 1 527 570,63
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de material	1,00		Q -	Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
ayudante de maquinaria	98,00	jornal	Q 139,50	Q 13 671,00
				Q -
				Q -
				Q -
			Total	Q 13 671,00
Herramienta			5%	Q 683,55
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 1 541 925,18
Total costo directo			35%	Q 539 673,81
Subtotal del renglón				Q 2 081 598,99
Iva			12%	Q 249 791,88
Costo total				Q 2 331 390,86

Fuente: elaboración propia.

2.1.21.2. Resumen de presupuesto

A continuación, se presenta la tabla resumen del presupuesto del tramo carretero.

Tabla XXV. Tabla resumen

Núm.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo renglón
1,00	Trabajos preliminares				
1,01	Topografía, planimetría y altimetría	km	0,96	12 417,38	11 955,20
1,02	limpia, chapeo y destronque	Ha	0,87	72 104,41	62 490,77
					Q 74 445,97
2,00	Movimiento de tierras				
2,01	Excavación no clasificada	m³	562,28	54,23	30 493,70
2,02	Excavación no clasificada con desperdicio	m³	47801,44	48,77	2 331 390,86
2,03	Acarreo	m³-km	143404,32	8,38	1 202 198,08
Subtotal					Q 3 564 082,65
3,00	pavimento				
3,01	Conformación y reacondicionamiento de la subrasante	m²	12227,31	10,84	132 596,07
3,02	Conformación y compactación de la base de material granular (espesor = 0.15 m)	m²	1834,10	173,68	318 550,57
3,03	Pavimento rígido (concreto hidráulico de 0.18m) f'c 4000 PSI	m³	1210,39	2 122,04	2 568 507,55
3,04	Banqueta y ciclovia 0.10 m	m²	175,71	1 515,07	266 211,41
3,05	Bordillo prefabricado	ml	2088,19	78,50	163 925,85
Subtotal					Q 3 449 791,45
4,00	Drenaje				
4,01	Cuneta	ml	1925,56	253,72	488 557,17
4,02	Excavación para alcantarilla	m³	107,52	66,69	7 170,74
4,03	Tubería drenaje transversal 36"	ml	38,00	1 773,91	67 408,52
4,04	Concreto ciclópeo para caja receptora y cabezal de salida	m³	21,00	2 228,85	46 805,90
Subtotal					Q 609 942,32
					Q 7 698 262,39

Fuente: elaboración propia.

El sistema de alcantarillado sanitario tendrá una longitud de 2 300 metros, mientras que el drenaje pluvial tendrá una longitud de 1 350 metros. Ambos sistemas de drenaje fueron diseñados bajo especificaciones locales de la municipalidad y parámetros del Infom. La tubería a utilizar será PVC bajo la Norma ASTM F-949; para el sanitario se cuenta con un diámetro mínimo de 6 pulgadas; mientras que en el drenaje pluvial se inició con diámetro de 15 debido al caudal.

Debido a las altas pendientes y contrapendientes que posee el terreno natural así como la falta de pavimento en ciertas calles de la colonia. Las pendientes de la tubería fueron propuestas de tal manera que no se rebasarán las velocidades y tirantes máximos y mínimas de diseño, así como el relleno mínimo permisible sobre la tubería.

2.2.2. Período de diseño

Los sistemas de drenaje tendrán un período de diseño de 20 años para el sanitario y de 25 años para el pluvial. Esto de acuerdo con la viabilidad y factibilidad que maneja la municipalidad de Villa Nueva.

2.2.3. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico consiste en realizar todas las mediciones horizontales y verticales necesarias para una representación gráfica y compacta de una superficie terrestre.

2.2.3.1. Planimetría

Es el método y procedimiento empleado para representar una proyección horizontal de todos los datos de una superficie prescindiendo de su relieve. El equipo utilizado consta de una estación total, prismas, trompos, estacas, etc., proporcionados por la municipalidad de Villa Nueva.

2.2.3.2. Altimetría

Es el método y procedimiento empleado para representar la altura o cota a partir de un punto de referencia, representando el relieve del terreno. La estación total, previamente mencionada, utiliza un método de nivelación geométrica, en donde determina el desnivel existente entre puntos de cada estación y aquellos intermedios respecto al punto de referencia (banco de marca).

2.2.4. Parámetros de diseño

Los sistemas de drenaje sanitario y pluvial que fueron diseñados con base en estatutos indicados en la municipalidad de Villa Nueva.

2.2.4.1. Velocidad de diseño recomendadas

Las velocidades del flujo se expresan en función de una pendiente y diámetro de tubería con el fin de no ocasionar decantación de sólidos dentro de la misma. La velocidad es determinada bajo la fórmula de Manning y relaciones hidráulicas v/V , donde v es velocidad de flujo y V es velocidad a sección llena.

En el sistema de drenaje sanitario, la velocidad para tubería de cemento debe de oscilar entre 0,60 – 3,00 m/s y para tubería de PVC la velocidad en 0,60 – 4,00 m/s. El sistema de drenaje pluvial para tubería de cemento se debe de encontrar dentro del rango 0,60 – 3,00 y para tubería PVC entre 0,75 – 5,00 m/s.

El sistema de drenaje fue diseñado con tubería de PVC, la cual permite una velocidad de 0,60 – 4,00 m/s para drenaje sanitario y 0,75 – 5,00 m/s para drenaje pluvial.

2.2.4.2. Relaciones hidráulicas

La relación enmarca los resultados de cálculo obtenido con una sección parcialmente llena y una con su capacidad máxima que toma como referencia el uso de la expresión algébrica de Manning.

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

Donde:

- Q = caudal en metros cúbicos por segundo
- A = área de la sección en metros cuadrados
- R = radio hidráulico
- S = pendiente de la tubería (m/m)
- n = coeficiente de rugosidad (0,01)

En la relación de caudales (q/Q), se realiza un comparativo entre el caudal del diseño y de sección llena, en donde el caudal del diseño será menor. Así

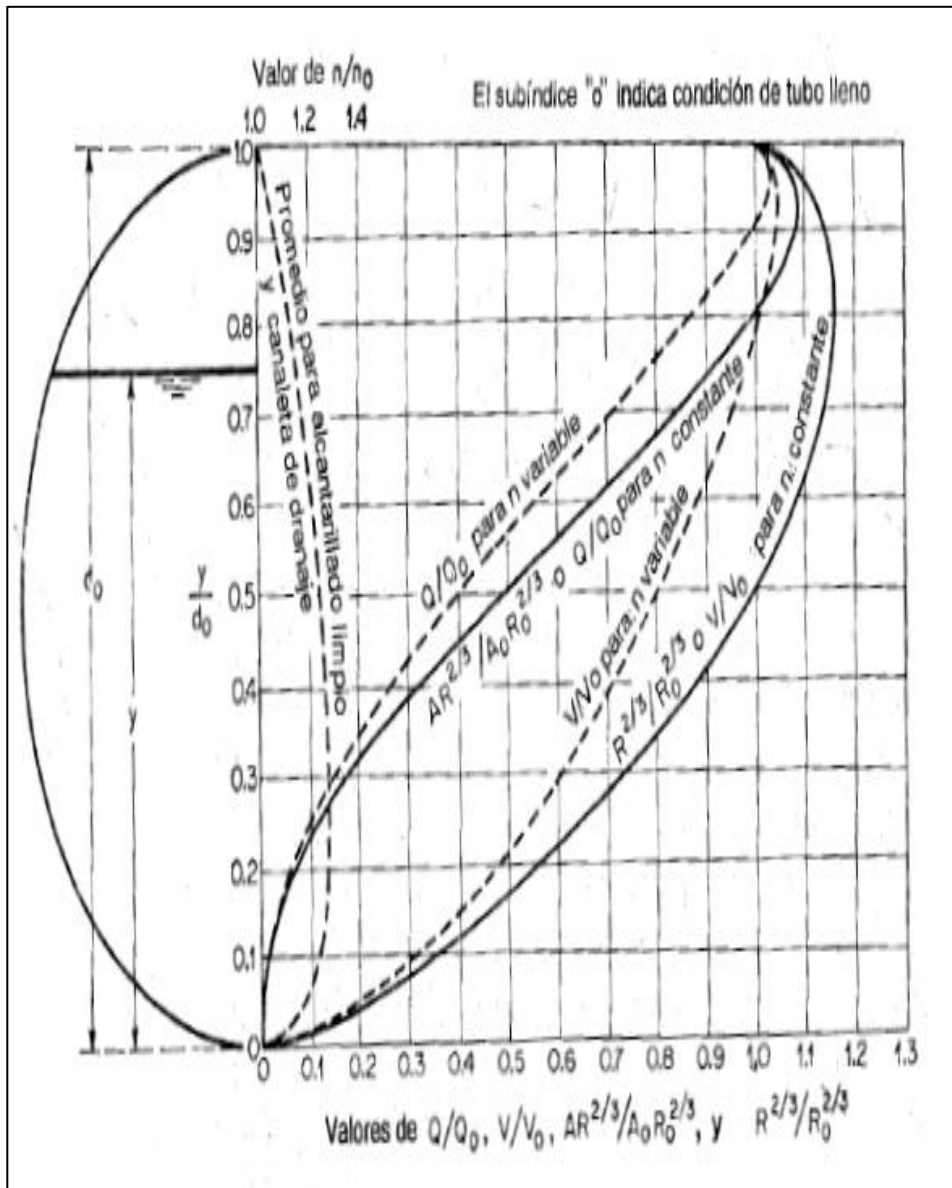
mismo, para encontrar el valor de la relación de tirantes (d/D) para posteriormente ser buscado en el eje horizontal de la curva de relación hidráulica en la sección de circulares, figura 18.

Donde se levanta una vertical hasta la curva de relación de caudal. El valor de la relación de d/D es obtenida en la curva vertical sobre el eje de las ordenadas. El tirante es el resultado de la multiplicación del valor por el diámetro de la tubería.

El valor de la relación de velocidad parcial y velocidad a sección llena (v/V) es ubicada en el punto de intersección entre la vertical y la curva de relación de caudales en donde se traza horizontal hasta interceptar la gráfica de velocidades.

En el punto nuevo se traza una vertical hacia abajo y se toma la lectura de relación de velocidades, la cual es multiplicada por la velocidad de sección parcial siempre tomando en cuenta estar dentro de los límites recomendados.

Figura 18. Curva de relaciones hidráulicas para secciones circulares



Fuente: CHOW, Ven Te. *Hidráulica de canales abiertos*. p. 133.

Tabla XXVII. Relaciones hidráulicas

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,0100	0,0017	0,0880	0,00015	0,1025	0,0540	0,4080	0,02202
0,0125	0,0237	0,1030	0,00024	0,1050	0,0558	0,4140	0,02312
0,0150	0,0031	0,1160	0,00036	0,1075	0,0578	0,4200	0,02429
0,0175	0,0039	0,1290	0,00050	0,1100	0,0599	0,4260	0,02550
0,0200	0,0048	0,1410	0,00067	0,1125	0,0619	0,4320	0,02672
0,0225	0,0057	0,1520	0,00087	0,1150	0,0639	0,4390	0,02804
0,0250	0,0067	0,1630	0,00108	0,1175	0,0659	0,4440	0,02926
0,0275	0,0077	0,1740	0,00134	0,1200	0,0680	0,4500	0,03059
0,0300	0,0087	0,1840	0,00161	0,1225	0,0701	0,4560	0,03194
0,0325	0,0099	0,1940	0,00191	0,1250	0,0721	0,4630	0,03340
0,0350	0,0110	0,2030	0,00223	0,1275	0,0743	0,4680	0,03475
0,0375	0,0122	0,2120	0,00258	0,1300	0,0764	0,4730	0,03614
0,0400	0,0134	0,2210	0,00223	0,1325	0,0786	0,4790	0,03763
0,0425	0,0147	0,2300	0,00338	0,1350	0,0807	0,4840	0,03906
0,0450	0,0160	0,2390	0,00382	0,1375	0,0829	0,4900	0,04062
0,0475	0,0173	0,2480	0,00430	0,1400	0,0851	0,4950	0,04212
0,0500	0,0187	0,2560	0,00479	0,1425	0,0873	0,5010	0,04375
0,0525	0,0201	0,2640	0,00531	0,1450	0,0895	0,5070	0,04570
0,0550	0,0215	0,2730	0,00588	0,1475	0,0913	0,5110	0,04665
0,0575	0,0230	0,2710	0,00646	0,1500	0,0941	0,5170	0,04863
0,0600	0,0245	0,2890	0,00708	0,1525	0,0964	0,5220	0,05031
0,0625	0,0260	0,2970	0,00773	0,1550	0,0986	0,5280	0,05208
0,0650	0,0276	0,3050	0,00841	0,1575	0,1010	0,5330	0,05381
0,0675	0,0292	0,3120	0,00910	0,1600	0,1033	0,5380	0,05556
0,0700	0,0308	0,3200	0,00985	0,1650	0,1080	0,5480	0,05916
0,0725	0,0323	0,3270	0,01057	0,1700	0,1136	0,5600	0,06359
0,0750	0,0341	0,3340	0,01138	0,1750	0,1175	0,5680	0,06677
0,0775	0,0358	0,3410	0,01219	0,1800	0,1224	0,5770	0,07063
0,0800	0,0375	0,3480	0,01304	0,1850	0,1273	0,5870	0,07474
0,0825	0,0392	0,3550	0,01392	0,1900	0,1323	0,6960	0,07885
0,0850	0,0410	0,3610	0,01479	0,1950	0,1373	0,6050	0,08304
0,0875	0,0428	0,3680	0,01574	0,2000	0,1424	0,6150	0,08756
0,0900	0,0446	0,3750	0,01672	0,2050	0,1475	0,6240	0,09104
0,0925	0,0464	0,3810	0,01792	0,2100	0,1527	0,6330	0,09663

Continuación de la tabla XXVII.

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0,2200	0,1631	0,6510	0,10619	0,5900	0,6140	1,0700	0,65488
0,2250	0,1684	0,6590	0,11098	0,6000	0,6265	1,0700	0,64157
0,2300	0,1436	0,6690	0,11611	0,6100	0,6389	1,0800	0,68876
0,2350	0,1791	0,6760	0,12109	0,6200	0,6513	1,0800	0,70537
0,2400	0,1846	0,6840	0,12623	0,6300	0,6636	1,0900	0,72269
0,2450	0,1900	0,6920	0,13148	0,6400	0,6759	1,0900	0,73947
0,2500	0,1955	0,7020	0,13726	0,6500	0,6877	1,1000	0,75510
0,2600	0,2066	0,7160	0,14793	0,6600	0,7005	1,1000	0,77339
0,2700	0,2178	0,7300	0,15902	0,6700	0,7122	1,1100	0,78913
0,3000	0,2523	0,7760	0,19580	0,7000	0,7477	1,1200	0,85376
0,3100	0,2640	0,7900	0,20858	0,7100	0,7596	1,1200	0,86791
0,3200	0,2459	0,8040	0,22180	0,7200	0,7708	1,1300	0,88384
0,3300	0,2879	0,8170	0,23516	0,7300	0,7822	1,1300	0,89734
0,3400	0,2998	0,8300	0,24882	0,7400	0,7934	1,1300	0,91230
0,3500	0,3123	0,8430	0,26327	0,7500	0,8045	1,1300	0,92634
0,3600	0,3241	0,8560	0,27744	0,7600	0,8154	1,1400	0,93942
0,3700	0,3364	0,8680	0,29197	0,7700	0,5262	1,1400	0,95321
0,3800	0,3483	0,8790	0,30649	0,7800	0,8369	1,3900	0,97015
0,3900	0,3611	0,8910	0,32172	0,7900	0,8510	1,1400	0,98906
0,4000	0,3435	0,9020	0,33693	0,8000	0,8676	1,1400	1,00045
0,4100	0,3860	0,9130	0,35246	0,8100	0,8778	1,1400	1,00045
0,4200	0,3986	0,9210	0,36709	0,8200	0,8776	1,1400	1,00965
0,4400	0,4238	0,9430	0,39963	0,8400	0,8967	1,1400	1,03100
0,4500	0,4365	0,9550	0,41681	0,8500	0,9059	1,1400	1,04740
0,4600	0,4491	0,9640	0,43296	0,8600	0,9149	1,1400	1,04740
0,4800	0,4745	0,9830	0,46647	0,8800	0,9320	1,1300	1,06030
0,4900	0,4874	0,9910	0,48303	0,8900	0,9401	1,1300	1,06550
0,5000	0,5000	1,0000	0,50000	0,9000	0,9480	1,1200	1,07010
0,5100	0,5126	1,0090	0,51719	0,9100	0,9554	1,1200	1,07420
0,5200	0,5255	1,0160	0,53870	0,9200	0,9625	1,1200	1,07490
0,5300	0,5382	1,0230	0,55060	0,9300	0,9692	1,1100	1,07410
0,5400	0,5509	1,0290	0,56685	0,9400	0,9755	1,1000	1,07935
0,5500	0,5636	1,0330	0,58215	0,9500	0,9813	1,0900	1,07140

Fuente: Infom. *Relaciones hidráulicas*. p. 26.

2.2.4.3. Pendientes

Se considera que la pendiente utilizada para el diseño sea la misma del terreno, desde un enfoque financiero; esto evitará costos elevados en la excavación, una vez mantenga las relaciones hidráulicas y velocidades permitidas.

Se sugiere utilizar una pendiente mínima del 2 %, dentro de las conexiones domiciliarias, lo que asegura un arrastre de las excretas. Las áreas en donde la pendiente del terreno sea escasa, se considera acumular la mayor cantidad de caudales ya que se generará una mayor velocidad.

2.2.4.4. Diámetros mínimos

Fue establecido por el *Reglamento municipal de construcción* de la Municipalidad de Villa Nueva, que indica que se debe de utilizar en los sistemas de drenaje sanitario un diámetro mínimo de 8", cuando se es utilizada tubería de cemento y 6" cuando sea de PVC y para sistemas de drenaje pluvial un mínimo de 10", cuando la tubería sea de cemento y de 8" para tubería de PVC.

En las conexiones domiciliarias el diámetro con tubería de cemento es de 6" y 4" para tubería de PVC.

2.2.4.5. Selección de tubería

La tubería seleccionada para el diseño del proyecto es de policloruro de vinilo, también conocido como PVC, debido a la práctica instalación y manejo; además, el material brinda flexibilidad, resistencia, menor rugosidad y mayor resistencia a la abrasión.

2.2.4.6. Profundidades mínimas de la tubería

Se encuentra en función a los factores que será sometida la tubería, debido a las características del suelo, cama de asiento, cargas de relleno, cargas vehiculares, ubicación y trazo del terreno.

Se ha determinado que la profundidad segura para la tubería suele ser de 1,20 m por debajo del terreno natural hasta la parte superior de la tubería, para tramos en donde el tráfico vehicular es pesado y constante. Para tramos de áreas residenciales es aceptada una profundidad de 1,0 m.

2.2.5. Pozos de visita

Son parte de las obras del alcantarillado con el propósito de ser medio de inspección y limpieza. Las normas para construcción de alcantarillados, recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En tramos iniciales.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- En el cambio de diámetros de tubería y pendiente.
- En cambios de dirección horizontal para diámetros menores de 24”.
- En las intersecciones de 2 o más tuberías.
- A distancias no mayores de 150 metros en línea recta en diámetro hasta de 24”.
- A distancias no mayores de 200 metros en diámetros superiores a 24”.

2.2.5.1. Diámetro interno de los pozos

Los diámetros de los pozos de visita se encuentran en función del diámetro de la tubería que llega a estos.

Tabla XXVIII. Diámetros internos de pozo según diámetro de tubería

Diámetro de tubería (Plg)	Diámetro de pozo (m)
10"	1,25
12"	1,25
14"	1,25
16"	1,25
18"	1,25
20"	1,25
22"	1,50
24"	1,50
26"	1,50
28"	1,50
30"	1,75
36"	1,75
40"	2,00
42"	2,00
48"	2,00
52"	2,00
60"	2,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIX. **Pozos de visita en función de su altura**

Altura de pozo (m)		Ø pozo (m)	Clasificación estructural
a			
0	4	1,25	Sin refuerzo
4	6	1,25	Con refuerzo
0	4	1,50	Sin refuerzo
4	6	1,50	Con refuerzo
0	4	1,75	Sin refuerzo
4	6	1,75	Con refuerzo
0	6	2,00	Con refuerzo
0	6	2,00	Con refuerzo

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva. <http://www.villanueva.gob.gt/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

- Clasificación estructural de pozos de visita

Los pozos de visita estructuralmente serán construidos en función de la altura del pozo.

Tabla XXX. **Clasificación estructural de pozos de visita**

Altura del pozo (m)	Clasificación estructural
$0 \leq 4$	Sin refuerzo
$4 < x \leq 6$	Con refuerzo
$x < 6$	Fundidos

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva. <http://www.villanueva.gob.gt/>. Consulta: 11 de octubre de 2017.

2.2.5.2. Cotas invert

Las cotas invert de entrada y salida de tuberías en los pozos de visita deben ser consideradas al momento de efectuar el diseño de drenaje sanitario y pluvial, según los siguientes casos:

- Caso 1

Cuando una tubería entra en un pozo de visita y sale otra del mismo diámetro, la cota invert deberá encontrarse a 3 cm por debajo de la cota invert de entrada.

$$\varnothing A = \varnothing B$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + 0,03$$

- Caso 2

Cuando una tubería de un diámetro entra en un pozo de visita y sale otra de diferente diámetro; la cota invert de salida deberá estar por debajo de la cota invert de entrada igual a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada y salida.

$$\varnothing A < \varnothing B$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + (\varnothing A - \varnothing B)$$

- Caso 3

Cuando la tubería es del mismo diámetro a las que ingresan a un pozo de visita, la cota invert de salida mínima estará a 3 cm por debajo de la cota más baja. La tubería de salida será de diferente diámetro a las que ingresan a él y se tomará el valor menor.

$$\phi A = \phi B = \phi C = \phi D$$

$$C \text{ invert de salida} = C \text{ invert de entrada} + 0,03$$

2.2.5.3. Disipadores de energía en pozos de visita

Son estructuras que conducen el agua de un determinado nivel hasta otro que es inferior a este, que causa una disipación de energía efectiva antes de la entrega final para evitar la erosión que esta podría ocasionar al impactar la estructura.

El objetivo principal de un disipador es la reducción de energía cinética de un flujo, así evitará los riesgos de socavación de una estructura.

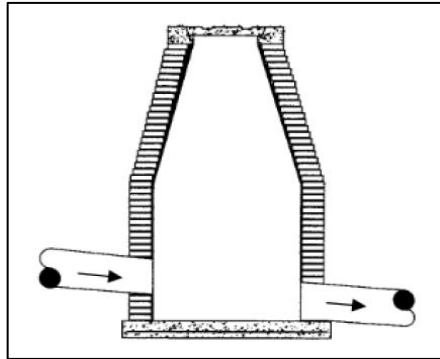
Se detallan los siguientes casos de disipadores de energía en sistemas de drenaje sanitario y pluvial.

- Caso 1

La diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con cota invert de salida de otra tubería oscile entre 0,03 y 0,25 m, no se deberá de colocar disipador.

$$0,03 \text{ m} \leq x \leq 0,25 \text{ m}$$

Figura 19. **Pozo sin artefacto disipador**



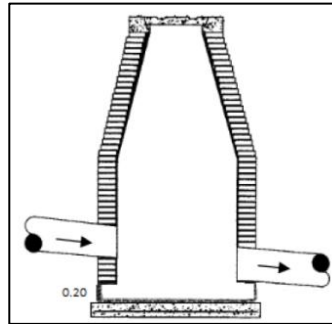
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, Cámaras de inspección.* p. 50.

- Caso 2

La diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con cota invert de salida de otra tubería oscile en 0,26 a 0,75 m. Se debe de dejar un colchón de agua, el cual consiste en dejar 20 cm a partir de la parte inferior de la tubería de salida.

$$0,26 \text{ m} \leq x \leq 0,75 \text{ m}$$

Figura 20. **Colchón de agua**



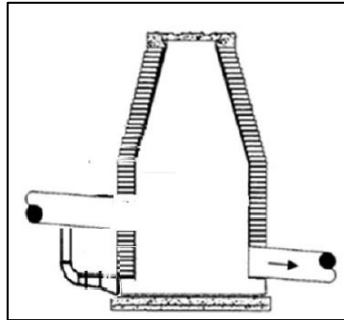
Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, cámaras de inspección.* p. 50.

- **Caso 3**

La diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería este entre 0,76 a 2 metros, se debe colocar un codo disipador a 45° en función del diámetro de la tubería y la pendiente de la tubería. Este tipo de disipador regularmente solo se coloca para drenaje sanitario.

$$0,76 \text{ m} \leq x \leq 2,00 \text{ m}$$

Figura 21. **Codo dissipador**



Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, cámaras de inspección.* p. 50.

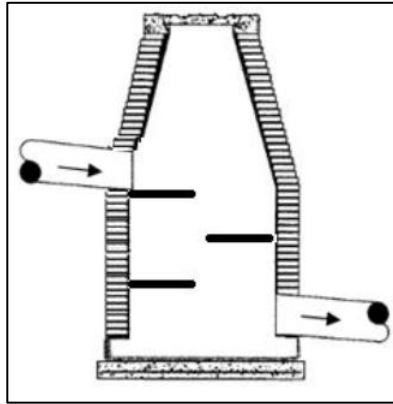
- Caso 4

La diferencia de altura entre cota invert de entrada de una tubería con la cota invert de salida de otra tubería esté 2 a 6 metros, se deben colocar bandejas cuadradas, están separadas en función del caudal de entrada.

Regularmente, este tipo de disipación solo se utiliza para drenaje pluvial, eso debido al arrastre de sólidos.

$$2,01m \leq x \leq 6,00 m$$

Figura 22. **Bandejas disipadoras**



Fuente: PAREDES, Carolina. *Reglamento técnico de diseño para sistemas de alcantarillado, cámaras de inspección*. p. 50.

2.2.5.4. Tragantes

Los tragantes serán diseñados para ser localizados en los siguientes puntos:

- En las partes bajas, al final de cada cuadra a 3,00 metros antes de la esquina.
- En puntos intermedios de las cuadras cuando el caudal acumulado provoque un tirante de agua superior a 0,10 metros.
- En las calles que cuenten con pavimento o hallan recibido o vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie.

2.2.5.5. Desfogue

En los puntos de desfogue para efectuar la localización se deberá elegir las partes más bajas del sistema, llevando a encauzarlo hacia un cuerpo de agua en movimiento.

En el sistema de drenaje sanitario se optó por llevar el caudal hacia una planta de tratamiento luego para conectarse con tubería municipal existente.

2.2.5.6. Propuesta de tratamiento

La propuesta para el tratamiento de las aguas servidas, será a través de empresas privadas dedicadas a la venta y diseño de plantas de tratamiento en las cuales se ofrece sistemas de aireación para lodos activados para un óptimo resultado.

Se recomienda buscar la eficiencia en los resultados de un ochenta y cinco por ciento en cuanto a la remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica en aguas de desecho. El terreno ya se encuentra previamente establecido, considerándose desde el principio del diseño, con lo que se tomó la cota más baja de la superficie, continua a las plantas de tratamiento así luego a la tubería municipal para eficientes descargas.

Para este diseño, la municipalidad de Villa Nueva desde el comienzo del diseño, tenía previamente planificado la construcción de una planta de tratamiento, debido a que ya se cuenta con un terreno para su construcción.

3. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO

3.1. Parámetros de diseño del sistema

A continuación, se presentan los factores utilizados en el diseño del drenaje sanitario.

3.1.1. Estudio de la población

El sistema de drenaje se debe diseñar para trabajar hidráulicamente bien, desde que se encuentra en funcionamiento hasta el final del período de diseño. Por ende, es necesario conocer el tamaño de población a servir, al inicio y al final de su periodo de vida. Para lo cual se deben tomar en cuenta los censos antes realizados para promediar el cálculo de la población requerida.

3.1.2. Población futura

Para determinar el cálculo de población, existen varios métodos; sin embargo, el más utilizado es el método geométrico por tasa nacional tomando en cuenta que es el que brinda un dato más aproximado a la realidad cuantitativa de la población.

- Método geométrico

$$Pf = Pa \times (1 + R)^T$$

Donde:

- Pf = población futura

- Pa = población actual
- R = razón de incremento geométrica
- T = período de diseño

3.1.3. Factor de retorno

Es el porcentaje de agua, que después de ser usada, vuelve al drenaje; este porcentaje puede estar dentro de:

$$0,70 \leq FDR \leq 0,85$$

Para el caudal domiciliar en este caso la municipalidad de Villa Nueva determinó que se utilizará un FDR de 0,85 para el diseño.

3.1.4. Determinación del caudal sanitario

Está conformado por las aguas residuales domésticas, industriales y comerciales. Adicionalmente, se debe considerar aquellas producidas por infiltración y por conexiones erradas o ilícitas.

3.1.4.1. Caudal doméstico

Es el agua que ha sido utilizada por los habitantes en actividades diarias domiciliarias.

Se estima el número proyectado de habitantes, el factor de retorno y la dotación de agua potable debido a que es desechada y conducida a la red de alcantarillado.

En este caso, se estima una dotación de 150 l/hab/día pues poseen una constante distribución de agua potable en el sector y sus actividades rutinarias son promedio.

3.1.4.2. Caudal comercial e industrial

Es el agua desechada proveniente de los comercios, restaurantes, hoteles etc. La dotación comercial dependerá del tipo de establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 600 a 3 000 l/comercio/día.

$$Q_{dom} = \frac{\# \text{ comercios } \times \text{ dot}}{86,400}$$

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licores, alimentos, etc. La dotación dependerá del tipo de industria, pero puede estimarse entre 1 000 a 1 800 l/industria/día.

$$\emptyset \text{ Ind} = \frac{\# \text{ ind } \times \text{ dot}}{86,400}$$

Para este proyecto no se tomó en cuenta el caudal industrial ya que no existen industrias en la zona.

3.1.4.3. Caudal de infiltración

El Infom establece que al efectuar la estimación del caudal de infiltración que ingresa a las alcantarillas debe tomarse en cuenta la profundidad de nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad y el tipo de tuberías. Los caudales por cada kilómetro de tubería que contribuya a los tramos se

estimarán calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar en litros por segundo. Para el diseño del alcantarillado, las tuberías serán de PVC y quedarán sobre el nivel freático.

$$Q_{inf} = 0,010 \times \text{diámetro pulg}$$

Tabla XXXI. **Factor de infiltración**

Tubería	Q _{in} (L/s)
Cemento	0.025* diámetro en plg
PVC	0.010* diámetro en plg

Fuente: Infom. *Factores de infiltración para tubería PVC*. p. 10.

3.1.4.4. Caudal de conexiones ilícitas

Es el caudal ilegal por aguas de lluvia que se conecta en patios o bajadas de techos por error; existen métodos de los cuales se pueden mencionar:

- Según el capítulo 2 del Infom
 - $Q_{ci} = 0,10 * Q_{dom}$
- Método racional
 - $Q_{ci} = CIA / 360$
- Municipalidad de Guatemala
 - $Q_{ci} = (100 \text{ l/h/día} * \text{Núm. de hab}) / 86\ 400$

- Textos y otras publicaciones
 - $Q_{ci} = (150 \text{ l/h/día} * \text{Núm. de hab}) / 86\ 400$

Para este caso para el diseño del drenaje sanitario se utilizó el parámetro de diseño del Infom.

$$Q_{ci} = 0,10 * Q_{dom}$$

3.1.4.5. Cálculo del caudal sanitario

Es la sumatoria del caudal domiciliar, caudal comercial, caudal industrial, caudal de conexiones ilícitas y caudal de infiltración. Se utiliza para determinar el factor de caudal medio.

$$Q_s = \sum Q_d + Q_c + Q_i + Q_{inf} + Q_{ci}$$

3.1.5. Determinación del caudal de diseño

También, se le conoce como caudal máximo, es el caudal total con el cual se diseñará el alcantarillado sanitario. Este parámetro define las velocidades, tirantes, diámetros de tubería y los demás elementos que conforman el sistema.

3.1.5.1. Factor de caudal medio

Está en función del caudal sanitario y del número de habitantes, además, resulta constante para el todo el sistema. Este parámetro regula el suministro de caudal en la tubería; se toma como el caudal que aporta un habitante entre la población total.

$$fqm = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{Pf}$$

Donde:

- Fqm = factor de caudal medio
- Qsanitario = caudal sanitario
- Pf = población futura

Sin embargo, el factor de caudal medio maneja valores mínimos y máximos; naturalmente, si su cálculo particular diera un valor fuera de su rango, se deberá emplear el máximo o mínimo según sea el caso.

$$0,002 \leq fqm \leq 0,005$$

3.1.5.2. Factor de Harmond

También conocido como factor de flujo instantáneo, es un factor de seguridad en función del número de habitantes a servir en cada tramo, que actúa en horas pico del sistema de drenaje.

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

- FH = factor de Harmond
- P = número de habitantes futuro/1 000

3.1.5.3. Cálculo del caudal de diseño

Para el cálculo del caudal que transportará la red de alcantarillado sanitario se utilizan los valores descritos en la siguiente fórmula:

$$Q_{dis} = \# Hab \times FH \times f_{qm}$$

Donde:

- Q_{dis} = caudal de diseño, litros por segundo
- #Hab = número de habitantes
- FH = factor de Harmond
- f_{qm} = factor de caudal medio

3.1.6. Conexiones domiciliarias

El objetivo primordial es captar y descargar hacia la línea de conducción las aguas servidas de las viviendas. Posee dos elementos principales

- Candela: es un elemento circular, generalmente un tubo de concreto de 12" de diámetro, con una profundidad mínima de 1 metro.
- Acometida: es la tubería que conecta la candela con el colector principal, posee un diámetro mínimo de 4", una pendiente mínima del 2 % y máxima de 6 %, a 45° debajo de la horizontal.

3.1.7. Desarrollo para el cálculo de un tramo de drenaje sanitario

Se diseñará un tramo el cual ejemplifiqué como se realizó el cálculo del sistema de drenaje sanitario. Este tramo pertenece al colector principal y va del PV64 a PV65.

- Cálculo del tramo del PV64-PV65
 - Cota inicial (CI) = 103,10 m
 - Cota final (CF) = 97,49 m
 - Distancia horizontal (DH) = 51,43 m
- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S \% = \frac{(CI - CF)}{D.H} \times 100 = \frac{(103,10 - 97,49)}{51,43} \times 100 = 10,91 \%$$

- Habitantes

$$Num. Hab_{actual} = 13 \text{ casas} \times 7 \text{ integrantes por casas} = 91 \text{ habitantes}$$

$$Num. Hab_{futuro} = 91 \times (1 + 0,0224)^{20} = 142 \text{ habitantes}$$

- Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{Dot \times Pf \times FR}{86\,400} = \frac{150 \times 142 \times 0,85}{86\,400} = 0,21 \text{ l/s}$$

- Caudal conexiones ilícitas

$$Q_{ilicito} = 0,1 \times Q_{dom} = 0,1 \times 0,21 = 0,02 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración (por arriba del manto freático)

$$Q_{inf} = 0,01 \times \Phi_{tub} = 0,01 \times 6 = 0,06 \text{ l/s}$$

- Caudal sanitario

$$Q_{sanitario} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ilicito}$$

$$Q_{sanitario} = 0,21 + 0,02 + 0,06 = 0,29 \text{ l/s}$$

- Factor de Harmond

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} = \frac{18 + \sqrt{142/1\ 000}}{4 + \sqrt{142/1\ 000}} = 4,20$$

- Factor de caudal medio

$$f_{qm} = \frac{Q_{sanitario}}{Pf} = \frac{0,29}{142} = 0,0017 \leq 0,002$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = Num.Hab \times FH \times f_{qm} = 142 \times 4,20 \times 0,002 = 1,19 \text{ l/s}$$

Después de haber calculados los caudales, se chequean los parámetros de caudal, velocidad y tirante verificando que cumplan con los requerimientos del sistema. Considerando que el tramo 64 – 65 posee tubería de 6" y una pendiente propuesta de 3 %; para la relación de caudales se tiene que:

$$V_{seccion\ llena} = \frac{0,03429 \times 6^{2/3} \times 0,03^{1/2}}{0,01} = 1,96 \text{ m/s}$$

$$Q = A \times V = \frac{\pi}{4} \times (6 * 0,0254)^2 \times 1,96 = 0,0357 \frac{m^3}{s} = 35,77 \text{ l/s}$$

Entonces

$$q/Q = 1,19/35,77 = 0,033$$

Haciendo uso de las relaciones hidráulicas respecto al resultado anterior:

$$v/V = 0,46$$

$$V_{diseno} = \frac{v}{V} \times V_{seccion\ llena} = 0,46 \times 1,96 = 0,90 \text{ m/s} \geq 0,60 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0,12 \geq 0,10$$

La velocidad de diseño se encuentra en el rango permitido para drenaje sanitario y su tirante hidráulico se mantiene entre los valores 0,10 y 0,75 permitidos.

- Cotas invert
 - Cota invert de salida del PV64
 - $CIS = 103,10 - 5,20 = 97,90$ m
 - Cota invert de entrada al PV65
 - $CIE = 97,90 - (51,43 \times 3 \%) / 100 = 96,36$ m

- Profundidad del pozo de visita
 - PV64
 - Cota invert de salida = 97,90 m
 - Cota de terreno inicial = 103,10 m
 - Altura de pozo= $103,10 - 97,90 = 5,20$ m

 - PV65
 - Cota invert de salida = 96,29 m
 - Cota de terreno inicial = 97,49 m
 - Altura de pozo= $97,49 - 96,36 - 0,07 = 1,20$ m

- Excavación de tubería

$$Ex = \left(\frac{CIS - CIE}{2} \right) \times \text{ancho de zanja} \times Dh$$

$$Ex = \left(\frac{5,80m - 1,20m}{2} \right) \times 0,60m \times 51,43m$$

$$Ex = 135,05 \text{ m}^3$$

3.1.8. Elaboración de planos

Los planos se muestran en el apéndice, los cuales fueron realizados con ayuda del software Civil 3D 2014, y se desglosan de la siguiente manera:

- Planta general del drenaje sanitario
- Planta-perfil del drenaje sanitario
- Detalle de conexiones domiciliarias
- Detalle de pozos de visita

3.1.9. Presupuesto

A continuación, se presenta el resumen del presupuesto del drenaje sanitario para la colonia Marianita, zona 5, Villa Nueva.

Tabla XXXII. Resumen de presupuesto drenaje sanitario



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Guatemala, C.A.

PRESUPUESTO DE CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO

IDENTIFICACIÓN PROYECTO:	Drenaje sanitario					
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:	Colonia Marianita zona 6					
NOMBRE DE SOLICITANTE:	Municipalidad de Villa Nueva					
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	13956,54	ANCHO (m)	6,00	LARGO (ml)	2326,09	FECHA PROYECTO: abr-18

Núm.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo renglón
1,00	Trabajos preliminares				
1.01	Replanteo topográfico	ml	2 326,09	Q 5,49	Q 12 763,97
Subtotal					Q 12 763,97
2,00	Línea de conducción				
2.01	Tubería PVC Ø6" norma F-949 menor a 4 metros	ml	2 326,09	Q 627,76	Q 1 460 223,89
Subtotal					Q 1 460 223,89
Obras complementarias					
3,00	Pozos de visita				
3.01	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0,23x0,11x0,05m + brocal, diámetro interno de 1,50m Profundidad (1,20-4) m, sin refuerzo.	Unidad	55,00	Q 9 684,35	Q 532 639,25
3.02	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0,23x0,11x0,05m + brocal, diámetro interno de 1,50m Profundidad (4,01-6,00) m, con refuerzo.	Unidad	12,00	Q 19 720,50	Q 236 646,00
Subtotal					Q 769 285,25
4,00	Candelas				
4.01	Construcción de candelas para drenaje sanitario, diámetro de 12" Profundidad (1,15m).+ pozos de concreto de 12"	unidad	288,00	Q 654,75	Q 188 568,00
Subtotal					Q 188 568,00
Subtotal					Q 2 430 841,11
Costo total estimado					Q 2 430 841,11

Fuente: elaboración propia.

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL

4.1. Análisis hidrológico de la cuenca

Una cuenca hidrológica se define como el área limitada topográficamente, y por el parteaguas donde escurre el agua que se precipita y que es descargado en su punto más bajo. El límite topográfico es la divisoria de aguas, la cual se define como la línea que separa las precipitaciones que caen sobre las cuencas vecinas y que encaminan la escorrentía resultante para otro sistema.

Un estudio de cuencas está orientado a determinar sus características hídricas y geomorfológicas respecto a su aporte y el comportamiento hidrológico. Este estudio permite la determinación más apropiada de los caudales máximos que provocarán las lluvias, la permeabilidad de los suelos y las áreas tributarias para la realización de obras hidráulicas.

4.2. Método racional

Es un modelo empírico simple empleado en el diseño de drenajes urbanos con áreas relativamente pequeñas. Este método calcula el caudal pico de aguas precipitadas utilizando la intensidad media de lluvia, con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de impermeabilidad o escorrentía.

4.2.1. Tiempo de concentración

Es el tiempo en minutos que toma para alcanzar el caudal máximo a la salida de la cuenta desde el punto más alto.

Según la tabla contenida en el *Reglamento para diseño y construcción de drenajes*, publicado por el Colegio de Ingenieros, el tiempo de entrada en tramos iniciales se encuentra en función de la pendiente del tramo y de la impermeabilidad del suelo; mientras que, en tramos consecutivos, el tiempo de concentración se estima con la siguiente fórmula:

$$T_c = T_{n-1} + \frac{L}{60 \times V_{n-1}}$$

Donde:

- T_c = tiempo de concentración hasta el tramo considerado
- T_{n-1} = tiempo de concentración hasta el tramo anterior
- L = longitud del tramo anterior
- V_{n-1} = velocidad a sección llena en el tramo anterior

Tabla XXXIII. **Tiempos de entrada en tramos iniciales**

		Tiempo de entrada en minutos								
		20	19	18	17	16	15	14	13	12
Pendiente	>1 %	20	19	18	17	16	15	14	13	12
	1	19	18	17	16	15	14	13	12	11
	2 %	18	17	16	15	14	13	12	11	10
	3 %	17	16	15	14	13	12	11	10	9
	4 %	16	15	14	13	12	11	10	9	8
	5 %	15	14	13	12	11	10	9	8	7
	6 %	14,5	13,5	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5
	7 %	14	13	12	11	10	9	8	7	6
	8 %	13,5	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5
	9 %	13	12	11	10	9	8	7	6	5
	10 %	12,5	11,5	10,5	9,5	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5
<10 %	12	11	10	9	8	7	6	5	4	
		10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %
		Impermeabilidad								

Fuente: Colegio de Ingenieros. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes*. p. 13.

4.2.2. Coeficiente de escorrentía

Se encuentra en función del tipo del suelo del tramo, del grado de permeabilidad de la zona y aquellos con otros factores que determinan la parte de precipitación que se convierte en escorrentía, puesto que el agua de lluvia que cae sufre de evaporación o se infiltra.

Este factor mide el porcentaje del volumen precipitado que circula sobre la superficie. Se calcula con la siguiente expresión:

$$C = \frac{\sum(c \times a)}{\sum a}$$

Donde:

- C_n = coeficiente de escorrentía de un área específica
- A_n = área específica

Se deben tomar en consideración las distintas áreas, como calles, construcciones y áreas verdes, en forma individual, ya que presentan diferentes superficies, por ende, diferente coeficiente de escorrentía.

Tabla XXXIV. **Coeficientes de escorrentía para ser usado en el método racional**

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional							
	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0,73	0,7	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50 % del área)							
Plano, 0-2 % pobre	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2-7 % pobre	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente, superior a 7 % pobre	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							
Plano, 0-2 % promedio	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2-7 % promedio	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente, superior a 7 % promedio	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto del 50 al 75 % del área)							

Continuación de la tabla XXXIV.

Plano, 0-2 % buena	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2-7 % buena	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente, superior a 7 % buena	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Áreas no desarrolladas							
Áreas de cultivo							
Plano, 0-2 % cultivo	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Promedio, 2-7 % cultivo	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente, superior a 7 % cultivo	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Plano, 0-2 % pastizales	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2-7 % pastizales	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente, superior a 7 % pastizales	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Plano, 0-2 % bosque	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio, 2-7 % bosque	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente, superior a 7 % bosque	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

Fuente: CHOW, Ven Te. *Hidrología aplicada*. p. 511.

4.2.3. Intensidad de lluvia

Es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo, suponiendo que el agua permanece en el sitio donde cayó. La forma en que se mide es en milímetros por hora.

La intensidad de lluvia se determina a través de registros pluviográficos elaborados por el Departamento de Hidrología del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), con base en estaciones pluviométricas ubicadas en inmediaciones de la cabecera departamental.

La probabilidad de ocurrencia se tomará en 25 años, dada la fórmula proporcionada por el Insivumeh para el departamento de Guatemala:

$$I = \frac{A}{(t + B)^n}$$

Donde:

- I = intensidad de lluvia en milímetros por hora
- t = tiempo de concentración en minutos
- A, n y B= cte. en función del período de retorno

Tabla XXXV. **Constantes A,B, n**

	2	5	10	20	25	30	50	100
A	1970	7997	1345	720	820	815	900	890
B	15	30	9	2	2	2	2	2
n	0,958	1,161	0,791	0,637	0,656	0,65	0,66	0,647

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Cuencas y estaciones de Guatemala**

Num	Nombre estación	Cuenta	Depto.	Municipio
1	Cobán	Cahabón	Alta Verapaz	Cobán
2	San Jerónimo	Salinas	Baja Verapaz	San Jerónimo
3	Alameda	Motagua	Chimaltenango	Chimaltenango
4	Esquipulas	Olopa	Chiquimula	Esquipulas
5	Sabana Grande	Achiguate	Escuintla	Escuintla
6	Puerto San Jose	María Linda	Escuintla	San José
7	Camantulul	Coyolate	Escuintla	Sta. Lucía Cotz.
8	Insivumeh	María Linda	Guatemala	Guatemala
9	Huehuetenango	Selegua	Huehutenango	Huehuetenango
10	Puerto Barrios	Motagua	Izabal	Puerto Barrios
11	Potrero Carillo	Motagua	Jalapa	Jalapa
12	La Ceibita	Ostua-Guija	Jalapa	Monjas
13	Asunción Mita	Ostua-Guija	Jutiapa	Asunción Mita
14	Montufar	Paz	Jutiapa	Moyuta
15	Flores	S. Pedro	Petén	Flores
16	El Porvenir	Pasión	Petén	Sayaxche
17	Morazan	Motagua	El Progreso	Morazán
18	Labor Ovalle	Samalá	Quetzaltenango	Olintepeque
19	Retalhuleu	Ocosito	Retalhuleu	Retalhuleu
20	Los Esclavos	Los Esclavos	Santa Rosa	Cuilapa
21	Santiago Atitlán	Atitlán	Sololá	Santiago Atitlán
22	La Fregua	Grande de Zacapa	Zacapa	Estanzuela
23	La Unión	Motagua	Zacapa	La Unión

Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Cálculo del caudal de diseño

Existen dos métodos para el cálculo del caudal de diseño: empírico y racional. En el presente estudio se utiliza el método racional, que asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía. Durante un período de precipitación máxima, debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita, la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado.

Este método está representado por la siguiente fórmula:

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

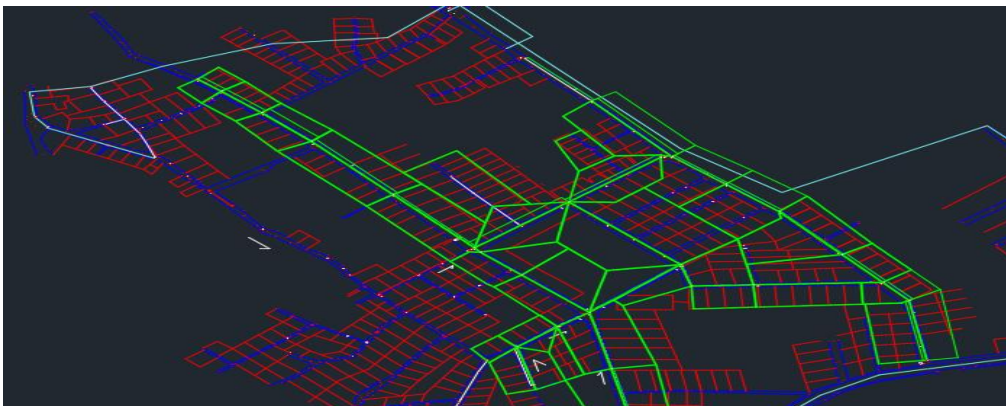
Donde:

- Q = caudal metros cúbicos por segundo
- C = coeficiente de escorrentía
- I = intensidad de lluvia en milímetros por hora
- A = área en hectáreas

4.3. Desarrollo para el cálculo de un tramo de drenaje pluvial

Se diseñará un tramo el cual ejemplifiqué como se realizó el cálculo del sistema de drenaje pluvial. A continuación, se muestran las áreas tributarias.

Figura 23. **Áreas tributarias**



Fuente: elaboración propia, utilizando Civil 3D.

- Este tramo va del PV25 a PVC26.
 - Cálculo del tramo PV25 a PV26
 - Cota inicial (CI) = 92,98 m
 - Cota final (CF) = 91,84m
 - Distancia horizontal (DH) = 23,81m

- Cálculo de la pendiente del terreno

$$S\% = \left(\frac{CI - CF}{D.H} \right) * 100 = \frac{(92,98 - 91,84)}{23,81} * 100 = 4,79 \%$$

- Cálculo de área tributaria

El área tributaria se determinó según la topografía del terreno y se utilizó la herramienta de civil 3D para atributar las áreas a utilizar en el diseño.

- Área tributaria = 0,073 Ha
 - Área tributaria acumulada = 0,33 Ha
- Tiempo de concentración
 - Tiempo de concentración de tramo anterior = 13,38 min
 - Longitud del tramo anterior = 31,94 m
 - Velocidad del tramo anterior = 2,37 m/s

$$T2 = T1 + \frac{L}{60V}$$

$$T2 = 13,38 + \frac{31,94}{60 * 2,37}$$

$$T2 = 13,55 \text{ min}$$

- Intensidad de lluvia

Por medio de la tabla XXXIV, se obtuvieron los valores de A, B y n, los cuales se tomaron de la estación meteorológica del Insivumeh.

- Tiempo de concentración = 13,55 min
- A = 820
- B = 2
- n= 0,656

$$I = \frac{A}{(t + B)^n}$$

$$I = \frac{820}{(13,55 + 2)^{0,656}}$$

$$I = 147,15 \text{ mm/hr}$$

- Coeficiente de escorrentía

Por medio de la tabla XXXIII se determinaron los coeficientes C en función de la superficie y el tipo de superficie.

Dado que se planifica a futuro, se determinó que el tipo de superficie prevaeciente es de concreto, obteniendo el coeficiente C = 0,75.

- Caudal de diseño
 - Coeficiente de escorrentía = 0,75
 - Área tributaria acumulada = 0,33 Ha
 - Intensidad de lluvia = 147,15 mm/hr

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

$$Q = \frac{0,75 \times 147,15 \times 0,33}{360}$$

$$Q = 101,45 \frac{l}{s}$$

- Diseño hidráulico
 - Diámetro de tubería 15"
 - Pendiente de tubería propuesta = 6,1 %
- Velocidad a sección llena

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) \times D^{\frac{2}{3}} \times s^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \left(\frac{0,03429}{0,01} \right) \times 0,1140^{\frac{2}{3}} \times 0,61^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 5,15 \frac{m}{s}$$

- Capacidad a sección llena

$$A = \frac{\pi x D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi x (15 \times 0,025)^2}{4}$$

$$A = 0,11 \text{ m}^2$$

- Determinación de caudal a sección llena

$$Q = V x A$$

$$Q = 5,15 \frac{\text{m}}{\text{s}} x 0,11 \text{ m}^2$$

$$Q = 587,27 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{101,45 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{587,27 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,1736$$

Como $q < Q$, de las tablas de relaciones hidráulicas se obtiene los siguientes valores (ver tabla XXV).

$$\frac{v}{V} = 0,7485 \quad y \quad \frac{d}{D} = 0,2810$$

- Velocidad de diseño

$$v = 0,7485 \times 5,15 \frac{m}{s}$$

$$v = 3,85 \frac{m}{s}$$

Como la velocidad de diseño se encuentra en el rango permitido para un periodo de 25 años, sí cumple.

$$0,75 \text{ m/s} \leq 3,85 \text{ m/s} \leq 5 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,28$$

Como la altura de tirante se encuentra dentro de los valores establecidos por el Infom, el tirante cumple.

$$0,10 \leq 0,28 \leq 0,90$$

- Cotas invert
 - Cota invert de salida del PV25
 - CIS = 91,26 – 0,08 = 91,18 m
 - Cota Invert de entrada al PV26

- CIE = $91,18 - (22,56 \times 6,10 \%) / 100 = 89,80 \text{ m}$
- Profundidad del pozo de visita
 - PV25
 - Cota invert de salida = 91,26 m
 - Cota de terreno inicial = 92,98 m
 - Altura de pozo = $92,98 - 91,26 - 0,08 = 1,8 \text{ m}$
 - PV65
 - Cota invert de salida = 89,34 m
 - Cota de terreno inicial = 91,84 m
 - Altura de pozo = $91,84 - 89,34 - 0,46 = 2,50 \text{ m}$
- Excavación

$$Ex = \left(\frac{\text{prof de pozo inicial} - \text{prof de pozo final}}{2} \right) \times \text{ancho de zanja} \times Dh$$

$$Ex = \left(\frac{1,80\text{m} - 2,50\text{m}}{2} \right) \times 0,60 \text{ m} \times 22,56 \text{ m}$$

$$Ex = 27,40 \text{ m}^3$$

- Relleno

$$R = Exc - \left(\frac{\pi}{4} \times D^2 \times 0,02254 \right) \times Dh$$

$$R = 27,40 \text{ m}^3 - \left(\frac{\pi}{4} \times 15^2 \times 0,02254\right) \times 22,56 \text{ m}$$

$$R = 24,69 \text{ m}^3$$

4.4. Diseño de tragantes

La capacidad hidráulica de un tragante es fundamental debido a que de ello depende cuánta será la cantidad de flujo de captación en un evento determinado.

Para que la capacidad de captación de un tragante sea eficiente, este debe depender de muchos factores como:

- Tipo de tragante
- Localización
- Pendiente del terreno
- Características del flujo
- Sedimentos arrastrados por el flujo

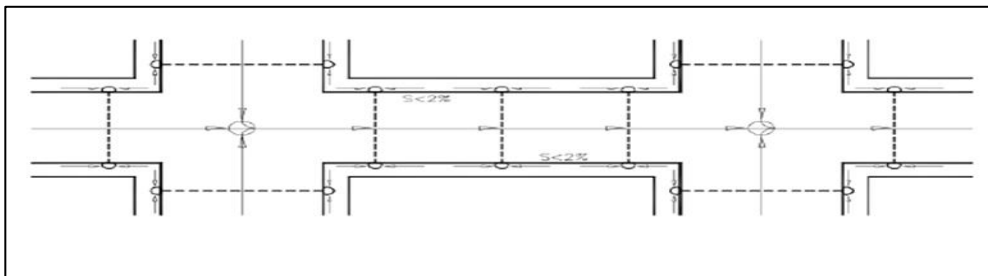
- Si es necesario colocar en esquinas de calles, se deberán colocar a una distancia de entre 3 y 5 metros de la misma, para evitar daños por transporte pesado.

- Se colocarán únicamente en calles con pavimento y con bordillo, en las calles que se pavimentarán y cuando haya información de la rasante.

4.4.1. Localización de tragantes

Son parte fundamental dentro del sistema de drenaje pluvial, es por eso que su localización es muy importante de determinar.

Figura 24. Plantas de distribución de tragantes



Fuente: HINDMAN, Paul. *Obras accesorias drenaje pluvial*. p. 45.

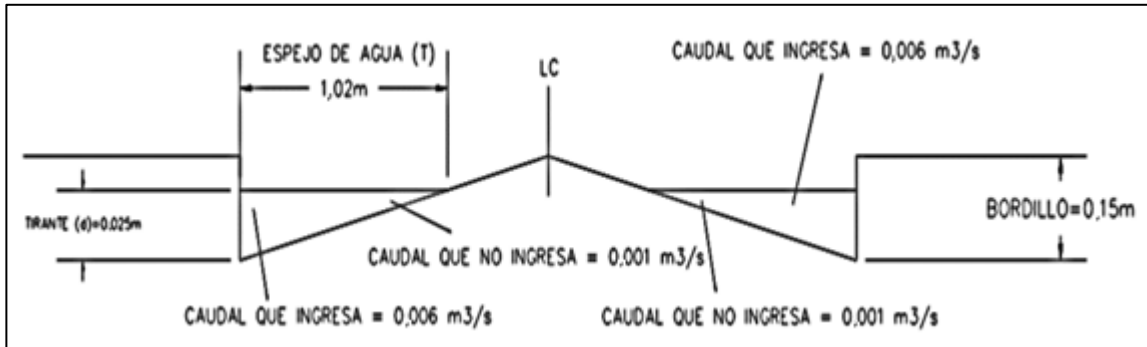
4.4.2. Cálculo del tragante

Para realizar su cálculo es importante determinar las características geométricas de un tragante.

4.4.2.1. Geometría de tragante

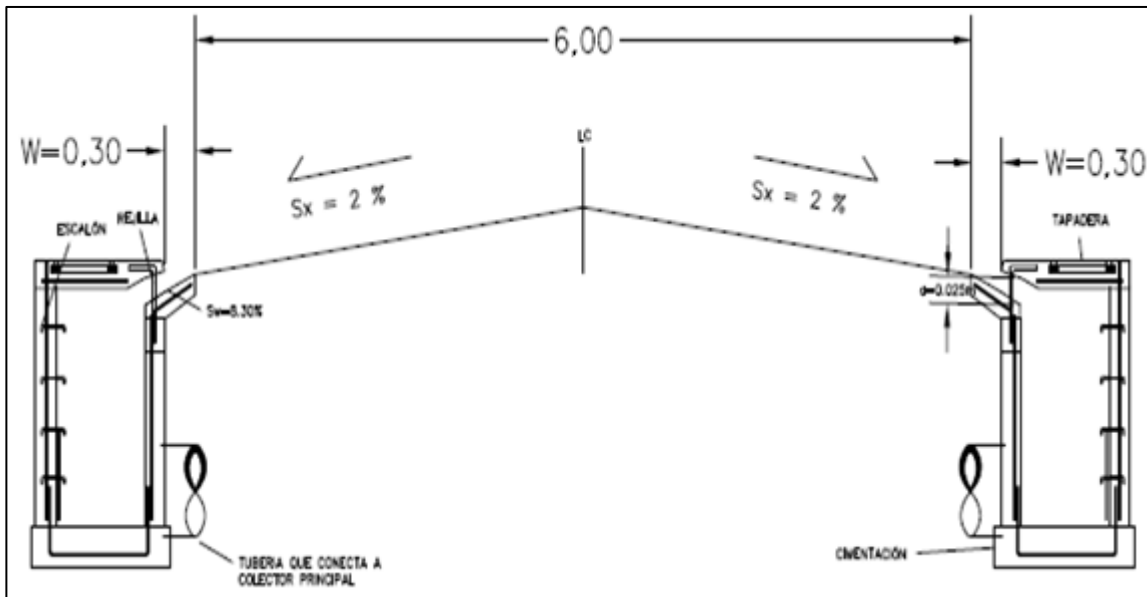
La determinación de las características geométricas de un tragante depende de varios factores: el espejo de agua, el tirante de agua, el tirante máximo, el radio de flujo, la longitud efectiva, la longitud propuesta y la eficiencia de captación.

Figura 25. Características geométricas del tragante tipo buzón



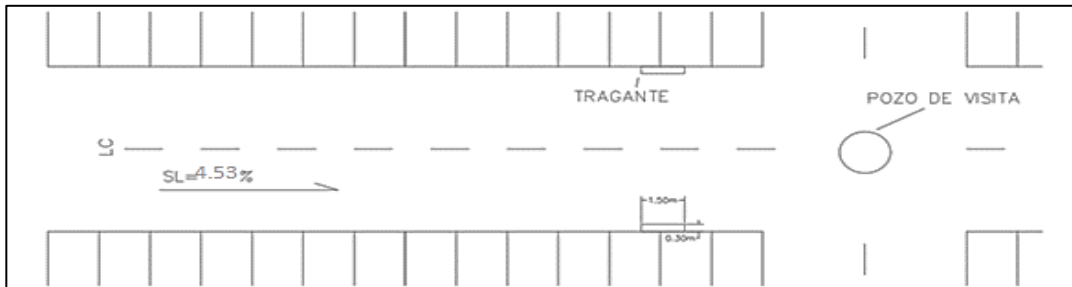
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 26. Sección de calle



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Figura 27. **Planta de calle**



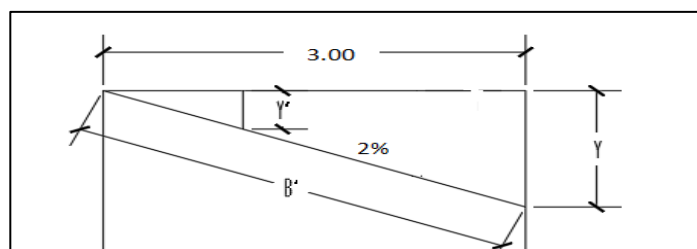
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

- **Cálculo tragante 17**

A continuación, se cuenta con los datos para realizar el calculo hidráulico del tragante.

- Ancho de calle = 6 m
- Pendiente transversal de la calle = 3 %
- Pendiente longitudinal = 4,53 %

Figura 28. **Geometría de la calle**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$Y = B \tan \theta$$

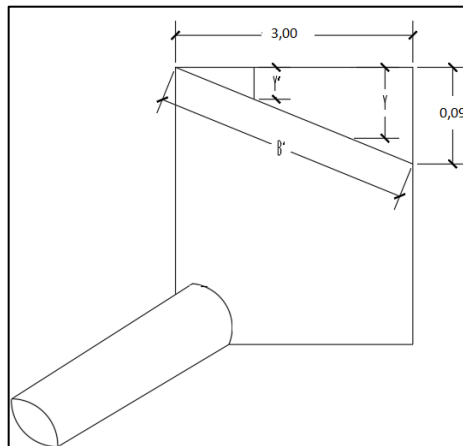
$$Y = 3 (0,03) = 0,09 \text{ m}$$

- Pendiente de la calle

$$B' = \sqrt{B^2 + Y^2}$$

$$B' = \sqrt{3,00^2 + 0,09^2} = 3,01 \text{ m}$$

Figura 29. **Detalle corte transversal de la calle hacia tragante**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$Q = V \cdot A$$

- Gasto en cuneta

$$\frac{1}{n} \left(\frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}} \right)^{2/3} S_L^{1/2} \times \text{área}$$

$$n = 0,015$$

$$\frac{1}{0,015} \left(\frac{1/2(3,00m)(0,09m)}{(0,09 + 3,001m + 0,09 + 3m + 3,001m + 0,077)} \right)^{2/3} 0,05^{1/2} \times \frac{3 \times 0,09m}{2}$$

$$Q = 0,23 \text{ m}^{3/s}$$

- Gasto que no pasa por la boca del tragante

$$\frac{0,09 \text{ m}}{3,00 \text{ m}} = \frac{Y'}{3m - (0,30m)} =$$

$$Y' = 2,70 \text{ m} \left(\frac{0,09 \text{ m}}{3,00 \text{ m}} \right) = 0,08 \text{ m}$$

$$Q = \frac{1}{0,015} \left(\frac{\frac{1}{2}(3m - 0,30m)(0,08m)}{0,08 + 2,70m} \right)^{2/3} (0,05)^{1/2} \left(\frac{1}{2}(2,70m \times 0,08 \text{ m}) \right)$$

$$Q = 0,18 \text{ m}^{3/s} \text{ NO PASA}$$

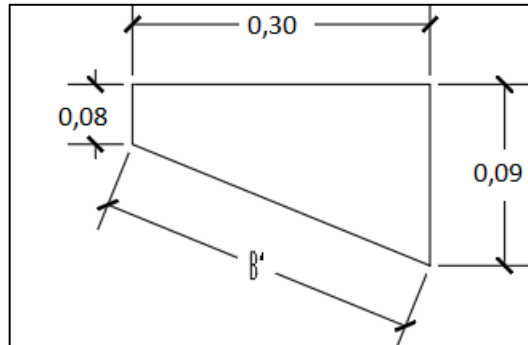
- Gasto que capta

$$Q_i = Q - Q_{si}$$

$$Q_i = 0,23 \text{ m}^{3/s} - 0,18 \text{ m}^{3/s}$$

$$Q_i = 0,05 \text{ m}^{3/s}$$

Figura 30. **Área del trapecio formado**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

$$A = \frac{1}{2}(b_1 + b_2) \times H$$

$$A = \frac{1}{2}(0,09m + 0,08m) \times 0,30m$$

$$A = 0,03m^2$$

$$Q_i = V \times A$$

$$V = \frac{Q_i}{A} = \frac{0,05m^3/s}{0,03m^2} = 1,66 m/s$$

4.4.2.2. **Espejo de agua (T)**

Es el ancho de la superficie libre de agua y está en función de las características geométricas de la superficie.

Para el cálculo del espejo de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$T = [(Qn)/K_u S_x^{1,67} S_L^{0,5}]^{0,375}$$

Donde:

- Q = caudal metros cúbicos por segundo
 - KU = constante cuyo valor es de 0,376
 - Sx = lapendiente transversal
 - n = coeficiente de rugosidad de la superficie
 - SL = la pendiente longitudinal
-
- Q = 0,008 m³/s
 - KU = 0,376 cte
 - S_x = 0,025
 - n = 0,015
 - S_L = 4,53

$$T = \left[\frac{\left(0,007 \frac{m^3}{s}\right)(0,015)}{0,376 \times 0,025^{1,67} \times 0,0453^{0,5}} \right]^{0,375}$$

$$T = 0,91 \text{ m}$$

El espejo de agua cumple con los parametros ya que este debe ser menor o igual a 3 m.

4.4.2.3. Tirante de agua parcial (d)

Es la altura parcial de un flujo en un determinado evento y está en función del espejo de agua y la pendiente transversal.

Para el cálculo del tirante de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = T S_x$$

Donde:

- d = tirante de flujo en metros
- T = espejo de agua en metros
- S_x = pendiente transversal

$$d = T S_x$$

$$d = 0,91 \times 0,025$$

$$d = 0,023$$

4.4.2.4. Tirante de agua máximo (d_m)

Es la altura máxima a la que el flujo puede llegar en un determinado evento y está en función de la sección de la superficie y la pendiente transversal.

Para el cálculo del tirante máximo de agua se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = \frac{\text{ancho de calle}}{2} S_x$$

Donde:

- d = tirante máximo (m)
- S_x = pendiente transversal

- Se tomó un ancho de calle de 6 metros

$$d = \frac{\text{Ancho de calle}}{2} S_x$$

$$d = \frac{6 \text{ m}}{2} \times 0,023$$

$$d = 0,72$$

4.4.2.5. Radio de flujo

Es la relación del flujo frontal al flujo total dentro del canal y la pendiente transversal. Este factor es adimensional y se utiliza para la pendiente equivalente (Se).

Para el cálculo del radio de flujo se utiliza la siguiente fórmula:

$$E_o = 1 / \left\{ 1 + \frac{S_w / S_x}{\left[1 + \frac{S_w / S_x}{\frac{T}{W} - 1} \right]^{2.67} - 1} \right\}$$

Donde:

- Eo es el radio de flujo
- W el ancho de inclinación entre 0,40-0,60 metros
- T el espejo de agua en metros

$$E_o = 0,66$$

4.4.2.6. Pendiente de inclinación

Es la pendiente que le da dirección al flujo hacia el tragante y está en función del ancho de inclinación (W) y altura del canal de depresión (a).

$$S_w = \frac{a}{W}$$

Donde:

- W = ancho de cuenta poder ser entre 0,40 m – 0,60 metros
- a = canal de depresión puede ser entre 0,025 m – 0,050 metros
- S_w = pendiente dentro del tragante

$$S'_w = \frac{a}{W}$$

$$S'_w = \frac{0,025 \text{ m}}{0,30 \text{ m}}$$

$$S'_w = 0,083$$

4.4.2.7. Pendiente equivalente

Es la relación entre la pendiente transversal y la pendiente de inclinación con el radio de flujo.

$$S_e = S_x + S_w E_o$$

Donde:

- Se = pendiente equivalente
- Eo = radio de flujo
- SW = pendiente dentro del tragante
- Sx = pendiente transversal

$$S_e = 0,025 + (0,083 * 0,58)$$

$$S_e = 0,0773$$

4.4.2.8. Longitud efectiva

Es la longitud que debe tener el tragante para captar el 100 % del flujo superficial y está en función del caudal, la pendiente longitudinal, la pendiente equivalente (Se) y un factor KT.

$$L_T = K_T Q^{0,42} S_L^{0,3} [1/(S_e)]^{0,6}$$

Donde:

- LT = longitud efectiva para captar el 100 % del flujo
- KT = 0,817
- Q = caudal en metros cúbicos por segundo según el número de tragantes
- SL = pendiente longitudinal
- Se = pendiente equivalente

$$L_T = 0,817 * \left(0,007 \frac{m^3}{s}\right)^{0,42} * 0,0126^{0,3} * \left[\frac{1}{0,016 (0,073)}\right]^{0,6}$$

$$L_T = 2,33 \text{ m}$$

4.4.2.9. Eficiencia

Determina la cantidad de flujo que es captado por el tragante y está en función de la longitud efectiva y la longitud propuesta.

El porcentaje de captación puede estar entre 80 % – 100 %, ya que está en función de las dimensiones del tragante y estas pueden variar según el diseñador; además, se debe recordar que el período de retorno es 20 años y la probabilidad de que ocurra el evento es impredecible.

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{L}{L_T}\right)\right]^{1,8} \times 100$$

Donde:

- L = longitud propuesta según el diseñador en metros
- LT = longitud efectiva en metros

$$E\% = 1 - \left[1 - \left(\frac{1,32 \text{ m}}{1,55 \text{ m}}\right)\right]^{1,8} \times 100$$

$$E\% = 97 \%$$

$$75 \% \leq 78 \% \leq 100$$

4.5. Presupuesto

A continuación, se presenta el resumen del presupuesto del drenaje sanitario para la colonia Marianita, zona 5, Villa Nueva.

Tabla XXXVII. Resumen de presupuesto drenaje pluvial



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS

Guatemala, C.A.

PRESUPUESTO DE CUADRO DE RENGLONES DE TRABAJO DEL PROYECTO

IDENTIFICACIÓN PROYECTO:	Drenaje pluvial						
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN:	Colonia Marianita zona 6						
NOMBRE DE SOLICITANTE:	Municipalidad de Villa Nueva						
ÁREA DE CONSTRUCCIÓN:	8263,68	ANCHO (m)	6,00	LARGO (m)	1377,28	FECHA PROYECTO:	abr-18

Núm.	Descripción de renglón	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo renglón
1,00	Línea de conducción				
1.01	Tubería PVC Ø15" ASTM F 949	ml	461,98	Q 1 207,32	Q 557 756,02
1.02	Tubería PVC Ø18" ASTM F 949	ml	156,32	Q 1 637,99	Q 256 050,77
1.03	Tubería PVC Ø24" ASTM F 949	ml	405,71	Q 2 804,13	Q 1 137 665,33
1.04	Tubería PVC Ø30" ASTM F 949	ml	305,28	Q 4 052,68	Q 1 237 202,89
				Subtotal	Q 3 188 675,01
	Obras complementarias				
2,00	Pozos de visita				
2.01	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0,23x0,11x,05m + brocal, diámetro interno de 1,50m Profundidad (1,20-4) m, sin refuerzo.	Unidad	24,00	Q 10 189,08	Q 244 537,92
2.02	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0,23x0,11x0,05m + brocal, diámetro interno de 1,50m Profundidad (4-6) m, sin refuerzo.	Unidad	5,00	Q 19 452,99	Q 97 264,95
2.03	Construcción de pozo de visita para drenaje sanitario, ladrillo tayuyo 0,23x0,11x0,05m + brocal, diámetro interno de 1,75m Profundidad (2,51-4,00) m, sin refuerzo.	unidad	2,00	Q 11 888,88	Q 23 777,76
				Subtotal	Q 365 580,63
3,00	Capacitación				
3.01	Construcción de Tragante Tipo R (episo=0,30 m + Núm. 4 @ 0,15 m ambos sentidos, epared=0,20 m + Núm. 4 @ 0,25 m y @ 0,30 m, elosa=0,20 m + Núm. 4 @ 0,20 + Núm. 5 @ 0,15 m, Fc 210 kg/cm² y fy Grado 40)	unidad	62,00	Q 996,83	Q 61 803,46
				Subtotal	Q 61 803,46
				Subtotal	Q 3 616 059,10

Fuente: elaboración propia.

4.6. Evaluación de impacto ambiental

Toda obra de infraestructura a pesar de los beneficios que esta tenga para la población, provoca un impacto negativo al medio ambiente. A continuación,

se muestra la evaluación de los proyectos de drenajes para la colonia Marianita, zona 5, Villa Nueva.

Tabla XXXVIII. **Matriz de Leopold drenaje sanitario y pluvial**

Diseño de drenaje sanitario y pluvial de la colonia Marianita, zona 5, Villa Nueva, Guatemala.		Acciones con posibles efectos					
		Demolición de pavimento	Suministro e instalación de tuberías	Contrucción de pozos	Restitución de asfalto	Consecuencia de la acción	Magnitud de la acción
Factores ambientales	Aire	-3 2	-3 2	-3 2	-1 1	-9	7
	Ruido/vibraciones	-3 2	-2 2	-2 2	-2 2	-9	8
	Gelología/geomorfología	0 0	3 3	-1 1	1 1	6	7
	Desechos sólidos y líquidos	-2 1	-2 1	-1 1	-1 1	-6	4
	Olores molestos o pestilencias	0 0	0 0	1 1	0 0	1	1
	Social	1 2	3 2	3 2	1 1	8	6
	Visual	0 0	0 0	0 0	0 0	0	0
Consecuencia de la acción		-6	-1	1	-3		
Magnitud de la acción		6	10	11	6		

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. La carretera se diseñó con base en las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Caminos. El pavimento será de concreto hidráulico el cual fue calculado por medio del método Portland Cement Association (PCA).
2. La creación del tramo carretero representará una conexión directa entre los poblados de la colonia El Frutal y la colonia Marianita, favoreciendo la afluencia vehicular de la zona.
3. El diseño del sistema de drenaje sanitario está conformado por tuberías con diámetros de 6", 68 pozos de 1,25 metros de diámetro interno, una longitud de 2 300 metros y beneficiará aproximadamente a 1 800 habitantes, con un tiempo de vida útil de 20 años
4. El diseño del sistema de drenaje pluvial está conformado por tuberías con diámetros de 15", 18" 24" y 30", 32 pozos de visita, una longitud de 1 350 metros con un tiempo de vida útil de 25 años.
5. Por medio de las evaluaciones ambientales realizadas se determinó que los componentes que recibirán los mayores efectos perjudiciales serán: la calidad del aire, los suelos y los niveles de ruido. Sin embargo, todos los impactos generados, se producirán durante la etapa de construcción de los proyectos y tendrán una duración temporal.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar a la población de los beneficios, uso, mantenimiento y cronograma de ejecución, puesto que su participación y comprensión es significativa en el desarrollo de los proyectos.
2. Para la ejecución de proyectos se tendrá que contar con personal calificado.
3. Realizar la construcción de ambos proyectos con materiales de alta calidad y que cumplan con las especificaciones dadas.
4. Una vez finalizada la construcción de dichos proyectos, se deberá brindar el mantenimiento necesario para que los mismos conserven un buen estado.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHOW, Ven Te. *Hidrología aplicada*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill Interamericana, S.A, 1994. 584 p.
2. Dirección General de Caminos, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. *Especificaciones técnicas para diseño de carreteras*. Guatemala: Micivi, 1985. 78 p.
3. Instituto Nacional de Fomento Municipal. *Normas generales para diseños de alcantarillaos*. Guatemala: Infom, 2001. 30 p.
4. Ministerio del Agua, Viceministerio de Servicios Básicos. *Norma Boliviana NB 688. Diseño de sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial*. Bolivia: IBNORCA, 2007. 127 p.
5. Secretaría de Integración Económica Centroamericana. *Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial*. Guatemala, SIECA, 2010. 380 p.

APÉNDICES

**Apéndice 1. Diseño hidráulico del drenaje sanitario de la colonia
Marianita**

DE PV	A PV	COTAS DEL TERRENO		DISTANCIA HORIZONTAL (m)	PENDIENTE DEL TERRENO %	CONEXIONES ACTUALES		POBLACIÓN ACTUAL	POBLACIÓN FUTURA
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA		
1	2	108,75	109,53	62,09	-1,26	3	3	21	33
2	3	109,53	102,20	38,60	18,99	2	5	35	54
3	4	102,20	97,66	33,84	13,42	3	8	56	87
4	5	97,66	95,76	41,85	4,54	3	11	77	120
5	6	95,76	92,43	41,29	8,06	4	15	105	163
6	7	92,43	88,79	53,12	6,85	9	24	168	261
7	8	88,79	88,24	38,79	1,42	9	33	231	359
18	19	123,74	120,41	17,22	19,34	4	4	28	44
19	20	120,41	112,14	31,67	26,11	5	9	63	98
20	21	112,14	104,92	41,20	17,52	5	14	98	152
21	22	104,92	98,31	70,55	9,37	9	23	161	250
22	23	98,31	94,99	72,45	4,58	12	35	245	381
23	24	94,99	94,02	35,90	2,70	10	45	315	490
68	24	96,11	94,02	66,06	3,16	16	16	112	174
24	11	94,02	93,11	34,65	2,63	10	71	497	773
25	11	95,71	93,11	59,22	4,39	18	18	126	196
11	12	93,11	91,99	31,35	3,57	0	89	623	969
26	27	93,39	93,23	8,19	1,95	2	2	14	22
27	12	93,23	91,99	49,71	2,49	10	12	84	131
12	13	91,99	91,78	19,72	1,06	0	101	707	1100
28	13	92,84	91,78	60,42	1,75	12	12	84	131
13	14	91,78	91,24	23,61	2,29	0	113	791	1231
29	14	91,58	91,24	60,80	0,56	12	12	84	131
14	15	91,24	90,69	12,85	4,28	0	125	875	1361
34	35	150,72	150,83	20,43	-0,54	1	1	7	11
35	36	150,83	150,61	12,17	1,81	2	3	21	33
36	37	150,61	145,62	68,37	7,30	13	16	112	174
54	55	147,82	149,69	15,11	-12,38	4	4	28	44
55	56	149,69	149,47	20,41	1,08	4	8	56	87
58	56	150,50	149,47	12,58	8,19	2	10	70	109
56	57	149,47	148,20	16,03	7,92	1	11	77	120
57	37	148,20	145,62	25,28	10,21	3	14	98	152
37	38	145,62	143,32	9,84	23,37	3	33	231	359
38	39	143,32	140,22	15,64	19,82	3	36	252	392
39	40	140,22	136,42	18,52	20,52	2	38	266	414
40	41	136,42	133,81	19,25	13,56	0	38	266	414
41	42	133,81	132,24	29,34	5,35	0	38	266	414

Continuación del apéndice 1.

DE PV	A PV	COTAS DEL TERRENO		DISTANCIA HORIZONTAL (m)	PENDIENTE DEL TERRENO %	CONEXIONES ACTUALES		POBLACIÓN ACTUAL	POBLACIÓN FUTURA
		INICIO	FINAL			LOCAL	ACUMULADA		
42	43	132,24	121,45	47,09	22,91	2	40	280	436
43	44	121,45	118,42	13,11	23,11	0	40	280	436
44	45	118,42	116,25	6,01	36,11	0	40	280	436
45	46	116,25	111,31	25,90	19,07	2	42	294	457
46	47	111,31	104,86	29,72	21,70	4	46	322	501
47	48	104,86	99,05	17,22	33,74	5	51	357	555
48	49	99,05	95,12	21,08	18,64	3	54	378	588
49	50	95,12	93,72	30,50	4,59	10	64	448	697
51	52	96,44	98,84	24,64	-9,74	5	5	35	54
52	53	98,84	96,00	17,32	16,40	4	9	63	98
53	50	96,00	93,72	22,73	10,03	6	15	105	163
50	31	93,72	91,84	63,60	2,96	12	91	637	991
32	33	95,30	93,14	42,52	5,08	3	3	21	33
33	31	93,14	91,84	55,47	2,34	9	12	84	131
59	60	110,94	103,61	20,94	35,00	5	5	35	54
60	60,1	103,61	96,57	32,27	21,82	6	11	77	120
60	61	96,57	95,00	32,27	4,87	6	17	119	185
64	65	103,10	97,49	51,43	10,91	13	13	91	142
65	66	97,49	95,46	34,73	5,85	7	20	140	218
66	61	95,46	95,00	11,71	3,93	1	21	147	229
61	62	95,00	94,24	15,40	4,94	2	40	280	436
67	62	94,69	94,24	37,42	1,20	7	7	49	76
62	63	94,24	92,80	35,00	4,11	8	55	385	599
63	31	92,80	91,87	18,22	5,10	2	57	399	621
31	15	91,87	90,69	72,39	1,63	2	71	497	773
15	16	90,69	90,52	21,01	0,81	2	198	1386	2156
16	17	90,52	89,61	38,01	2,39	6	204	1428	2221
30	17	90,39	89,61	41,63	1,87	8	8	56	87
17	8	89,61	88,24	70,40	1,95	12	224	1568	2439
8	9	88,24	88,06	23,16	0,78	3	251	1757	2733
9	10	88,06	87,22	46,67	1,80	9	260	1820	2831

Continuación del apéndice 1.

CAUDAL DOMICILIAR (lt/s)		CAUDAL DE INFILTRACION (lt/s)		CAUDAL DE CONEXIONES ILCITAS (lt/s)	CAUDAL SANTARIO (lt/s)		FACTOR DE CAUDAL MEDIO FUTURO (lqm)		FACTOR DE HARMON		CAUDAL DE DISEÑO q (lt/s)	
ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	FUTURO	UTILIZAR	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO
0,0310	0,0487	0,0108	0,0119	0,0049	0,0466	0,0654	0,0020	0,0020	4,38	4,35	0,1839	0,2870
0,0516	0,0797	0,0067	0,0074	0,0080	0,0663	0,0950	0,0018	0,0020	4,34	4,31	0,3041	0,4652
0,0826	0,1284	0,0059	0,0065	0,0128	0,1014	0,1477	0,0017	0,0020	4,30	4,26	0,4821	0,7412
0,1136	0,1771	0,0073	0,0080	0,0177	0,1386	0,2028	0,0017	0,0020	4,27	4,22	0,6580	1,0131
0,1549	0,2405	0,0072	0,0079	0,0241	0,1862	0,2725	0,0017	0,0020	4,24	4,18	0,8899	1,3624
0,2479	0,3852	0,0092	0,0101	0,0385	0,2957	0,4338	0,0017	0,0020	4,17	4,10	1,4027	2,1421
0,3409	0,5298	0,0067	0,0074	0,0530	0,4006	0,5902	0,0016	0,0020	4,12	4,04	1,9055	2,9036
0,0413	0,0649	0,0030	0,0033	0,0065	0,0508	0,0747	0,0017	0,0020	4,36	4,33	0,2441	0,3807
0,0930	0,1446	0,0055	0,0060	0,0145	0,1129	0,1651	0,0017	0,0020	4,29	4,25	0,5410	0,8322
0,1446	0,2243	0,0072	0,0079	0,0224	0,1742	0,2546	0,0017	0,0020	4,25	4,19	0,8322	1,2735
0,2376	0,3689	0,0122	0,0135	0,0369	0,2867	0,4193	0,0017	0,0020	4,18	4,11	1,3463	2,0556
0,3615	0,5622	0,0126	0,0138	0,0562	0,4303	0,6323	0,0017	0,0020	4,11	4,03	2,0161	3,0725
0,4648	0,7231	0,0062	0,0069	0,0723	0,5434	0,8023	0,0016	0,0020	4,07	3,98	2,5637	3,8991
0,1653	0,2568	0,0115	0,0126	0,0257	0,2024	0,2951	0,0017	0,0020	4,23	4,17	0,9475	1,4510
0,7334	1,1407	0,0060	0,0066	0,1141	0,8535	1,2614	0,0016	0,0020	3,98	3,87	3,9517	5,9820
0,1859	0,2892	0,0103	0,0113	0,0289	0,2251	0,3295	0,0017	0,0020	4,21	4,15	1,0621	1,6273
0,9194	1,4299	0,0054	0,0060	0,1430	1,0678	1,5789	0,0016	0,0020	3,92	3,81	4,8883	7,3814
0,0207	0,0325	0,0014	0,0016	0,0032	0,0253	0,0373	0,0017	0,0020	4,40	4,37	0,1232	0,1925
0,1240	0,1933	0,0086	0,0095	0,0193	0,1519	0,2221	0,0017	0,0020	4,26	4,21	0,7163	1,1029
1,0433	1,6233	0,0034	0,0038	0,1623	1,2091	1,7894	0,0016	0,0020	3,89	3,77	5,5034	8,3004
0,1240	0,1933	0,0105	0,0115	0,0193	0,1538	0,2242	0,0017	0,0020	4,26	4,21	0,7163	1,1029
1,1673	1,8166	0,0041	0,0045	0,1817	1,3530	2,0027	0,0016	0,0020	3,86	3,74	6,1118	9,2079
0,1240	0,1933	0,0106	0,0116	0,0193	0,1538	0,2243	0,0017	0,0020	4,26	4,21	0,7163	1,1029
1,2912	2,0084	0,0022	0,0025	0,2008	1,4943	2,2117	0,0016	0,0020	3,84	3,71	6,7141	10,0978
0,0103	0,0162	0,0035	0,0039	0,0016	0,0155	0,0218	0,0020	0,0020	4,43	4,41	0,0620	0,0970
0,0310	0,0487	0,0021	0,0023	0,0049	0,0380	0,0559	0,0017	0,0020	4,38	4,35	0,1839	0,2870
0,1653	0,2568	0,0119	0,0131	0,0257	0,2028	0,2955	0,0017	0,0020	4,23	4,17	0,9475	1,4510
0,0413	0,0649	0,0026	0,0029	0,0065	0,0504	0,0743	0,0017	0,0020	4,36	4,33	0,2441	0,3807
0,0826	0,1284	0,0035	0,0039	0,0128	0,0990	0,1451	0,0017	0,0020	4,30	4,26	0,4821	0,7412
0,1033	0,1609	0,0022	0,0024	0,0161	0,1216	0,1793	0,0016	0,0020	4,28	4,23	0,5996	0,9228
0,1136	0,1771	0,0028	0,0031	0,0177	0,1341	0,1979	0,0016	0,0020	4,27	4,22	0,6580	1,0131
0,1446	0,2243	0,0044	0,0048	0,0224	0,1714	0,2516	0,0017	0,0020	4,25	4,19	0,8322	1,2735
0,3409	0,5298	0,0017	0,0019	0,0530	0,3956	0,5846	0,0016	0,0020	4,12	4,04	1,9055	2,9036
0,3719	0,5785	0,0027	0,0030	0,0578	0,4324	0,6393	0,0016	0,0020	4,11	4,03	2,0713	3,1566
0,3925	0,6109	0,0032	0,0035	0,0611	0,4568	0,6756	0,0016	0,0020	4,10	4,02	2,1813	3,3244
0,3925	0,6109	0,0033	0,0037	0,0611	0,4570	0,6757	0,0016	0,0020	4,10	4,02	2,1813	3,3244
0,3925	0,6109	0,0051	0,0056	0,0611	0,4587	0,6776	0,0016	0,0020	4,10	4,02	2,1813	3,3244
0,4132	0,6434	0,0082	0,0090	0,0643	0,4857	0,7167	0,0016	0,0020	4,09	4,00	2,2910	3,4916
0,4132	0,6434	0,0023	0,0025	0,0643	0,4798	0,7102	0,0016	0,0020	4,09	4,00	2,2910	3,4916
0,4132	0,6434	0,0010	0,0011	0,0643	0,4786	0,7089	0,0016	0,0020	4,09	4,00	2,2910	3,4916
0,4339	0,6744	0,0045	0,0049	0,0674	0,5058	0,7468	0,0016	0,0020	4,08	3,99	2,4003	3,6505
0,4752	0,7393	0,0052	0,0057	0,0739	0,5543	0,8189	0,0016	0,0020	4,07	3,97	2,6180	3,9817
0,5268	0,8190	0,0030	0,0033	0,0819	0,6117	0,9042	0,0016	0,0020	4,05	3,95	2,8882	4,3850
0,5578	0,8677	0,0037	0,0040	0,0868	0,6482	0,9585	0,0016	0,0020	4,03	3,94	3,0495	4,6299
0,6611	1,0286	0,0053	0,0058	0,1029	0,7693	1,1372	0,0016	0,0020	4,00	3,90	3,5825	5,4305
0,0516	0,0797	0,0043	0,0047	0,0080	0,0639	0,0924	0,0017	0,0020	4,34	4,31	0,3041	0,4652
0,0930	0,1446	0,0030	0,0033	0,0145	0,1104	0,1624	0,0017	0,0020	4,29	4,25	0,5410	0,8322
0,1549	0,2405	0,0039	0,0043	0,0241	0,1829	0,2689	0,0016	0,0020	4,24	4,18	0,8899	1,3624
0,9400	1,4624	0,0110	0,0121	0,1462	1,0973	1,6208	0,0016	0,0020	3,92	3,80	4,9913	7,5366
0,0310	0,0487	0,0074	0,0081	0,0049	0,0432	0,0617	0,0019	0,0020	4,38	4,35	0,1839	0,2870
0,1240	0,1933	0,0096	0,0106	0,0193	0,1529	0,2232	0,0017	0,0020	4,26	4,21	0,7163	1,1029
0,0516	0,0797	0,0036	0,0040	0,0080	0,0633	0,0917	0,0017	0,0020	4,34	4,31	0,3041	0,4652
0,1136	0,1771	0,0056	0,0062	0,0177	0,1369	0,2010	0,0017	0,0020	4,27	4,22	0,6580	1,0131
0,1756	0,2730	0,0056	0,0062	0,0273	0,2085	0,3065	0,0017	0,0020	4,22	4,16	1,0049	1,5393
0,1343	0,2095	0,0089	0,0098	0,0210	0,1642	0,2403	0,0017	0,0020	4,25	4,20	0,7743	1,1924
0,2066	0,3217	0,0060	0,0066	0,0322	0,2448	0,3605	0,0017	0,0020	4,20	4,13	1,1762	1,8025
0,2169	0,3379	0,0020	0,0022	0,0338	0,2528	0,3740	0,0016	0,0020	4,19	4,13	1,2330	1,8897
0,4132	0,6434	0,0027	0,0029	0,0643	0,4802	0,7107	0,0016	0,0020	4,09	4,00	2,2910	3,4916
0,0723	0,1122	0,0065	0,0071	0,0112	0,0900	0,1305	0,0017	0,0020	4,32	4,27	0,4230	0,6497
0,5681	0,8839	0,0061	0,0067	0,0884	0,6626	0,9790	0,0016	0,0020	4,03	3,93	3,1031	4,7112
0,5888	0,9164	0,0032	0,0035	0,0916	0,6836	1,0115	0,0016	0,0020	4,02	3,92	3,2101	4,8736
0,7334	1,1407	0,0126	0,0138	0,1141	0,8601	1,2686	0,0016	0,0020	3,98	3,87	3,9517	5,9820
2,0453	3,1816	0,0036	0,0040	0,3182	2,3671	3,5038	0,0016	0,0020	3,70	3,56	10,2678	15,3516
2,1073	3,2775	0,0066	0,0073	0,3278	2,4416	3,6125	0,0016	0,0020	3,69	3,55	10,5526	15,7689
0,0826	0,1284	0,0072	0,0080	0,0128	0,1027	0,1492	0,0017	0,0020	4,30	4,26	0,4821	0,7412
2,3139	3,5992	0,0122	0,0134	0,3599	2,6860	3,9726	0,0016	0,0020	3,67	3,52	11,4952	17,1569
2,5928	4,0331	0,0040	0,0044	0,4033	3,0001	4,4408	0,0016	0,0020	3,63	3,48	12,7518	19,0025
2,6858	4,1777	0,0081	0,0089	0,4178	3,1116	4,6044	0,0016	0,0020	3,62	3,46	13,1669	19,6114

Continuación del apéndice 1.

DIAMETRO PROPUESTO DE TUBERIA (pulg)	PENDIENTE PROPUESTA PARA TUBERIA S%	AREA DE TUBERIA PROPUESTA (mts²)	SECCION LLENA		RELACION q/Q			RELACION v/V		VELOCIDAD v (m/s)	
			Vel (m/s)	Q (lt/s)	ACTUAL	FUTURO	FUTURO	ACTUAL	FUTURO		
6	5	0,0182	2,53	46,18	0,0040	0,0062	0,276517	0,6072	0,7001		
6	10	0,0182	3,58	65,31	0,0047	0,0071	0,289158	0,9078	1,0353		
6	10	0,0182	3,58	65,31	0,0074	0,0113	0,331034	1,0464	1,1852		
6	2,3	0,0182	1,72	31,32	0,0210	0,0323	0,456967	0,6888	0,7847		
6	8	0,0182	3,20	58,42	0,0152	0,0233	0,413727	1,1672	1,3249		
6	6,5	0,0182	2,89	52,66	0,0266	0,0407	0,488671	1,2439	1,4106		
6	1	0,0182	1,13	20,65	0,0923	0,1406	0,705469	0,7067	0,7988		
6	21	0,0182	5,19	94,65	0,0026	0,0040	0,243315	1,0950	1,2624		
6	15	0,0182	4,39	79,99	0,0068	0,0104	0,322342	1,2405	1,4135		
6	20	0,0182	5,06	92,37	0,0090	0,0138	0,353551	1,5723	1,7902		
6	7	0,0182	3,00	54,64	0,0246	0,0376	0,477526	1,2616	1,4305		
6	4,5	0,0182	2,40	43,81	0,0460	0,0701	0,575528	1,2208	1,3823		
6	2	0,0182	1,60	29,21	0,0878	0,1335	0,69426	0,9848	1,1117		
6	3,3	0,0182	2,06	37,52	0,0253	0,0387	0,482007	0,8713	0,9914		
6	2,1	0,0182	1,64	29,93	0,1320	0,1999	0,780357	1,1364	1,2804		
6	4,2	0,0182	2,32	42,33	0,0251	0,0384	0,479777	0,9829	1,1133		
6	3,6	0,0182	2,15	39,19	0,1247	0,1884	0,767534	1,4634	1,6489		
6	7	0,0182	3,00	54,64	0,0023	0,0035	0,232842	0,6096	0,6975		
6	1,65	0,0182	1,45	26,53	0,0270	0,0416	0,493076	0,6302	0,7171		
6	1,3	0,0182	1,29	23,55	0,2337	0,3525	0,912187	1,0515	1,1776		
6	2	0,0182	1,60	29,21	0,0245	0,0378	0,477526	0,6704	0,7646		
6	3,2	0,0182	2,03	36,95	0,1654	0,2492	0,830239	1,4978	1,6816		
6	1,45	0,0182	1,36	24,87	0,0288	0,0443	0,501799	0,6006	0,6841		
6	0,7	0,0182	0,95	17,28	0,3885	0,5844	1,038592	0,8870	0,9839		
6	12,5	0,0182	4,00	73,02	0,0008	0,0013	0,171609	0,6002	0,6870		
6	5	0,0182	2,53	46,18	0,0040	0,0062	0,276517	0,6072	0,7001		
6	2,55	0,0182	1,81	32,98	0,0287	0,0440	0,499629	0,7964	0,9033		
6	5	0,0182	2,53	46,18	0,0053	0,0082	0,30148	0,6672	0,7633		
6	2,5	0,0182	1,79	32,66	0,0148	0,0227	0,411234	0,6428	0,7362		
6	1,8	0,0182	1,52	27,71	0,0216	0,0333	0,461593	0,6132	0,7012		
6	1,6	0,0182	1,43	26,12	0,0252	0,0388	0,482007	0,6067	0,6903		
6	1,3	0,0182	1,29	23,55	0,0353	0,0541	0,531449	0,6048	0,6861		
6	19,5	0,0182	5,00	91,20	0,0209	0,0318	0,454641	2,0057	2,2731		
6	19	0,0182	4,94	90,03	0,0230	0,0351	0,468477	2,0296	2,3120		
6	20	0,0182	5,06	92,37	0,0236	0,0360	0,470746	2,1075	2,3836		
6	13	0,0182	4,08	74,47	0,0293	0,0446	0,501799	1,8080	2,0485		
6	7,5	0,0182	3,10	56,56	0,0386	0,0588	0,545792	1,4946	1,6924		
6	21,4	0,0182	5,24	95,54	0,0240	0,0365	0,473014	2,1800	2,4775		
6	24	0,0182	5,55	101,18	0,0226	0,0345	0,466185	2,2671	2,5858		
6	28,2	0,0182	6,01	109,68	0,0209	0,0318	0,454641	2,4120	2,7336		
6	19	0,0182	4,94	90,03	0,0267	0,0405	0,488671	1,2166	2,4117		
6	23	0,0182	5,43	99,05	0,0264	0,0402	0,486457	2,3266	2,6415		
6	30	0,0182	6,20	113,12	0,0255	0,0388	0,482007	2,6421	2,9892		
6	18,3	0,0182	4,84	88,35	0,0345	0,0524	0,527293	2,2580	2,5540		
6	4,5	0,0182	2,40	43,81	0,0818	0,1239	0,679527	1,4462	1,6321		
6	3,05	0,0182	1,98	36,07	0,0084	0,0129	0,345215	0,6021	0,6826		
6	3,5	0,0182	2,12	38,64	0,0140	0,0215	0,403692	0,7489	0,8551		
6	4,25	0,0182	2,33	42,58	0,0209	0,0320	0,454641	0,9364	1,0612		
6	3,7	0,0182	2,18	39,73	0,1256	0,1897	0,768971	1,4873	1,6747		
6	5	0,0182	2,53	46,18	0,0040	0,0062	0,276517	0,6072	0,7001		
6	1,6	0,0182	1,43	26,12	0,0274	0,0422	0,495268	0,6206	0,7093		
6	15	0,0182	4,39	79,99	0,0038	0,0058	0,270068	1,0365	1,1843		
6	21	0,0182	5,19	94,65	0,0070	0,0107	0,325255	1,4841	1,6876		
6	5,5	0,0182	2,66	48,44	0,0207	0,0318	0,454641	1,0584	1,2072		
6	3	0,0182	1,96	35,77	0,0216	0,0333	0,461593	0,7917	0,9052		
6	6	0,0182	2,77	50,59	0,0232	0,0356	0,470746	1,1474	1,3056		
6	4	0,0182	2,26	41,31	0,0298	0,0457	0,506117	1,0083	1,1461		
6	6,5	0,0182	2,89	52,66	0,0435	0,0663	0,565762	1,4422	1,6331		
6	2,3	0,0182	1,72	31,32	0,0135	0,0207	0,398611	0,6023	0,6845		
6	1,9	0,0182	1,56	28,47	0,1090	0,1655	0,739506	1,0208	1,1541		
6	8,8	0,0182	3,36	61,27	0,0524	0,0795	0,596526	1,7710	2,0036		
6	1,1	0,0182	1,19	21,66	0,1824	0,2762	0,854143	0,9029	1,0143		
6	0,7	0,0182	0,95	17,28	0,5942	0,8884	1,129589	0,9872	1,0701		
6	2,5	0,0182	1,79	32,66	0,3231	0,4829	0,990495	1,5949	1,7732		
6	2,5	0,0182	1,79	32,66	0,0148	0,0227	0,411234	0,6428	0,7362		
6	1,2	0,0182	1,24	22,62	0,5081	0,7583	1,099789	1,2445	1,3641		
6	1	0,0182	1,13	20,65	0,6174	0,9201	1,134438	1,1910	1,2844		
6	1	0,0182	1,13	20,65	0,6375	0,9495	1,137854	1,2001	1,2883		

Continuación del apéndice 1.

TIRANTE		COTAS INVERT (CI)		ALTURA DE COTAS INVERT		ANCHO DE ZANJA (m)	ALTURA PROMEDIO DE ZANJA (m)	EXCAVACIÓN tubería (m ³)
d/D	d/D	SALIDA (m)	ENTRADA (m)	SALIDA (m)	ENTRADA (m)			
0,045	0,056	107,55	104,45	1,20	5,08	0,60	3,34	161,87
0,049	0,060	104,33	100,47	5,20	1,73	0,60	3,67	110,48
0,061	0,074	100,00	96,61	2,20	1,05	0,60	1,83	48,21
0,100	0,123	96,01	95,05	1,65	0,71	0,60	1,38	45,04
0,086	0,105	94,36	91,06	1,40	1,37	0,60	1,59	51,13
0,112	0,137	90,98	87,52	1,45	1,27	0,60	1,56	64,66
0,205	0,253	87,44	87,06	1,35	1,18	0,60	1,47	44,36
0,037	0,046	118,74	115,12	5,00	5,29	0,60	5,34	71,77
0,058	0,071	115,01	110,26	5,40	1,88	3,60	3,84	568,62
0,067	0,082	110,16	101,92	1,98	3,00	4,60	2,69	661,94
0,108	0,132	101,82	96,88	3,10	1,43	5,60	2,46	1263,95
0,146	0,179	96,66	93,40	1,65	1,59	6,60	1,82	1128,44
0,200	0,246	93,29	92,58	1,70	1,44	7,60	1,77	627,61
0,109	0,134	94,81	92,63	1,30	1,39	8,60	1,54	1141,05
0,245	0,303	92,47	91,74	1,55	1,37	9,60	1,66	718,82
0,109	0,133	94,31	91,82	1,40	1,29	10,60	1,54	1259,67
0,238	0,294	91,71	90,58	1,40	1,41	11,60	1,61	758,97
0,035	0,043	92,09	91,52	1,30	1,71	12,60	1,71	228,95
0,113	0,139	91,43	90,61	1,80	1,38	13,60	1,79	1576,18
0,328	0,409	90,54	90,28	1,45	1,50	14,60	1,67	626,13
0,107	0,132	91,54	90,33	1,30	1,45	15,60	1,57	1928,89
0,275	0,340	90,23	89,48	1,55	1,76	17,60	1,85	1001,43
0,116	0,143	90,28	89,40	1,30	1,84	18,60	1,77	2603,33
0,432	0,549	89,34	89,25	1,90	1,44	17,60	1,87	550,25
0,022	0,027	149,42	146,87	1,30	3,96	0,60	2,83	45,13
0,045	0,056	146,83	146,22	4,00	4,39	0,60	4,40	41,75
0,116	0,142	146,11	144,36	4,50	1,26	0,60	3,08	164,20
0,052	0,064	146,52	145,76	1,30	3,93	0,60	2,81	33,15
0,084	0,104	145,69	145,18	4,00	4,29	0,60	4,34	69,10
0,101	0,125	145,30	145,07	5,20	4,40	1,60	5,00	130,79
0,109	0,134	145,02	144,77	4,45	3,43	0,60	4,14	51,75
0,128	0,157	144,65	144,32	3,55	1,30	0,60	2,63	51,79
0,100	0,122	144,27	142,36	1,35	0,96	0,60	1,36	10,40
0,104	0,128	142,12	139,14	1,20	1,08	0,60	1,34	16,35
0,106	0,129	139,02	135,32	1,20	1,10	0,60	1,35	19,47
0,117	0,143	135,22	132,72	1,20	1,09	0,60	1,35	20,22
0,134	0,164	132,61	130,41	1,20	1,83	0,60	1,72	39,31
0,106	0,130	130,29	120,21	1,95	1,24	0,60	1,80	65,99
0,103	0,127	120,10	116,95	1,35	1,47	0,60	1,61	16,45
0,100	0,122	116,87	115,18	1,55	1,07	0,60	1,51	7,07
0,112	0,137	115,05	110,13	1,20	1,18	0,60	1,39	28,12
0,111	0,136	110,06	103,22	1,25	1,64	0,60	1,65	38,14
0,110	0,134	103,11	97,95	1,75	1,10	0,60	1,63	21,84
0,127	0,155	97,85	93,99	1,20	1,13	0,60	1,37	22,49
0,193	0,237	93,92	92,55	1,20	1,17	0,60	1,39	33,02
0,065	0,079	95,14	94,39	1,30	4,45	0,60	3,08	59,11
0,082	0,101	94,29	93,68	4,55	2,32	0,60	3,63	49,10
0,100	0,122	93,54	92,58	2,46	1,14	0,60	2,00	35,47
0,239	0,295	92,52	90,16	1,20	1,68	0,60	1,64	81,40
0,045	0,056	93,10	90,97	2,20	2,17	0,60	2,38	79,03
0,113	0,140	90,89	90,01	2,25	1,83	0,60	2,24	96,91
0,044	0,054	105,54	102,40	5,40	1,21	0,60	3,51	57,26
0,059	0,072	102,16	95,38	1,45	1,19	0,60	1,52	38,24
0,099	0,122	95,32	93,55	1,25	1,45	0,60	1,55	39,02
0,101	0,125	97,90	96,36	5,20	1,13	0,60	3,37	135,05
0,105	0,129	96,29	94,20	1,20	1,26	0,60	1,43	38,73
0,118	0,145	94,11	93,64	1,35	1,36	0,60	1,55	14,17
0,142	0,174	93,49	92,49	1,51	1,75	0,60	1,83	22,02
0,081	0,099	93,39	92,53	1,30	1,71	0,60	1,71	49,77
0,222	0,275	92,43	91,76	1,81	1,04	0,60	1,63	44,39
0,155	0,190	91,69	90,09	1,11	1,78	0,60	1,65	23,38
0,289	0,359	90,07	89,28	1,80	1,41	0,60	1,81	101,95
0,554	0,733	89,19	89,04	1,50	1,48	0,60	1,69	27,70
0,390	0,489	88,97	88,02	1,55	1,59	0,60	1,77	52,44
0,084	0,104	89,09	88,05	1,30	1,56	0,60	1,63	52,94
0,504	0,651	87,96	87,12	1,65	1,12	0,60	1,59	87,10
0,568	0,755	86,99	86,75	1,25	1,31	0,60	1,48	26,75
0,580	0,777	86,71	86,25	1,35	0,97	0,60	1,36	49,50

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Apéndice 2. **Diseño hidráulico del drenaje pluvial de la colonia Marianita**

De PV	A PV	TERRENO				Pendiente	FACTORES		
		Cotas de Terreno		Dist H	Area (ha)		Area cu	Coe Ponderado Actual	
		Inicio	Final						
32	18	95,05	93,17	52,2	3,60	0,270483	0,270483	0,75	
30	31	95,59	93,19	43,89	5,47	0,221313	0,221313	0,75	
31	27	93,19	91,84	60,79	2,22	0,315261	0,536574	0,75	
28	29	94,84	93,59	33,94	3,68	0,159872	0,159872	0,75	
29	27	93,59	91,84	55,54	3,15	0,290608	0,45048	0,75	
24	25	94,62	94,33	41,09	0,71	0,144124	0,144124	0,75	
25	26	94,33	92,98	31,94	4,23	0,114812	0,258936	0,75	
26	27	92,98	91,84	23,81	4,79	0,073624	0,33256	0,75	
27	20	91,84	90,92	73	1,26	0,184385	1,503999	0,75	
11	12	124,29	120,2	18,81	21,74	0,065699	0,065699	0,75	
12	13	120,2	112,36	32,47	24,15	0,101217	0,166916	0,75	
13	14	112,36	109,01	20,88	16,04	0,072581	0,239497	0,75	
14	15	109,01	105,32	20,88	17,67	0,072581	0,239497	0,75	
15	16	105,32	98,35	73,32	9,51	0,294347	0,533844	0,75	
16	17	98,35	95,03	73,32	4,53	0,284673	0,818517	0,75	
17	18	95,03	93,17	73	2,55	0,438415	1,256932	0,75	
18	19	93,17	91,98	46,24	2,57	0,311829	1,839244	0,75	
19	20	91,98	90,92	46,24	2,29	0,396934	2,236178	0,75	
20	21	90,92	90,86	1,96	3,06	0	2,236178	0,75	
21	22	90,86	90,49	21,58	1,71	0,084208	2,320386	0,75	
22	23	90,49	89,67	35,8	2,29	0,13452	2,454906	0,75	
23	8	89,67	88,21	75,06	1,95	0,361348	2,816254	0,75	
1	2	109,37	109,79	58,93	-0,71	0,122933	0,122933	0,75	
2	3	109,79	102,73	38,99	18,11	0,112697	0,23563	0,75	
3	4	102,73	97,91	35,97	13,40	0,100827	0,336457	0,75	
4	5	97,91	96,1	42,48	4,26	0,120948	0,457405	0,75	
5	6	96,1	92,77	42,48	7,84	0,14485	0,602255	0,75	
6	7	92,77	88,76	58,13	6,90	0,184187	0,786442	0,75	
7	8	88,76	88,21	37,6	1,46	0,112769	0,899211	0,75	
8	9	88,21	88,07	24,37	0,57	0,099472	3,814937	0,75	
9	10	88,07	87,2	63,9	1,36	0,297789	4,112726	0,75	

1358,61

Continuación del apéndice 2.

ACTUAL										
Intendencia	Q dis (l/s)	∅	S (%) tubería	Area tub	V (m/s) sección llena	Q dis sección llena	q/Q	v/V	d/D	v
93,8045	52,85944439	15	5,4	0,1140	4,8466	552,5526	0,0956641	0,629526	0,2080	3,051
99,7873	46,00881648	15	6	0,1140	5,1088	582,4416	0,07899302	0,596526	0,1900	3,048
147,1536	164,4974566	15	3	0,1140	3,6125	411,8484	0,39941265	0,943462	0,4390	3,408
93,8045	31,24316535	15	4	0,1140	4,1713	475,5616	0,06569742	0,563791	0,1730	2,352
147,1536	138,1036246	15	3,9	0,1140	4,1188	469,5794	0,29410068	0,868725	0,3710	3,578
80,9261	24,29874826	15	1,1	0,1140	2,1875	249,3866	0,09743406	0,633094	0,2100	1,385
147,1536	79,38199284	15	1,85	0,1140	2,8368	323,4168	0,24544794	0,826365	0,3370	2,344
147,1536	101,9528978	15	7,2	0,1140	5,5964	638,0328	0,15979257	0,731973	0,2700	4,096
147,1536	461,0808765	18	1,7	0,1642	3,0708	504,1400	0,91458888	1,133674	0,7510	3,481
111,7068	15,28963128	15	27	0,1140	10,8374	1235,5452	0,01237481	0,342408	0,0780	3,711
147,1536	51,17142737	18	14,5	0,1642	8,9684	1472,3489	0,03475496	0,466185	0,1270	4,181
147,1536	73,42257986	18	10,85	0,1642	7,7579	1273,6251	0,0576485	0,541725	0,1620	4,203
147,1536	73,42257986	24	11,9	0,2919	9,8423	2872,5671	0,02555992	0,426042	0,1100	4,193
147,1536	163,6605207	24	6,1	0,2919	7,0467	2056,6558	0,07957604	0,596526	0,1900	4,204
147,1536	250,932704	24	4,3	0,2919	5,9164	1726,7558	0,14532032	0,711804	0,2570	4,211
147,1536	385,3375623	24	2	0,2919	4,0350	1177,6377	0,32721232	0,894316	0,3930	3,609
147,1536	563,8569146	24	2	0,2919	4,0350	1177,6377	0,47880339	0,988752	0,4870	3,990
147,1536	685,5449454	24	2	0,2919	4,0350	1177,6377	0,5821357	1,03713	0,5470	4,185
147,1536	685,5449454	30	1	0,4560	3,3108	1509,8138	0,45405926	0,975238	0,4720	3,229
147,1536	711,3605865	30	2	0,4560	4,6821	2135,1992	0,33315889	0,898821	0,3970	4,208
147,1536	752,6003743	30	2	0,4560	4,6821	2135,1992	0,35247314	0,912068	0,4090	4,270
147,1536	863,3788074	30	2	0,4560	4,6821	2135,1992	0,40435516	0,946469	0,4420	4,432
80,9261	20,72602773	15	1,2	0,1140	2,2847	260,4758	0,07956988	0,596526	0,1900	1,363
147,1536	72,23707392	15	15	0,1140	8,0777	920,9210	0,07844003	0,594644	0,1890	4,803
147,1536	103,1476008	18	12,4	0,1642	8,2936	1361,5625	0,07575679	0,590864	0,1870	4,900
147,1536	140,2266214	24	10,1	0,2919	9,0674	2646,4116	0,05298746	0,529374	0,1560	4,800
147,1536	184,6332766	24	8,5	0,2919	8,3183	2427,7623	0,0760508	0,590864	0,1870	4,915
147,1536	241,0994733	30	7	0,4560	8,7595	3994,5919	0,06035647	0,549834	0,1660	4,816
147,1536	275,6710583	30	0,7	0,4560	2,7700	1263,2009	0,21823216	0,799771	0,3170	2,215
147,1536	1169,54499	30	0,7	0,4560	2,7700	1263,2009	0,92585828	1,135349	0,7600	3,145
147,1536	1260,838145	30	2	0,4560	4,6821	2135,1992	0,59050141	1,040756	0,5520	4,873

Continuación del apéndice 2.

			Pozo				Ancho Zanja	Excavacion (m ³)	Relleno (m ³)
Ø pozo Inicial	Final	Dist Horizontal entre pozos	Cota Invert		Profundidad de Pozo				
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1.25	1.50	50,83	93,47	90,72	1,58	2,45	0.60	63,06	57,10
1.25	1.75	42,39	93,79	91,25	1,80	1,94	0.60	49,32	44,31
1.25	1.25	59,54	91,14	89,35	2,05	2,49	0.60	82,89	75,96
1.25	1.25	32,69	93,04	91,73	1,80	1,86	0.60	37,26	33,39
1.25	1.25	54,29	91,59	89,47	2,00	2,37	0.60	72,72	66,39
1.25	1.25	39,84	92,22	91,78	2,40	2,55	0.60	61,02	56,34
1.25	1.25	30,69	91,74	91,17	2,59	1,81	0.60	42,12	38,48
1.25	1.25	22,56	91,04	89,42	1,94	2,42	0.60	31,13	28,42
1.25	1.50	71,63	89,22	88,00	2,62	2,92	0.60	121,33	109,35
1.25	1.25	17,56	119,29	114,55	5,00	5,65	0.60	60,12	57,97
1.25	1.25	31,22	114,45	109,92	5,75	2,44	0.60	79,79	74,46
1.25	1.50	19,51	109,16	107,04	3,20	1,97	0.60	32,35	28,92
1.50	1.50	19,38	105,06	102,76	3,95	2,56	1.20	81,52	75,43
1.50	1.50	71,82	100,82	96,44	4,50	1,91	1.20	282,18	260,78
1.50	1.50	71,82	95,45	92,36	2,90	2,67	1.20	245,19	223,79
1.50	1.50	71,50	92,03	90,60	3,00	2,57	1.20	244,04	222,74
1.50	1.50	44,74	90,37	89,47	2,80	2,51	1.20	147,23	133,73
1.50	1.75	44,62	89,13	88,24	2,85	2,68	1.20	153,25	139,75
1.75	1.75	0,21	87,97	87,97	2,95	2,89	1.20	6,87	5,97
1.75	1.75	19,83	87,56	87,16	3,30	3,33	1.20	85,80	75,96
1.75	1.75	34,05	86,59	85,91	3,90	3,76	1.20	164,42	148,09
1.75	1.75	73,31	85,32	83,86	4,35	4,35	1.20	391,88	357,65
1.25	1.25	57,68	106,97	106,28	2,40	3,51	0.60	104,56	97,84
1.25	1.25	37,74	106,24	100,58	3,55	2,15	0.60	66,76	62,31
1.25	1.50	34,60	100,48	96,19	2,25	1,72	0.60	42,93	37,02
1.50	1.50	40,98	96,01	91,87	1,90	4,23	1.20	156,42	144,02
1.50	1.75	40,86	91,80	88,32	4,30	4,45	1.20	222,98	210,58
1.75	1.75	56,38	88,17	84,23	4,60	4,53	1.20	318,53	292,02
1.75	1.75	35,85	84,16	83,90	4,60	4,31	1.20	201,01	183,87
1.75	1.75	22,62	83,81	83,66	4,40	4,41	1.20	128,81	117,70
1.75	0	63,03	83,62	82,36	4,45	4,84	1.20	356,50	327,35

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Apéndice 3. **Diseño hidráulico de tragantes del drenaje pluvial de la colonia Marianita**

DE	A	Tipo de tragante	Lado	Superficie	Coef. n	Pendiente del terreno (%)	SL (m/m) Pendiente del terreno	Sx (m/m)	Ancho de la calle (m)	DH (m)
32	18	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	3,60	0,03601533	0,025	4,95	52,20
32	18	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	3,60	0,03601533	0,025	4,95	52,20
30	31	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	5,47	0,05468216	0,025	3,96	43,89
30	31	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	5,47	0,05468216	0,025	3,96	43,89
24	25	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	0,71	0,00705768	0,025	6	41,09
24	25	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	0,71	0,00705768	0,025	6	41,09
25	26	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	4,23	0,04226675	0,025	6	31,94
25	26	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	4,23	0,04226675	0,025	6	31,94
26	27	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	4,79	0,04787904	0,025	6	23,81
26	27	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	4,79	0,04787904	0,025	6	23,81
27	20	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	1,26	0,01260274	0,025	6	73,00
27	20	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	1,26	0,01260274	0,025	6	73,00
11	12	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	21,74	0,21743753	0,025	6	18,81
11	12	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	21,74	0,21743753	0,025	6	18,81
12	13	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	24,15	0,24145365	0,025	6	32,47
12	13	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	24,15	0,24145365	0,025	6	32,47
13	14	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	16,04	0,16044061	0,025	6	20,88
13	14	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	16,04	0,16044061	0,025	6	20,88
15	16	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	9,51	0,09506274	0,025	6	73,32
15	16	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	9,51	0,09506274	0,025	6	73,32
16	17	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	4,53	0,04528096	0,025	6	73,32
16	17	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	4,53	0,04528096	0,025	6	73,32
19	20	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	2,29	0,02292388	0,025	6	46,24
19	20	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	2,29	0,02292388	0,025	6	46,24
20	21	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	3,06	0,03061224	0,025	6	1,96
20	21	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	3,06	0,03061224	0,025	6	1,96
21	22	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	1,71	0,01714551	0,025	6	21,58
21	22	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	1,71	0,01714551	0,025	6	21,58
22	23	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	2,29	0,02290503	0,025	6	35,80
22	23	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	2,29	0,02290503	0,025	6	35,80
1	2	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	-0,71	0,0071271	0,025	6	58,93
1	2	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	-0,71	0,0071271	0,025	6	58,93
2	3	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	18,11	0,18107207	0,025	6	38,99
2	3	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	18,11	0,18107207	0,025	6	38,99
3	4	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	13,40	0,13400056	0,025	6	35,97
3	4	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	13,40	0,13400056	0,025	6	35,97
4	5	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	4,26	0,04260829	0,025	6	42,48
4	5	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	4,26	0,04260829	0,025	6	42,48
5	6	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	7,84	0,07838983	0,025	6	42,48
5	6	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	7,84	0,07838983	0,025	6	42,48
6	7	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	6,90	0,06898331	0,025	6	58,13
6	7	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	6,90	0,06898331	0,025	6	58,13
7	8	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	1,46	0,01462766	0,025	6	37,60
8	9	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	0,57	0,00574477	0,025	6	24,37
8	9	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	0,57	0,00574477	0,025	6	24,37
9	10	Ventana	Derecha	Concreto	0,016	1,36	0,01361502	0,025	6	63,90
9	10	Ventana	Izquierda	Concreto	0,016	1,36	0,01361502	0,025	6	63,90

Continuación del apéndice 3.

Area (m2)	Area (Ha)	Coficiente C	Pendiente Aproximada	Impermeabilidad	Area(Ha)* C	TC (min)	Intensidad	Qd (m3/s)
129,20	0,0129195	0,8	0,07	80	0,0103356	7	177,62	0,005
129,20	0,0129195	0,8	0,07	80	0,0103356	7	177,62	0,005
86,90	0,00869022	0,8	0,06	80	0,00695218	7,5	171,60	0,003
86,90	0,00869022	0,8	0,06	80	0,00695218	7,5	171,60	0,003
123,27	0,012327	0,8	< 0.01	80	0,0098616	13	128,28	0,004
123,27	0,012327	0,8	< 0.01	80	0,0098616	13	128,28	0,004
95,82	0,009582	0,8	0,05	80	0,0076656	8	166,09	0,004
95,82	0,009582	0,8	0,05	80	0,0076656	8	166,09	0,004
71,43	0,007143	0,8	0,05	80	0,0057144	8	166,09	0,003
71,43	0,007143	0,8	0,05	80	0,0057144	8	166,09	0,003
219,00	0,0219	0,8	0,02	80	0,01752	11	140,52	0,007
219,00	0,0219	0,8	0,02	80	0,01752	11	140,52	0,007
56,43	0,005643	0,8	> 0.10	80	0,0045144	5	208,45	0,003
56,43	0,005643	0,8	> 0.10	80	0,0045144	5	208,45	0,003
97,41	0,009741	0,8	> 0.10	80	0,0077928	5	208,45	0,005
97,41	0,009741	0,8	> 0.10	80	0,0077928	5	208,45	0,005
62,64	0,006264	0,8	> 0.10	80	0,0050112	5	208,45	0,003
62,64	0,006264	0,8	> 0.10	80	0,0050112	5	208,45	0,003
219,96	0,021996	0,8	0,1	80	0,0175968	5,5	199,49	0,010
219,96	0,021996	0,8	0,1	80	0,0175968	5,5	199,49	0,010
219,96	0,021996	0,8	0,05	80	0,0175968	8	166,09	0,008
219,96	0,021996	0,8	0,05	80	0,0175968	8	166,09	0,008
138,72	0,013872	0,8	0,03	80	0,0110976	10	147,87	0,005
138,72	0,013872	0,8	0,03	80	0,0110976	10	147,87	0,005
5,88	0,000588	0,8	0,04	80	0,0004704	9	156,30	0,000
5,88	0,000588	0,8	0,04	80	0,0004704	9	156,30	0,000
64,74	0,006474	0,8	0,02	80	0,0051792	11	140,52	0,002
64,74	0,006474	0,8	0,02	80	0,0051792	11	140,52	0,002
107,40	0,01074	0,8	0,03	80	0,008592	10	147,87	0,004
107,40	0,01074	0,8	0,03	80	0,008592	10	147,87	0,004
176,79	0,017679	0,8	< 0.01	80	0,0141432	13	128,28	0,005
176,79	0,017679	0,8	< 0.01	80	0,0141432	13	128,28	0,005
116,97	0,011697	0,8	> 0.10	80	0,0093576	5	208,45	0,005
116,97	0,011697	0,8	> 0.10	80	0,0093576	5	208,45	0,005
107,91	0,010791	0,8	> 0.10	80	0,0086328	5	208,45	0,005
107,91	0,010791	0,8	> 0.10	80	0,0086328	5	208,45	0,005
127,44	0,012744	0,8	0,05	80	0,0101952	8	166,09	0,005
127,44	0,012744	0,8	0,05	80	0,0101952	8	166,09	0,005
127,44	0,012744	0,8	0,08	80	0,0101952	6,5	184,20	0,005
127,44	0,012744	0,8	0,08	80	0,0101952	6,5	184,20	0,005
174,39	0,017439	0,8	0,07	80	0,0139512	7	177,62	0,007
174,39	0,017439	0,8	0,07	80	0,0139512	7	177,62	0,007
112,80	0,01128	0,8	0,02	80	0,009024	11	140,52	0,004
73,11	0,007311	0,8	< 0.01	80	0,0058488	13	128,28	0,002
73,11	0,007311	0,8	< 0.01	80	0,0058488	13	128,28	0,002
191,70	0,01917	0,8	0,02	80	0,015336	11	140,52	0,006
191,70	0,01917	0,8	0,02	80	0,015336	11	140,52	0,006

Continuación del apéndice 3.

Td (m)	d(m)	Numero de tragantes	No Tragantes aprox	Q (m3/s)	Q (L/s)	Caudal restante	T (m)	h(m)	a (m)	W (m)
0,79	0,020	1	1	0,005	5,099	0,000	0,79	0,15	0,025	0,3
0,79	0,020	1	1	0,005	5,099	0,000	0,79	0,15	0,025	0,3
0,63	0,016	1	1	0,003	3,314	0,000	0,63	0,15	0,025	0,3
0,63	0,016	1	1	0,003	3,314	0,000	0,63	0,15	0,025	0,3
0,94	0,023	1	1	0,004	3,611	0,000	0,95	0,15	0,025	0,3
0,94	0,023	1	1	0,004	3,611	0,000	0,95	0,15	0,025	0,3
0,67	0,017	1	1	0,004	3,537	0,000	0,67	0,15	0,025	0,3
0,67	0,017	1	1	0,004	3,537	0,000	0,67	0,15	0,025	0,3
0,59	0,015	1	1	0,003	2,705	0,000	0,59	0,15	0,025	0,3
0,59	0,015	1	1	0,003	2,705	0,000	0,59	0,15	0,025	0,3
1,08	0,027	1	1	0,007	6,839	0,000	1,08	0,15	0,025	0,3
1,08	0,027	1	1	0,007	6,839	0,000	1,08	0,15	0,025	0,3
0,44	0,011	1	1	0,003	2,839	0,000	0,46	0,15	0,025	0,3
0,44	0,011	1	1	0,003	2,839	0,000	0,46	0,15	0,025	0,3
0,53	0,013	2	2	0,003	2,701	0,000	0,44	0,15	0,025	0,3
0,53	0,013	2	2	0,003	2,701	0,000	0,44	0,15	0,025	0,3
0,49	0,012	1	1	0,003	3,496	0,001	0,52	0,15	0,025	0,3
0,49	0,012	1	1	0,003	3,496	0,001	0,52	0,15	0,025	0,3
0,84	0,021	2	2	0,005	5,454	0,001	0,68	0,15	0,025	0,3
0,84	0,021	2	2	0,005	5,454	0,001	0,68	0,15	0,025	0,3
0,91	0,023	1	1	0,008	8,118	0,002	0,91	0,15	0,025	0,3
0,91	0,023	1	1	0,008	8,118	0,002	0,91	0,15	0,025	0,3
0,83	0,021	1	1	0,006	6,359	0,000	0,94	0,15	0,025	0,3
0,83	0,021	1	1	0,006	6,359	0,000	0,94	0,15	0,025	0,3
0,25	0,006	1	1	0,002	1,706	0,000	0,54	0,15	0,025	0,3
0,25	0,006	1	1	0,002	1,706	0,000	0,54	0,15	0,025	0,3
0,65	0,016	1	1	0,002	2,022	0,000	0,65	0,15	0,025	0,3
0,65	0,016	1	1	0,002	2,022	0,000	0,65	0,15	0,025	0,3
0,75	0,019	1	1	0,004	3,529	0,000	0,75	0,15	0,025	0,3
0,75	0,019	1	1	0,004	3,529	0,000	0,75	0,15	0,025	0,3
1,07	0,027	1	1	0,005	5,040	0,000	1,07	0,15	0,025	0,3
1,07	0,027	1	1	0,005	5,040	0,000	1,07	0,15	0,025	0,3
0,60	0,015	1	1	0,005	5,418	0,002	0,60	0,15	0,025	0,3
0,60	0,015	1	1	0,005	5,418	0,002	0,60	0,15	0,025	0,3
0,62	0,015	2	2	0,004	4,097	0,001	0,57	0,15	0,025	0,3
0,62	0,015	2	2	0,004	4,097	0,001	0,57	0,15	0,025	0,3
0,75	0,019	1	1	0,005	4,704	0,000	0,75	0,15	0,025	0,3
0,75	0,019	1	1	0,005	4,704	0,000	0,75	0,15	0,025	0,3
0,69	0,017	1	1	0,006	5,563	0,001	0,71	0,15	0,025	0,3
0,69	0,017	1	1	0,006	5,563	0,001	0,71	0,15	0,025	0,3
0,79	0,020	1	1	0,009	8,593	0,003	0,86	0,15	0,025	0,3
0,79	0,020	1	1	0,009	8,593	0,003	0,86	0,15	0,025	0,3
0,82	0,020	1	1	0,006	6,028	0,000	1,00	0,15	0,025	0,3
0,80	0,020	1	1	0,002	2,225	0,000	0,82	0,15	0,025	0,3
0,80	0,020	1	1	0,002	2,225	0,000	0,82	0,15	0,025	0,3
1,01	0,025	1	1	0,006	5,986	0,000	1,01	0,15	0,025	0,3
1,01	0,025	1	1	0,006	5,986	0,000	1,01	0,15	0,025	0,3

Continuación del apéndice 3.


E0	Cg	S'w	se	Lt	L	Le	E	Qi	Qb
0,72	0,12	0,083	0,085	1,72	1,50	1,32	93%	0,005	0,000
0,72	0,12	0,083	0,085	1,72	1,50	1,32	93%	0,005	0,000
0,83	0,12	0,083	0,094	1,54	1,50	1,32	97%	0,003	0,000
0,83	0,12	0,083	0,094	1,54	1,50	1,32	97%	0,003	0,000
0,64	0,12	0,083	0,078	0,96	1,50	1,32	100%	0,004	0,000
0,64	0,12	0,083	0,078	0,96	1,50	1,32	100%	0,004	0,000
0,79	0,12	0,083	0,091	1,49	1,50	1,32	98%	0,003	0,000
0,79	0,12	0,083	0,091	1,49	1,50	1,32	98%	0,003	0,000
0,85	0,12	0,083	0,096	1,34	1,50	1,32	100%	0,003	0,000
0,85	0,12	0,083	0,096	1,34	1,50	1,32	100%	0,003	0,000
0,58	0,12	0,083	0,073	1,55	1,50	1,32	97%	0,007	0,000
0,58	0,12	0,083	0,073	1,55	1,50	1,32	97%	0,007	0,000
0,94	0,12	0,083	0,104	2,05	1,50	1,32	84%	0,002	0,000
0,94	0,12	0,083	0,104	2,05	1,50	1,32	84%	0,002	0,000
0,95	0,08	0,083	0,105	2,06	1,50	1,38	86%	0,002	0,000
0,95	0,08	0,083	0,105	2,06	1,50	1,38	86%	0,002	0,000
0,90	0,12	0,083	0,100	2,09	1,50	1,32	83%	0,003	0,001
0,90	0,12	0,083	0,100	2,09	1,50	1,32	83%	0,003	0,001
0,79	0,08	0,083	0,091	2,28	1,50	1,38	81%	0,004	0,001
0,79	0,08	0,083	0,091	2,28	1,50	1,38	81%	0,004	0,001
0,66	0,12	0,083	0,080	2,33	1,50	1,32	78%	0,006	0,002
0,66	0,12	0,083	0,080	2,33	1,50	1,32	78%	0,006	0,002
0,64	0,12	0,083	0,078	1,73	1,50	1,32	92%	0,006	0,000
0,64	0,12	0,083	0,078	1,73	1,50	1,32	92%	0,006	0,000
0,88	0,12	0,083	0,099	0,95	1,50	1,32	100%	0,002	0,000
0,88	0,12	0,083	0,099	0,95	1,50	1,32	100%	0,002	0,000
0,81	0,12	0,083	0,093	0,89	1,50	1,32	100%	0,002	0,000
0,81	0,12	0,083	0,093	0,89	1,50	1,32	100%	0,002	0,000
0,74	0,12	0,083	0,087	1,27	1,50	1,32	100%	0,004	0,000
0,74	0,12	0,083	0,087	1,27	1,50	1,32	100%	0,004	0,000
0,58	0,12	0,083	0,074	1,15	1,50	1,32	100%	0,005	0,000
0,58	0,12	0,083	0,074	1,15	1,50	1,32	100%	0,005	0,000
0,84	0,12	0,083	0,095	2,68	1,50	1,32	71%	0,004	0,002
0,84	0,12	0,083	0,095	2,68	1,50	1,32	71%	0,004	0,002
0,86	0,08	0,083	0,097	2,15	1,50	1,38	84%	0,003	0,001
0,86	0,08	0,083	0,097	2,15	1,50	1,38	84%	0,003	0,001
0,75	0,12	0,083	0,087	1,72	1,50	1,32	93%	0,004	0,000
0,75	0,12	0,083	0,087	1,72	1,50	1,32	93%	0,004	0,000
0,77	0,12	0,083	0,089	2,19	1,50	1,32	81%	0,005	0,001
0,77	0,12	0,083	0,089	2,19	1,50	1,32	81%	0,005	0,001
0,68	0,12	0,083	0,082	2,66	1,50	1,32	71%	0,006	0,003
0,68	0,12	0,083	0,082	2,66	1,50	1,32	71%	0,006	0,003
0,61	0,12	0,083	0,076	1,51	1,50	1,32	98%	0,006	0,000
0,70	0,12	0,083	0,084	0,71	1,50	1,32	100%	0,002	0,000
0,70	0,12	0,083	0,084	0,71	1,50	1,32	100%	0,002	0,000
0,61	0,12	0,083	0,076	1,48	1,50	1,32	98%	0,006	0,000
0,61	0,12	0,083	0,076	1,48	1,50	1,32	98%	0,006	0,000

Continuación del apéndice 3.

DIAMETRO PROPUESTO DE TUBERIA (pulg)	PENDIENTE PROPUESTA PARA TUBERIA S%	AREA DE TUBERIA PROPUESTA (mts ²)	SECCION LLENA		RELACION q/Q	RELACION v/V	VELOCIDAD v (m/s)	TIRANTE d/D
			Vel (m/s)	Q (lt/s)	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL	ACTUAL
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0214	0,101	0,2106	0,101
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0214	0,101	0,2106	0,101
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0139	0,082	0,1710	0,082
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0139	0,082	0,1710	0,082
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0152	0,085	0,1773	0,085
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0152	0,085	0,1773	0,085
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0149	0,085	0,1773	0,085
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0149	0,085	0,1773	0,085
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0114	0,074	0,1543	0,074
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0114	0,074	0,1543	0,074
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0288	0,116	0,2419	0,116
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0288	0,116	0,2419	0,116
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0119	0,076	0,1585	0,076
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0119	0,076	0,1585	0,076
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0114	0,074	0,1543	0,074
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0114	0,074	0,1543	0,074
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0147	0,084	0,1752	0,084
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0147	0,084	0,1752	0,084
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0229	0,104	0,2169	0,104
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0229	0,104	0,2169	0,104
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0341	0,126	0,2628	0,126
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0341	0,126	0,2628	0,126
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0267	0,112	0,2336	0,112
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0267	0,112	0,2336	0,112
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0072	0,06	0,1251	0,060
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0072	0,06	0,1251	0,060
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0085	0,065	0,1356	0,065
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0085	0,065	0,1356	0,065
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0148	0,085	0,1773	0,085
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0148	0,085	0,1773	0,085
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0212	0,1	0,2086	0,100
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0212	0,1	0,2086	0,100
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0228	0,104	0,2169	0,104
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0228	0,104	0,2169	0,104
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0172	0,091	0,1898	0,091
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0172	0,091	0,1898	0,091
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0198	0,097	0,2023	0,097
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0198	0,097	0,2023	0,097
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0234	0,105	0,2190	0,105
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0234	0,105	0,2190	0,105
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0361	0,13	0,2711	0,130
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0361	0,13	0,2711	0,130
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0254	0,109	0,2273	0,109
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0094	0,068	0,1418	0,068
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0094	0,068	0,1418	0,068
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0252	0,109	0,2273	0,109
15	1	0,1140	2,09	237,78	0,0252	0,109	0,2273	0,109

Fuente: elaboración propia, utilizando Microsoft Excel.

Apéndice 4. Precio unitario de topografía

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	1,01		
COLONIA EL FRUTAL A COLONIA MARIANITA	Fecha:	20/04/2017		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Topografía, planimetría y altimetría	0,96	km	Q 12 417,38	Q 11 955,20

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
equipo topografico	15,00	dia	Q 500,00	Q 7 500,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 375,00	Q 375,00
			Total con Iva	Q 7 875,00
			Total sin Iva	Q 7 031,25

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -

Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
trompos de marcacion	1,00	Unidad	Q 1,00	Q 1,00
cal hidratada	1,00	saco	Q 37,70	
Transporte de material	1,00		Q 0,05	Q 0,05
			Total con Iva	Q 1,05
			Total sin Iva	Q 0,94

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
topografo	1,00	jornada	Q 367,44	Q 367,44
cadenero	3,00	jornada	Q 155,20	Q 465,60
				Q -
				Q -
			Total	Q 833,04

Herramienta	5%	Q 41,65
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q 7 906,88
Total costo directo	35%	Q 2 767,41
Subtotal del renglón		Q 10 674,29
Iva	12%	Q 1 280,91
Costo total		Q 11 955,20

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Precio unitario de limpia, chapeo y destronque

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	1,02		
COLONIA EL FRUTAL A COLONIA MARIANITA	Fecha:	20/04/2017		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Limpia, chapeo y destronque	0,87	Ha	Q 72 104,41	Q 62 490,77

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Camion de volteo	217,00	viaje	Q 150,00	Q 32 550,00
retro excavadora	4,00	dia	Q 2 300,00	Q 9 200,00
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 2 087,50	Q 2 087,50
Total con Iva				Q 43 837,50
Total sin Iva				Q 39 140,63

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
Total con Iva				Q -
Total sin Iva				Q -


Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
Transporte de material	1,00		Q -	Q -
Total con Iva				Q -
Total sin Iva				Q -

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Ayudante de maquinaria	15,00	jornada	Q 139,00	Q 2 085,00
				Q -
				Q -
				Q -
Total				Q 2 085,00

Herramienta	5%	Q	104,25
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q	41 329,88
Total costo directo	35%	Q	14 465,46
Subtotal del renglón		Q	55 795,33
Iva	12%	Q	6 695,44
Costo total		Q	62 490,77

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Precio unitario de excavación no clasificada

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	2,01		
COLONIA EL FRUTAL A COLONIA MARIANITA	Fecha:	29/01/2015		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Excavación no clasificada	562,28	m3	Q 54,23	Q 30 493,70

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
excavadora	2,00	día	Q 2 400,00	Q 4 800,00
camion de volteo	46,86	viaje	Q 350,00	Q 16 399,83
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 1 059,99	Q 1 059,99
			Total con Iva	Q 22 259,83
			Total sin Iva	Q 19 874,84

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -

Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de material	1,00		Q -	Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
ayudante de maquinaria	2,00	jornal	Q 139,50	Q 279,00
				Q -
				Q -
				Q -
			Total	Q 279,00

Herramienta	5%	Q 13,95
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q 20 167,79
Total costo indirecto	35%	Q 7 058,73
Subtotal del renglón		Q 27 226,52
Iva	12%	Q 3 267,18
Costo total		Q 30 493,70

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. **Precio unitario de excavación no clasificada con desperdicio**

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	2,02		
COLONIA EL FRUTAL A COLONIA MARIANITA	Fecha:	29/01/2015		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Excavación no clasificada con desperdicio	47801,44	m3	Q 48,77	Q 2 331 390,86

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
retro excavadora	98,00	día	Q 2 400,00	Q 235 200,00
camion de volteo	3983,45	viaje	Q 350,00	Q 1 394 208,67
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 81 470,43	Q 81 470,43
			Total con Iva	Q 1 710 879,10
			Total sin Iva	Q 1 527 570,63

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -


Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de material	1,00		Q -	Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
ayudante de maquinaria	98,00	jornal	Q 139,50	Q 13 671,00
				Q -
				Q -
				Q -
			Total	Q 13 671,00

Herramienta	5%	Q 683,55
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q 1 541 925,18
Total costo directo	35%	Q 539 673,81
Subtotal del renglón		Q 2 081 598,99
Iva	12%	Q 249 791,88
Costo total		Q 2 331 390,86

Fuente: elaboración propia

Apéndice 8. **Preciounitario de conformación y reacondicionamiento de subrasante**

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	3,01		
COLONIA EL FRUTAL A COLONIA MARIANITA	Fecha:	20/04/2017		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Conformacion y reacondicionamiento de la subrasante	12227,31	m2	Q 10,84	Q 132 596,07

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
motoniveladora	164,00	hora	Q 450,00	Q 73 800,00
rodocompactor	30,57	hora	Q 310,00	Q 9 476,16
cisterna 2000 galones	6,00	viaje	Q 300,00	Q 1 800,00
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 4 253,81	Q 4 253,81
			Total con Iva	Q 89 329,97
			Total sin Iva	Q 79 758,90

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -


Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
agua	18340,96	gal	Q 0,25	Q 4 585,24
Transporte de material	1,00		Q 229,26	Q 229,26
			Total con Iva	Q 4 814,50
			Total sin Iva	Q 4 298,66

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
ayudante de maquinaria	30,00	jornada	Q 115,50	Q 3 465,00
				Q -
				Q -
				Q -
			Total	Q 3 465,00

Herramienta	5%	Q 173,25
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q 87 695,81
Total costo indirecto	35%	Q 30 693,53
Subtotal del renglón		Q 118 389,35
Iva	12%	Q 14 206,72
Costo total		Q 132 596,07

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 9. Precio unitario de conformación de base granular

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	3,02		
COLONIA EL FRUTAL A COLONIA MARIANITA	Fecha:	29/01/2015		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Conformacion y compactación de la base de material granular (espesor = 0.15 m)	1834,10	m3	Q 173,68	Q 318 550,57

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
motoniveladora	138,00	hora	Q 450,00	Q 62 100,00
rodocompactor	31,00	hora	Q 310,00	Q 9 610,00
topografía	6,00	día	Q 500,00	Q 3 000,00
camion de volteo	18,00	día	Q 962,00	Q 17 316,00
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 4 601,30	Q 4 601,30
			Total con Iva	Q 96 627,30
			Total sin Iva	Q 86 274,38

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	45,00	galones	Q 20,00	Q 900,00
				Q -
			Total con Iva	Q 900,00
			Total sin Iva	Q 803,57


Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
trompos	48,14	Unidad	Q 3,00	Q 144,42
Material granular	1834,10	m3	Q 65,00	Q 119 216,23
Transporte de material	1,00		Q 5 968,03	Q 5 968,03
			Total con Iva	Q 125 328,68
			Total sin Iva	Q 111 900,61

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
ayudante de maquinaria	96,50	jornal	Q 115,50	Q 11 145,75
				Q -
				Q -
				Q -
			Total	Q 11 145,75

Herramienta	5%	Q 557,29
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q 210 681,59
Total costo indirecto	35%	Q 73 738,56
Subtotal del renglón		Q 284 420,15
Iva	12%	Q 34 130,42
Costo total		Q 318 550,57

Fuente: elaboracion propia.

Apéndice 10. Precio unitario de pavimento rígido

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	3,03		
Guardería, Mercado Concepción zona 4	Fecha:	29/01/2015		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Pavimento rígido (concreto hidráulico de 0.18m) f'c 4000 PSI	1210,39	m3	Q 2 122,04	Q 2 568 507,55

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q -	Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -


Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Formaleta de metal	962,78	ml	Q 56,00	Q 53 915,68
Suministro de concreto f'c 4000 PSI (mixto listo)	1210,39	m3	Q 1 290,71	Q 1 562 267,73
Transporte de material	1,00		Q 80 809,17	Q 80 809,17
			Total con Iva	Q 1 696 992,58
			Total sin Iva	Q 1 515 171,95

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Colocación del concreto (incluye formaleta, sisado, corte y acabado)	6724,41	m2	Q 26,00	Q 174 834,70
				Q -
				Q -
			Total	Q 174 834,70

Herramienta	5%	Q	8 741,73
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q	1 698 748,38
Total costo indirecto	35%	Q	594 561,93
Subtotal del renglón		Q	2 293 310,31
Iva	12%	Q	275 197,24
Costo total		Q	2 568 507,55

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. Precio unitario de banqueta y ciclovía

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	3,04		
Guardería, Mercado Concepción zona 4	Fecha:	29/01/2015		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Banqueta y ciclovía 0.10 m	175,71	m3	Q 1 515,07	Q 266 211,41

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
concretera	10,00	dia	Q 2 500,00	Q 25 000,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 1 250,00	Q 1 250,00
			Total sin Iva	Q 1 116,07

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -


Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
cemento	1809,00	saco	Q 74,00	Q 133 866,00
arena	102,00	m3	Q 86,00	Q 8 772,00
piedrin	102,00	m3	Q 200,00	Q 20 400,00
tabla 1"×12"×12'	588,00	PT	Q 7,67	Q 4 509,96
paral 3"×3"×12'	522,00	PT	Q 7,67	Q 4 003,74
Transporte de material	1,00		Q 8 577,59	Q 8 577,59
			Total con Iva	Q 46 263,29
			Total sin Iva	Q 41 306,50

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
ayudante de maquinaria	175,71	jornal	Q 724,37	Q 127 279,21
				Q -
				Q -
			Total	Q 127 279,21

Herramienta	5%	Q 6 363,96
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q 176 065,75
Total costo indirecto	35%	Q 61 623,01
Subtotal del renglón		Q 237 688,76
Iva	12%	Q 28 522,65
Costo total		Q 266 211,41


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 12. Precio unitario de cuneta

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	3,02		
Guardería, Mercado Concepción zona 4	Fecha:	29/01/2015		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Cuneta	1925,56	ml	Q 253,72	Q 488 557,17
Descripción de maquinaria y equipo				
concretera	7,00	dia	Q 2 500,00	Q 17 500,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 875,00	Q 875,00
			Total con Iva	Q 18 375,00
			Total sin Iva	Q 16 406,25
Descripción de combustible y lubricantes				
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -
Descripción de materiales				
cemento	1241,00	saco	Q 74,00	Q 91 834,00
arena	70,00	m3	Q 86,00	Q 6 020,00
pedrin	70,00	m3	Q 200,00	Q 14 000,00
tabla 1"*12"*12'	6324,00	PT	Q 7,67	Q 48 505,08
paral 3"*3"*12'	5688,00	PT	Q 7,67	Q 43 626,96
Transporte de material	1,00		Q 10 199,30	Q 10 199,30
			Total con Iva	Q 214 185,34
			Total sin Iva	Q 191 236,91
Descripción de mano de obra				
fundir y formaletear cuneta	1925,56	jornal	Q 57,11	Q 109 977,77
				Q -
				Q -
				Q -
			Total	Q 109 977,77
Herramienta			5%	Q 5 498,89
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 323 119,82
Total costo indirecto			35%	Q 113 091,94
Subtotal del renglón				Q 436 211,76
Iva			12%	Q 52 345,41
Costo total				Q 488 557,17


Fuente: elaboración propia.

Apéndice 13. Precio unitario de excavación para alcantarilla

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	4,02			
Guardería, Mercado Concepción zona 4	Fecha:	29/01/2015			
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total	
Excavación para alcantarilla	107,52	m3	Q 66,69	Q 7 170,74	
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal	
retro excavadora	2,00	dia	Q 2 400,00	Q 4 800,00	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 240,00	Q 240,00	
			Total con Iva	Q 5 040,00	
			Total sin Iva	Q 4 500,00	
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal	
				Q -	
				Q -	
			Total con Iva	Q -	
			Total sin Iva	Q -	
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
Transporte de material	1,00		Q -	Q -	
			Total con Iva	Q -	
			Total sin Iva	Q -	
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal	
ayudante de maquinaria	2,00	jornal	Q 115,50	Q 231,00	
				Q -	
				Q -	
				Q -	
			Total	Q 231,00	
Herramienta			5%	Q 11,55	
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 4 742,55	
Total costo indirecto			35%	Q 1 659,89	
Subtotal del renglón				Q 6 402,44	
Iva			12%	Q 768,29	
Costo total				Q 7 170,74	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 14. Precio unitario de drenaje transversal

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS				
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	4,03		
Guardería, Mercado Concepción zona 4	Fecha:	29/01/2015		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Tubería drenaje transversal 36"	38,00	ml	Q 1 773,91	Q 67 408,52

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
camion de volteo	8,00	viajes	Q 528,00	Q 4 224,00
compactadora	14,00	día	Q 336,00	Q 4 704,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 446,40	Q 446,40
			Total con Iva	Q 9 374,40
			Total sin Iva	Q 8 370,00

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
			Total con Iva	Q -
			Total sin Iva	Q -

Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
tubería de 36 pulgadas	38,00	m	Q 763,66	Q 29 019,08
pegamento pvc rib loc galon blanco	1,00	gal	Q 365,00	Q 365,00
selecto	31,00	m3	Q 145,00	Q 4 495,00
Transporte de material	1,00		Q 1 693,95	Q 1 693,95
			Total con Iva	Q 35 573,03
			Total sin Iva	Q 31 761,64

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
compactación y esparcimiento	547,17	m2	Q 1,97	Q 1 077,55
colocación de tubería	38,00	m	Q 54,05	Q 2 053,76
relleno	30,15	m3	Q 36,74	Q 1 107,47
				Q -
			Total	Q 4 238,78

Herramienta	5%	Q 211,94
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q 44 582,35
Total costo indirecto	35%	Q 15 603,82
Subtotal del renglón		Q 60 186,18
Iva	12%	Q 7 222,34
Costo total		Q 67 408,52

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 15. Precio unitario de concreto ciclópeo

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS					
CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA DE PAVIMENTO RÍGIDO	Renglón:	4,04			
Guardería, Mercado Concepción zona 4	Fecha:	29/01/2015			
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total	
Concreto ciclópeo para caja receptora y cabezal de salida	21,00	m3	Q 2 228,85	Q 46 805,90	

Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
concretera	1,00	dia	Q 2 500,00	Q 2 500,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00		Q 125,00	Q 125,00
Total con Iva				Q 2 625,00
Total sin Iva				Q 2 343,75

Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
Total con Iva				Q -
Total sin Iva				Q -

Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
cemento	87,00	saco	Q 74,00	Q 6 438,00
arena	5,00	m3	Q 86,00	Q 430,00
pedrin	5,00	m3	Q 200,00	Q 1 000,00
tabla 1"*12"*12'	400,00	PT	Q 7,67	Q 3 068,00
paral 3"*3"*12'	180,00	PT	Q 7,67	Q 1 380,60
pedra bola	14,00	m3	Q 320,00	Q 4 480,00
Transporte de material	1,00		Q 839,83	Q 839,83
Total con Iva				Q 17 636,43
Total sin Iva				Q 15 746,81

Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
fundir y formaletear	21,00	m3	Q 583,48	Q 12 253,07
				Q -
				Q -
				Q -
Total				Q 12 253,07

Herramienta	5%	Q 612,65
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)		Q 30 956,28
Total costo indirecto	35%	Q 10 834,70
Subtotal del renglón		Q 41 790,98
Iva	12%	Q 5 014,92
Costo total		Q 46 805,90

Fuente: elaboración propia

Apéndice 16. **Planos del diseño del tramo carretero que conduce de la colonia El Frutal a la colonia Marianita**

- Plano 1: planta general
- Planos del 2 al 5: planos de planta y perfil
- Planos del 6 al 7: secciones transversales
- Plano 8: volumen de corte y relleno
- Plano 9: detalles generales

Fuente: elaboración propia.



PLANO No.	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA GENERAL
2	PLANTA Y PERFILES EST 0+000 A EST 0+270
3	PLANTA Y PERFILES EST 0+270 A EST 0+450
4	PLANTA Y PERFILES EST 0+450 A EST 0+768.83
5	PLANTA Y PERFILES EST 0+768.83 A EST 0+942.26
6	SECCIONES TRANS. EST 0+400 A EST 0+420
7	SECCIONES TRANS. EST 0+430 A EST 0+740
8	TABLA DE VOLUMENES
9	DETALLES OBSERVABLES

TABLA DE PUNTO	
ALTIMETRIA	ESTACIONAMIENTO
1	10127
2	10128
3	10129
4	10130
5	10131
6	10132
7	10133
8	10134
9	10135
10	10136
11	10137
12	10138
13	10139
14	10140
15	10141
16	10142
17	10143
18	10144
19	10145
20	10146
21	10147
22	10148
23	10149
24	10150
25	10151
26	10152
27	10153
28	10154
29	10155
30	10156
31	10157
32	10158
33	10159
34	10160
35	10161
36	10162
37	10163
38	10164
39	10165
40	10166
41	10167
42	10168
43	10169
44	10170
45	10171
46	10172
47	10173
48	10174
49	10175
50	10176
51	10177
52	10178
53	10179
54	10180
55	10181
56	10182
57	10183
58	10184
59	10185
60	10186
61	10187
62	10188
63	10189
64	10190
65	10191
66	10192
67	10193
68	10194
69	10195
70	10196
71	10197
72	10198
73	10199
74	10200
75	10201
76	10202
77	10203
78	10204
79	10205
80	10206
81	10207
82	10208
83	10209
84	10210
85	10211
86	10212
87	10213
88	10214
89	10215
90	10216
91	10217
92	10218
93	10219
94	10220
95	10221
96	10222
97	10223
98	10224
99	10225
100	10226



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA OHR
CONDUCE DE LA COLONIA EL FRUTAL A LA
COLONIA MARIANITA.

UNIVERSIDAD
PLANTA GENERAL

PROFESOR
WILLIAM GARRIBÓN

ALUMNO
WILLIAM GARRIBÓN

FECHA
01

HOJA
09

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTO:
DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA OHR
CONDUCE DE LA COLONIA EL FRUTAL A LA
COLONIA MARIANITA.

UNIVERSIDAD
PLANTA GENERAL

PROFESOR
WILLIAM GARRIBÓN

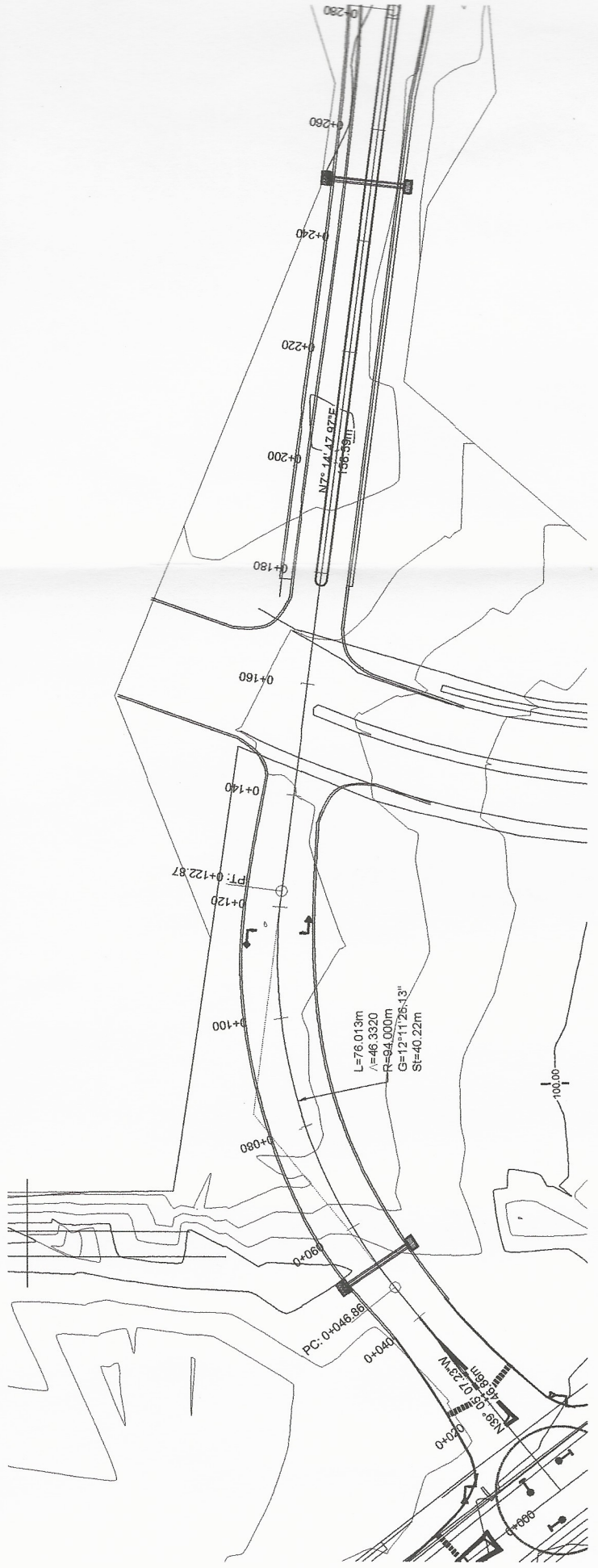
ALUMNO
WILLIAM GARRIBÓN

FECHA
01

HOJA
09

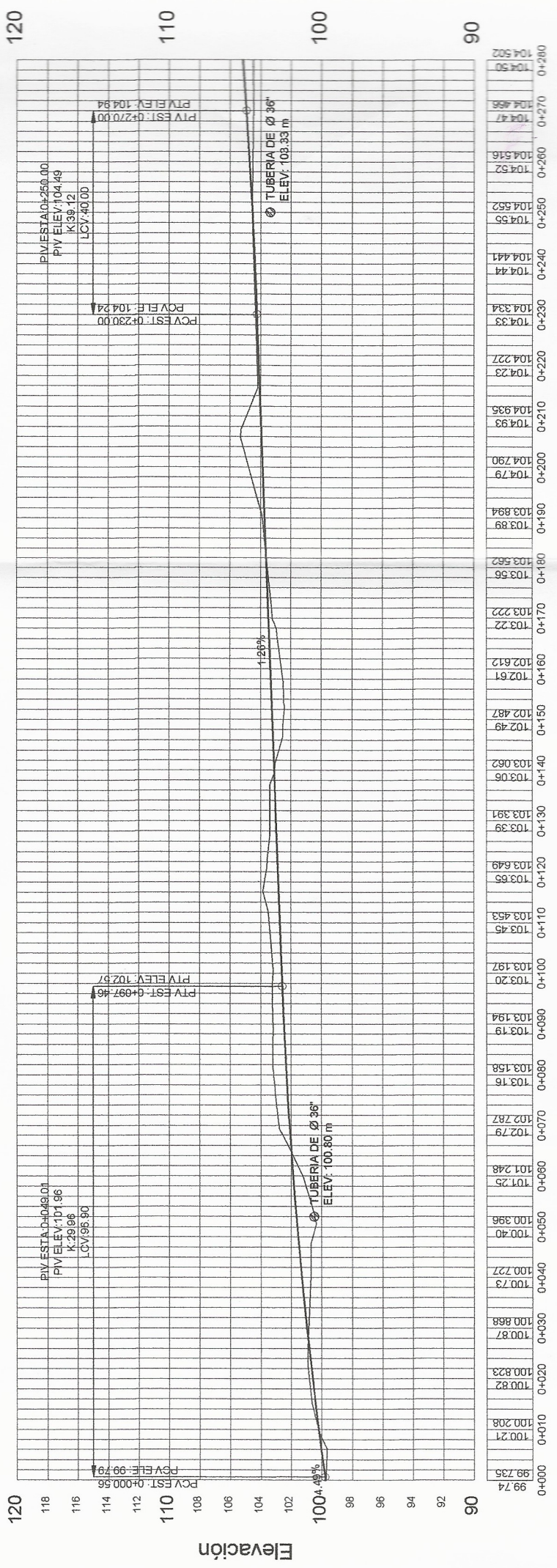
PLANTA GENERAL

ESC: 1/1000



PLANTA EST. 0+000 A EST. 0+270

ESC: 1/600



PERFIL EST. 0+000 A EST. 0+270

ESC H: 1/500
ESC V: 1/1500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:
DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE
CONDUCE DE LA COLONIA EL FRUTAL A LA
COLONIA MARIANITA.

PLANTA - PERFIL EST
0+000 A EST 0+270

BOZA
02
ZONA: 6
FECHA: OCTUBRE 2017

ELABORADO:
WILLIAM CALDERÓN

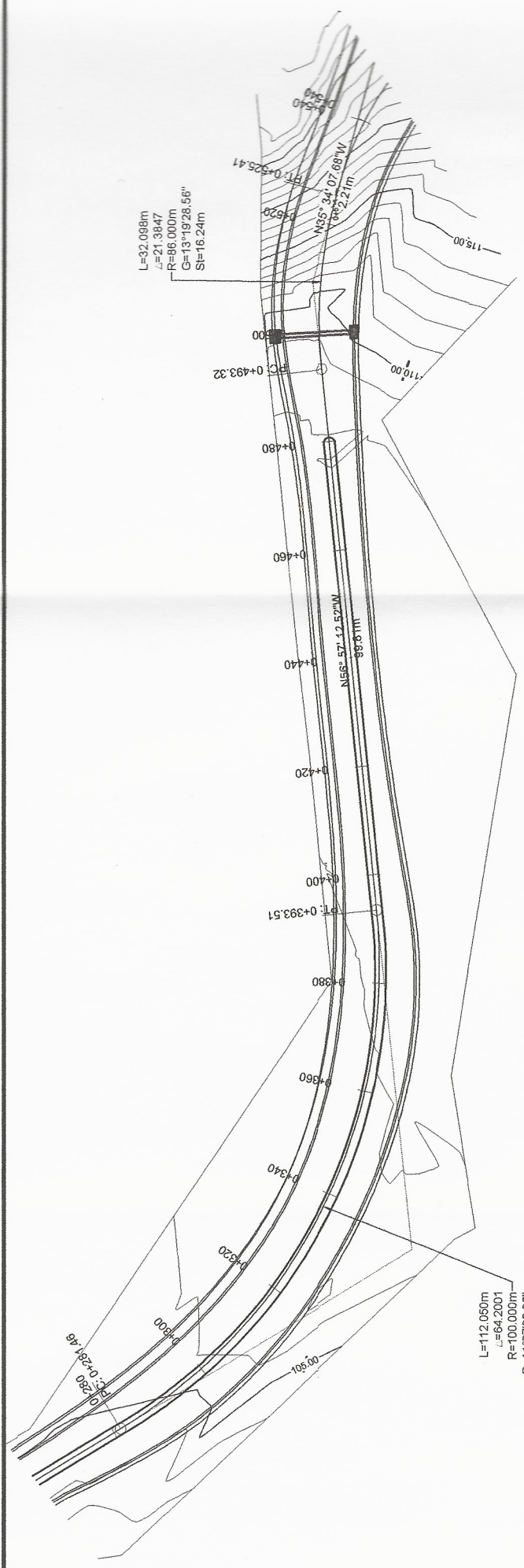
BOZADO:
WILLIAM CALDERÓN

APROBADO:
ING. SIXTO HERRERA

ELABORADO:
WILLIAM CALDERÓN

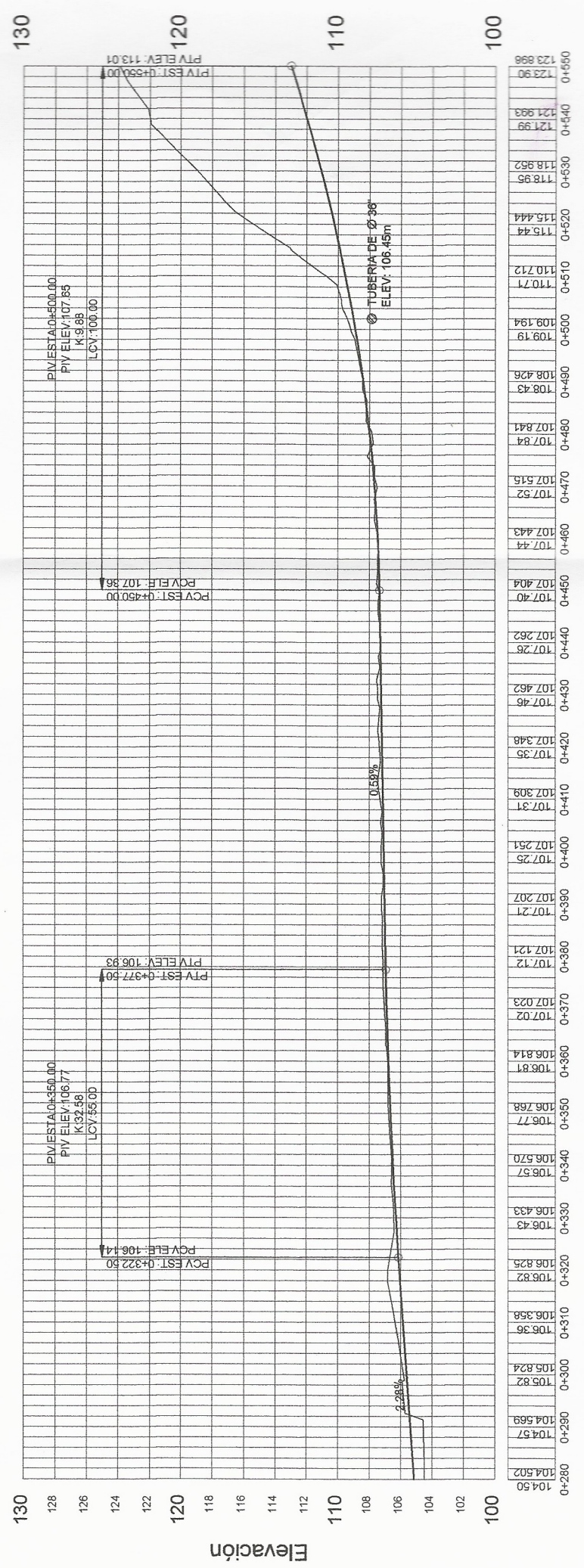
BOZADO:
WILLIAM CALDERÓN

APROBADO:
WILLIAM CALDERÓN



PLANTA EST. 0+270 A EST. 0+550

ESC: 1/600

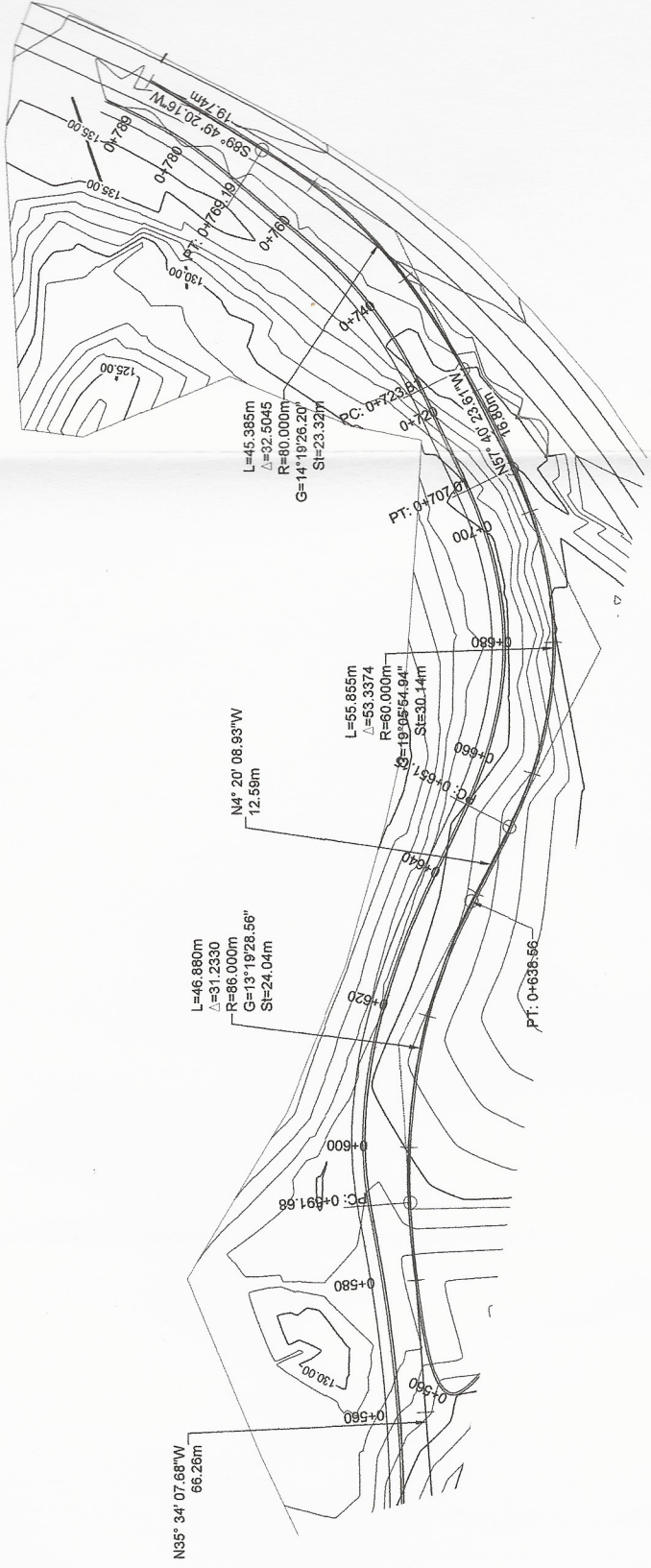


PERFIL EST. 0+270 A EST. 0+550

ESC H: 1/500
ESC V: 1/1500

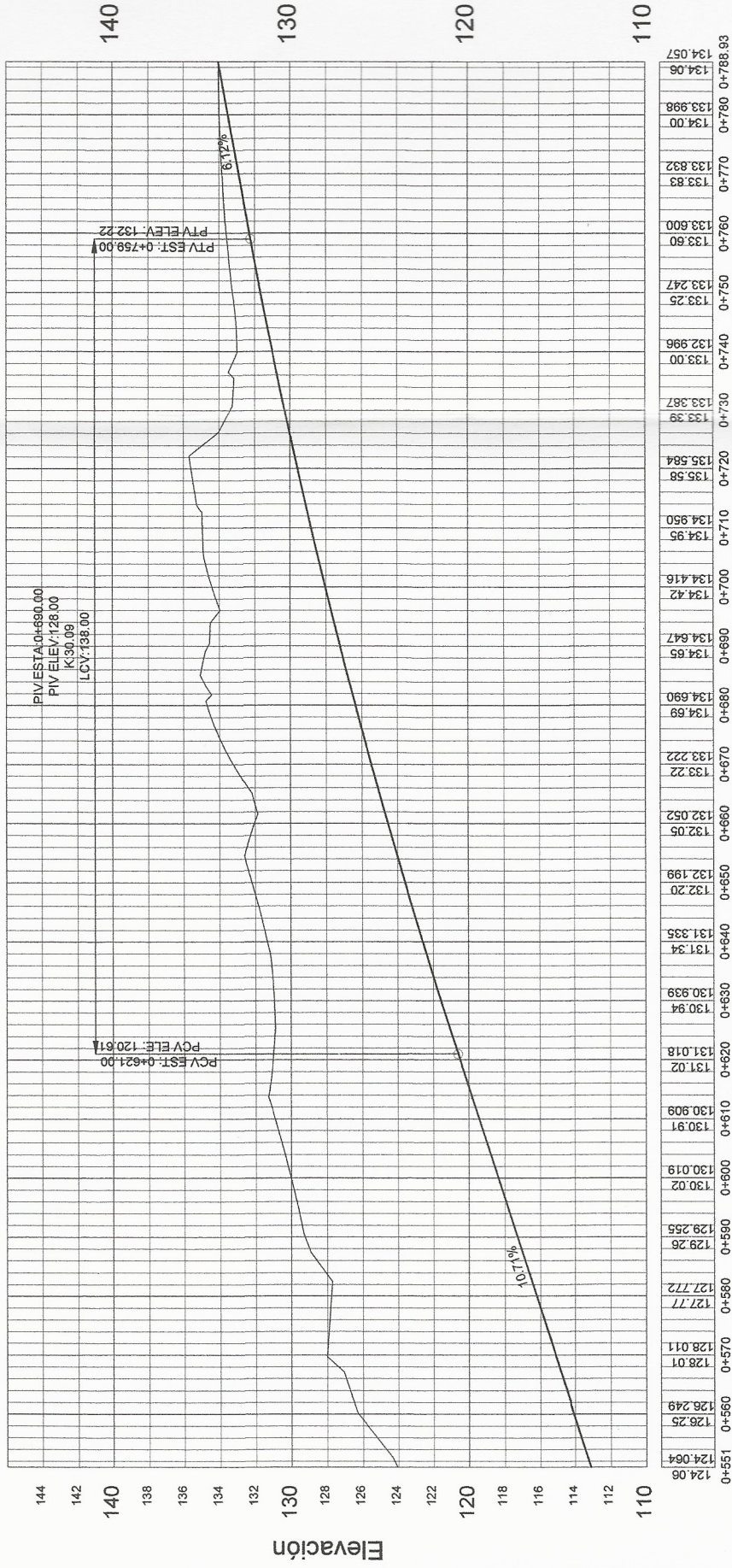


	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA
	LABORATORIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA
PROYECTO: DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA EL FRUTAL A LA COLONIA MARIANITA.	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA
CATEDRÁTICO: WILLIAM CALDERÓN	CONVENIO: PLANTA - PERFIL EST 0+270 A EST 0+550
ALUMNO: WILLIAM CALDERÓN	BOLETÍN: INDICADA NÚMERO: 6
ASESOR EPM: ING. SÉPTIMO RODRÍGUEZ	BOLETÍN: FECHA: OCTUBRE 2017
	BOLETÍN: FECHA: OCTUBRE 2017
	BOLETÍN: FECHA: OCTUBRE 2017



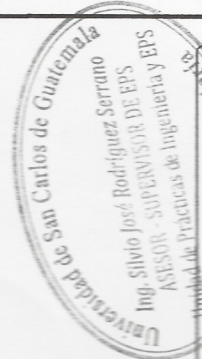
PLANTA EST. 0+550 A EST. 0+788.93 IZQUIERDA

ESC: 1/500



PERFIL EST. 0+550 A EST. 0+788.93 IZQUIERDA

ESC H: 1/500
ESC V: 1/1500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Asesoría de Ingeniería y EPS

REPUBLICA PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE VILLA VERDE

PROYECTO:
DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE
CONDUCE DE LA COLONIA EL FRUTAL A LA
COLONIA MARIANITA.

CLIENTE:
WILLIAM CALDERÓN

DISEÑO:
WILLIAM CALDERÓN

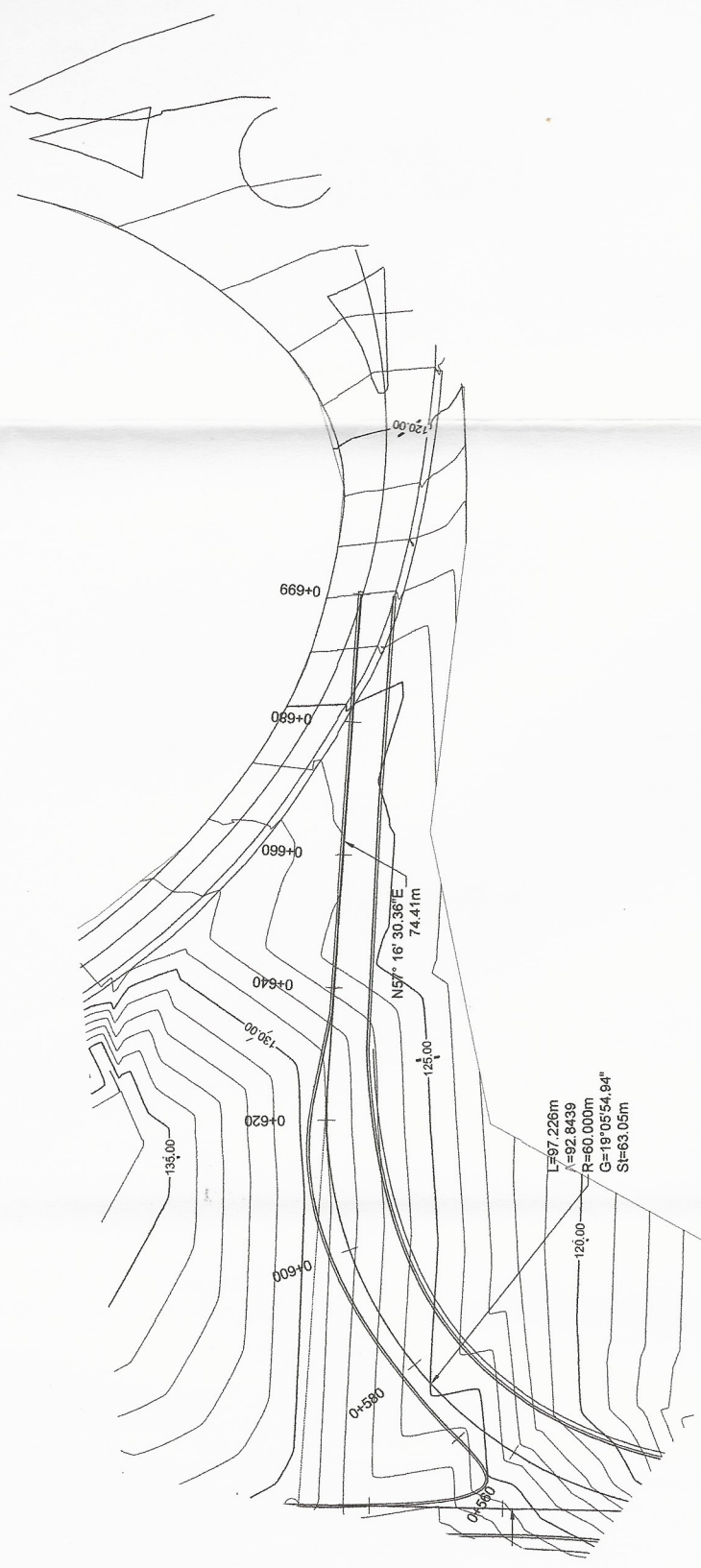
REVISIÓN:
WILLIAM CALDERÓN

BOLETA:
INDICAR:
BOLETA: 04

FECHA:
OCTUBRE 2017

PROYECTO:
PLANTA - PERFIL EST
0+550 A EST 0+788.93 IZQ

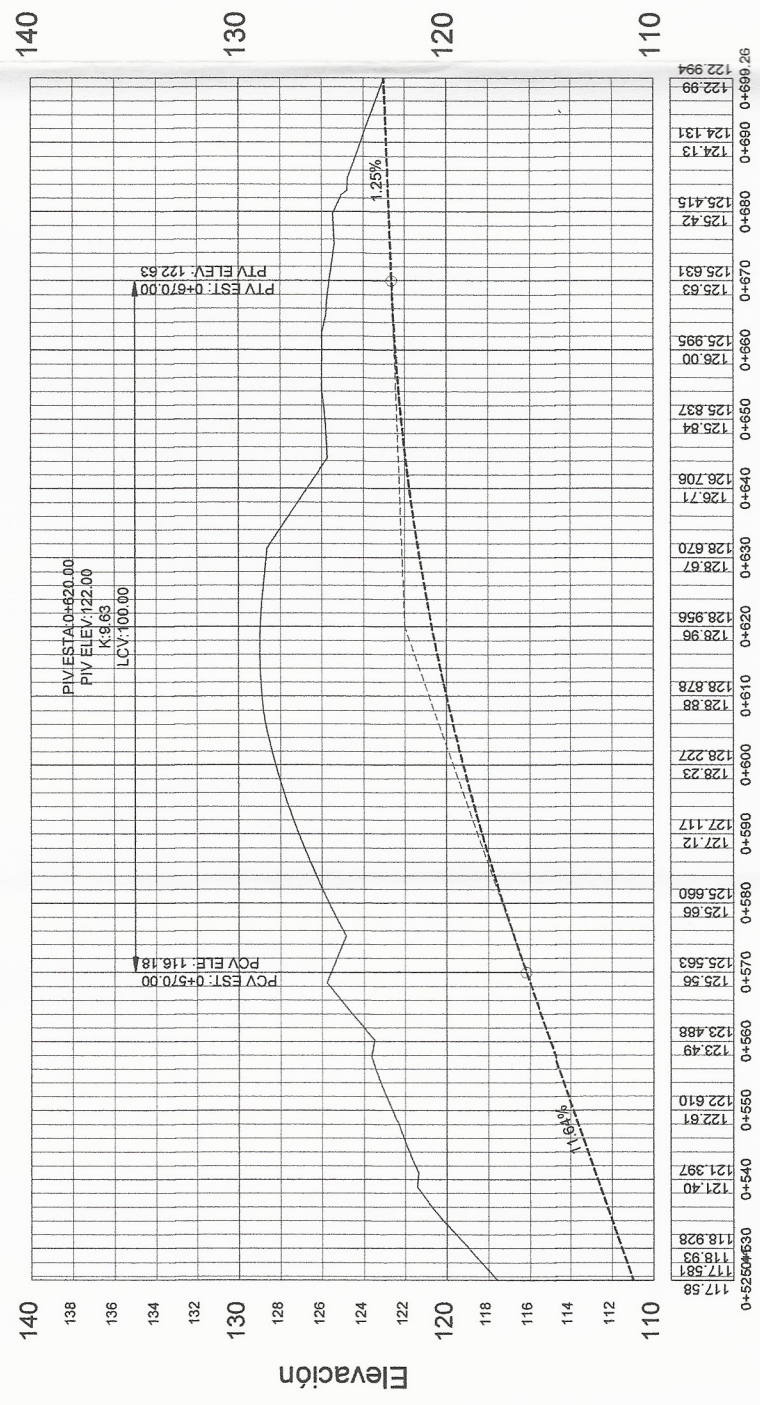
PROYECTISTA:
WILLIAM EDUARDO CALDERÓN TABAZÁN
CARNE: 30114728



PLANTA EST. 0+550 A EST. 0+699.26 DERECHA

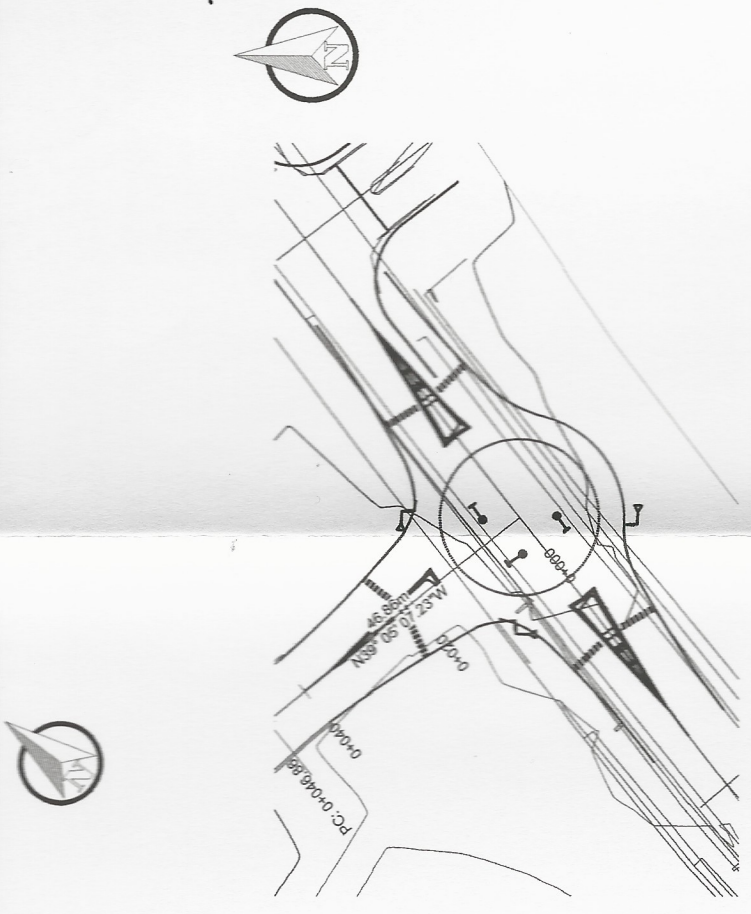
ESC: 1/600

L=87.228m
 A=92.8439
 R=60.000m
 G=19°05'54.94"
 S=63.05m



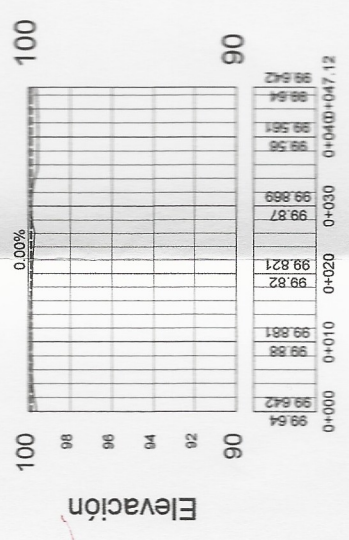
PERFIL EST. 0+550 A EST. 0+699.26 DERECHA

ESC H: 1/600
 ESC V: 1/600



PLANTA ROTONDA EST. 0+000

ESC: 1/600



PERFIL ROTONDA EST. 0+000

Escuela de Ingenieros y EPS de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA

AJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:
 DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE
 CONDUCE DE LA COLONIA EL FRUTAL A LA
 COLONIA MARANITA.

GOBIERNO:
 PLANTA - PERFIL EST
 0+550 A EST 000.26 DER
 Y ROTONDA EST 0+000

CLIENTE:
 WILLIAM CALDERON
 DIBUJO:
 WILLIAM CALDERON
 ASISTENTE EN:
 JOSE MORALES

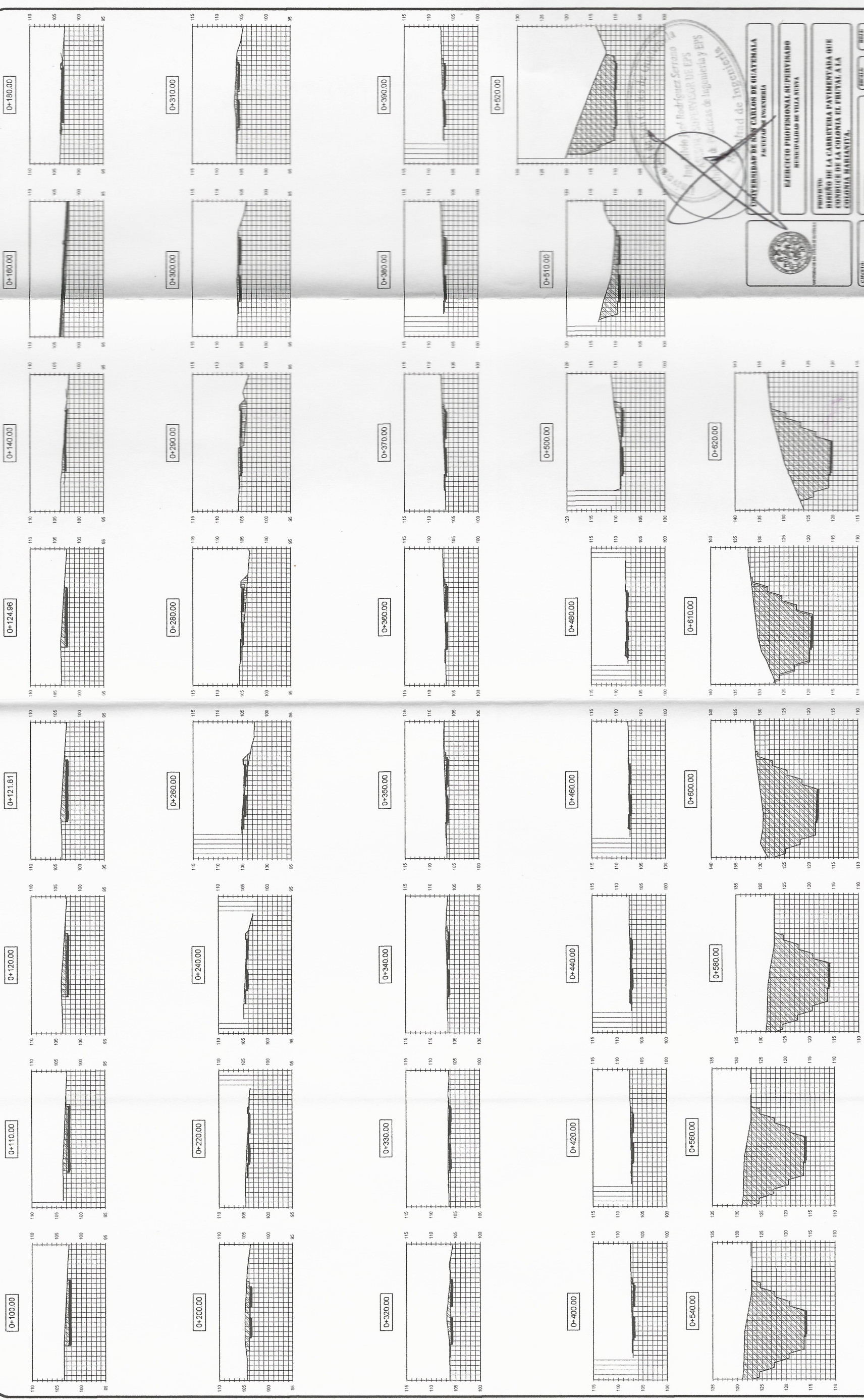
BOCA:
 ESCALA:
 INDICADA
 AREA:
 6

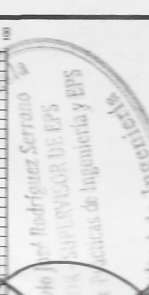
FECHA:
 OCTUBRE
 2017

BOCA:
 05

BOCA:
 09

WILLIAM EDUARDO CALDERON FARIAN
 CARNÉ 2011178





 Universidad de San Carlos de Guatemala

Ing. Aldo Rodríguez Serrano

 Supervisor de EPS

 Oficina de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:
 DISEÑO DE LA CARRETERA PAVIMENTADA QUE
 CONDUCE DE LA COLONIA EL FRUTAL A LA
 COLONIA MARIANITA.

CONTENIDO:
 RECCIONES TRANSVERSALES EN
 ESTE 0+000 A EST 0+620

CLIENTE:
 VILLAS CAJARRÓN

DISEÑO:
 VILLAS CAJARRÓN

AYUDANTE:
 ANGELO PEREZ

FECHA:
 OCTUBRE 2011

HOJA:
 06

TOTAL:
 09

ELABORADO POR:
 VILLAS CAJARRÓN, CARLOS FERRÁN

SECCIONES TRANSVERSALES EST. 0+000 A EST. 0+620

ENC. H. 10360

TABLA TOTAL DE VOLUMEN CORTE Y RELLENO

ESTACION	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOL. ACUMULADO RELLENO	VOL. ACUMULADO CORTE
0+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	1.18	0.00	11.84	0.00	11.84	0.00
0+060.00	7.67	0.00	44.44	0.00	56.28	0.00
0+080.00	3.86	2.08	59.00	9.84	115.28	9.84
0+100.00	0.00	14.47	20.08	82.12	135.37	91.96
0+120.00	0.00	15.35	0.00	149.32	135.37	241.28
0+140.00	0.00	15.58	0.00	155.50	135.37	396.78
0+160.00	0.00	14.67	0.00	162.38	135.37	549.16
0+180.00	0.00	15.58	0.00	151.89	135.37	701.05
0+200.00	0.00	15.15	0.00	154.31	135.37	855.36
0+220.00	0.00	14.80	0.00	27.31	135.37	882.67
0+240.00	0.00	12.85	0.00	43.57	135.37	926.24
0+260.00	0.01	4.28	0.04	128.68	135.41	1054.92
0+280.00	4.68	0.00	46.88	42.63	182.29	1097.54
0+300.00	0.00	3.08	50.73	30.76	233.02	1128.31
0+320.00	0.00	15.51	3.50	185.88	236.52	1314.19
0+340.00	0.29	5.71	2.95	212.22	239.47	1526.41
0+360.00	0.87	4.50	11.89	102.11	251.36	1628.52
0+380.00	2.72	2.71	35.98	72.08	287.34	1700.60
0+400.00	6.29	1.32	90.15	40.24	377.59	1740.83
0+420.00	8.05	4.02	74.32	25.61	482.01	1766.44
0+440.00	0.00	7.61	42.02	56.87	494.03	1823.31
0+460.00	0.00	10.65	0.00	90.45	494.03	1913.76
0+480.00	0.06	11.89	0.30	111.85	494.34	2025.62
0+500.00	0.05	7.41	0.57	96.03	494.90	2121.64
0+520.00	0.01	7.16	0.30	73.23	495.20	2194.87
0+540.00	0.14	7.20	0.65	72.56	495.87	2267.43
0+560.00	0.36	5.88	2.30	66.06	498.17	2333.60
0+580.00	0.43	6.97	3.65	65.09	501.82	2398.59

TABLA TOTAL DE VOLUMEN CORTE Y RELLENO

ESTACION	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOL. ACUMULADO RELLENO	VOL. ACUMULADO CORTE
0+620.41	0.00	120.28	0.00	0.00	0.00	0.00
0+630.00	0.00	111.19	0.00	562.53	0.00	562.53
0+640.00	0.00	226.05	0.00	1788.31	0.00	2340.84
0+650.00	0.00	242.59	0.00	2474.72	0.00	4815.56
0+660.00	0.00	152.53	0.00	2088.59	0.01	6904.15
0+670.00	0.00	121.57	0.00	1392.31	0.01	8296.46
0+680.00	0.00	96.50	0.00	1039.81	0.02	9336.27
0+690.00	0.00	99.52	0.00	917.21	0.02	10253.48
0+700.00	0.00	108.86	0.00	968.42	0.02	11221.91
0+710.00	0.00	98.57	0.00	966.10	0.02	12188.01
0+720.00	0.00	90.03	0.00	887.09	0.02	13075.10
0+730.00	0.00	38.89	0.00	1273.66	0.02	14348.66
0+740.00	0.00	24.01	0.00	628.97	0.02	14977.63
0+750.00	0.00	18.49	0.00	425.00	0.02	15402.63
0+760.00	0.00	0.00	0.00	178.09	0.02	15580.72

TABLA TOTAL DE VOLUMEN CORTE Y RELLENO

ESTACION	AREA RELLENO	AREA CORTE	VOLUMEN RELLENO	VOLUMEN CORTE	VOL. ACUMULADO RELLENO	VOL. ACUMULADO CORTE
0+380.00	0.30	7.57	3.35	73.83	605.16	2472.42
0+400.00	0.27	7.14	2.58	74.60	607.76	2547.02
0+420.00	0.22	5.93	2.34	85.95	610.09	2612.57
0+440.00	0.00	5.64	2.17	115.69	612.26	2728.26
0+460.00	0.61	3.35	6.13	89.97	618.39	2818.24
0+480.00	0.57	3.16	11.77	65.11	630.16	2883.34
0+500.00	0.00	13.81	12.78	154.90	661.08	3087.76
0+520.00	0.00	35.24	0.01	250.81	661.09	3338.56
0+540.00	0.00	116.27	0.01	789.28	661.10	4127.84
0+560.00	0.00	238.27	0.00	3574.57	661.10	7702.40
0+580.00	0.00	233.49	0.00	4717.62	661.10	12419.92
0+600.00	0.00	171.96	0.00	4054.51	661.10	16474.44
0+620.00	0.00	175.01	0.00	3639.88	661.10	20014.31
0+640.00	0.05	156.82	0.26	1728.43	661.36	21742.75
0+660.00	0.00	131.63	0.26	1492.72	661.63	23235.47
0+680.00	0.00	112.00	0.02	1280.40	661.64	24485.67
0+700.00	0.00	102.79	0.02	1107.21	661.66	25603.09
0+720.00	0.00	86.28	0.00	1842.39	661.66	27445.48
0+740.00	0.00	76.39	0.00	771.71	661.66	28217.19
0+760.00	0.00	75.56	0.00	726.65	661.66	28945.84
0+780.00	0.03	58.76	0.16	636.27	661.84	29584.12
0+800.00	0.00	48.70	0.16	508.99	662.02	30093.10
0+820.00	0.00	55.27	0.00	1020.73	662.02	31113.83
0+840.00	0.02	48.14	0.12	500.27	662.15	31614.10
0+860.00	0.00	34.78	0.12	387.56	662.27	32001.66
0+880.00	0.00	25.60	0.00	280.64	662.27	32282.20
0+900.00	0.00	21.13	0.00	217.10	662.27	32499.30
0+920.00	0.00	5.61	0.00	299.57	662.27	32798.88
0+940.00	0.00	0.00	0.00	25.06	662.27	32783.94



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:
BIENEFICIO DE LA CARRERA PAVIMENTADA QUE CONDUCE DE LA COLONIA EL FRUTAL A LA COLONIA MARIANITA.

CUESTA WILLIAM CALDERÓN	FECHA INICIAR 06	FECHA 08	MES OCTUBRE 2017
ASISTENTE WILLIAM CALDERÓN			
ASISTENTE ANDRÉS EPN			
ING. DIEGO RODRIGUEZ			

TABLA DE VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO

WILLIAM EDUARDO CALDERÓN FARFÁN
CARRERA INGENIERIA

TABLAS DE VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO

Apéndice 17. **Planos del diseño de drenaje sanitario para la colonia
Marianita**

- Plano 1: planta curvas de nivel
- Plano 2: planta densidad de vivienda
- Planos del 3: planta general drenaje sanitario
- Plano 4 al 9: planta y perfiles
- Plano 10 al 11: detalles generales

Fuente: elaboración propia.



PLANO No.	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA CURVAS DE NIVEL
2	PLANTA PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA
3	PLANTA GENERAL DRENAJE SANITARIO
4	PLANTA Y PERFIL RAMAL 7-9
5	PLANTA Y PERFIL RAMAL 7-14
6	PLANTA Y PERFIL RAMAL 1-6
7	PLANTA Y PERFIL RAMAL 1-3
8	PLANTA Y PERFIL RAMAL 12
9	PLANTA Y PERFIL LINEA CENTRAL
10	DETALLES DE POZO
11	DETALLES DE POZO

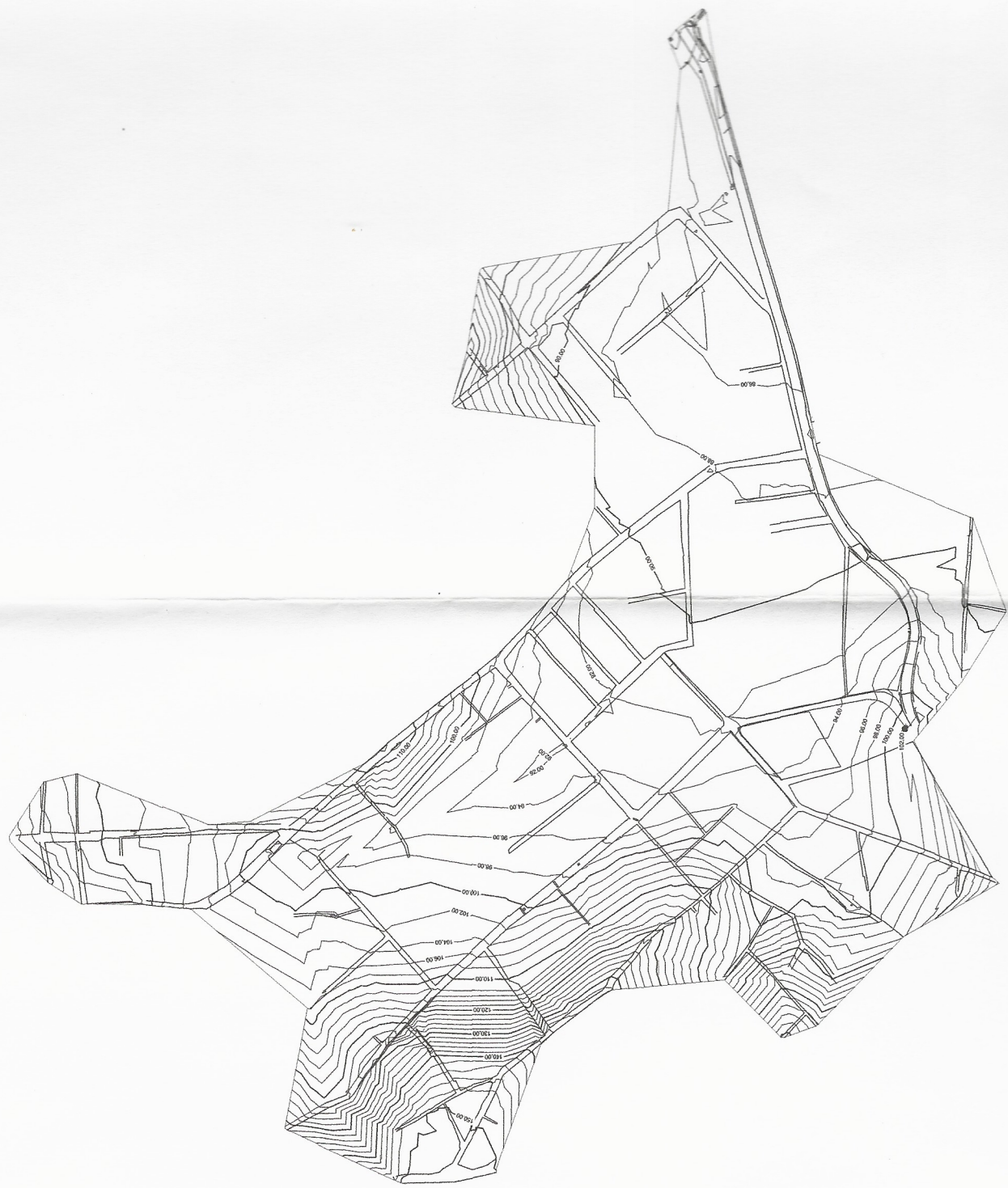


TABLA DE PUNTOS				
No. PUNTO	ELEVACION	NORTE	ESTE	DESCRIPCION
56	96.81	1013.30	991.38	ASF
440	122.51	1391.50	712.11	SERCO
652	88.36	1152.56	1142.21	ADOQ
3000	99.00	1000.00	1000.00	EST 0
1	101.56	989.61	993.96	PARED
57	93.96	988.39	1050.81	ASF
441	122.20	1394.75	714.74	SERCO
983	88.12	1153.08	1148.46	POSTE TEN
3001	96.78	1001.68	1000.00	NORTE
2	103.16	987.02	977.74	PARED
3	103.35	991.90	983.31	PARED
4	102.24	987.44	976.52	ASF
5	102.98	991.23	993.75	CUNETETA
6	101.53	986.94	976.81	CT
7	101.39	990.59	993.69	ASF
8	101.24	990.24	993.73	CUNETETA
9	102.44	991.56	993.41	CT
10	100.26	989.99	993.94	CT
11	101.45	989.73	997.70	PARED
12	101.14	990.46	997.36	PARED
13	102.12	995.10	972.28	ASF
14	100.53	992.77	992.62	ASF
15	100.47	992.56	992.86	CUNETETA
16	100.66	991.72	992.93	CUNETETA
17	102.35	996.81	971.85	CUNETETA
18	96.96	992.19	992.96	CT
19	96.99	993.23	996.61	ASF
20	101.01	991.24	991.94	PARED
21	96.92	993.00	998.76	CUNETETA
22	100.01	992.35	996.69	CUNETETA
23	100.22	992.04	997.26	PARED
24	96.40	992.66	998.66	CT
25	101.86	998.89	973.51	TRAG
26	102.21	997.94	972.79	TRAG
27	102.41	997.30	971.61	TRAG
28	96.87	991.97	1002.71	PARED
29	96.15	991.50	1017.33	ASF
30	97.98	991.22	1017.08	CUNETETA
31	96.06	990.70	1017.03	CUNETETA
32	96.26	992.82	1004.81	CUNETETA
33	96.29	992.12	1004.67	CUNETETA
34	97.43	990.86	1017.11	CT
35	96.70	992.39	1004.80	CT
36	96.38	990.23	1016.97	PARED
37	96.30	993.12	1004.90	ASF
38	100.48	1001.34	979.21	ASF
39	96.13	1005.32	964.42	ASF
40	96.58	991.12	1012.03	PARED
41	97.25	990.01	1024.47	ASF
42	97.07	999.65	1024.30	CUNETETA
43	97.27	998.92	1024.21	CUNETETA
44	96.50	996.48	1033.22	PARED
45	97.23	998.36	1025.55	PARED
46	96.51	995.85	1037.28	PARED
47	96.90	997.79	1027.24	ESQ CALLE
48	96.08	998.10	1034.46	ASF
49	95.12	997.42	1041.61	ASF
50	95.11	997.01	1041.51	CUNETETA
51	95.03	996.31	1041.68	CUNETETA
52	95.11	996.03	1041.64	PARED
53	94.42	998.70	1041.64	CT
54	94.99	995.99	1043.07	POSTE A
55	97.81	1009.38	996.84	ASF
58	94.00	997.13	1050.11	PARED
59	94.06	998.10	1050.79	CUNETETA

PLANTA CURVAS DE NIVEL

ESC: 1/2000

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
 ASISTENTE SUPERVISOR DE EPS
 ASISTENTE SUPERVISOR DE INGENIERIA Y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIAS

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:
 DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA
 MARIANTIA

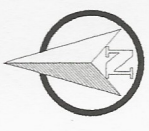
CALCULO:
 VERIFICACION
 INGENIERO:
 VILLAN (Firma)
 ASISTENTE EPS

FECHA:
 01
 01

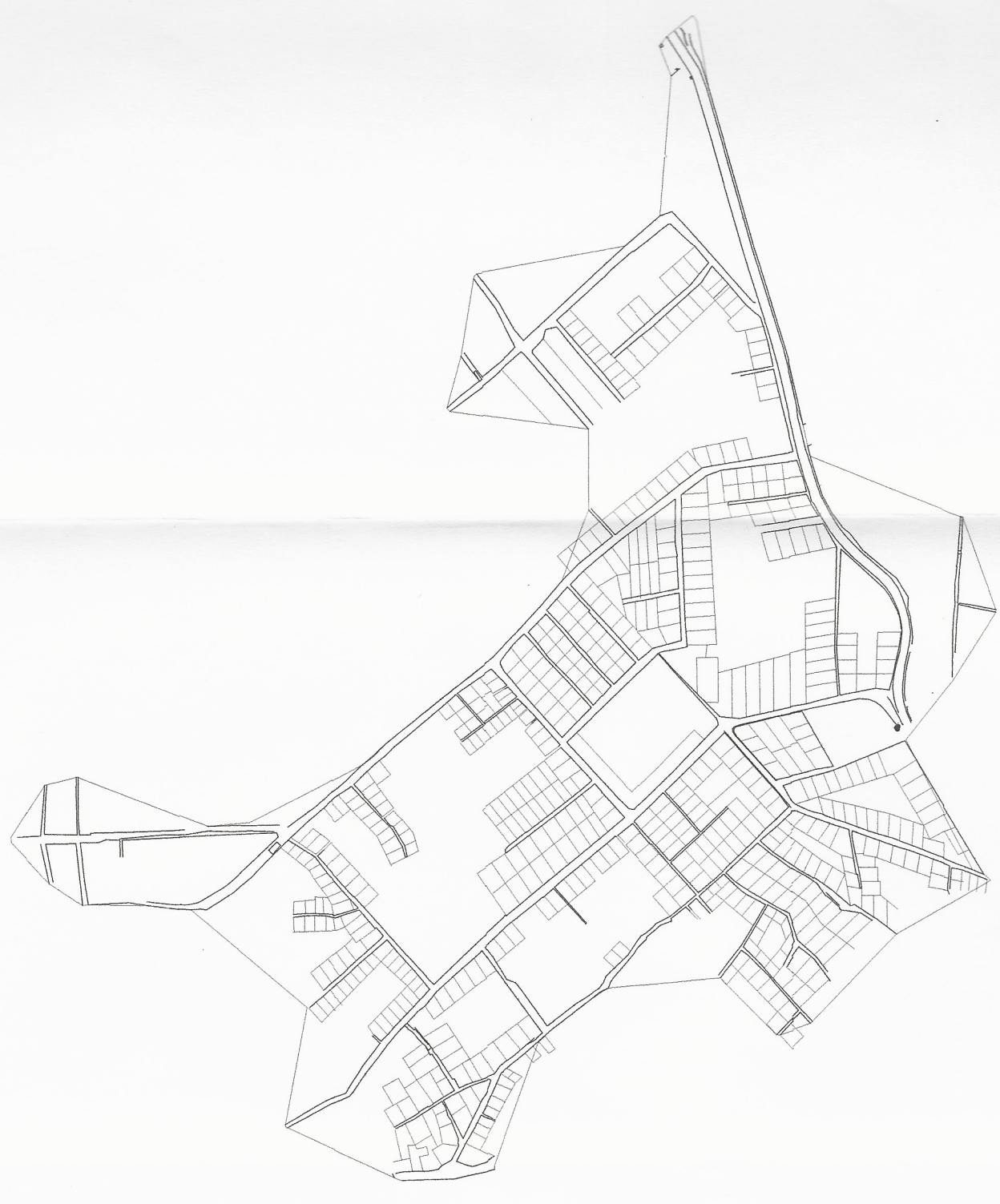
FECHA:
 OCTUBRE
 2017

FECHA:
 11

ING. RAYMUNDO FERRER
 INGENIERO EN SISTEMAS DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL
 CARRERAS 10 y 11

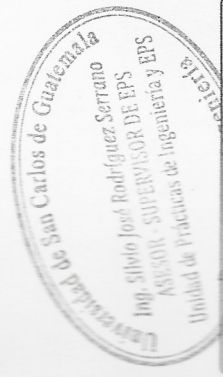



NOMENCLATURA
DOMICILIO
PLANTA DE TRATAMIENTO
PUNTO DE DESFOGUE



PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA

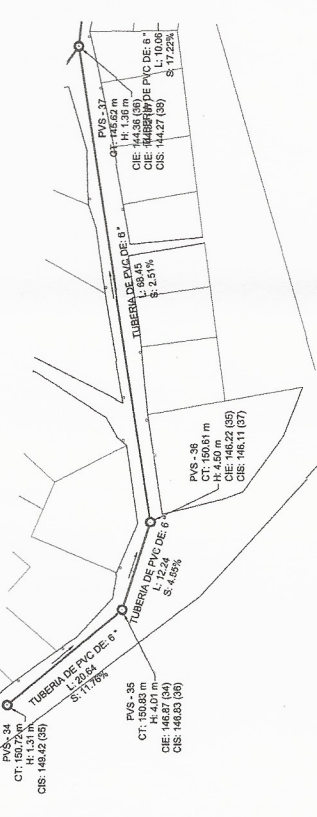
ESC: 1/2000



 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA</p>	<p>EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA</p>	<p>PROYECTO: BARRIO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MAMANTYA</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>HOJA: 02</p>	<p>HOJA: 11</p>
<p>ALUMNO: WILLIAM CALDERON</p>	<p>PROYECTO: PLANTA DENSIDAD DE VIVIENDA</p>	<p>PROYECTO: BARRIO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MAMANTYA</p>	<p>FECHA: OCTUBRE 2017</p>	<p>FECHA: OCTUBRE 2017</p>	<p>FECHA: OCTUBRE 2017</p>

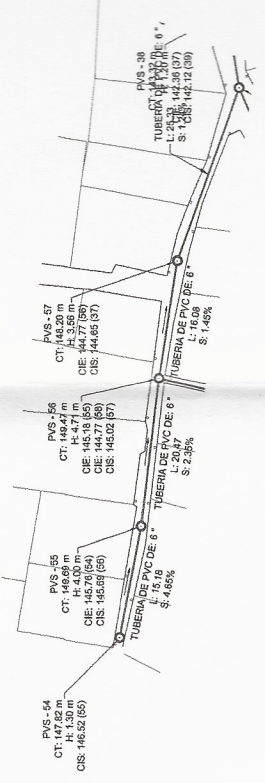


NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
D	DIAMETRO DE POZO
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
SUPERFICIE DE TERRENO	
DIRECCION DE FLUJO	
TUBERIA PVC	
POZO DE VISITA	
CONEXION DOMICILIAR	
DOMICILIO	
PLANTA DE TRATAMIENTO	



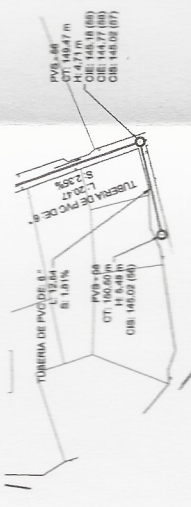
PLANTA PVS-34 A PVS-37
RAMAL 7

ESC: 1/500



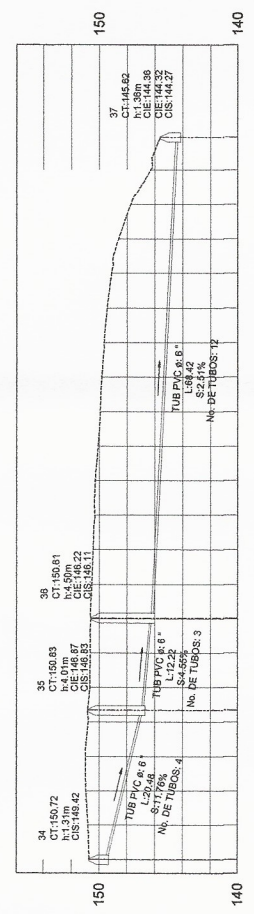
PLANTA PVS-54 A PVS-57
RAMAL 8

ESC: 1/500



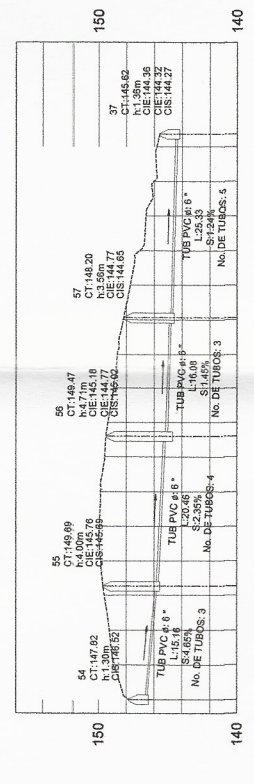
PLANTA PVS-58 A PVS-56
RAMAL 9

ESC: 1/500



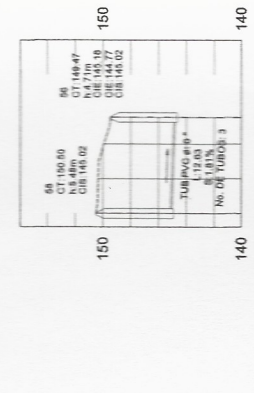
PERFIL PVS-34 A PVS-37
RAMAL 7

ESC: 1/500



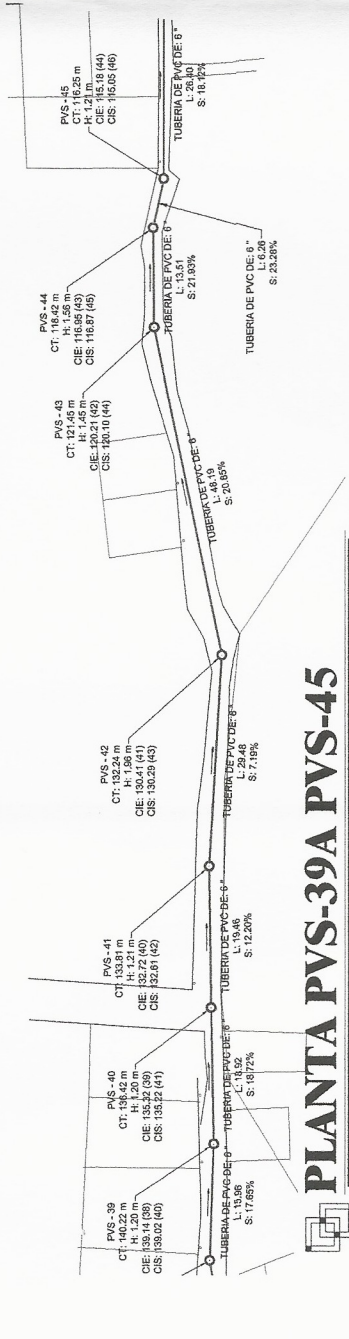
PERFIL PVS-54 A PVS-57
RAMAL 8

ESC: 1/500



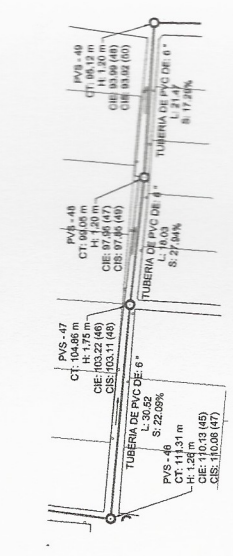
PERFIL PVS-58 A PVS-56
RAMAL 9

ESC: 1/500



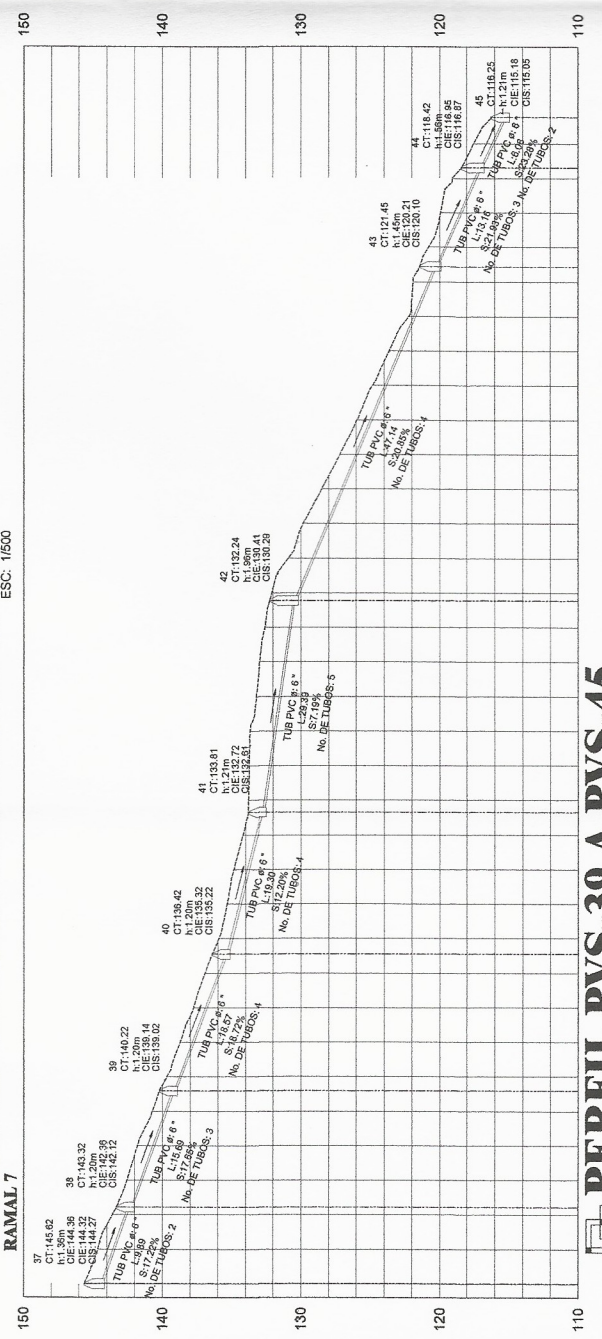
PLANTA PVS-39A PVS-45
RAMAL 7

ESC: 1/500



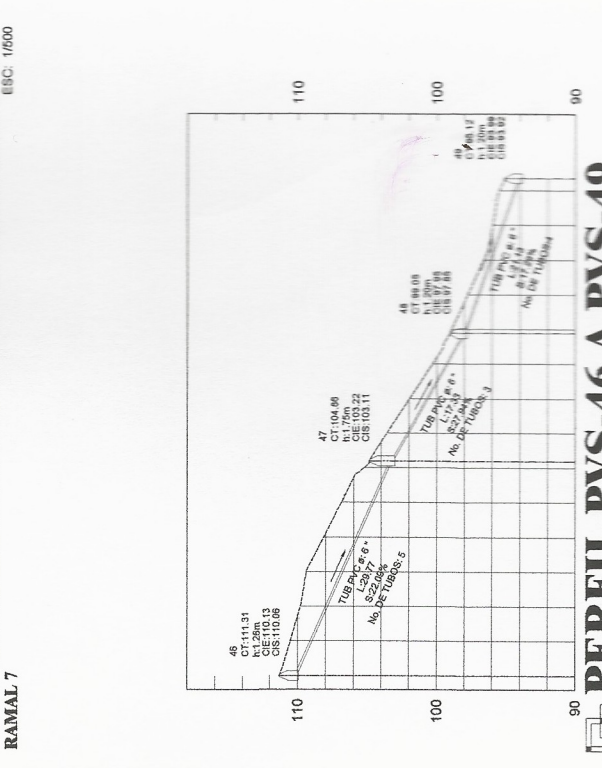
PLANTA PVS-46 A PVS-49
RAMAL 7

ESC: 1/500



PERFIL PVS-39 A PVS-45
RAMAL 7

ESC: 1/500



PERFIL PVS-46 A PVS-49
RAMAL 7

ESC: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EREBERICO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE TILA NUEVA

MUNICIPIO DE DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA
MAMANTA

GOBIERNO
PLANTA Y PERFILES
RAMAL 7-9

ESCALA:
INDICADA
2006
8

BRIDA
04

FECHA
OCTUBRE
2017

FECHA
OCTUBRE
2017

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EREBERICO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE TILA NUEVA

MUNICIPIO DE DRENAJE SANITARIO DE LA COLONIA
MAMANTA

GOBIERNO
PLANTA Y PERFILES
RAMAL 7-9

ESCALA:
INDICADA
2006
8

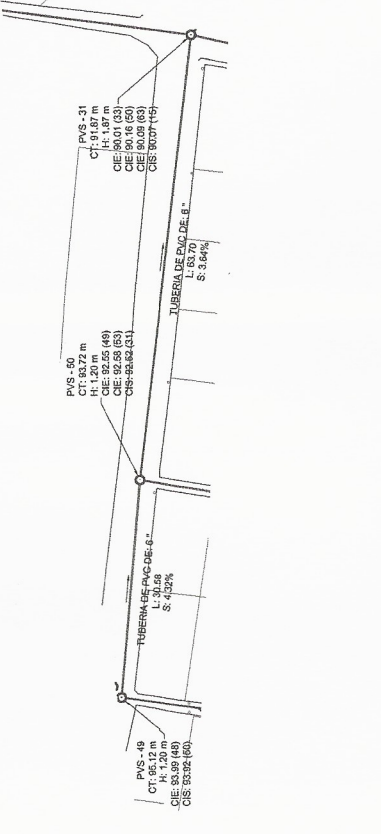
BRIDA
04

FECHA
OCTUBRE
2017

FECHA
OCTUBRE
2017

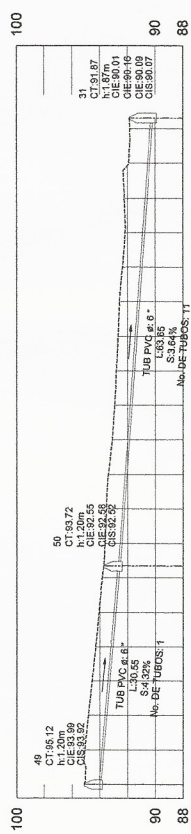


NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VIBITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
D	DIAMETRO DE POZO
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIB	COTA INVERT BALIDA
SUPERFICIE DE TERRENO	
DIRECCION DE FLUJO	
TUBERIA PVC	
POZO DE VIBITA	
CONEXION DOMICILIAR	
DOMICILIO	
PLANTA DE TRATAMIENTO	



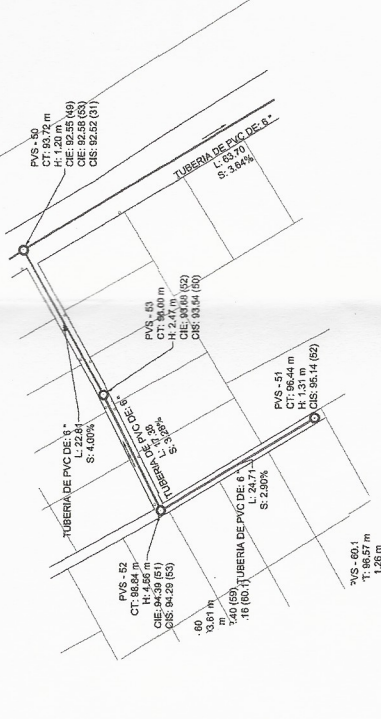
PLANTA PVS-49A PVS-31

ESC: 1/500



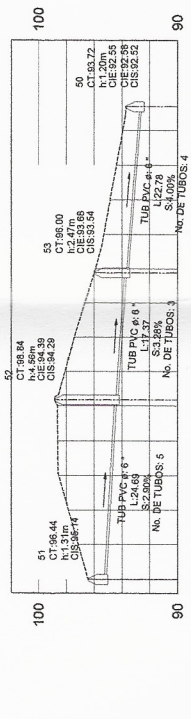
PERFIL PVS-49 A PVS-31

ESC: 1/500



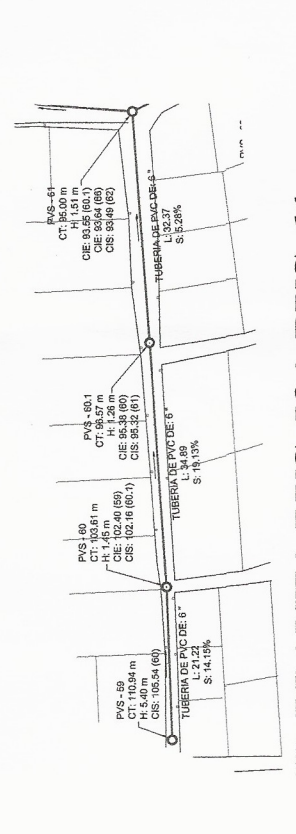
PLANTA PVS-51 A PVS-50

ESC: 1/500



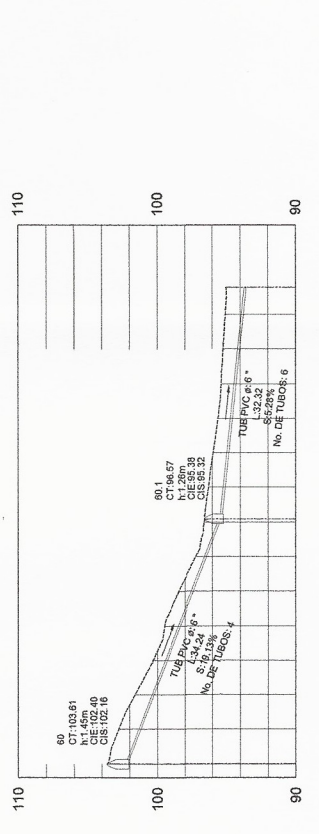
PERFIL PVS-51 A PVS-50

ESC: 1/500



PLANTA PVS-59A PVS-61

ESC: 1/500



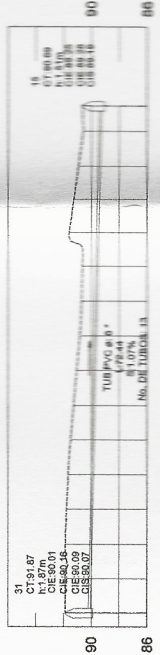
PERFIL PVS-39 A PVS-45

ESC: 1/500



PLANTA PVS-31 A PVS-15

ESC: 1/600



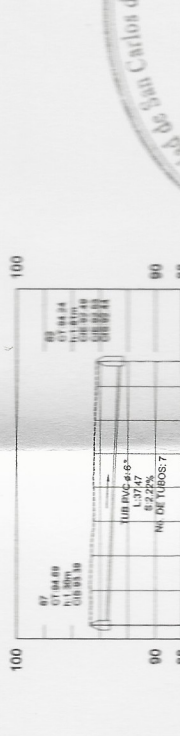
PERFIL PVS-31 A PVS-15

ESC: 1/600



PLANTA PVS-67 A PVS-62

ESC: 1/600



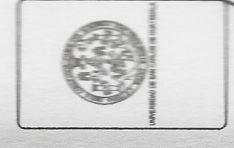
PERFIL PVS-67 A PVS-62

ESC: 1/600

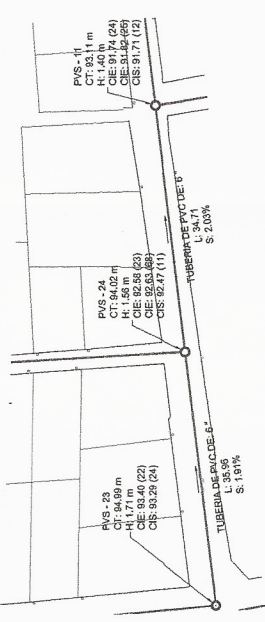


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE TULA NUEVA

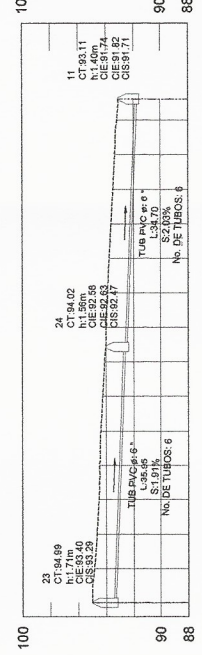
ALUMNO	WILLIAM CALDERON	FECHA	OCTUBRE 2017
BOLETA	INDICADA	BOLETA	05
PROFESOR	PLANTA Y PERFILES RAMAL 7-1-1	FECHA	OCTUBRE 2017
BOLETA	9	BOLETA	11



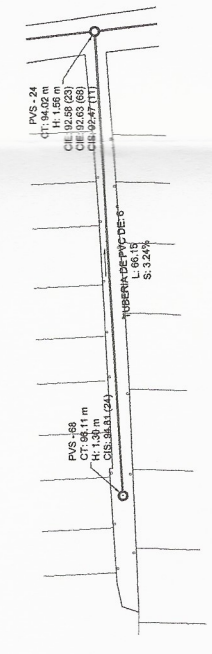
REVISADO: WILLIAM CALDERON
DISEÑADO: WILLIAM CALDERON
AUTORIZADO: WILLIAM CALDERON



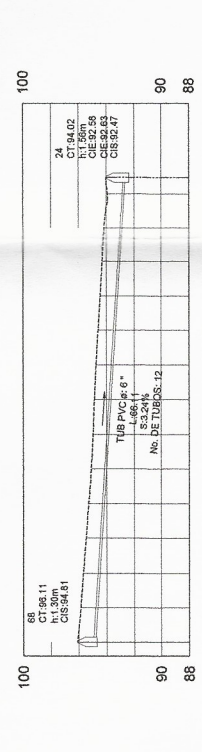
PLANTA PVS-23 A PVS-11
RAMAL 1
ESC: 1/500



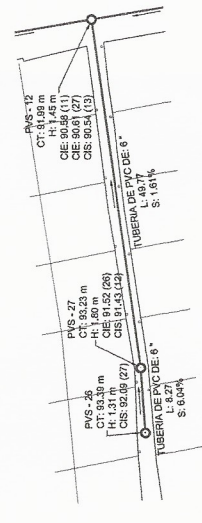
PERFIL PVS-23 A PVS-11
RAMAL 1
ESC: 1/500



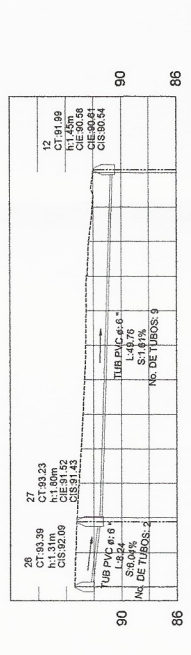
PLANTA PVS-68 A PVS-24
RAMAL 2
ESC: 1/500



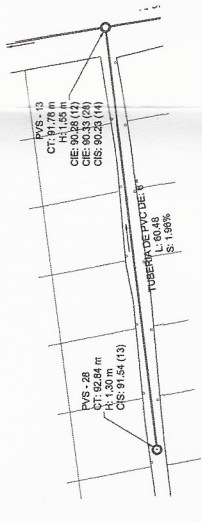
PERFIL PVS-68 A PVS-24
RAMAL 2
ESC: 1/500



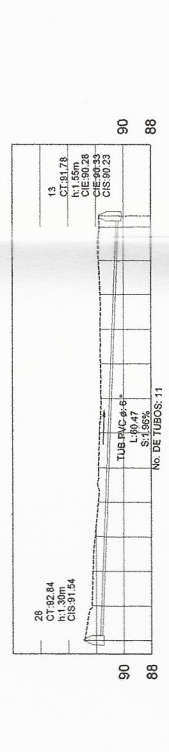
PLANTA PVS-26 A PVS-12
RAMAL 4
ESC: 1/500



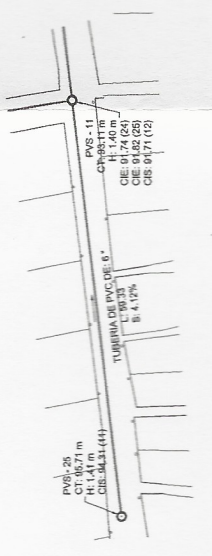
PERFIL PVS-26 A PVS-12
RAMAL 4
ESC: 1/500



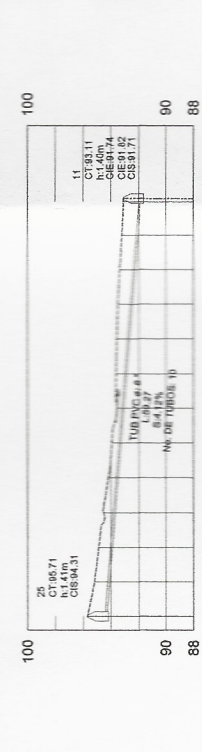
PLANTA PVS-28 A PVS-13
RAMAL 5
ESC: 1/500



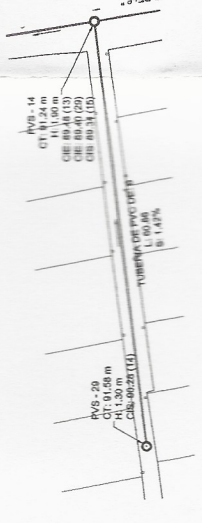
PERFIL PVS-28 A PVS-13
RAMAL 5
ESC: 1/500



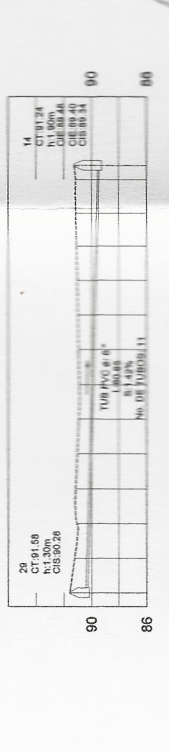
PLANTA PVS-25 A PVS-11
RAMAL 3
ESC: 1/500



PERFIL PVS-25 A PVS-11
RAMAL 3
ESC: 1/500



PLANTA PVS-29 A PVS-14
RAMAL 6
ESC: 1/500



PERFIL PVS-29 A PVS-14
RAMAL 6
ESC: 1/500



NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
D	DIAMETRO DE POZO
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	CONEXION DOMICILIAR
	DOMICILIO
	PLANTA DE TRATAMIENTO

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Asesor - SUPERVISOR DE PVS
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Unidad de Prácticas de Ingeniería y PVS
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE TOLIMA NUEVA

PROYECTO: BARRIO DE BARRAJE BARRIO DE LA COLOMA BARRAJA

CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE TOLIMA NUEVA

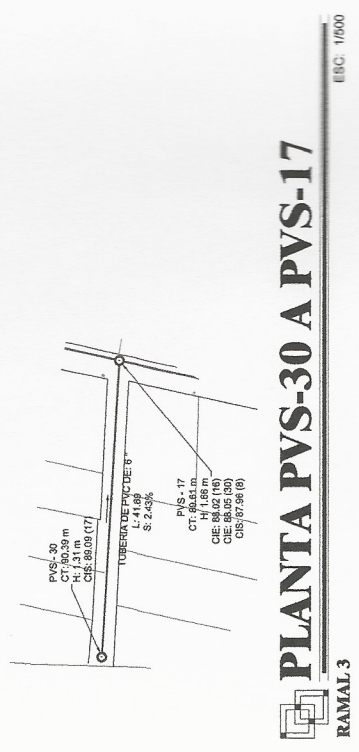
FECHA: 06 OCTUBRE 2017

ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO



NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
D	DIAMETRO DE POZO
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	CONEXION DOMICILIAR
	DOMICILIO
	PLANTA DE TRATAMIENTO

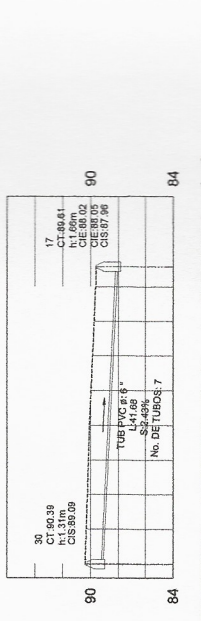
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 MAESTRIZO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE TULA NUEVA
 PROYECTO: PLAN DE BARRAJE SANTUARIO DE LA COLONIA BARRAJA
 INGENIERO: JUAN CARLOS GARCIA GONZALEZ
 TITULO: TUBERIA DE TUBERIA
 FECHA: 07 OCTUBRE 2017
 HOJA: 11



PLANTA PVS-30 A PVS-17

RAMAL 3

ESC: 1/500



PERFIL PVS-25 A PVS-11

RAMAL 3

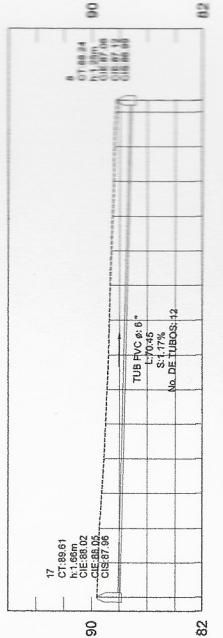
ESC: 1/500



PLANTA PVS-17 A PVS-8

RAMAL 1

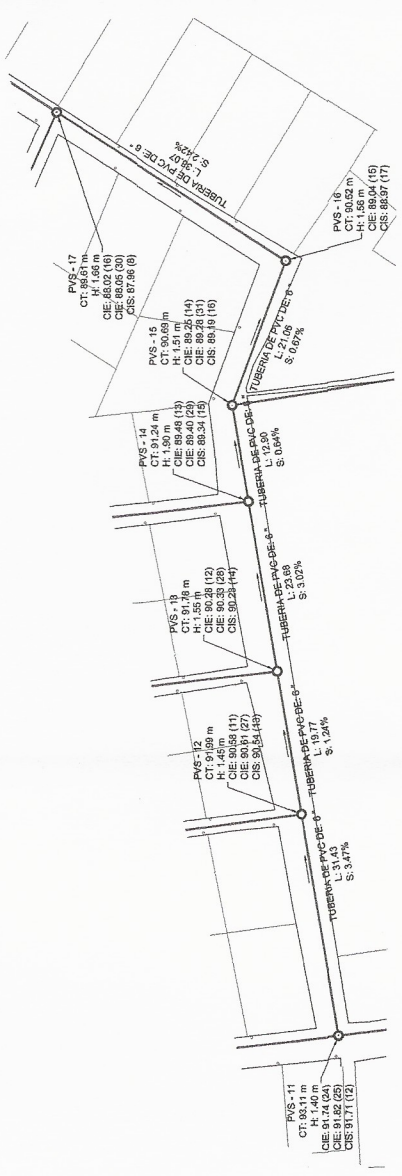
ESC: 1/500



PERFIL PVS-17 A PVS-8

RAMAL 1

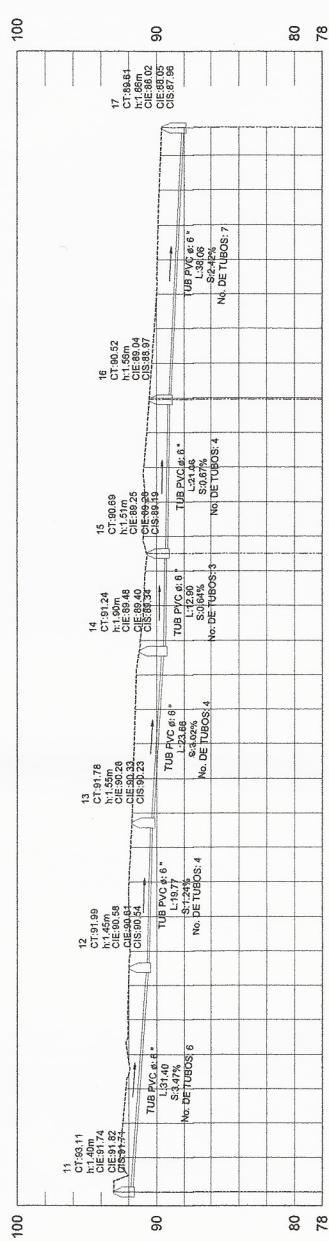
ESC: 1/500



PLANTA PVS-11 A PVS-17

RAMAL 1

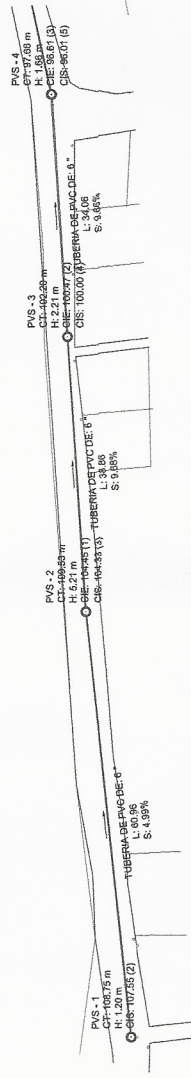
ESC: 1/500



PERFIL PVS-11 A PVS-17

RAMAL 1

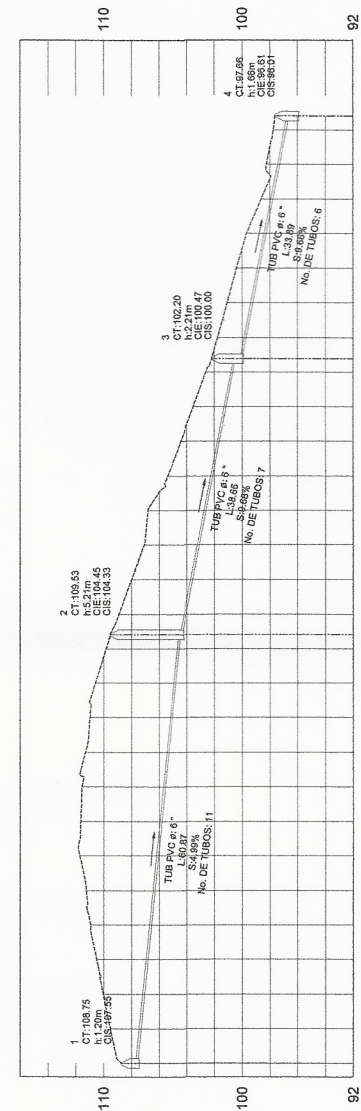
ESC: 1/500



PLANTA PVS-1 A PVS-4

LINEA CENTRAL

ESC: 1/500



PERFIL PVS-1 A PVS-4

LINEA CENTRAL

ESC: 1/500



NOMENCLATURA	
PVS	POZO DE VISITA SANITARIO
CT	COTA DE TERRENO
D	DIAMETRO DE POZO
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIB	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	CONEXION DOMICILIAR
	DOMICILIO
	PLANTA DE TRATAMIENTO

Escuela de Ingenieros
 Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
 ASISTENTE SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Tránsito de Ingeniería y EPS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE TUSA BUEA

PROYECTO: MUNICIPIO DE BERRIOZ SANTAROM DE LA CIUDAD DE MARIANITA

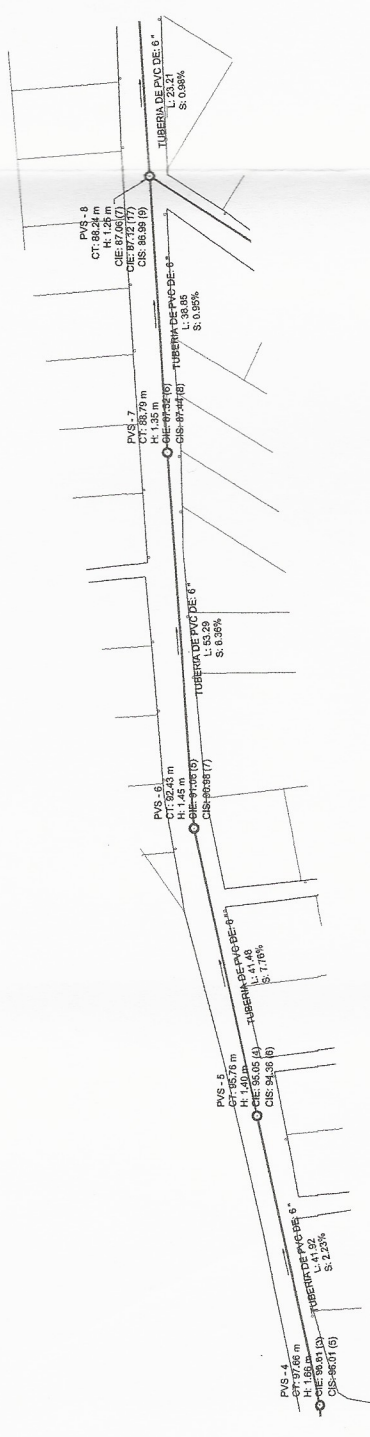
OPERA: PLANTA Y PERFILES LINEA CENTRAL

FECHA: 01/11/17

FECHA: 01/11/17

FECHA: 01/11/17

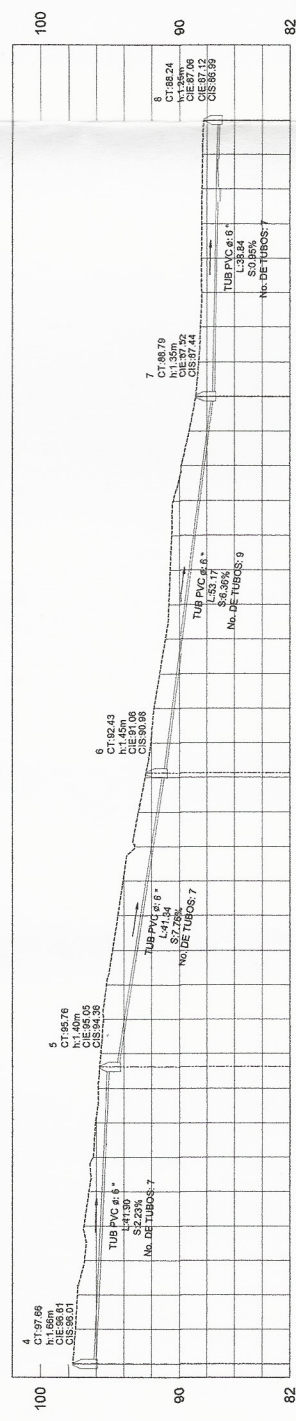
FECHA: 01/11/17



PLANTA PVS-4 A PVS-8

LINEA CENTRAL

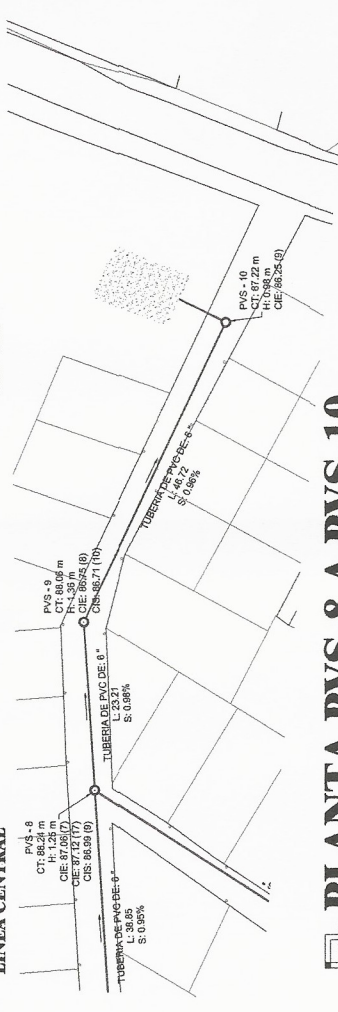
ESC: 1/500



PERFIL PVS-4 A PVS-8

LINEA CENTRAL

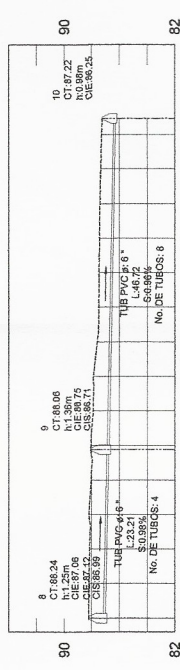
ESC: 1/500



PLANTA PVS-8 A PVS-10

LINEA CENTRAL

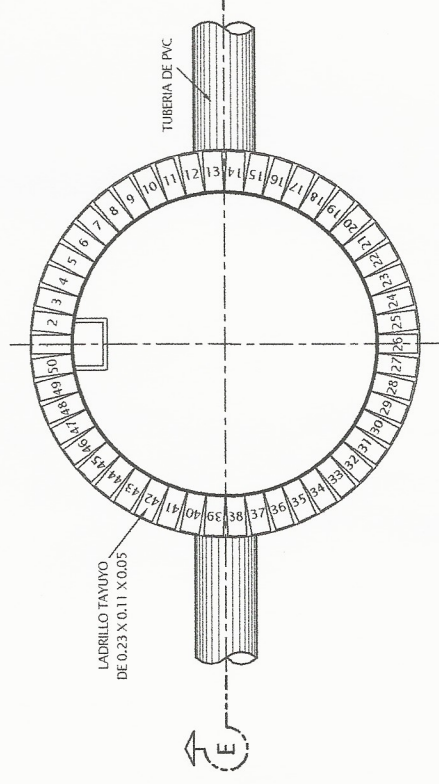
ESC: 1/500



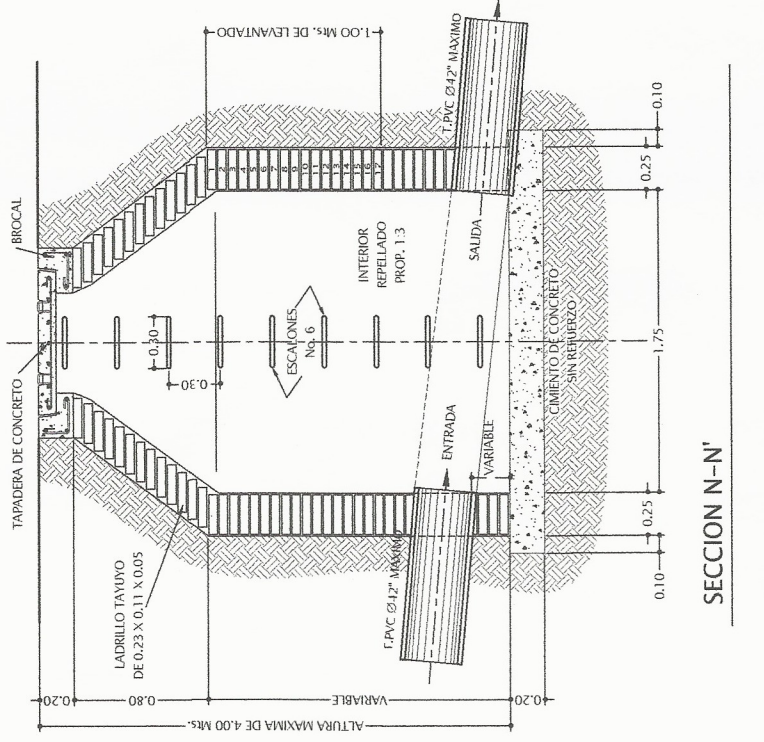
PERFIL PVS-8 A PVS-10

LINEA CENTRAL

ESC: 1/500



PLANTA



SECCION N-N'

POZO DE VISITA Ø 1.75
PARA ALTURAS ENTRE 0 Y 4 Mts.
Y DIAMETRO DE T.PVC MAXIMO DE 42"

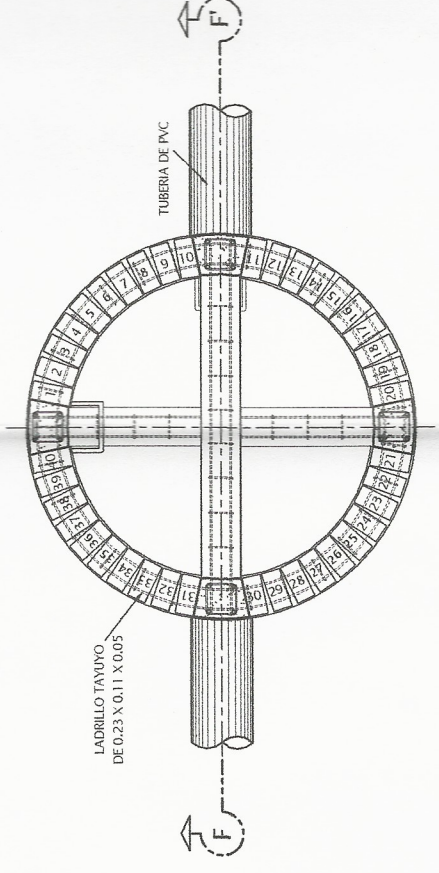
ESCALA 1:20

NOTAS:

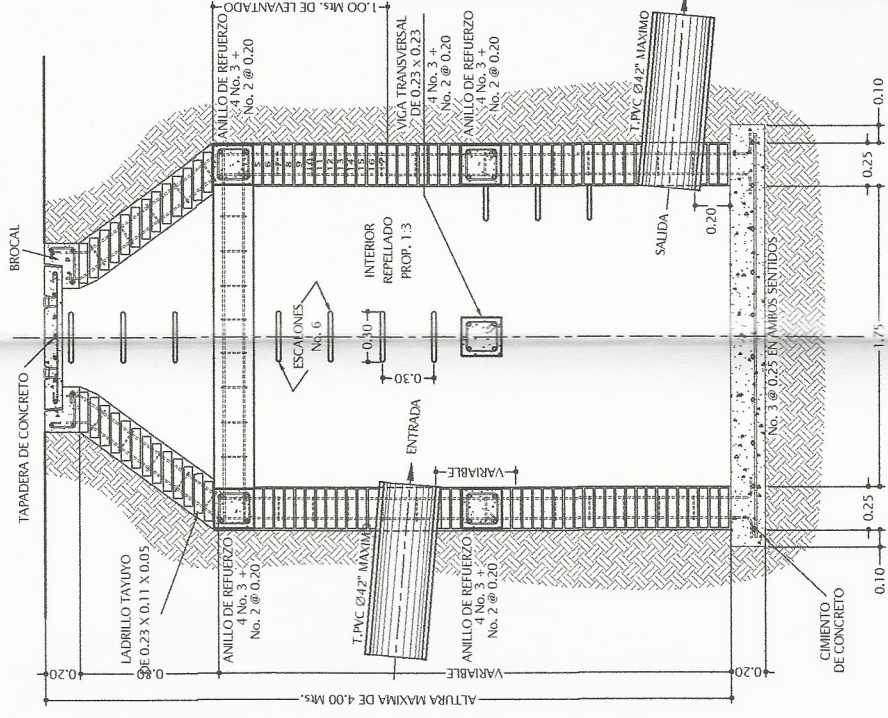
EN CASO DE QUE LA DIFERENCIA ENTRE LA COTA INVERT DE ENTRADA Y LA DE SALIDA SEA MAYOR DE 0.20 Mts. DEBE DEJARSE EN EL FONDO DEL POZO UN COLCHÓN DE AGUA DE 0.20 Mts. DE ALTURA.

EL DIAMETRO DEL POZO A CONSTRUIR DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON EL DIAMETRO MAXIMO DE ENTRADA INDICADO EN ESTA HOJA, PERO LOS POZOS MAYORES DE 4.00 Mts. DEBERAN TENER POR LO MENOS 1.50 Mts. DE DIAMETRO Y LOS MAYORES DE 6.00 Mts. POR LO MENOS 1.75 Mts. DE DIAMETRO

TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.



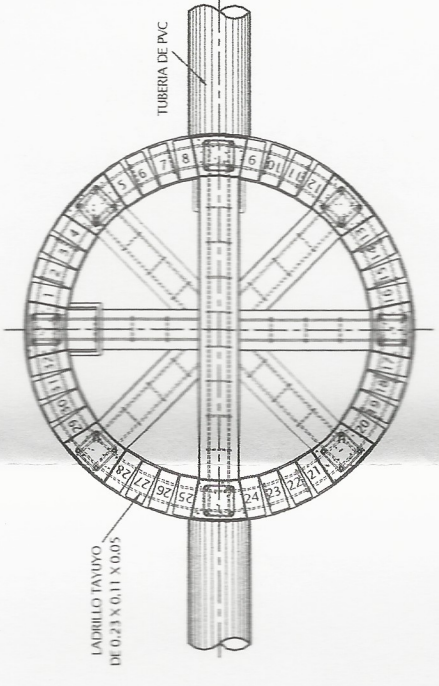
PLANTA



SECCION S-S'

POZO DE VISITA Ø 1.75
PARA ALTURAS ENTRE 4 Y 6 Mts.
Y DIAMETRO DE T.PVC MAXIMO DE 42"

ESCALA 1:20

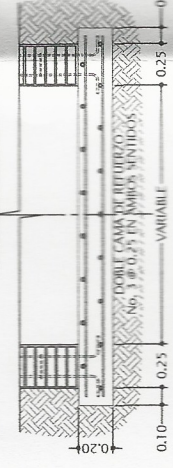


PLANTA DE POZO Ø 1.75
PARA ALTURAS MAYORES DE 6 Mts.



BROCAL Y TAPADERA
TIPICO PARA POZOS DE VISITA

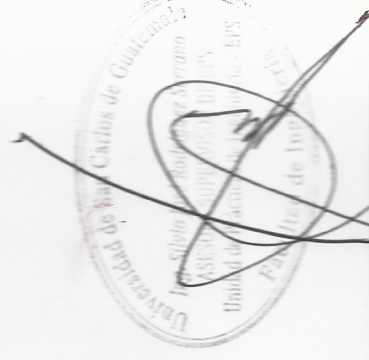
ESCALA 1:10

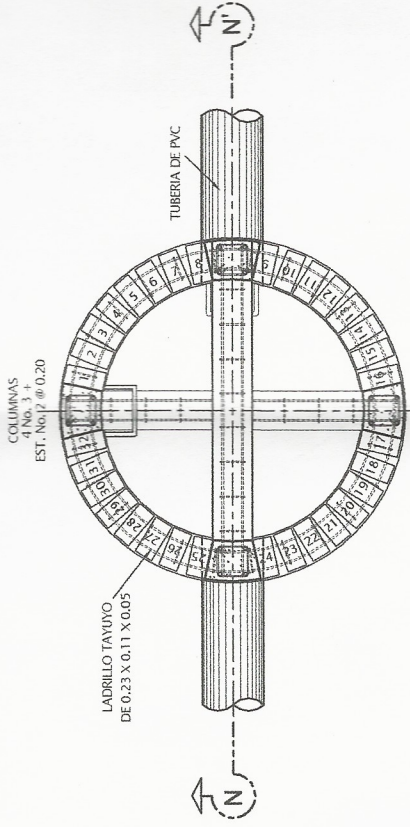


CIMIENTO PARA POZOS DE VISITA
PARA ALTURAS MAYORES DE 6 Mts.

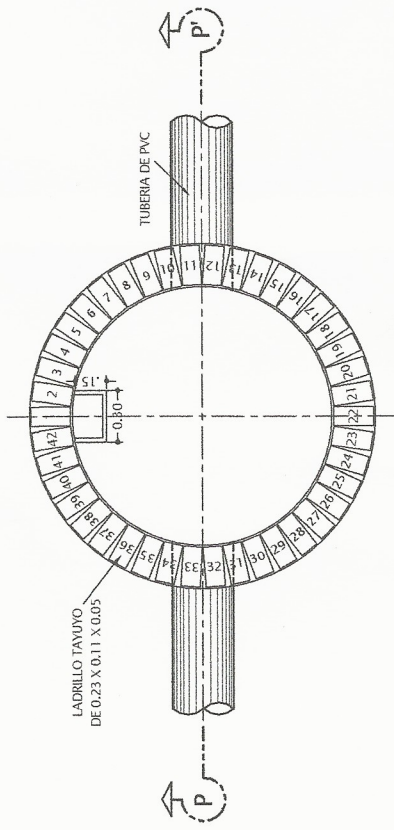
ESCALA 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA		BOZA INDICADA BOZA 6		BOZA INDICADA BOZA 10	
PROPIEDAD: BIENIO DEL BIENAJE MANTUARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANTA		CONTRATISTA: DETALLER GENERALES		BOZA INDICADA BOZA 11		BOZA INDICADA BOZA 11	
AUTOR: WILLIAM CARRERON		BOZA INDICADA BOZA 11		BOZA INDICADA BOZA 11		BOZA INDICADA BOZA 11	
BOZA INDICADA BOZA 11		BOZA INDICADA BOZA 11		BOZA INDICADA BOZA 11		BOZA INDICADA BOZA 11	





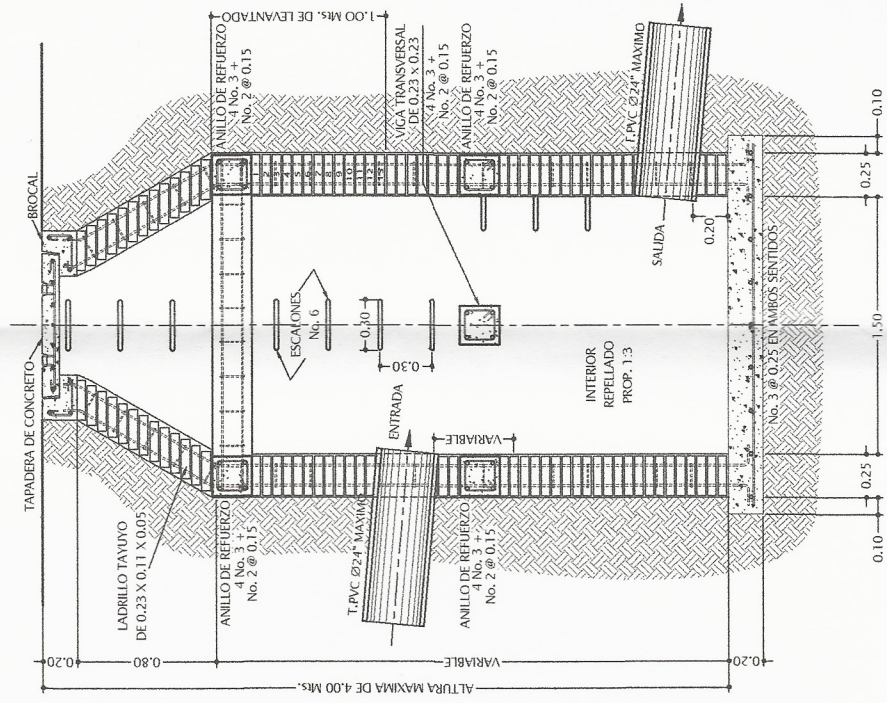
PLANTA



PLANTA

NOTAS:
 EN CASO DE QUE LA DIFERENCIA ENTRE LA COTA INVERT DE ENTRADA Y LA DE SALIDA SEA MAYOR DE 0.20 Mts., DEBE DEJARSE EN EL FONDO DEL POZO UN COLCHON DE AGUA DE 0.20 Mts. DE ALTURA.
 EL DIAMETRO DEL POZO A CONSTRUIR DEBERA ESTAR DE ACUERDO CON EL DIAMETRO MAXIMO DE ENTRADA INDICADO EN ESTA HOJA, PERO LOS POZOS MAYORES DE 4.00 Mts. DEBERAN TENER POR LO MENOS 1.50 Mts. DE DIAMETRO Y LOS MAYORES DE 6.00 Mts. POR LO MENOS 1.75 Mts. DE DIAMETRO

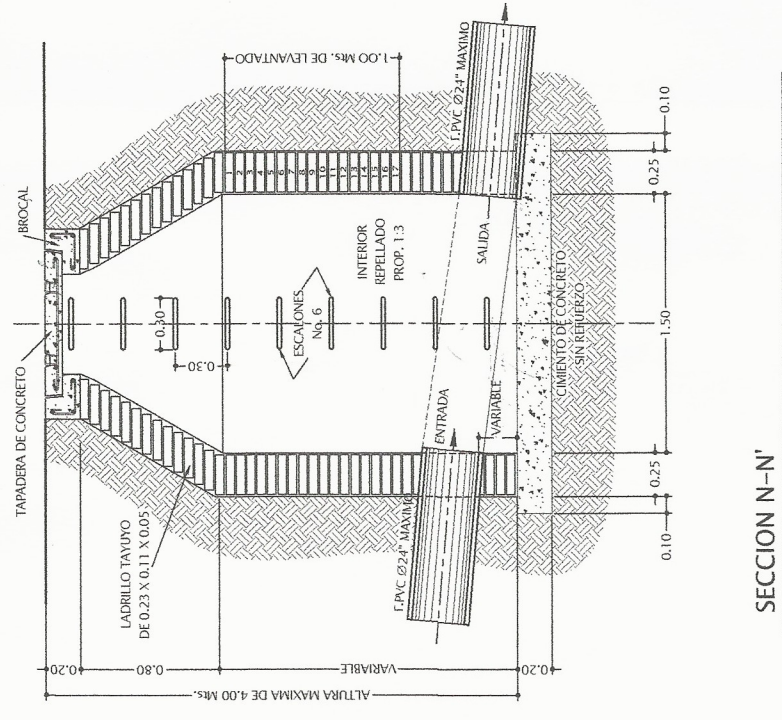
TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.



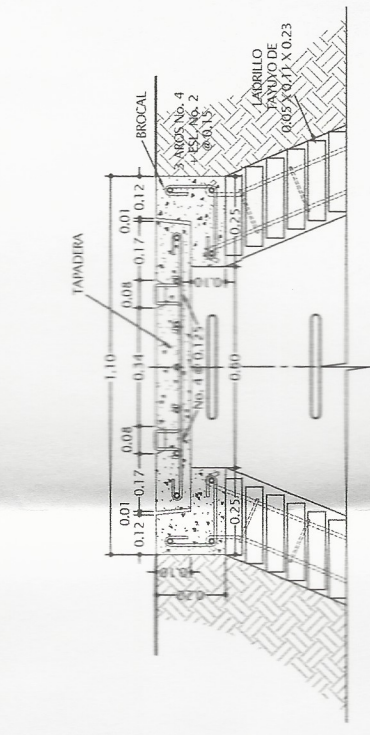
SECCION S-S'

POZO DE VISITA Ø 1.50
 PARA ALTURAS ENTRE 0 Y 4 Mts.
 Y DIAMETRO DE T.PVC MAXIMO DE 24"

ESCALA 1:20



SECCION N-N'



BROCAL Y TAPADERA
 TIPICO PARA POZOS DE VISITA

ESCALA 1:10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA		BOJAS INDICADA II	
PROYECTO: DISEÑO DEL DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANTA		CONTENIDO: DETALLES GENERALES		BOJAS FECHA: OCTUBRE 2017	
CALCULO: WILLIAM CALDERON		DISEÑO: WILLIAM CALDERON		BOJAS FECHA: OCTUBRE 2017	
ING. WILLY BOBBIER		ASISTENTE WILLIAM CALDERON		BOJAS FECHA: OCTUBRE 2017	



POZO DE VISITA Ø 1.50
 PARA ALTURAS ENTRE 4 Y 6 Mts.
 Y DIAMETRO DE T.PVC MAXIMO DE 24"

ESCALA 1:20

Apéndice 18. **Planos del diseño de drenaje pluvial para la colonia
Marianita**

- Plano 1: planta general drenaje pluvial
- Planos del 2 al 4: planos de planta perfil
- Plano 5: detalles de tragante

Fuente: elaboración propia.

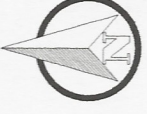
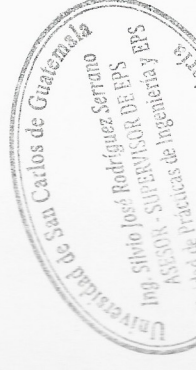


TABLA DE CONTENIDO	
PLANO Nro	DESCRIPCIÓN
1	PLANTA GENERAL PLUVIAL
2	PLANTA Y PERFIL RAMAL 1 A 4
3	PLANTA Y PERFIL RAMAL 5
4	PLANTA Y PERFIL RAMAL LINEA CENTRAL
5	DETALLES DE TRAGANTE

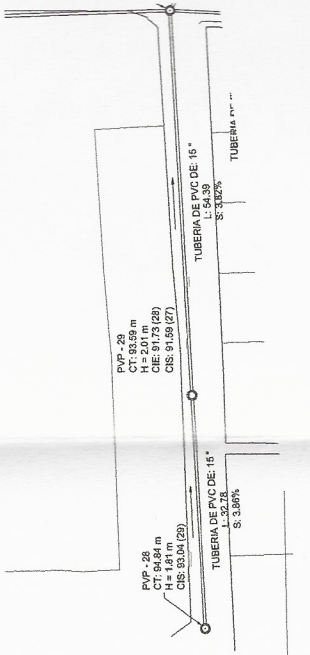
NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISITA SANITARIO
—	SUPERFICIE DE TERRENO
→	DIRECCION DE FLUJO
—	TUBERIA PVC
○	CONEXION DOMICILIAR
□	DOMICILIO
///	PUNTO DE DESFOQUE



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA
	EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO MUNICIPALIDAD DE TILA NUEVA
	PROYECTO: DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LA COLONIA NAHANTA
CANTÓN: MAYAGÜZEB	CONTENIDO: PLANTA GENERAL DRENAJE PLUVIAL
ESCALA: INDICADA	BOLE: 01
ZONA: 6	FECHA: OCTUBRE 2017
BOLE: 05	PROYECTISTA: ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO C.A. 1001114728

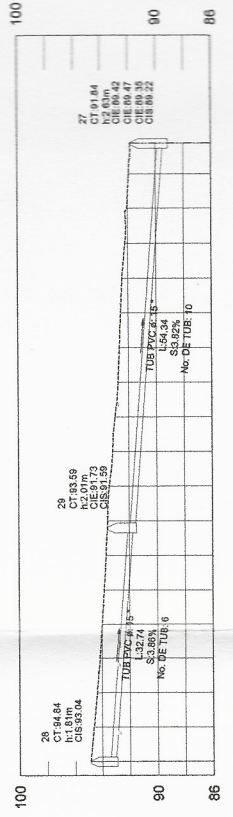


PLANTA GENERAL DRENAJE PLUVIAL



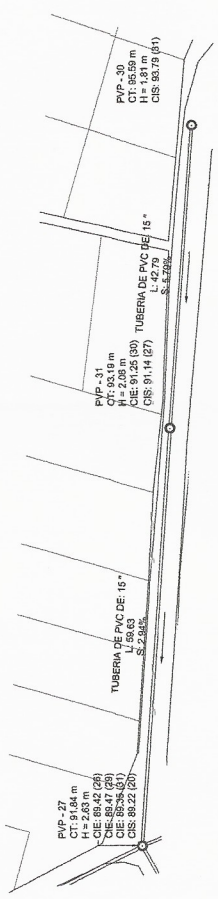
PLANTA PVP-28 A PVP-27

RAMAL 3 ESC: 1/500



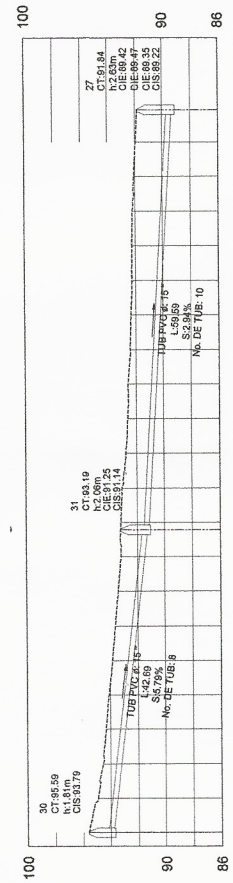
PERFIL PVP-28 A PVP-27

RAMAL 3 ESC: 1/500



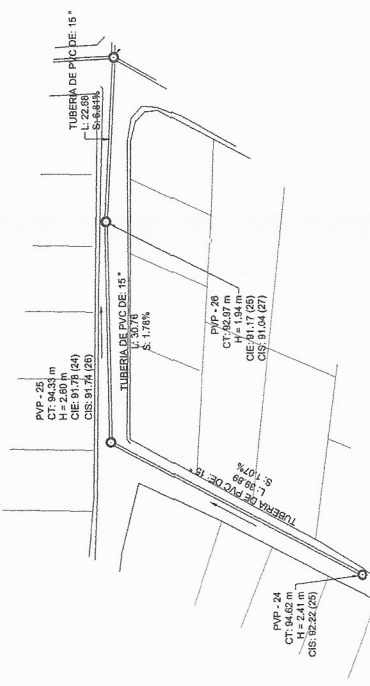
PLANTA PVP-30 A PVP-20

RAMAL 2 ESC: 1/500



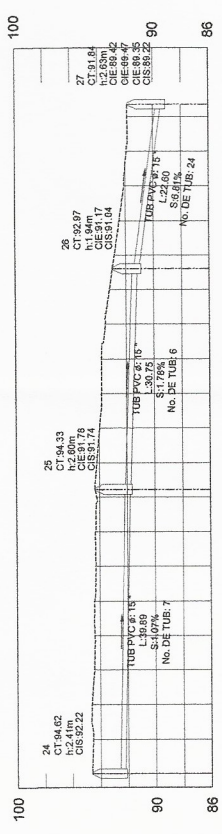
PERFIL PVP-30 A PVP-20

RAMAL 2 ESC: 1/500



PLANTA PVP-24 A PVP-27

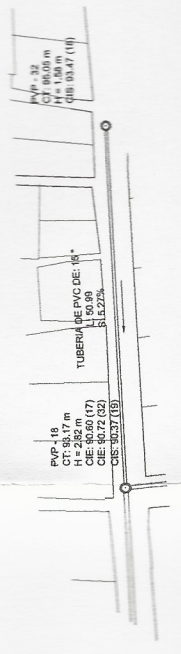
RAMAL 4 ESC: 1/500



PERFIL PVP-28 A PVP-27

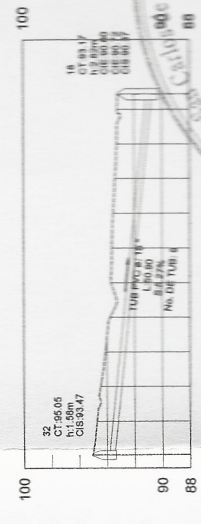
RAMAL 4 ESC: 1/500

NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISITA PLUVIAL
CT	COTA DE TERRENO
D	DIAMETRO DE POZO
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	DOMICILIO
	PUNTO DE DESFOQUE



PLANTA PVP-32 A PVP-18

RAMAL 1 ESC: 1/500



PERFIL PVP-32 A PVP-18

RAMAL 1 ESC: 1/500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EFECTIVO PROFESIONAL SUPLENTE
MUNICIPALIDAD DE VILLA VERDE

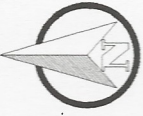
PROYECTO:
DISEÑO DE OBRERA PLUVIAL DE LA CORDONA MAHANTA

PROFESOR:
ING. VICTOR MORALES

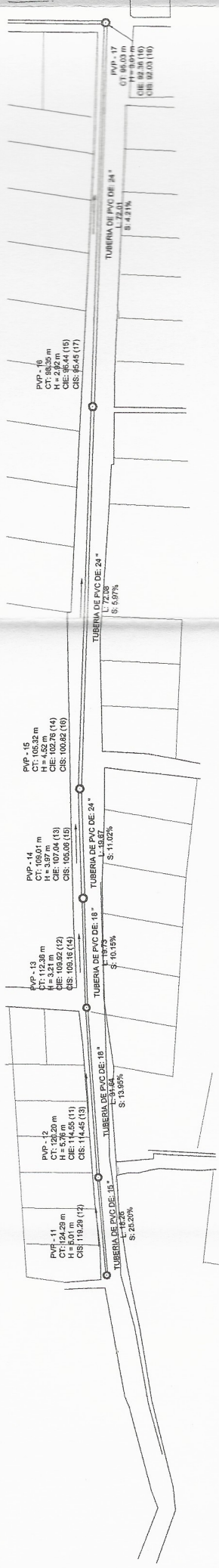
ESTUDIANTE:
WILIAM BRUNO CAMERON FARIAN

FECHA:
02 OCTUBRE 2017

HOJA:
05



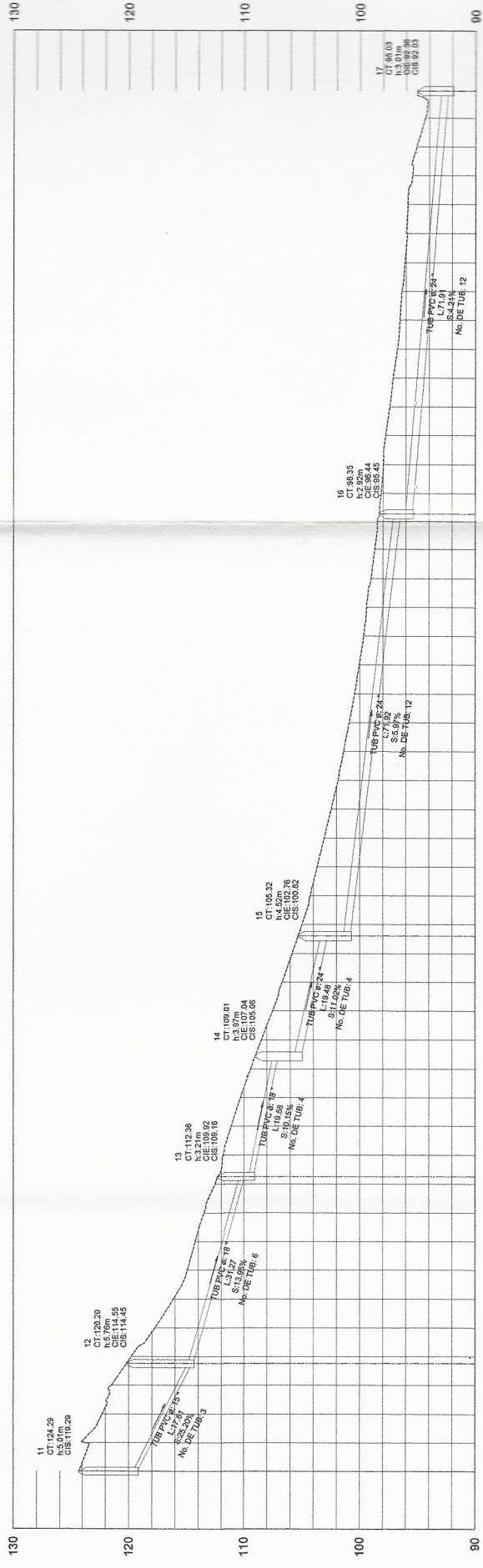
NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISTA PLUVIAL
CT	COTA DE TERRENO
D	DIAMETRO DE POZO
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIG	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISTA
	DOMICILIO
	PUNTO DE DESFOQUE



PLANTA PVP-11 A PVP-17

RAMAL 5

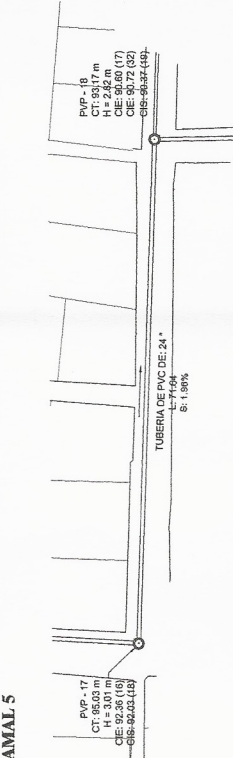
ESC: 1/500



PERFIL PVP-11 A PVP-17

RAMAL 5

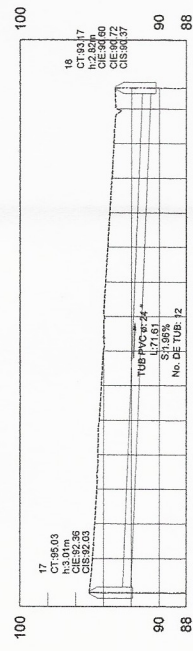
ESC: 1/500



PLANTA PVP-17 A PVP-18

RAMAL 5

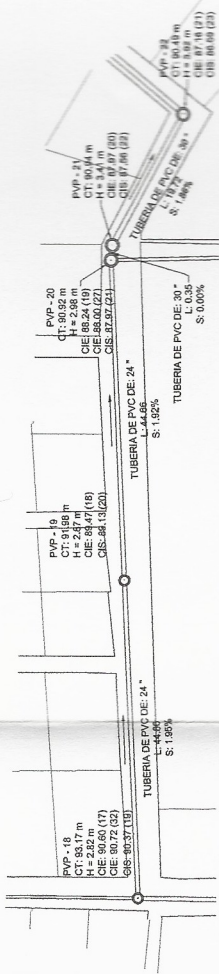
ESC: 1/500



PERFIL PVP-17 A PVP-18

RAMAL 5

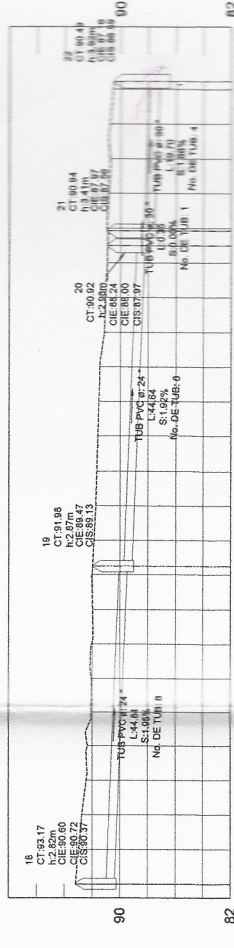
ESC: 1/500



PLANTA PVP-18 A PVP-22

RAMAL 5

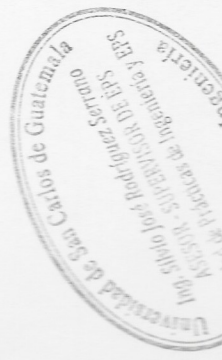
ESC: 1/500



PERFIL PVP-18 A PVP-22

RAMAL 5

ESC: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

BAJERCIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE TULA NUEVA

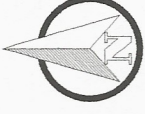
PROYECTO:
DISEÑO DE UN PLAN DE DRENAJE PLUVIAL DE LA COLONIA MARANTIA

ENCUADRE
TITULO: PLANTA Y PERFILES
RAMAL 5

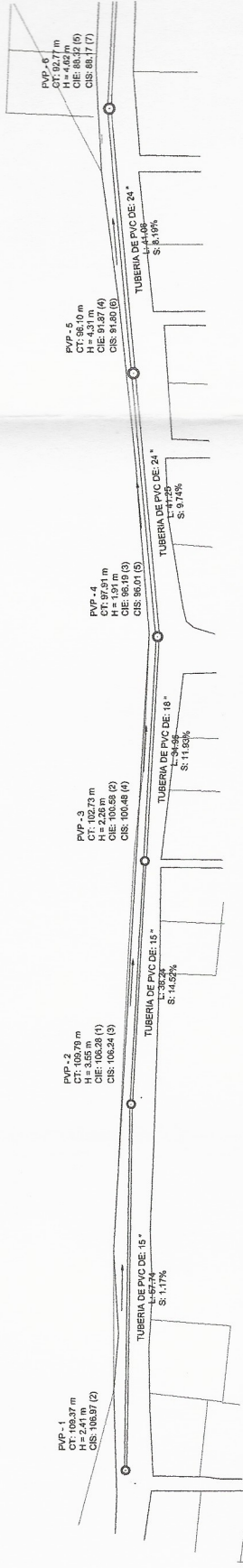
ESCALA INDICADA: 03
FECHA: 05

FECHA DE ENTREGA: OCTUBRE 2017

ELABORADO POR: JUAN CARLOS CALDERÓN RAMA
CARRERA: INGENIERIA CIVIL



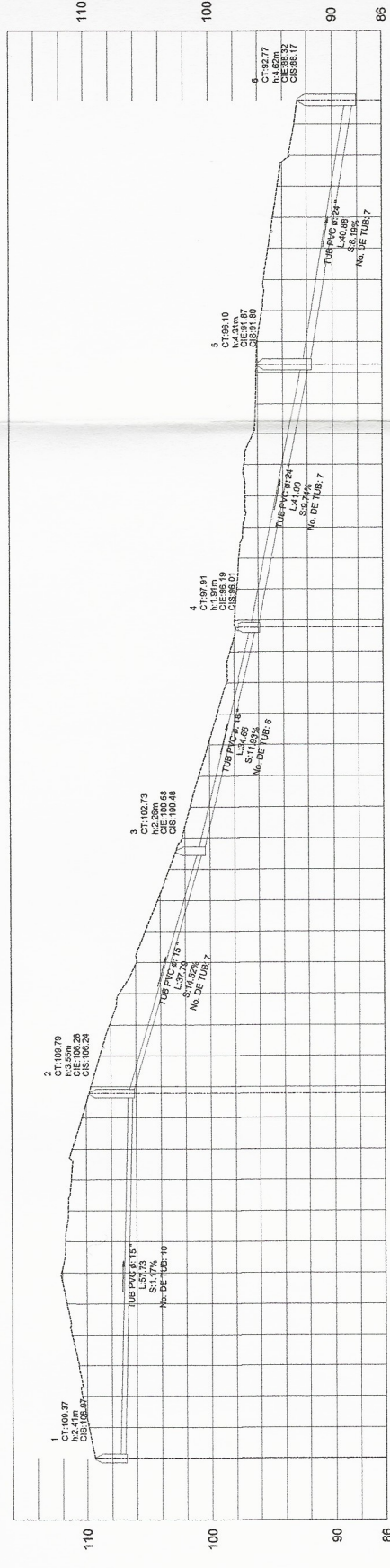
NOMENCLATURA	
PVP	POZO DE VISITA PLUVIAL
CT	COTA DE TERRENO
D	DIAMETRO DE POZO
H	ALTURA POZO
CIE	COTA INVERT ENTRADA
CIS	COTA INVERT SALIDA
	SUPERFICIE DE TERRENO
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA PVC
	POZO DE VISITA
	DOMICILIO
	PUNTO DE DESFOGUE



PLANTA PVP-1 A PVP-6

LINEA CENTRAL

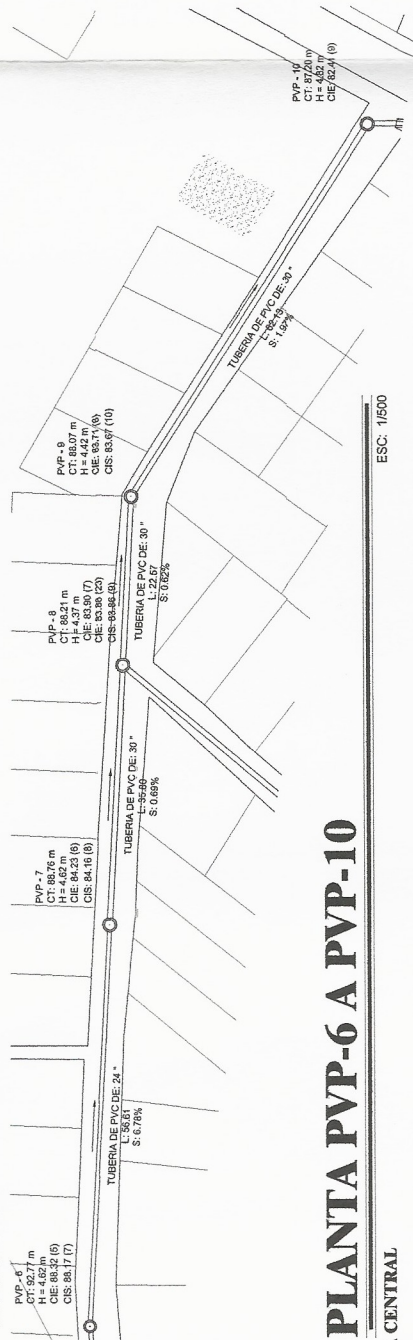
ESC: 1/500



PERFIL PVP-1 A PVP-6

LINEA CENTRAL

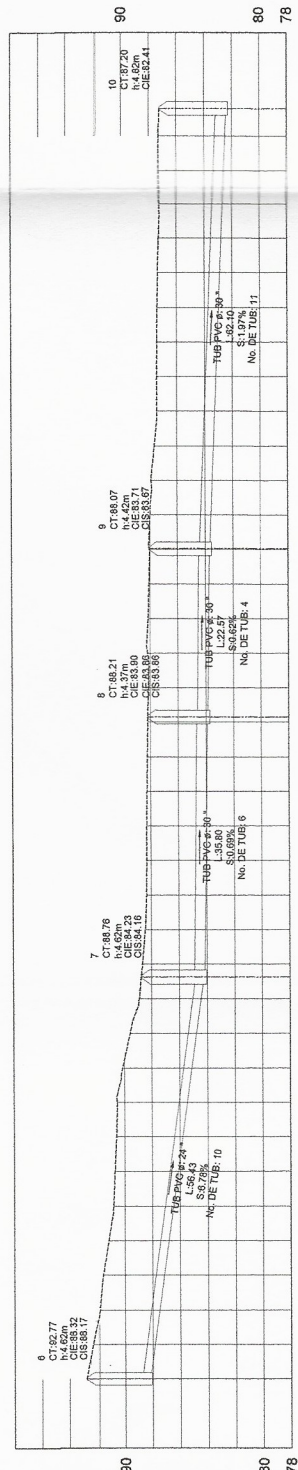
ESC: 1/500



PLANTA PVP-6 A PVP-10

LINEA CENTRAL

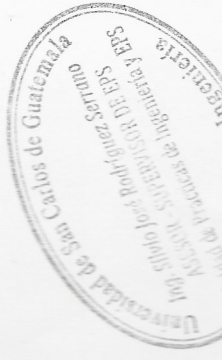
ESC: 1/500



PERFIL PVP-6 A PVP-10

LINEA CENTRAL

ESC: 1/500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
MUNICIPALIDAD DE YOLA NUEVA

PROYECTO:
DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DE LA COLONIA MARIANTA

CALENDA
WILIAM CALDERON

CONVENIO
PLANTAY PERFILES
LINEA CENTRAL

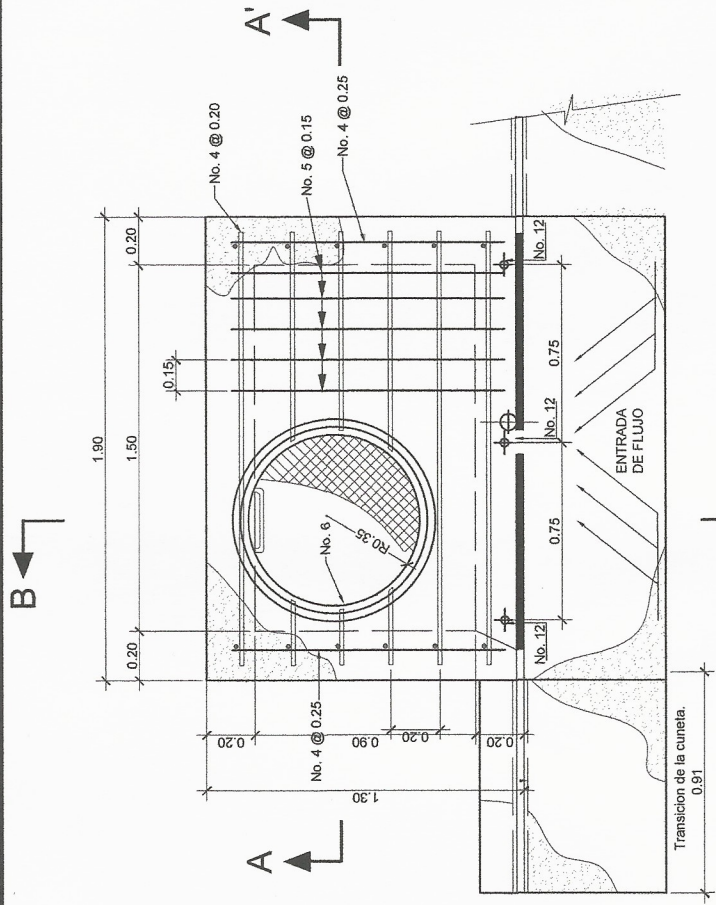
ESCALA:
INDICADA
ZONA: 0

BOLE:
04

FECHA:
OCTUBRE
2017

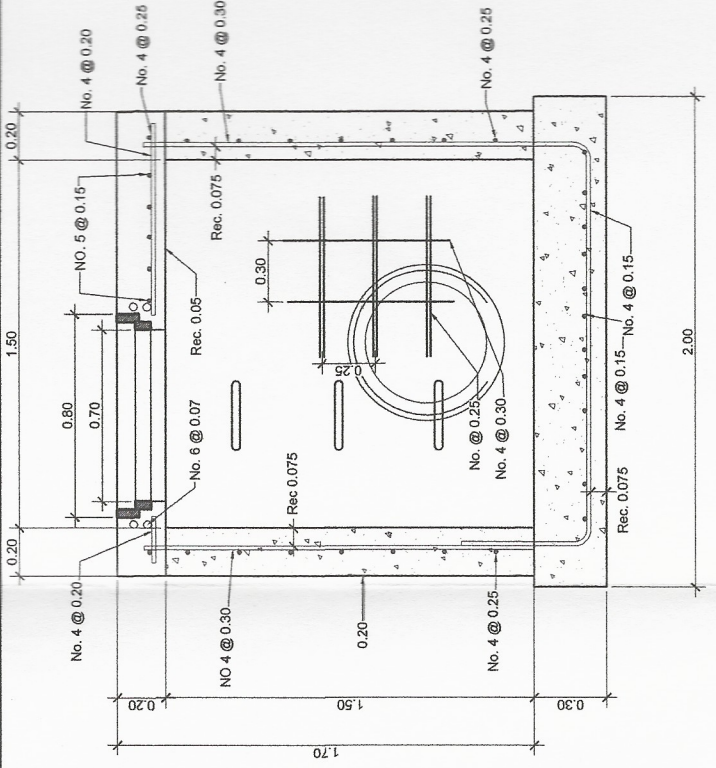
BOLE:
05

WILIAM ENRIQUE CALDERON FERRAN
CARRERA: INGENIERIA



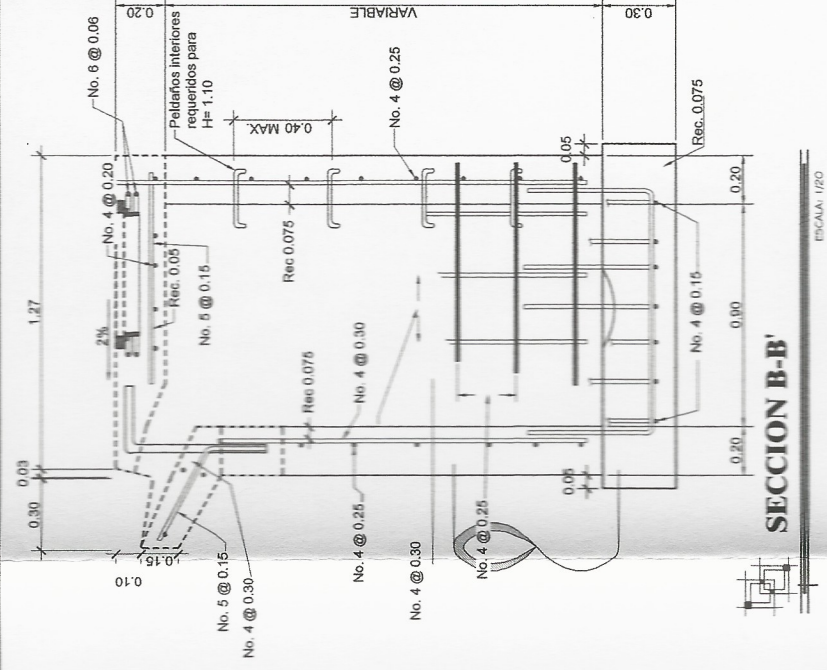
PLANTA TRAGANTE TIPO R

ESCALA: 1/20



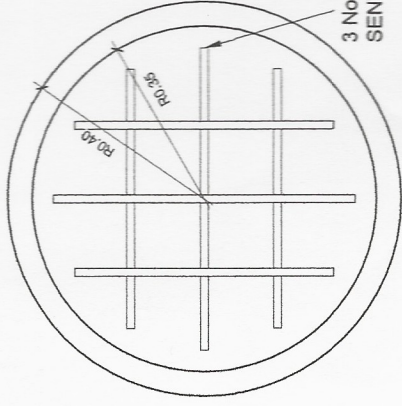
SECCION A-A' TRAGANTE TIPO R

ESCALA: 1/20

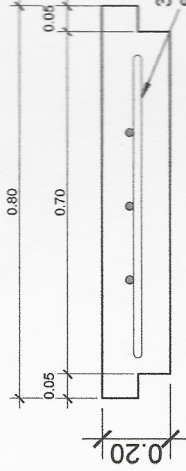


SECCION B-B'

ESCALA: 1/20



3 No. 3 @ 0.15 AMBOS SENTIDOS



DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/10

ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES
 1. La resistencia mínima del concreto a los 28 días, será de 3000 psi (210 kg/cm²). Norma COGUANOR NTG 41048, 41052 y 41017 h1. Para su elaboración, mezclado y ensayo, de utilizar concreto premezclado en las fundiciones, referirse a la norma NTG-41068.

2. El límite de influencia mínima para las barras de acero, será de Grado 40 (28000 kg/cm²), deberá cumplir con lo establecido en la norma COGUANOR NTG 38011

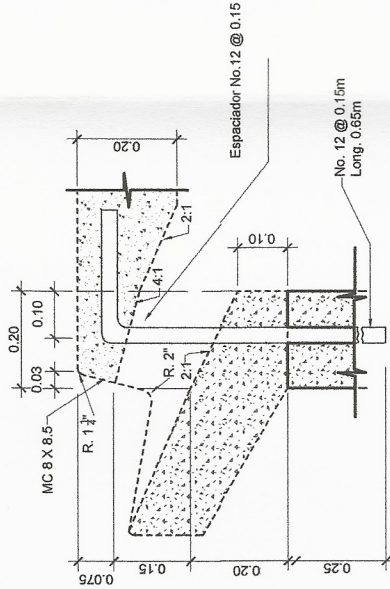
3. Para el mortero y se debe utilizar una proporción volumétrica 1:3 (cemento y arena), referirse a la Norma COGUANOR NTG 41031, 41051 h2 y 41050.

4. El ladrillo deberá soportar un esfuerzo mínimo de 50 kg/cm² a la compresión. La absorción de agua de los ladrillos debe ser como máximo 5 gramos por minuto por centímetro cuadrado. Norma COGUANOR NCGO 41 022 y NTG 41051 h2.

NOTA:

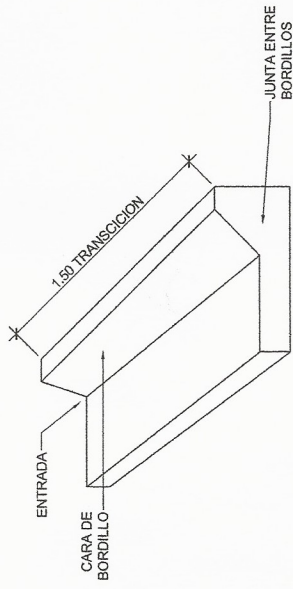
a. Las normas indicadas en el presente plano, son de mayor relevancia y deberán ser complementadas con todos los requisitos indicados en las especificaciones técnicas.

b. Se pondrá sustituir la referencia de la Norma COGUANOR por su equivalente en la norma internacional de American Society of Testing Materials, ASTM para el control y supervisión de los diferentes materiales, cuando proveeza la igualdad y/o superioridad de los requisitos establecidos.



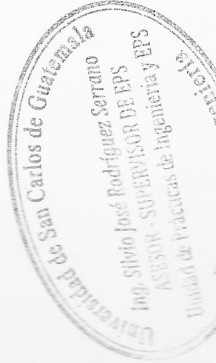
DETALLE

ESCALA: 1/10



DETALLE DE TRANSICION

ESCALA: 1/20



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA

EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 MUNICIPALIDAD DE VILLA NUEVA

PROYECTO:
 DISEÑO DE DRENAJE SANTABARBO Y PLUVIAL DE LA COLONIA
 MARIANTIA

CONTENIDO:
 DETALLE DE TRAGANTE

FECHA:
 OCTUBRE 2017

PROFESOR:
 WILLIAM EDUARDO CALDERÓN FARFÁN
 CARNÉ: 30111728


ESTUDIANTE:
 WILLIAM EDUARDO CALDERÓN FARFÁN
 CARNÉ: 30111728

FECHA:
 OCTUBRE 2017


PROFESOR:
 WILLIAM EDUARDO CALDERÓN FARFÁN
 CARNÉ: 30111728

ANEXOS

Anexo 1. Ensayo de límites de Atterberg



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



INFORME No. 464 S.S.

O.T.: 36.786

No. 09781

Interesado: William Eduardo Calderon Farfán - 201114728

Proyecto: EPS "Diseño de la Carretera Pavimentada que Conduce de la Colonia Marianita a la Colonia El Frutal, Villa Nueva, Guatemala"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Villa Nueva, Guatemala

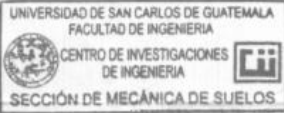
FECHA: jueves, 24 de noviembre de 2016

RESULTADOS:


ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	N.P.	N.P.	ML	Arena Limosa Color Café Oscuro

(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

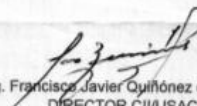
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.




Atentamente,


 Ing. Omar Enrique Mejano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

Vo.Bo.


 Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC




Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 3. Ensayo de equivalente de arena



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



No. 09783

INFORME No.: 466 S.S.

O.T. No.: 36.786

EQUIVALENTE DE ARENA

INTERESADO: William Eduardo Calderón Farfán - 201114728

PROYECTO: EPS "Diseño de la Carretera Pavimentada que Conduce de la Colonia Marianita a La Colonia El Frutal, Villa Nueva, Guatemala"

UBICACIÓN: Villa Nueva, Guatemala

NORMA: AASHTO T-176

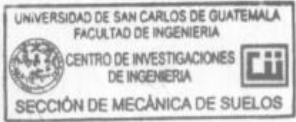
DESCRIPCION DEL SUELO: Arena Limosa Color Café

MUESTRA: 1

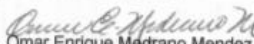
FECHA: jueves, 24 de noviembre de 2016


Lectura Arena	Lectura Arcilla	Lectura Arena	Lectura Arcilla
1,1	5,6	1,1	5,7
19,6		19,3	
E.A.			
19,5			

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado



Atentamente,


 Vo. Bo.
 Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos










 Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CII/USAC

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


Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 4. Ensayo de compactación Proctor


	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA																															
		No. 09784																														
INFORME No. 467 S.S.		O.T.: 36.786																														
Interesado:	William Eduardo Calderón Farfán - 201114728																															
Asunto:	ENSAYO DE COMPACTACIÓN.																															
Proyecto:	EPS "Diseño de la Carretera Pavimentada que Conduce de la Colonia Marianita a la Colonia El Frutal, Villa Nueva, Guatemala"	Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99 Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180																														
Ubicación:	Villa Nueva																															
Fecha:	jueves, 24 de noviembre de 2016																															
<p style="text-align: center;">GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD</p>  <table border="1"><caption>Datos del Gráfico de Densidad Seca-Humedad</caption><thead><tr><th>% HUMEDAD</th><th>DENSIDAD SECA lb/pie³</th></tr></thead><tbody><tr><td>12</td><td>68,5</td></tr><tr><td>13</td><td>69,5</td></tr><tr><td>14</td><td>70,5</td></tr><tr><td>15</td><td>71,5</td></tr><tr><td>16</td><td>72,5</td></tr><tr><td>17</td><td>73,5</td></tr><tr><td>18</td><td>74,5</td></tr><tr><td>19</td><td>75,5</td></tr><tr><td>20</td><td>76,5</td></tr><tr><td>21</td><td>77,66</td></tr><tr><td>22</td><td>76,5</td></tr><tr><td>23</td><td>75,5</td></tr><tr><td>24</td><td>74,5</td></tr><tr><td>25</td><td>73,5</td></tr></tbody></table>			% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/pie³	12	68,5	13	69,5	14	70,5	15	71,5	16	72,5	17	73,5	18	74,5	19	75,5	20	76,5	21	77,66	22	76,5	23	75,5	24	74,5	25	73,5
% HUMEDAD	DENSIDAD SECA lb/pie³																															
12	68,5																															
13	69,5																															
14	70,5																															
15	71,5																															
16	72,5																															
17	73,5																															
18	74,5																															
19	75,5																															
20	76,5																															
21	77,66																															
22	76,5																															
23	75,5																															
24	74,5																															
25	73,5																															
Descripción del suelo:	Arena Limosa Color Café Oscuro																															
Densidad seca máxima γ_d :	1.244,11 Kg/m³	77,66 lb/pie³																														
Humedad óptima H_{op} :	20,95 %																															
Observaciones:	Muestra proporcionada por el interesado. Atentamente,																															
																																
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA	SECCIÓN DE MECÁNICA DE SUELOS	DIRECCIÓN DE INGENIERIA DE SUELOS																														
Ing. Omar Enrique Medrano Méndez Jefe Sección Mecánica de Suelos	Vo. Bo.	Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz DIRECTOR CII/USAC																														
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																																

Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 5. Ensayo de CBR



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



No. 09785

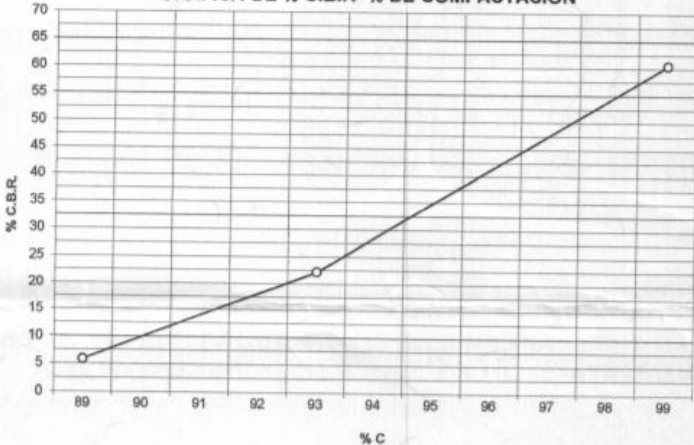
INFORME No. 468 S.S.

O.T. No. 36.786

Interesado: William Eduardo Calderón Farfán - 201114728
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
 Proyecto: EPS "Diseño de la Carretera Pavimentada que Conduce de la Colonia Marianita a la Colonia El Frutal, Villa Nueva, Guatemala"
 Ubicación: Villa Nueva
 Descripción del suelo: Arena Limosa Color Café Oscuro
 Fecha: jueves, 24 de noviembre de 2016

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d (Lb/pie ³)			
1	10	20,95	69,29	89,2	0,31	5,83
2	30	20,95	72,99	94,0	0,17	22,23
3	65	20,95	77,43	99,7	0,20	60,50

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

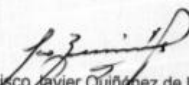


Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.
 Atentamente,


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

Vo. Bo.

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz
 DIRECTOR CIUSAC



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>

Fuente: Centro de Investigación de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 6. Informe de Intensidades de Lluvias, Insivumeh

Tr	2	5	10	20	25	30	50	100
COBÁN								
A	1,302	2,770	46,840	39,560	39,060	38,020	36,470	35,420
B	12	16	45	45	45	45	45	45
n	0.868	0.968	1.43	1.385	1.381	1.374	1.362	1.353
R2	0.997	0.989	0.996	0.995	0.995	0.995	0.995	0.995
SAN JERÓNIMO								
A	2,040	930	1,510	1,285	1,273	1,265	1,250	1,243
B	20	6	8	7	7	7	7	7
n	0.9	0.717	0.79	0.747	0.742	0.739	0.733	0.729
R2	0.992	0.996	0.991	0.991	0.991	0.99	0.99	0.99
ALAMEDA ICTA								
A	21,810	105,300	639,800	319,800	311,660	302,850	290,500	283,480
B	35	45	70	65	65	65	65	65
n	1.451	1.701	1.954	1.819	1.812	1.805	1.794	1.787
R2	0.995	0.983	0.987	0.985	0.985	0.985	0.984	0.984
ESQUIPULAS								
A	3,300	2,060	1,280	1,230	1,225	1,222	1,213	1,205
B	20	11	6	6	6	6	6	6
n	0.962	0.836	0.721	0.7	0.696	0.694	0.69	0.686
R2	0.999	0.998	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996
SABANA GRANDE								
A	4,485	6,145	33,770	31,550	31,330	31,110	30,760	30,070
B	25	30	40	40	40	40	40	40
n	0.973	0.986	1.292	1.273	1.271	1.268	1.264	1.257
R2	0.992	0.993	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
PUERTO SAN JOSÉ								
A	3,033	10,863	403,800	145,300	139,600	136,555	127,530	125,200
B	35	60	140	140	140	140	140	140
n	0.87	1.05	1.595	1.383	1.374	1.369	1.354	1.349
R2	0.994	0.976	0.964	0.93	0.929	0.928	0.927	0.927
CAMANTULUL								
A	226,260	42,560	27,420	15,540	10,590	10,580	10,300	10,110
B	80	70	65	40	35	35	35	35
n	1.654	1.284	1.187	1.1	1.029	1.028	1.02	1.014
R2	0.96	0.984	0.966	0.987	0.987	0.987	0.987	0.987
INSIVUMEH								
A	1,970	7,997	1,345	720	820	815	900	890
B	15	30	9	2	2	2	2	2
n	0.958	1.161	0.791	0.637	0.656	0.65	0.66	0.649
R2	0.989	0.991	0.982	0.981	0.973	0.973	0.981	0.981

Fuente: Insivumeh. Informe de intensidades de lluvias, 2005. www.insivumeh.gov.gt. Consulta: 4 de noviembre de 2016.