

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

**DISEÑO DE UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE
SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN
JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Douglas Jorge René Letona Aldana
Asesorado por el Ing. Oscar Argueta Hernández

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE
SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN
JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

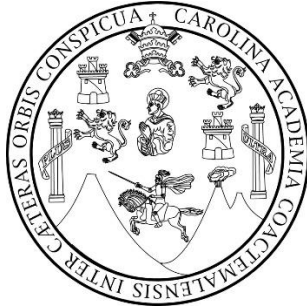
DOUGLAS JORGE RENÉ LETONA ALDANA
ASESORADO POR EL ING. OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

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

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera Lopez

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 UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE
SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN
JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 3 de agosto de 2015.



Douglas Jorge René Letona Aldana



Guatemala, 10 de mayo de 2016
REF.EPS.DOC.396.07.16

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 **Douglas Jorge René Letona Aldana** con carné No. **200924522**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DE UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, 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. Oscar Argueta Hernández
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
OAH/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
17 de mayo de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Douglas Jorge René Letona Aldana, con Carnet No.200924522 , quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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 INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
05 de agosto de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Douglas Jorge René Letona Aldana, con Carnet No. 200924522 quien contó con la asesoría del Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 12 de agosto de 2015
Ref.EPS.D.325.08.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DE UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Douglas Jorge René Letona Aldana, carné 200924522**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Oscar Argueta Hernández.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Christa Classón de Pinto
Directora Unidad de EPS


DIRECCIÓN
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

CCdP/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Oscar Argueta Hernández y Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Douglas Jorge René Letona Aldana, titulado **DISEÑO DE UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, septiembre 2016.

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico 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 UNA PAVIMENTACIÓN DE CONCRETO Y DE UN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Douglas Jorge René Letona Aldana**, 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, octubre de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por bendecirme, cuidarme y guiarme por el buen camino.
Mis padres	Jorge Letona y Lorena Aldana por todo el apoyo brindado y por hacer de mí un hombre responsable, trabajador y dedicado.
Mis abuelos	German Ruíz (q. e. p. d.) y Victoria Vargas por sus buenos consejos.
Mi familia	Por estar conmigo siempre y ser fuente de motivación para superarme.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por mi formación profesional.
Mis amigos de la Facultad	Cristian Cifuentes y Edwin Quevedo por compartir conmigo su experiencia, amistad y profesionalismo.
Ing. Oscar Argueta	Por la orientación y asesoría brindada.
Empagua	Lugar de trabajo donde se me brindó la oportunidad para culminar mis estudios.
Ing. Guillermo García	Por brindarme su apoyo en todo momento.
Ing. Carlos Quim	Por compartir de sus amplios conocimientos con mi persona.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XVII
RESUMEN	XXIII
OBJETIVOS	XXV
INTRODUCCIÓN	XXVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Características físicas	1
1.1.1. Localización y geografía	1
1.1.2. Topografía	2
1.1.3. Clima.....	2
1.1.4. Tipo de vivienda.....	3
1.1.5. Situación demográfica	3
1.1.6. Población actual	4
1.2. Características de infraestructura	5
1.2.1. Vías de acceso, comunicación y transporte.....	5
1.2.2. Servicios públicos	6
1.3. Características socioeconómicas.....	6
1.3.1. Origen de la comunidad.....	6
1.3.2. Actividad económica	7
1.3.2.1. Producción.....	7
1.3.2.2. Industrias	7
1.3.3. Idioma y religión.....	8
1.3.4. Organización de la comunidad	9
1.3.5. Aspectos culturales.....	9

	1.3.5.1.	La noche de los espíritus.....	9
	1.3.5.2.	Los fieros.....	10
	1.3.5.3.	Andas procesionales	10
1.4.		Salud	11
	1.4.1.	Infraestructura de servicios de salud.....	11
1.5.		Investigación sobre las necesidades	11
	1.5.1.	Identificación de las necesidades del lugar	12
1.6.		Priorización de las necesidades del lugar.....	12
2.		DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA	13
2.1.		Descripción del proyecto	13
2.2.		Selección de ruta.....	13
2.3.		Tránsito promedio diario anual (TPDA)	14
2.4.		Levantamiento topográfico	15
	2.4.1.	Planimetría	16
	2.4.2.	Altimetría	16
	2.4.3.	Curvas de nivel.....	17
	2.4.4.	Secciones transversales.....	17
2.5.		Ensayo de suelos	18
	2.5.1.	Ensayo de granulometría	18
	2.5.2.	Límites de Atterberg	19
		2.5.2.1. Límite líquido	19
		2.5.2.2. Límite plástico.....	19
		2.5.2.3. Índice plástico	20
	2.5.3.	Ensayo de compactación o proctor modificado	20
	2.5.4.	Ensayo de valor soporte (C.B.R.).....	21
	2.5.5.	Análisis de resultados de laboratorio de suelos	21

2.6.	Diseño geométrico	22
2.6.1.	Diseño de localización	22
2.6.2.	Diseño de curvas horizontales	23
2.6.2.1.	Grado de curvatura	23
2.6.2.2.	Longitud de curva	24
2.6.2.3.	Subtangente	24
2.6.2.4.	Cuerda máxima	24
2.6.2.5.	External.....	25
2.6.2.6.	Ordenada media	25
2.6.3.	Diseño de curvas verticales	26
2.6.3.1.	La longitud mínima de curvas verticales.....	27
2.6.3.2.	Ordenada máxima	27
2.7.	Peralte	31
2.8.	Sobreechancho.....	32
2.9.	Glorieta	33
2.9.1.	Funcionamiento de una glorieta.....	33
2.9.2.	Ventajas e inconvenientes	34
2.9.3.	Tipos de glorieta	34
2.9.4.	Número de carriles.....	36
2.9.5.	Anchura de los carriles	36
2.9.6.	Ángulos de entrada.....	36
2.9.7.	Anchura	37
2.9.8.	Borde exterior	38
2.10.	Movimiento de tierras	39
2.10.1.	Cálculo de áreas de secciones transversales	39
2.10.2.	Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras	40
2.10.3.	Coeficiente de contracción e hinchamiento.....	43
2.11.	Consideraciones de diseño de pavimentos rígidos.....	43

2.11.1.	Subrasante.....	44
2.11.2.	Subbase.....	45
2.11.2.1.	Valor soporte.....	46
2.11.2.2.	Piedras grandes y excesos de finos.....	46
2.11.2.3.	Plasticidad y cohesión.....	46
2.11.3.	Carpeta de rodadura.....	47
2.12.	Diseño de la carpeta de rodadura.....	47
2.12.1.	Diseño del espesor de losa.....	47
2.12.2.	Diseño de mezcla de concreto.....	54
2.12.3.	Pasos para el diseño de la mezcla.....	55
2.13.	Juntas en el pavimento de concreto.....	58
2.13.1.	Juntas transversales de expansión.....	58
2.13.2.	Juntas transversales de contracción.....	58
2.13.3.	Juntas longitudinales.....	59
2.13.4.	Juntas de construcción.....	59
2.14.	Drenajes.....	60
2.14.1.	Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas.....	61
2.15.	Consideraciones de operación y mantenimiento del pavimento.....	61
2.16.	Estudio de impacto ambiental.....	64
2.16.1.	Factores que pueden causar impacto ambiental y sus obras de mitigación.....	65
2.16.1.1.	Suelos.....	65
2.16.1.2.	Recursos hídricos.....	65
2.16.1.3.	Calidad del aire.....	66
2.16.1.4.	Salud humana.....	66
2.16.1.5.	Vegetación y fauna.....	66

3.	DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA.	87
3.1.	Descripción del proyecto.....	87
3.2.	Levantamiento topográfico.....	87
3.2.1.	Planimetría.....	88
3.2.2.	Altimetría.....	88
3.2.3.	Trazo de la red.....	89
3.3.	Localización del punto de descarga.....	89
3.3.1.	Tipos de descarga de drenajes.....	89
3.4.	Calculo en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario	89
3.4.1.	Período de diseño.....	90
3.4.2.	Población de diseño.....	90
3.4.3.	Número de viviendas para diseño	91
3.4.4.	Caudal domiciliar	92
3.4.5.	Caudal comercial	92
3.4.6.	Caudal de infiltración	92
3.4.7.	Caudal conexiones ilícitas	93
3.4.8.	Caudal de diseño.....	93
3.5.	Propuesta de tratamiento de aguas residuales.....	93
3.5.1.	Propuesta de tratamiento.....	95
3.5.2.	Biodigestor autolimpiable Rotoplas.....	96
3.5.2.1.	Componentes	99
3.5.2.2.	Funcionamiento	99
3.6.	Diseño de la red de alcantarillado sanitario	101
3.7.	Cálculo en el diseño del sistema de alcantarillado pluvial	105
3.7.1.	Método racional	105
3.7.2.	Caudal de diseño.....	105
3.7.3.	Área tributaria	106

3.7.4.	Período de retorno.....	106
3.7.5.	Tiempo de concentración de la cuenca	106
3.7.6.	Intensidad de lluvia.....	107
3.7.7.	Coeficiente de escorrentía.....	108
3.8.	Diseño de la red de alcantarillado pluvial	108
3.9.	Parámetros hidráulicos para alcantarillado sanitario y pluvial	112
3.9.1.	Diseño de secciones y pendientes	112
3.9.2.	Velocidad del flujo a sección llena.....	112
3.9.3.	Velocidades mínimas y máximas	113
3.9.4.	Relación de diámetros y caudales.....	113
3.9.5.	Cotas invert	114
3.9.6.	Pozos de visita	115
3.9.7.	Profundidades mínimas de la tubería	116
3.10.	Tragantes.....	116
3.11.	Pozos de absorción.....	119
3.11.1.	Precauciones	120
3.11.2.	Ventajas.....	120
3.11.3.	Desventajas	121
3.12.	Estructuras de disipación de energía.....	121
3.12.1.	Escalonadas	121
3.12.2.	Canal de pantallas deflectoras (CPD).....	123
3.12.2.1.	Diseño de un canal de pantallas deflectoras (CPD)	125
3.12.2.2.	Metodología de un canal de pantallas deflectoras.....	128
3.13.	Estanques amortiguadores	129
3.13.1.	Dientes deflectores	130
3.13.2.	Dados amortiguadores.....	131

3.13.3.	Umbral terminal.....	132
3.13.3.1.	Metodología de un estanque amortiguador	134
3.13.3.2.	Diseño estanque tipo I ($2,5 \leq Fr_1 \leq 4,5$).....	135
3.13.3.2.1.	Metodología de estanque tipo I.....	137
3.14.	Consideraciones de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario y pluvial	140
3.14.1.	Transporte	140
3.14.2.	Almacenamiento en la obra	143
3.14.3.	Inspección de materiales	147
3.14.4.	Instalación.....	147
3.14.5.	Formas de la zanja	150
3.15.	Estudio de impacto ambiental	151
3.16.	Evaluación socioeconómica	151
3.16.1.	Valor presente neto (VPN)	151
3.16.2.	Tasa interna de retorno (TIR).....	153
	CONCLUSIONES	181
	RECOMENDACIONES.....	183
	BIBLIOGRAFÍA.....	185
	APÉNDICES	187
	ANEXOS	247

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Cabecera de Villa Nueva.....	1
2.	Curvas de nivel.....	17
3.	Elementos de una curva horizontal	26
4.	Tipos de curva vertical.....	28
5.	Glorieta normal.....	35
6.	Diámetro de glorieta	37
7.	Representación geométrica de cálculo de volúmenes de tierra con áreas iguales	41
8.	Representación geométrica de cálculo de volúmenes de tierra con áreas diferentes.....	42
9.	Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y valores de soporte	50
10.	Diagrama de juntas.....	60
11.	Elevación biodigestor autolimpiable Rotoplas.....	98
12.	Planta de biodigestor autolimpiable Rotoplas	98
13.	Componentes del biodigestor autolimpiable Rotoplas	100
14.	Planta de posición de tragantes.....	117
15.	Canal de rápidas escalonadas.....	123
16.	Canal pantallas deflectoras.....	124
17.	Planta de canal pantallas deflectoras (CPD)	126
18.	Perfil de canal pantallas deflectoras (CPD)	127
19.	Esquema geométrico y refuerzo estructural sugerido.....	127
20.	Esquema general de estanque amortiguador	130
21.	Detalle de dientes deflectores.....	131

22.	Detalle de dados amortiguadores.....	132
23.	Detalle de umbral terminal.....	133
24.	Perfil de esquema de estanque tipo I	136
25.	Isométrico de estanque tipo I.....	136
26.	Isométrico y elevación de dientes deflectores	138
27.	Isométrico de umbral	139
28.	Transporte de tubería PVC.....	140
29.	Cantidad estimada de tubos que se pueden transportar por camión ..	142
30.	Manera correcta de cargar tubos de diámetro pequeño y grande	143
31.	Almacenamiento de tubos tipo camas paralelas	144
32.	Almacenamiento de tubos tipo cama perpendiculares	145
33.	Almacenamiento de tubos tipo cama piramidal	145
34.	Días que puede permanecer bajo el sol la tubería	146
35.	Tipos de zanja para la instalación de tubería	150

TABLAS

I.	Datos del clima de Guatemala.....	3
II.	Datos porcentuales de población de Villa Nueva	4
III.	Obras de infraestructura existentes	12
IV.	Valores de K según velocidades de diseño	29
V.	Factores de sobreelevación.....	31
VI.	Anchuras para el giro del vehículo tipo en glorietas normales.....	38
VII.	Relaciones para dibujo de taludes.....	40
VIII.	Espesores estimados de bases según su uso.....	46
IX.	Categoría de carga por eje	48
X.	Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K.....	51

XI.	Valores de K para diseño sobre base granulares (PCA)	52
XII.	Pavimentos con juntas y agregados de trabes	53
XIII.	Pendiente transversal recomendada según el tipo de superficie	54
XIV.	Revenimiento recomendado para algunas estructuras de concreto.....	56
XV.	Relación agua – cemento para concreto de diferentes resistencias	57
XVI.	Relación asentamiento agua – tamaño de agregado grueso	57
XVII.	Relación tamaño máximo de agregado grueso - % de agua.....	57
XVIII.	Presupuesto de pavimentación de concreto.....	67
XIX.	Cronograma pavimentación de concreto	86
XX.	Pesos de biodigestores	97
XXI.	Especificaciones técnicas.....	97
XXII.	Parámetros de diseño utilizados 1.....	101
XXIII.	Parámetros de diseño utilizados 2.....	108
XXIV.	Espesores de canal pantallas deflectoras (CPD)	128
XXV.	Velocidades máximas permitidas en CPD.....	129
XXVI.	Ancho de zanja para tubería PVC	148
XXVII.	Profundidades máximas para instalación de tubería.....	149
XXVIII.	Presupuesto de alcantarillado sanitario.....	154
XXIX.	Presupuesto alcantarillado pluvial	162
XXX.	Cronograma para sistemas de alcantarillado	179

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Δ	Angulo delta
CBR	California Bearing Radio
Q	Caudal a sección llena en tuberías expresada en m^3/s
q	Caudal de diseño en m^3/s
Cm	Centímetro
C	Coefficiente de escorrentía superficial
n	Coefficiente de rugosidad
CI	Cota invert
Cos	Coseno del ángulo
CT	Cota de terreno
CM	Cuerda máxima
"	Diámetro de la tubería en pulgadas
D	Diámetro de la tubería expresado en metros
A	Diferencia algebraica entre pendientes de una tangente
DH	Distancia horizontal de diseño
Elev	Elevación
Est	Estación
E	External
PT	Fin de curva horizontal
PTV	Fin de curva vertical
G	Grado de curvatura
Hab	Habitantes

Ha	Hectárea
I	Intensidad de lluvia
Kg	Kilogramo
Kg/cm³	Kilogramo por centímetro cúbico
km	Kilómetro
lb/pie³	Libra por pie cúbico
psi	Libras por pulgada cuadrada
lb/plg³	Libra por pulgada cúbica
l/s	Litros por segundo
LC	Longitud de curva horizontal
LCV	Longitud de curva vertical
PVC	Material fabricado a base de cloruro de polivinilo
≥	Mayor o igual que
≤	Menor o igual que
m²	Metros al cuadrado
m³	Metros cúbicos
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m	Metros lineales
m/s	Metros por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
mm/hr	Milímetros por hora
K	Módulo de reacción
O	Ordenada media
a	Parámetro de ajuste para intensidad de lluvia
B	Parámetro de ajuste para intensidad de lluvia
ñ	Parámetro de ajuste para intensidad de lluvia
S	Pendiente
N	Período de diseño en años
Pa	Población actual

Pf	Población futura
PV	Pozo de visita
PC	Principio de curva horizontal
PCV	Principio de curva vertical
PI	Punto de intersección
PVI	Punto vertical de inflexión
Rh	Radio hidráulico
q/Q	Relación de caudales
d/D	Relación de diámetros
v/V	Relación de velocidades
f'c	Resistencia máxima a la compresión del concreto
s	Segundo
Sen	Seno del ángulo
St	Subtangente
Tan	Tangente del ángulo
Tc	Tiempo de concentración
V	Velocidad a sección llena de la tubería expresada en m/s

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
Aditivos	Materiales además del agua, agregados y cemento se utilizan como ingrediente del concreto y se adicionan a la mezcla inmediatamente antes o durante el mezclado.
Aguas negras	El agua que se ha utilizado en actividades domésticas, comerciales o industriales.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos, no produce efectos adversos para la salud.
Agua pluvial	Agua de lluvia que cae sobre la superficie.
Altimetría	Procedimientos utilizados para definir las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o construcción, para ello es necesario medir distancias verticales ya sea directa o indirectamente.
ASTM	American Society of Testing Materials.

Base de diseño	Parámetros que se utilizarán en la elaboración de un diseño como la población, el clima, tipos de comercio, caudales.
Bombeo	Pendiente dada a la corona de las tangentes del alineamiento horizontal, hacia uno y otro lado del eje para evitar la acumulación del agua sobre la superficie de rodamiento.
Candela	Fuente donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y las conduce al colector del sistema de drenaje.
Carril	Superficie de rodamiento que tiene el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos.
Caudal	Es el volumen de líquido que circula a través de una tubería, en una unidad de tiempo determinado.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizarán para la descarga de las aguas servidas o de lluvia.

Compactación de suelo	Procedimiento que consiste en aplicar energía al suelo del suelo suelto para consolidarlo y eliminar espacios vacíos, aumentando así su densidad y en consecuencia, su capacidad para soporte de cargas.
Cota invert	Cota o altura de la parte inferior interna de la tubería ya instalada.
Cuneta	Zanja en cada uno de los lados del camino o carretera, en la cual el agua circula debido a la acción de la gravedad.
Descarga	Lugar donde se descargan la aguas de lluvia que proviene de un colector.
Especificaciones	Son normas generales y técnicas de construcción contenidas en un proyecto, disposiciones o cualquier otro documento que se emita antes o durante la ejecución de un proyecto.
Impacto ambiental	Consecuencia, efectos o cambios en el ambiente derivados de la ejecución de un proyecto en particular. Su influencia puede ser a corto o largo plazo, directa o indirecta, positiva o negativa y su acción temporal o permanente.
Infom	Instituto de Fomento Municipal

Insivumeh	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología
Monografía	Breve descripción sobre características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
Pavimento	Estructura que se coloca sobre el suelo de fundición de una carretera o vía urbana, está destinada a soportar el tránsito de vehículos.
PCA	Portland Cement Association
Planimetría	Parte de la topografía que trata de las mediciones horizontales de una superficie.
Revenimiento	Hundimiento.
Sección típica	Es la representación gráfica transversal y acotada que muestra las partes y componentes de una carretera.
Subrasante	Es la superficie del suelo que sostiene la estructura del pavimento.
Subbase	Es la capa del pavimento que transmite directamente las cargas a la subrasante y

absorbe las irregularidades de la subrasante para que no afecten las capas superiores.

Superficie de rodadura	Área designada a la circulación de vehículos.
Talud	Inclinación de un terreno que pertenece a la sección típica, delimita los volúmenes de corte o terraplén y está contenido entre la cuneta y el terreno original.
Terracería	Prisma de corte o terraplén, en el cual se construyen las partes de la carretera mostradas en la sección típica.
TIR	Tasa interna de retorno.
TPD	Tráfico promedio diario.
TPDC	Tráfico promedio diario de camiones.
Tramo inicial	Primer tramo a diseñar o construir en un alcantarillado.
Tirante	Altura de las aguas residuales dentro de una tubería o un canal abierto.
VPN	Valor presente neto.

RESUMEN

En el municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala se inaugurará el hospital general, por lo cual se priorizó la construcción de una carretera que permita el ingreso fácil, rápido y de forma segura hacia dicho hospital y las colonias que lo rodean.

En la fase de investigación se presenta lo que es la monografía del municipio y una investigación sobre las principales necesidades en cuanto a la infraestructura, debido a que la carretera existente se encuentra en malas condiciones y se les dificulta transportar a las personas por esos tramos.

En lo que se refiere al diseño de pavimento rígido para las colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, se encuentra el diseño geométrico del distribuidor vial con sus respectivos estudios de suelos, diseño de carpeta de rodadura, especificaciones de mantenimiento y presupuesto.

Por último, el diseño del sistema de drenaje sanitario y el sistema de drenaje pluvial, descargas pluviales, sistemas de tratamiento de aguas residuales, estanque receptor y su respectivo presupuesto.

OBJETIVOS

General

Realizar el diseño de una pavimentación de concreto, de un sistema de drenaje sanitario y un sistema pluvial para las colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala, para el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico e investigación sobre las necesidades de infraestructura vial y de drenajes de las colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.
2. Capacitar al personal para el mantenimiento y operación de la carretera y los sistemas de drenajes.
3. Elaborar el diseño, planificación, presupuesto y cronograma de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del EPS presentado a la Municipalidad de Villa Nueva, Guatemala, como aporte de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Consiste en el diseño geométrico y de la pavimentación de un distribuidor vial, así como el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario y un sistema de alcantarillado pluvial.

Se realizó el diseño geométrico de la carretera del distribuidor vial del hospital del kilómetro 22, CA-9 ruta al pacifico, la cual será de pavimento rígido, el cual se diseñó con el método simplificado de PCA. Asimismo, se diseñó el sistema de drenaje sanitario y pluvial de las colonias colindantes y la carretera, con el fin de reducir las enfermedades bacteriológicas y las inundaciones causadas por las lluvias. Para los dos sistemas de drenaje se estudió el punto de descarga, en el cual se puede colocar un vertedero receptor para el sistema de drenaje pluvial y una planta de tratamiento de aguas residuales para el sistema sanitario.

Para todos los diseños se tomaron en cuenta las normas y parámetros certificados, los cuales son exigidos para un funcionamiento óptimo que satisfaga las necesidades que se requiere. Las cuales son:

- Normas ASTM.
- Normas para diseño de drenaje sanitario y pluvial: Empagua e Infom.
- Método simplificado PCA.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Características físicas

Villa Nueva es uno de los 17 municipios que conforman el Departamento de Guatemala, es el segundo municipio más grande en cuanto a número poblacional, cuenta en la mayor parte con servicios básicos, como agua potable, energía eléctrica, Policía Nacional Civil, entre otros.

1.1.1. Localización y geografía

Está situado a 17 kilómetros al sur – occidente de la ciudad capital. Tiene una extensión territorial de 114 kilómetros cuadrados de área en total, de la que una parte de su extensión se encuentra dentro de la cuenca del lago de Amatitlán.

Figura 1. Cabecera de Villa Nueva



Fuente: Municipalidad de Villa Nueva.

1.1.2. Topografía

El monumento de elevación del Instituto Geográfico Nacional en el parque central del municipio, se encuentra situado a 1 330,24 metros sobre el nivel del mar.

En lo que se refiere a condiciones geológicas del municipio, su cabecera se encuentra dentro del llamado “Graben de Guatemala”, que define la depresión del Valle de Epónimo. Los accidentes orográficos se pueden mencionar las montañas, como: Cruz Grande, El Chifle, El Sillón, El Ventarrón, La Peña y Pueblo Viejo. Como cerros se pueden mencionar Loma de Trigo, Monte Rico y San Rafael.

La hidrografía está constituida por los ríos Mahul, Parrameño, Platanitos, Villa Lobos y San Lucas. También está constituida por el lago de Amatitlán.

1.1.3. Clima

Villa Nueva es considerada templado, se tomaron los datos de la estación meteorológica del Insivumeh, localizada en la ciudad de Guatemala.

Tabla I. **Datos del clima de Guatemala**

Elevación	1 502
Temperaturas (max - min, C)	24,5 - 14,0
Absolutas (max - min)	33,4 - 4,2
Precipitación (mm)	1 196,8
Brillo solar (Total/Hrs/Prom)	203,6
Humedad relativa (en %)	78
Velocidad del viento (km/hr)	17,7
Evaporación (mm)	120,2

Fuente: Insivumeh. <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.html>.

Consulta: enero 2015.

1.1.4. Tipo de vivienda

La mayoría de las viviendas están construidas con paredes de block, techo de lámina con estructura de madera rústica. En el casco urbano las viviendas cuentan con 2 o 3 habitaciones, en las partes más alejadas cuentan con 1 o 2 habitaciones. Su densidad es de 6 habitantes por vivienda y cuentan con mascota doméstica, puede ser un perro o un gato. La mayor parte de viviendas del municipio cuenta con letrinas, anteriormente los habitantes del municipio no contaban con sistemas de drenajes sanitarios.

1.1.5. Situación demográfica

Según el Censo de 1994, la población llegó a 192 069 habitantes, de ese total 92 825 equivalente al 48,3 % son hombres y 99 244 son mujeres haciendo un 51,7 % restante. Con base en el último censo de 2002 la población del municipio reportada era de 335 901 habitantes, y la información desgregada por

sexo reporta 171 771 hombres y 184 130 mujeres. Por lo que se observa un crecimiento demográfico acelerado de dicho municipio.

1.1.6. Población actual

La población económicamente activa está representada por los grupos de edad entre 7 y 64 años, sostienen económicamente a los grupos de 0 a 6 y de 65 y más años, respectivamente, que se encuentra en condiciones de trabajar, por consiguiente representa la mano de obra con que cuenta el municipio.

Según el censo oficial del Instituto Nacional de Estadística, la población en el 2002, se puede segmentar en los datos porcentuales siguiente:

Tabla II. **Datos porcentuales de población de Villa Nueva**

Tipo	Cantidad	Porcentaje
Hombres	171 771	0,48
Mujeres	184 130	0,52
Urbana	301 947	0,85
Rural	53 954	0,15
Ladina	328 899	0,92
Indígena	27 002	0,08
0 a 14 años	131 022	0,37
15 a 29 años	106 789	0,30
30 a 44 años	67 220	0,19
45 a 59 años	33 884	0,10
60 a 74 años	12 529	0,04
74 o más	4 457	0,01

Fuente: Municipalidad de Villa Nueva.

1.2. Características de infraestructura

Villa Nueva ha ido incrementando sus obras de infraestructura por el crecimiento poblacional que existe, especialmente en las zonas urbanas. Es importante realizar un diagnóstico para conocer las necesidades de las comunidades que aún no cuentan con proyectos de desarrollo.

1.2.1. Vías de acceso, comunicación y transporte

El acceso se hace a través de la ruta nacional 3 o CA-9 asfaltada que de la capital conduce al puerto de San José e Iztapa.

Las distancias hacia los principales puertos son los siguientes:

- Puerto Quetzal (Océano Pacífico): 97 km
- Puerto Sto. Tomás de Castilla (Océano Atlántico): 315 km
- Aeropuerto la Aurora: 15 km
- Frontera con El Salvador: 145 km
- Puerto de Acajutla (El Salvador) 180 km
- Frontera con Honduras 320 km

Según el tráfico promedio diario anual realizado en el municipio, transitan desde bicicletas hasta camiones pesados de ejes tandem y en algunos casos tridem.

1.2.2. Servicios públicos

Los servicios con los que cuenta Villa Nueva son los siguientes:

Agua potable, drenajes (en algunas colonias del municipio ya existe), iglesias católicas y evangélicas, teléfonos públicos y domiciliarios, salón social en la cabecera municipal y en algunas aldeas, hospital general (que está próximo a inaugurarse), centros de salud, así también establecimientos educativos de preprimaria, primaria, básico, diversificado y superior, policía nacional civil PNC, bomberos municipales y voluntarios, juzgado de paz y agencias bancarias.

1.3. Características socioeconómicas

Villa Nueva surge como un poblado en el período hispánico por decreto de la Asamblea Constituyente del Estado de Guatemala del 8 de noviembre de 1839, cuando se formó el distrito de Amatitlán, en cuyo artículo 1º se mencionó a Villa Nueva.

1.3.1. Origen de la comunidad

El distrito cambió su nombre y categoría a departamento, según el acuerdo del Organismo Ejecutivo del 8 de mayo del año 1866. El Departamento de Amatitlán fue suprimido por el decreto legislativo 2081 del 29 de abril del 1935 y Villa Nueva se incorporó al Departamento de Guatemala.

Conforme a documentos del siglo XVIII, el 9 de octubre de 1762 en la primitiva petapa y debido a fuertes lluvias, bajó un torrente de un cerro cercano a la población, convenido el traslado, la población se movió hacia el noroeste,

sobre las lomas de la cordillera, se fundó con el nombre Nuestra Señora de la Concepción de las Mesas, en terrenos que fueron de don Tomas de Barillas, tierras que poseía y cedió Blas de Rivera. En el transcurso de los años, el poblado cambió su nombre a Villa Nueva.

1.3.2. Actividad económica

A pesar de que la agricultura es el original patrimonio de los habitantes, en las últimas dos décadas se han instalado dentro de la jurisdicción de este municipio, varias industrias que antes funcionaban en su mayoría en la capital guatemalteca.

1.3.2.1. Producción

Villa Nueva es eminentemente agrícola, los habitantes siembran maíz, tomate, frijol, yuca, garbanzo, habas, achiote y chile, los cuales utilizan para consumo local y el excedente se comercializa en la ciudad de Guatemala. La mayoría de los agricultores no practican ningún método de conservación del suelo en terrenos de altas pendientes, otro grupo usa alta tecnología y asesoría profesional para la conservación del suelo y mejorar el producto final. En 1955 inician sus actividades en la industria local, apareciendo la fabricación de ladrillo, jabón de lejía, ollas de barro, así como industrias y fabricación de hilados, tejidos, pinturas y vino de naranja.

1.3.2.2. Industrias

Villa Nueva cuenta con un total de 282 industrias de diferentes tipos entre las que figuran: de alimentos, plásticos, textiles, metalúrgicas, químicas, pinturas, papel, madera, entre otros. Entre las principales se puede mencionar:

Laboratorios Donovan Werke, Unipharm, Merigal (farmacéuticas); Industria Galvanizadora Nacional S.A., (Ingasa) Galvanizadora Centroamericana, S.A. (Galcasa), Tapametal de Guatemala S.A. (metalúrgicas); Polyproductos S.A. Hilados del Sur S.A., Frazima Concepción S.A., Nylontex S.A. (textiles); Pinturas Centroamericanas S.A. (Pincasa) Pinturas Superiores S.A. (pinturas); Durman Esquivel, Tubo Vinil S.A., Tinacos de Centroamérica S.A. (productos de PVC); Procreto S.A. Blockera la Unión, Ladritebal, Distribuidora Mayen, Cementos Progreso (materiales de construcción); MegaPlast, Olefinas, Envaica (plásticos). Además cuenta con 18 maquilas.

1.3.3. Idioma y religión

En Villa Nueva el idioma predominante entre la población es el Castellano, aunque en los primeros pobladores de origen indígena el idioma materno era el Pocomán.

La fiesta patronal es el 8 de diciembre en honor a la virgen Inmaculada Concepción de María, cabe mencionar que la Parroquia lleva el mismo nombre del municipio: Villa Nueva de la Concepción. Se celebran otras fiestas tradicionales y de manifestación religiosa entre las que sobresale: La Cuaresma y Semana Santa, Corpus Chisti; el 1 de noviembre con la visita al cementerio a todos los difuntos y el desfile y baile de los fieros o enmascarados.

Durante nueve meses del año una réplica de la imagen de la patrona La Inmaculada Concepción visita los hogares de los devotos del municipio, celebrando el retorno a la parroquia el día 6 de diciembre, acompañada de otras cuatro imágenes que han visitado las aldeas durante algunos meses; el día 7 de diciembre, es el rezado o procesión final de las visitas que hace la

virgen, siendo una procesión con mucho fervor y devoción de los católicos del municipio y muchos visitantes de diferentes lugares de la república.

1.3.4. Organización de la comunidad

1 Villa (zona central), 5 aldeas y 11 caseríos (varias fincas) Bárcenas, Rancho Santa Clara, El Frutal, San Antonio, Villalobos, Santa Catalina (El Zarzal y Guillén), El Paraíso, El Zarzal, San Francisco, Rancho Azul, La Selva, Concepción, Santa Isabel, Roldán, Las Lomas y El Rosario.

Actualmente todas han sido fraccionadas y con desmembraciones convirtiéndose en más de 300 colonias, fraccionamientos y asentamientos, algunas en la parte central (zona 1) y el resto en las 13 zonas que corresponden a la jurisdicción. Algunas de estas colonias son residenciales, cuentan con los servicios básicos; son parte de Villa Nueva, asentamientos muy saturados poblacionalmente, uno de ellos el más grande de Centro América es El Zarzal y Peronia.

1.3.5. Aspectos culturales

Durante el año hay fechas especiales en las cuales los habitantes de Villa Nueva realizan diferentes actividades culturales, entre las que se pueden mencionar la noche de los espíritus, la comparsa ganadora, andas procesionales, entre otras.

1.3.5.1. La noche de los espíritus

Se realiza una fiesta de bienvenida para los familiares que han fallecido, honrando la vida de los difuntos con festividad y colorido. En Villa Nueva el Día

de Los Muertos se celebra con un toque villanovano muy especial. El 31 de octubre se acostumbra adornar las tumbas de los seres que ya partieron, se amanece en el cementerio el cual pasa iluminado toda la noche y se observa a lo largo de la avenida principal que conduce al cementerio general (3ra. calle), a los vendedores con casetas de diferentes productos típicos del municipio como: chuchitos, caña de azúcar, dulces de harina y azúcar, nuegados, tortillitas, solporitas, quesadillas de maíz, jocotes en miel, manzanillas, entre otros.

1.3.5.2. Los fieros

El desfile de los fieros o enmascarados surge como una burla a los españoles y por otro lado como una manera de alejar o espantar a los malos espíritus en el día de todos los santos.

Este desfile da inicio en horas de la mañana frente al edificio municipal y los participantes imitan personajes variados, elaborando sus trajes e indumentaria igual a la que utilizan o usan los personajes que imitan, por ejemplo: los fundidores, las tinajeras, la tina polaca, las vendedoras del mercado, el baile de las flores, cantinflas, blanca nieves y los 7 enanos, drácula, entre otros personajes.

1.3.5.3. Andas procesionales

La participación activa en una procesión como aspirante, sayón, cargador, penitente, religioso, caballero de una comisión de honor o músico, demanda una presentación especial, dependiendo de la comunidad en donde se lleve a cabo el desfile sacro. La presentación de los participantes en las procesiones

depende en gran medida, del tipo de advocación que se lleva, siendo distintas las de Jesús Nazareno que las del Santo Entierro.

1.4. Salud

Existen centros comunitarios de salud donde se brinda consulta de medicina general para adultos, adulto mayor, y niños; también se realizan procedimientos como: extracción de uñas, lavado de oídos, nebulización, entre otros.

1.4.1. Infraestructura de servicios de salud

La municipalidad le ha dado prioridad al área de salud por lo que ha implementado proyectos en los cuales hasta la fecha cuentan con clínicas que atienden diferentes especialidades, como los que se mencionan:

- 9 centros comunitarios de salud (Cecomsal)
- Clínicas dentales ciudad Peronia
- Clínica de mamografía
- Hospital oftalmológico
- Hospital general

1.5. Investigación sobre las necesidades

A través de un diagnóstico comunitario, se estableció que las necesidades básicas se enfatizan en los sectores de servicios de drenaje y vías de comunicación.

1.5.1. Identificación de las necesidades del lugar

La tabla III muestra las obras de infraestructura con la que cuenta cada comunidad, asimismo, las que hacen falta realizar.

Tabla III. **Obras de infraestructura existentes**

Comunidad	Energía eléctrica	Agua potable	Puesto de salud	Vías pavimentadas
Plan Grande	x	x	x	x
El Pino	x	x	x	x
San José	x	x	x	x

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la información aportada por la municipalidad, visitas de campo y personas de las colonias, las necesidades en orden de importancia son las siguientes:

- Vías pavimentadas
- Sistemas de drenaje
- Puesto de salud
- Agua potable
- Energía eléctrica

1.6. Priorización de las necesidades del lugar

Basados en los criterios demográficos, socioeconómicos, población a beneficiar directa e indirectamente, se determinó la priorización de vías de comunicación y sistemas de drenaje.

2. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA

2.1. Descripción del proyecto

En el presente capítulo se desarrolló el diseño de una pavimentación de concreto para el distribuidor vial que comunica las colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10 de Villa Nueva. La construcción de este proyecto ayudará a la población a transportar sus productos y a las personas de una forma rápida y segura. Por medio de la municipalidad de Villa Nueva y el programa del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se ha hecho posible la factibilidad de ejecución.

De esta manera se proveerá un mejor nivel de vida de los pobladores beneficiados, dado que no existe un camino pavimentado. En lo referente a los aspectos relacionados con pavimentos, se describirán las propiedades del suelo y el método de diseño del espesor de la losa para pavimento rígido.

2.2. Selección de ruta

Este proceso se realizó tomando como base un camino de balasto existente, por tener como limitante los derechos de paso por algunos terrenos.

Para el trazo se tomó en cuenta la topografía del terreno, el derecho de paso, la pendiente máxima, que para este caso, es el 14 %, cuidando de realizar el menor movimiento de tierra posible.

2.3. Tránsito promedio diario anual (TPDA)

El principal factor en la determinación del espesor de un pavimento es el tránsito promedio diario que pasará sobre esta carretera. Por eso es necesario conocer los siguientes datos.

TPDA: tránsito promedio diario anual en ambas direcciones de todos los vehículos.

TPDC: tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

El TPDC puede ser expresado como un porcentaje de TPDA o como un valor aparte. El dato del TPDA se obtiene de contadores especiales de tránsito o por cualquier otro método de conteo.

El TPDC sólo incluye camiones de seis llantas y unidades simples o combinaciones de tres ejes o más, no se incluyen paneles, pickups, u otro camión de dos ejes y cuatro llantas, el número permisible de camiones de todo tipo tiene que ser mayor que el TPDC para calles y carreteras secundarias.

El período de diseño de una carretera varía generalmente, de aspectos económicos. Un período de diseño muy largo puede incrementar los costos, a tal punto que sea mejor económicamente construir otro dispositivo durante este

período. De esta forma se invertiría menos en dos dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo.

Este proyecto de infraestructura adoptará un período de diseño de 20 años, con este dato se diseñará el pavimento.

Se realizó un estudio de Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) en el 2012 sobre las calles principales de Villa Nueva, con el cual se obtuvo un promedio de 13 831 vehículos que circulan diariamente, de este dato el 6 % corresponde a tráfico pesado.

Para fines de diseño de pavimento de concreto del sector mencionado se tomó únicamente el 3 % de camiones que transitarán en el futuro, por lo tanto, se tienen 430 camiones pesados que circularán diariamente sobre el pavimento a diseñar.

El ancho promedio de carril es de 3,5 metros y van desde 2 hasta 4 carriles, es de región llana, por lo que la pendiente natural del terreno no varía (excepto en un corto tramo que si es pronunciada), es carretera urbana. Dadas las características, se determina que la carretera es tipo A2, según las normas establecidas por el método PCA simplificado.

2.4. Levantamiento topográfico

Es importante realizar un levantamiento topográfico que sea de primer orden para tener la mayor precisión del terreno, sobre el cual se realizará el diseño del proyecto.

2.4.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios, basados en un norte para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal.

El levantamiento topográfico planimétrico se realizó con poligonales abiertas, para esto se utilizó el método de conservación de azimut. Entre estación y estación se dejaron marcas de trompos en la línea central y estacas a un lado de las mismas, en las cuales se marcó el kilometraje.

Para el trabajo de planimetría y señalización de campo se utilizó el siguiente equipo:

- Estación total
- Trípode
- Trompos
- Estacas
- Pintura

2.4.2. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano vertical la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Estos datos se obtuvieron por medio del método de hilos, el cual lo maneja la estación total automáticamente.

2.4.3. Curvas de nivel

Es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igual condiciones y de altura. Se utilizó el programa AutoCAD Civil 3D 2013 para obtener la curvas a nivel con mayor precisión. Se trazaron curvas a nivel a cada 2 metros.

Figura 2. Curvas de nivel



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 2013.

2.4.4. Secciones transversales

Se realizaron a lo largo de la carretera con el fin de mostrar los distintos anchos de carril en los tramos realizados. La información se obtiene dependiendo de la longitud del tramo a observar transversalmente.

Se tomaron secciones a cada 20 metros de longitud, estas a cada lado desde la línea central de la carretera.

2.5. Ensayo de suelos

Los ensayos geotécnicos de laboratorio son pruebas que se realizan para determinar las características físicas y mecánicas del suelo. Se realizan sobre muestras previamente obtenidas en el terreno donde se ejecutará el proyecto.

2.5.1. Ensayo de granulometría

El conocimiento de la composición granulométrica de un suelo grueso que sirva para discernir sobre la influencia que puede tener en la densidad del material compactado, el ensayo granulométrico se basa en dos normas que son la AASHTO-T27 y AASHTO-T11.

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

$$\% \text{ retenido} = \frac{\text{peso del suelo retenido}}{\text{peso total del suelo}} * 100$$

Según resultados obtenidos en el laboratorio, el suelo posee 53,93 % de arena, 17,99 % de grava y 28,09 % de finos. El suelo se clasifica como SCU: SM, y PARA: A-2-6.

2.5.2. Límites de Atterberg

Se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos, aunque su comportamiento varía a lo largo del tiempo. Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir cuatro estados de consistencia según su humedad.

2.5.2.1. Límite líquido

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje respecto del peso seco de la muestra, con el cual el suelo cambia del estado líquido a plástico, el método que actualmente se utiliza para determinar el límite líquido es el que ideó Casagrande y su Norma es AASHTO T-89. El límite líquido debe determinarse con muestras del suelo que hayan cruzado la malla o tamiz número 40, si el espécimen es arcilloso es preciso que nunca haya sido secado a humedades menores que su límite plástico.

El límite líquido para la subrasante de este proyecto dio como resultado 38,5 %.

2.5.2.2. Límite plástico

Es el contenido de humedad expresado en porcentaje de su peso secado al horno, que tiene el material cuando permite su arrollamiento en tiras de 1/8 de pulgada sin romperse y su norma es AASHTO T-89. El límite plástico se puede calcular de la división del límite líquido y el índice plástico.

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Límite líquido}}{\text{Índice plástico}}$$

$$\frac{38,5 \%}{13,6 \%} = 2,83 \%$$

2.5.2.3. Índice plástico

Representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico según AASHTO T-90, tanto el límite líquido, como el plástico dependen de la calidad y del tipo arcilla; sin embargo, el índice de plasticidad depende generalmente de la cantidad de arcilla del suelo.

Según Atterberg:

Índice plástico = 0 entonces, suelo no plástico

Índice plástico = 7 entonces, suelo tiene baja plasticidad

Índice plástico = $7 \leq I.P. \leq 17$ suelo medianamente plástico

Para este proyecto el índice plástico dio como resultado 13,6 %.

2.5.3. Ensayo de compactación o proctor modificado

La prueba de proctor modificado según la Norma AASHTO T-180, se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado a diferentes contenidos de humedad.

Los resultados indican que el suelo posee una densidad seca máxima de 1 424,98 Kg/m³ u 88,95 lb/pie³, y una humedad óptima de 21,50 %. La humedad que contenga el suelo, representa la cantidad de agua necesaria para

que el suelo pueda alcanzar el grado máximo de resistencia y acomodo de sus partículas.

2.5.4. Ensayo de valor soporte (CBR)

El ensayo de razón soporte california (CBR) según la Norma AASHTO T-193, se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón, hasta la misma profundidad de una muestra patrón de piedra triturada bien graduada. Para determinar el CBR se toma como material de comparación o patrón piedra triturada bien graduada, que tiene un CBR igual al 100 %.

Los resultados de laboratorio demuestran que la subrasante tiene un valor soporte del 17,85 % en un 95 % de compactación, clasificando al suelo de apto para una subrasante con una estabilización mínima.

2.5.5. Análisis de resultados de laboratorio de suelos

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados a la muestra representativa, así como, las gráficas que se encuentran en los anexos.

De estos resultados dependen los espesores de las capas que conforman el pavimento rígido.

El resumen de resultados se muestra a continuación:

- Clasificación PRA: A-2-6
- Clasificación SCU: ML
- Descripción del suelo: Arena limosa color café oscuro
- Límite líquido: 38,5 %
- Límite plástico: 2,83 %
- Índice plástico: 13,6 %
- Densidad seca máxima: 1 424,98 kg/m³
- Humedad óptima: 21,50 %
- CBR crítico: 12,06 %

2.6. Diseño geométrico

Un diseño geométrico de carretera óptimo es aquel que se adapta económicamente a la topografía del terreno y cumple a la vez con las características de seguridad y comodidad del vehículo. Sin embargo, la selección de un trazado y su adaptabilidad al terreno depende del criterio del diseño geométrico adoptado; dependen del tipo e intensidad del tráfico futuro, así como de la velocidad del proyecto.

2.6.1. Diseño de localización

Consiste en diseñar la línea final conocida como línea de localización la cual será la definitiva para el proyecto, se realizará con toda la información que se recabe en campo según levantamiento topográfico.

Para el diseño de este proyecto las curvas horizontales se adaptaron a los parámetros de diseño de una carretera tipo A, C y E, debido a los distintos anchos que se pueden utilizar dados por la topografía del terreno donde se puede realizar la construcción de la pavimentación.

2.6.2. Diseño de curvas horizontales

Se llama curva circular horizontal al arco de circunferencia del alineamiento horizontal, que une dos tangentes consecutivas, en caminos vecinales de cualquier tipo se usarán curvas circulares simples y de transición en los extremos de estas tangentes.

Para calcular los elementos de curva es necesario tener las distancias de los puntos de intersección (PI) de localización, los deltas calculados (Δ) y el grado de curvatura (G) que será colocado por el diseñador. En el país se define un grado de curvatura como el ángulo central, subtendido por un arco de 20 metros. De esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de curva circular.

Los datos mostrados fueron obtenidos de la siguiente curva:

Curva número 6 (boulevar número 1)

Inicio caminamiento: 0+720,49

Finaliza caminamiento: 0+772,62

2.6.2.1. Grado de curvatura

Es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros de longitud.

$$\frac{G}{360} = \frac{20}{211R}$$

$$R = \frac{1\ 145,9156}{7^\circ\ 47'\ 03''} = 147,21\ mt$$

2.6.2.2. Longitud de curva

Es la longitud de arco comprendida entre el PC y PT, cuyo ángulo central es la deflexión (Δ).

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

$$LC = \frac{20 * (20^\circ\ 17'\ 21'')}{7^\circ\ 47'\ 03''} = 52,129\ mt$$

2.6.2.3. Subtangente

Es la distancia entre el PC y PI o entre el PI y PT.

$$St = R * \tan \frac{(\Delta)}{2}$$

$$St = 147,21 * \tan \frac{(20^\circ\ 17'\ 21'')}{2} = 26,34\ mt$$

2.6.2.4. Cuerda máxima

Es la distancia en la línea recta desde el PC al PT.

$$CM = 2 * R * \sen \frac{\Delta}{2}$$

$$CM = 2 * 147,21 * \operatorname{sen} \frac{(20^\circ 17' 21'')}{2} = 51,857 \text{ mt}$$

2.6.2.5. External

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

$$CM = \frac{R}{\operatorname{Cos}\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - R$$

$$CM = \frac{147,21}{\operatorname{Cos}\left(\frac{20^\circ 17' 21''}{2}\right)} - 147,21 = 2,337 \text{ mt}$$

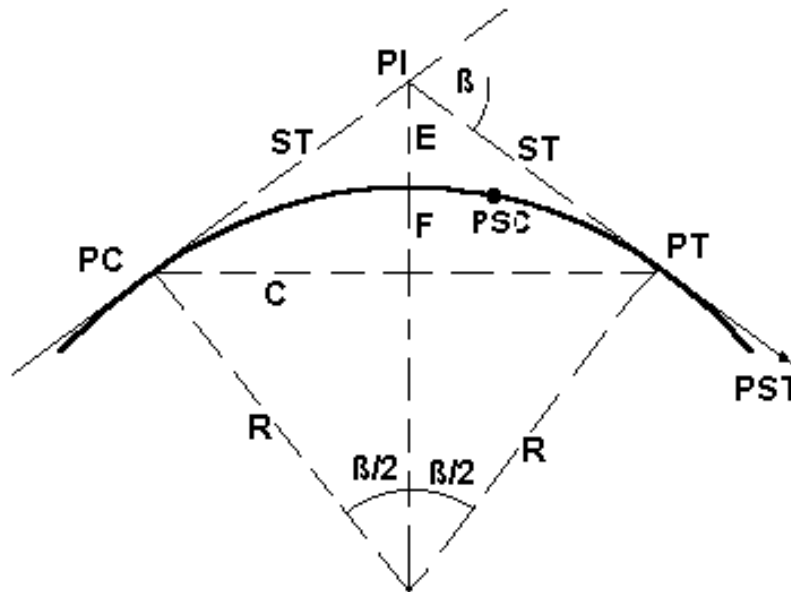
2.6.2.6. Ordenada media

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

$$OM = R - R * \operatorname{cos}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$OM = 147,21 - 147,21 * \operatorname{cos}\left(\frac{20^\circ 17' 21''}{2}\right) = 2,301 \text{ mt}$$

Figura 3. Elementos de una curva horizontal



Fuente: PAÍZ MORALES, Byron René. *Guía de cálculo para carreteras*. p. 23.

2.6.3. Diseño de curvas verticales

Las curvas verticales tienen como finalidad suavizar los cambios en el alineamiento vertical, a través de su longitud se efectúa un paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida; proporcionando características para un drenaje adecuado y confortabilidad para su tránsito.

Se utilizaron curvas verticales cóncavas, convexas, simétricas y asimétricas, al momento de diseñar se consideraron las longitudes mínimas permisibles de curvas con el objeto de evitar traslape de las mismas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores, también valores mínimos de K y sus velocidades respectivas.

En el diseño de curvas verticales se tomará en cuenta los siguientes criterios:

2.6.3.1. La longitud mínima de curvas verticales

Estos datos fueron obtenidos de la curva núm. 3 del boulevard 1

$$LCV = K * A$$

Donde

LCV = longitud mínima de curva vertical

K = constante que depende de la velocidad de diseño

A = diferencia algebraica entre las pendientes de las tangentes

2.6.3.2. Ordenada máxima

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

$$\frac{2,81 * 11,24}{800} = 0,0394$$

$$Est. PVI = 0 + 620,00$$

$$Elev. PVI = 117,48$$

$$Est PCV = 0 + 604,27$$

$$Elev PCV = 620 - 604,27 = 15,73$$

$$15,73 * 5,34 \% = 0,84$$

$$117,48 - 0,84 = 116,64$$

$$Est PTV = 0 + 635,73$$

$$Elev\ PTV = 620,00 + 635,73 = 15,73$$

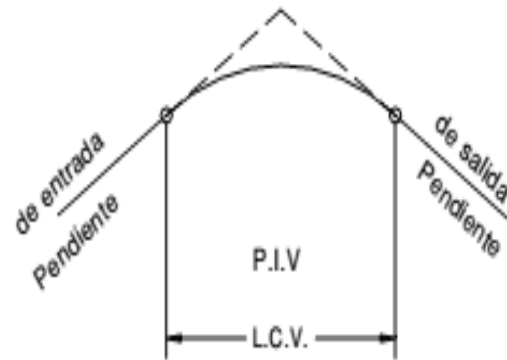
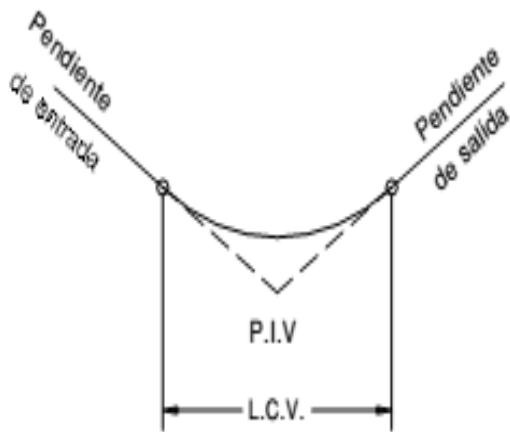
$$15,73 * 2,53 \% = 0,84$$

$$117,48 - 0,40 = 117,08$$

Figura 4. Tipos de curva vertical

Curva vertical concava

Curva vertical convexa



Fuente: YLLESCAS PONCE, Álvaro Danilo. *Diseño del tramo carretero comprendido desde el entronque Km. 171+400.* p. 30.

Tabla IV. **Valores de K según velocidades de diseño**

Velocidad KPH	Cóncava K	Convexa K
10	1	0
20	2	1
30	4	2
40	6	4
50	9	7
60	12	12
70	17	19
80	23	29
90	29	43
100	36	60

Fuente: PAIZ MORALES, Byron René. *Guía de cálculo para carreteras*. p. 62.

Las curvas verticales deben de cumplir con los siguientes criterios:

- Seguridad

$$LCV = K * A$$

Donde

A =

$$A = P_s - P_e$$

$$A = 2,53 \% - (-5,34 \%) = 2,81 \%$$

$$LCV = 4 * 2,81 = 11,24 \text{ mt}$$

- Apariencia

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

$$\frac{11,24}{2,81} \geq 30$$

$4 \leq 30$ *No cumple*

- Comodidad

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

$$\frac{11,24}{2,81} \geq \frac{35^2}{395}$$

$$4 \geq 3,10$$

- Drenaje

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

$$\frac{11,24}{2,81} \leq 43$$

$$4 \leq 43$$

2.7. Peralte

También llamado sobreelevación, se necesita cuando un vehículo viaja en una curva cerrada a una velocidad determinada, para contrarrestar las fuerzas centrífugas y el efecto adverso de la fricción que se produce entre la llanta y el pavimento.

En curvas con radios de gran amplitud este efecto puede ser desestimado. De acuerdo a la experiencia se ha demostrado que una tasa de sobreelevación de 0,12 no debe ser excedida, debido al control combinado que ejercen procesos constructivos.

Se recomienda para diseño los siguientes factores de sobreelevación para diferentes tipos de área donde se localicen las carreteras:

Tabla V. Factores de sobreelevación

Tasa de sobreelevación "e" en (porcentaje)	Tipo de área
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Fuente: elaboración propia.

El área beneficiada con el proyecto es de tipo rural plana por lo que se utilizará un peralte de 8 %.

2.8. Sobreancho

Se diseñan siempre en las curvas horizontales de radios pequeños combinados con carriles angostos, para facilitar las maniobras de los vehículos en forma eficiente, segura, cómoda y económica. Son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación. En las carreteras modernas con carriles de 3,65 metros y buen alineamiento, la necesidad de sobreanchos en curvas se ha disminuido a pesar de las velocidades, aunque tal necesidad se mantiene para otras condiciones de la vía.

Para establecer el sobreancho en curvas se deben tomarse en cuenta las siguientes consideraciones:

- En curvas circulares sin transición, el sobreancho total debe aplicarse en la parte interior de la calzada. El borde externo y la línea central deben mantener como arcos concéntricos.
- Cuando existen curvas de transición, el sobreancho se divide entre el borde interno y externo de la curva, aunque también se puede aplicar totalmente en la parte interna de la calzada. En ambos casos la marca de la línea central debe colocarse entre los bordes de la sección de la carretera ensanchada.
- El ancho extra debe efectuarse sobre la longitud total de transición y siempre debe desarrollarse en proporción uniforme, nunca abruptamente, para asegurarse que todo el ancho de los carriles modificados sean efectivamente utilizados. Los cambios en el ancho normalmente pueden efectuarse en longitudes comprendidas entre 30 y 60 metros

- Los bordes del pavimento siempre deben tener un desarrollo suave y curvado atractivamente, para inducir su uso por el conductor.

Debido a que sobre el distribuidor vial circulará transporte pesado (tráiler eje tridem), se utilizó sobreebancho de no menos de 50 centímetros en las distintas curvas.

2.9. Glorieta

Se le denomina glorieta a un tipo especial de nudo, caracterizado porque los tramos que en él confluyen, se comunican a través de un anillo en el que se establece una circulación rotatoria alrededor de una isleta central. Las trayectorias de los vehículos no se cruzan, sino que convergen y divergen. La glorieta se encuentra localizada en el tramo 0+300.00 del boulevard número 2.

2.9.1. Funcionamiento de una glorieta

Se basa en la prioridad de paso de los vehículos que circulan por la calzada anular, frente a los que pretenden entrar en ella desde los tramos. La anchura de su entrada determina la capacidad de un acceso a una glorieta y suele necesitarse mayor en zona urbana que fuera de poblado. Por otra parte, la inflexión de la trayectoria del vehículo en dicha entrada influye en su velocidad, y por tanto en la seguridad, especialmente si la velocidad de acceso es elevada.

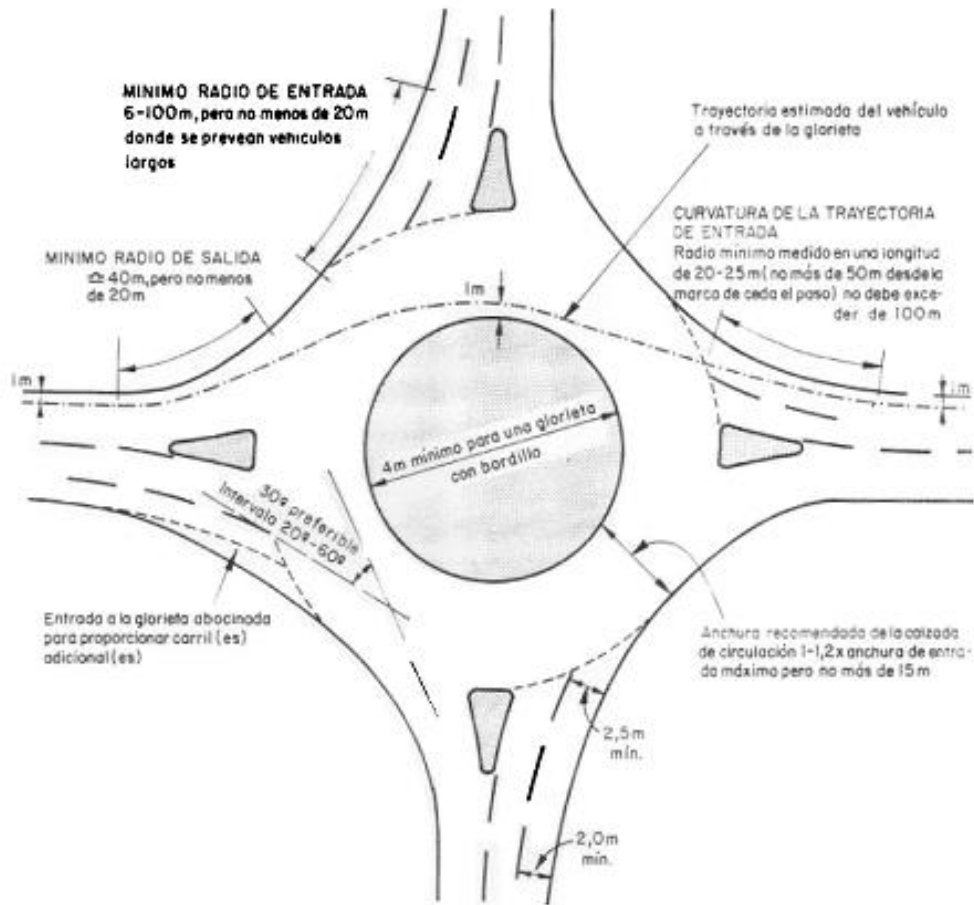
2.9.2. Ventajas e inconvenientes

Su sencillez y uniformidad de funcionamiento facilitan la comprensión por el usuario, además de que resulta posible cambiar de sentido y rectificar errores de destino. Su capacidad resulta mayor y los tiempos de espera, fuera de las horas pico menor. Los gastos de conservación y explotación son menores que en una intersección regulada por semáforos. Una glorieta tendrá generalmente menos accidentes que una intersección regulada por semáforos.

2.9.3. Tipos de glorieta

Existen varios tipos de glorieta entre los que se puede mencionar la mini glorieta, glorieta normal y doble, entre otras.

Figura 5. **Glorieta normal**



Fuente: MOPU. *Recomendaciones sobre glorietas.* p. 21.

2.9.4. Número de carriles

Se recomienda añadir al menos un carril adicional pero no más de dos (en accesos de dos carriles y doble sentido de circulación) ni más de cuatro (en accesos de más de un carril por sentido) y con una longitud mínima de 5 metros en zona urbana y de 25 metros fuera de poblado.

2.9.5. Anchura de los carriles

La anchura mínima de los carriles de la entrada en la marca de ALTO debe de ser de 2,5 metros. Es conveniente usar carriles anchos porque son más adecuados para vehículos pesados.

2.9.6. Ángulos de entrada

Deben estar comprendidos entre 20 y 60 grados, con un óptimo de unos 25 grados.

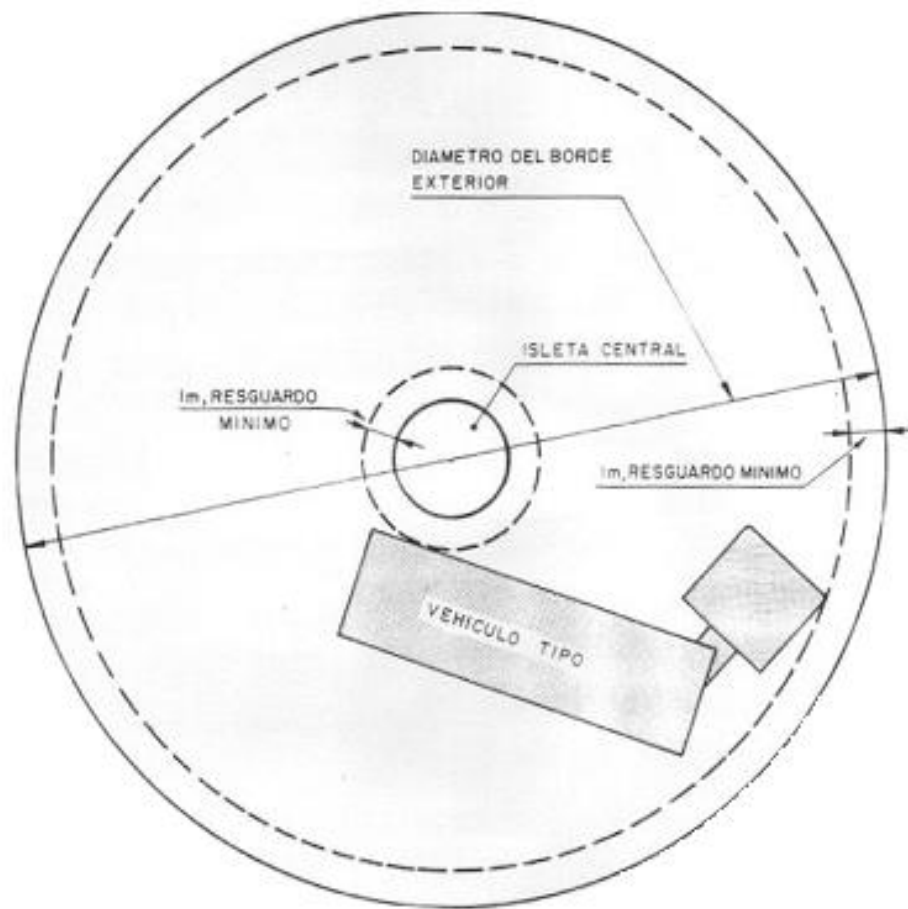
Los ángulos demasiado pequeños interfieren el funcionamiento propio de la glorieta, obligan a los conductores a ver hacia atrás si viene algún vehículo y así favorecer la entrada a velocidad elevada, incluso sin respetar la prioridad del tráfico que circula por la calzada anular. Los ángulos demasiado grandes también interfieren en el funcionamiento de la glorieta, pues favorecen los conflictos en forma de cruce.

El ángulo de entrada para la glorieta utilizada en el proyecto es de 35 grados.

2.9.7. Anchura

La anchura de la calzada anular debe ser constante y comprendida entre el 100 y 120 % de la anchura máxima de entrada, sin exceder de 15 metros; salvo que el diámetro del borde exterior sea inferior a 36 metros.

Figura 6. Diámetro de glorieta



Fuente: MOPU. *Recomendaciones sobre glorietas*. p. 28.

Tabla VI. **Anchuras para el giro del vehículo tipo en glorietas normales**

Diámetro de la isleta central (m)	Borde exterior (m)
4,00	28,00
6,00	28,80
8,00	29,80
10,00	30,80
12,00	32,00
14,00	33,20
16,00	34,60
18,00	36,00

Fuente: MOPU, *Recomendaciones sobre glorietas*. p. 21.

La glorieta del presente proyecto tiene un diámetro de 32 metros.

2.9.8. Borde exterior

Para un vehículo articulado de 15,5 metros de longitud (lo que sirve también para camión rígido de 11 metros, un autocar de 12 metros o un tren combinado de 18 metros. El diámetro máximo del borde exterior para una mini glorieta es de 28 metros.

Para este proyecto se utilizará lo que es la glorieta normal porque su diámetro es mayor a 4 metros.

2.10. Movimiento de tierras

El movimiento de tierras, es la utilización o disposición de los materiales extraídos en los cortes, en la cantidad que puedan ser reutilizables, por ejemplo en la construcción de terraplenes, conformación de terracería, entre otros. Se debe tomar en cuenta que el movimiento de tierras se encuentra directamente enlazado con el diseño de la subrasante, por lo tanto, deberá ser factible desde el punto de vista económico, dependiendo de los requerimientos que el tipo de camino fije.

2.10.1. Cálculo de áreas de secciones transversales

La forma de medir las áreas de las secciones transversales son gráfica y analítica. La forma gráfica mide las áreas por medio de un planímetro graduado, sobre las secciones transversales dibujadas en papel milimetrado. El procedimiento consiste en marcar las áreas para delinearlas con el planímetro, partiendo de un punto y llegando a ese mismo en la dirección de las agujas del reloj; esto dará un área en metros cuadrados.

La forma analítica requiere que las secciones transversales se plotean en papel milimetrado, determinando las coordenadas para cada punto, referidas a la línea central de la misma y luego por el método de los determinantes se encuentra el área de manera exacta.

Otro factor a tomar en cuenta para el cálculo de secciones transversales es la inclinación del talud de la carretera, que está en función de las propiedades de los materiales. Sin embargo, cuando no se tienen mayores datos y para fines de cálculo de volúmenes de movimiento de tierras, es recomendable usar la tabla VII.

Tabla VII. **Relaciones para dibujo de taludes**

Corte		Relleno	
Altura (m)	H - V	Altura (m)	H - V
0-3	1 - 1	0-3	2 - 1
3 - 7	1 - 2	>3	3 - 2
>7	1 - 3		

Fuente: PÉREZ, Augusto. *Metodología de actividades para el cálculo de carreteras*. p. 62.

Donde

H = horizontal

V = vertical

Se utilizó una relación de 2-1 en corte y relleno para el cálculo de las áreas de las secciones transversales.

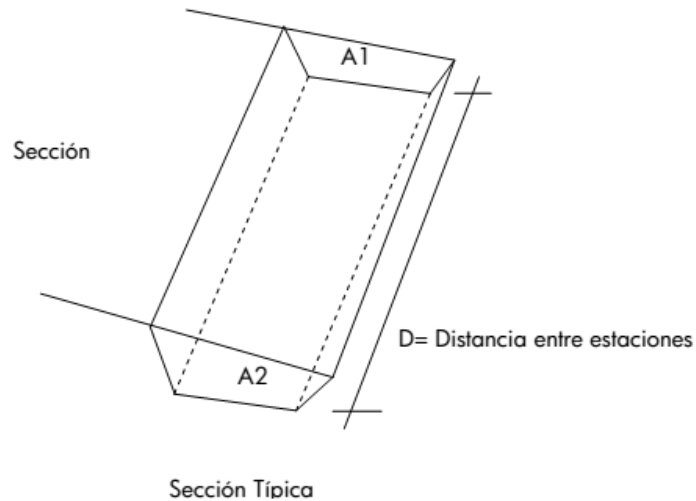
2.10.2. Cálculo de volúmenes de movimiento de tierras

Cuando se han determinado las áreas en las secciones transversales, se procede al cálculo de volúmenes de tierra. Para ello es necesario suponer el camino en una serie de prismoides, tanto en corte como en relleno.

Entre dos estaciones el volumen es el de un prisma irregular, el área de sus bases es la medida en cada una de las estaciones y la altura del prisma es igual a la diferencia de las estaciones; esto sucede cuando en las estaciones consideradas sólo existe corte o solo relleno.

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

Figura 7. **Representación geométrica de cálculo de volúmenes de tierra con áreas iguales**



Fuente: CASTILLO ORDOÑEZ, Douglas Ardufo. *Diseño de la carretera hacia el caserío Cecilar Chiquito, y puente vehicular colgante, aldea El Trapichillo, municipio La Libertad, departamento de Huehuetenango.* p. 42

El volumen de un prismoide está dado por la fórmula:

$$V = \frac{(A1 + A2) * D}{2}$$

Donde

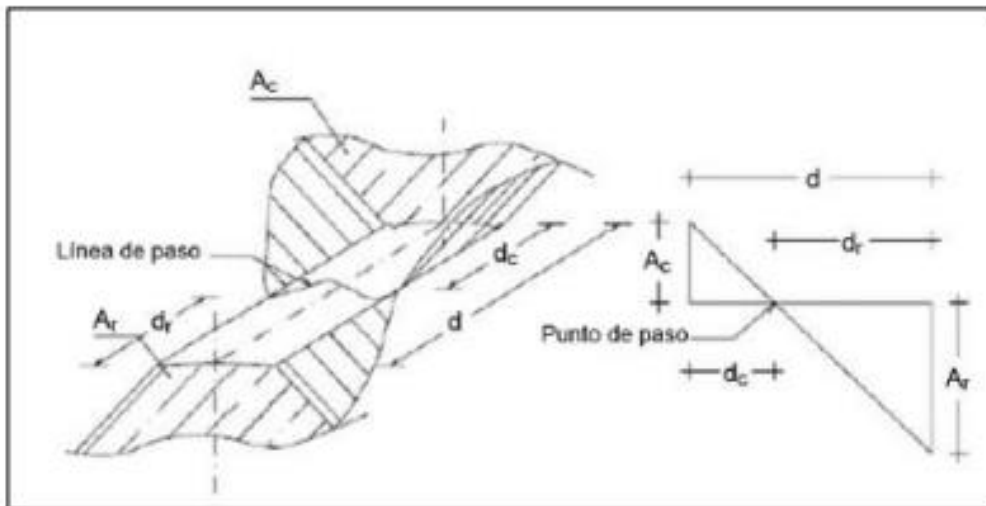
A1 = área superior de la estación

A2 = área inferior de la estación

D = distancia entre estaciones

Cuando las áreas consecutivas son de diferente tipo se calcula una distancia de paso para determinar el volumen, y este se realiza de la siguiente manera.

Figura 8. **Representación geométrica de cálculo de volúmenes de tierra con áreas diferentes**



Fuente: CASANOVA, Leonardo. *Elementos de Geometría*. p. 92.

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

$$V_C = \frac{1}{2} * (A_c + (A_o)) * d_c$$

$$V_R = \frac{1}{2} * (A_R + (A_o)) * d_r$$

$$A_o = 0$$

Donde

V_c, V_r = volumen de corte y de relleno en metros cúbicos

A_c, A_r = áreas de las secciones en corte y relleno en metros cuadrados

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

D_c, d_r = distancias de corte y relleno en metros

Para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras, se utilizó el programa Autocad Civil 3D 2013.

2.10.3. Coeficiente de contracción e hinchamiento

Cualquier material de corte o de préstamo experimenta un cambio de volumen cuando pasa del estado natural al relleno, lo que hace necesario conocer la magnitud del cambio para determinar con mayor exactitud los volúmenes del material a mover.

Este coeficiente varía según diversos factores tales como: la clase de suelo, la humedad contenida, las formas de excavación, el transporte usado y el tipo de compactación, para este caso se utilizó un factor del 30 %.

2.11. Consideraciones de diseño de pavimentos rígidos

En el diseño de losas de concreto para pavimentos rígidos se debe contemplar con mucho cuidado los componentes de la losa, si todos estos componentes son proporcionados de forma adecuada, el producto terminado resultará fuerte y durable. El concreto se produce por la interacción mecánica y química de un gran número de materiales constituyentes.

De estos materiales es vital saber las funciones de cada uno antes de concebir el concreto como producto terminado, el ingeniero deberá desarrollar la habilidad de seleccionar los materiales adecuados y proporcionarlos para obtener un concreto eficiente que satisfaga los requisitos de resistencia y condiciones de servicio.

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

Para determinar el espesor de la losa es necesario conocer los esfuerzos combinados de la subrasante y la base, para mejorar la estructura del pavimento rígido.

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

2.11.1. Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada, debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño.

El espesor del pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la subrasante, por lo que debe cumplir con los requisitos de resistencia, incomprensibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad, por consiguiente, el diseño de un pavimento es esencialmente el ajuste de la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante.

2.11.2. Subbase

Es la primera capa del pavimento rígido y está constituida por una capa de material selecto o estabilizado según el estudio de suelos, de un espesor compactado según las condiciones y características de los suelos existentes en la subrasante, pero en ningún caso menor de 10 centímetros ni mayor de 70 centímetros. Las principales funciones de la subbase son:

- Transmitir y distribuir las cargas provenientes de la base o en el caso de un pavimento rígido de la carpeta de rodadura.
- Servir de material de transición entre la terracería y la base, así también como elemento aislador, previniendo la contaminación de la base cuando la terracería contenga materiales muy plásticos.
- Romper la capilaridad de la terracería y drenar el agua proveniente de la base hacia las cunetas, es importante que la subbase y la base en su sección transversal, sean interceptadas por las cunetas, para que drenen fácilmente el agua que aquellas elimina.

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

Tipo de base	Usos	Espesor (cm)
Granular	Carretera	10 – 15
Estabilizada	Carretera	10 – 15

Fuente: elaboración propia.

La capa de la subbase debe estar constituida por suelos de tipo granular en su estado natural o mezclados, que forman y produzcan un material que llene los siguientes requisitos:

2.11.2.1. Valor soporte

El material debe tener un CBR según AASHTO T-193, mínimo de 30 %, efectuado sobre una muestra saturada a 95 % de compactación según AASHTO T-180 o bien un valor de plasticidad según AASHTO T-90 de mayor a 50 %.

2.11.2.2. Piedras grandes y excesos de finos

El tamaño máximo de las piedras que contengan material de subbase no debe de exceder de 7 centímetros, el material de subbase no debe tener más del 50 % en peso de partículas que pasen el tamiz número 200 (0,075 mm).

2.11.2.3. Plasticidad y cohesión

Debe tener las características siguientes: la porción que pasa el tamiz número 40 (0,425 mm), no debe tener un índice de plasticidad según AASHTO T-90 mayor a 6. En el límite según AASHTO T-89 mayor de 25, determinados

ambos sobre muestra preparada en húmedo según AASHTO T-146. Cuando las disposiciones especiales lo indiquen expresamente, el índice de plasticidad puede ser más alto, pero en ningún caso mayor a 8.

La capa de subbase será de 0,20 metros de espesor, según lo calculado por el método simplificado PCA.

2.11.3. Carpeta de rodadura

Es la capa sobre la cual se aplican directamente las cargas del tránsito, se coloca encima de la base cuando es un pavimento flexible y muchas veces sobre la subbase cuando es un pavimento rígido y está formada por una mezcla bituminosa si el pavimento es flexible o por una losa de concreto hidráulico de cemento Pórtland, si es pavimento rígido o por adoquines si es un pavimento semiflexible

2.12. Diseño de la carpeta de rodadura

Esta capa protege a las capas inferiores de los efectos del sol, las lluvias y las heladas, además, resiste con un desgaste mínimo los esfuerzos producidos por el tránsito.

2.12.1. Diseño del espesor de losa

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

- Primero se establece la categoría de las vías, para esto se debe contar con datos del tránsito promedio. Para obtener datos estimados el cálculo se hizo por medio de encuestas, por conteo en tiempos de 24 horas. De

acuerdo al resultado obtenido, según la tabla IX se ubica en la categoría A-2, correspondiente a calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo), con un tránsito promedio diario (TPD) que tiene un rango de 700 a 5 000 vehículos. Para fines de diseño se utilizó el 3 % del TPDA, obtenido del estudio realizado en las principales arterias de Villa Nueva, lo cual significa que se trabajará con un TPDC de 430 vehículos por día, con una carga máxima por eje sencillo de 26 KIPS y 44 KIPS para eje tándem.

Tabla IX. **Categoría de carga por eje**

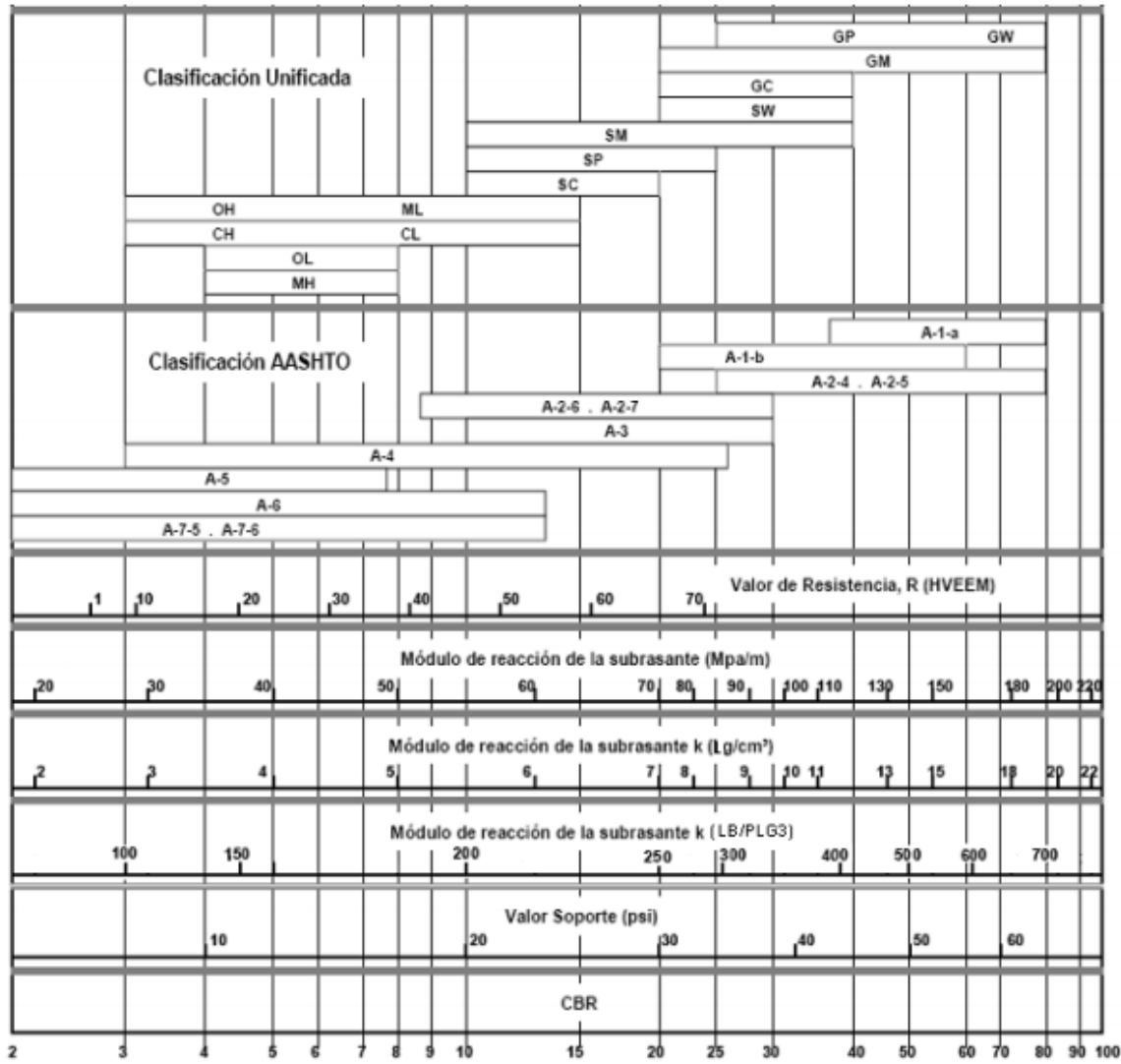
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200 a 800	1 a 3	Arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo).	700 a 5 000	5 a 18	De 40 a 1 000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio), supercarreteras o interestateles urbanas y rurales (bajo a medio).	3 000 a 12 000 2 carriles. 3 000 a 50 000 4 carriles o mas	8 a 30	De 500 a 5 000	30	52
4	Calles arteriales y carreteras primarias (altas), supercarreteras o interestateles urbanas y rurales (medio a alto).	3 000 a 20 000 2 carriles. 3 000 a 15 000 4 carriles o mas	8 a 30	De 1 500 a 8 000	34	60

Fuente: WESTERGAARD H. N. *Comportamiento de esfuerzos en caminos de concreto.*

p. 48.

- Para determinar el módulo de ruptura del concreto, se estimó que representa un 15 % de la resistencia a compresión del concreto, debido a que este concreto tiene 4 000 PSI de resistencia, el módulo de ruptura será de 600 PSI.
- Por medio de los valores de CBR de 17,85 % se busca en la figura 9 y encontrando el módulo de reacción K de la subrasante, la lectura se hace en la tercera línea de abajo para arriba, partiendo del lado izquierdo en la fila, que en este caso se obtiene un valor de $K = 240 \text{ lb/plg}^3$.

Figura 9. Interrelación aproximada de las clasificaciones de suelos y valores de soporte



Fuente: Manual Centroamericano para diseño de carreteras. p. 96.

- En la tabla X se obtiene la descripción del tipo de suelo en base al valor $K = 240 \text{ lb/plg}^3$, obtenido de la figura VI, por lo tanto, este suelo tiene las cualidades de arena y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos, lo cual da un soporte de suelo alto.

Tabla X. **Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de K**

Tipos de suelo	Soporte	Rango de valores de K
Suelos de grano fino, en el cual el tamaño de las partículas de limo y arcilla predomina.	Bajo	75-120
Arenas y mazclas de arena con grava, con una cantidad considerada de limo y arcilla.	Medio	130-170
Arena y mezclas de arena con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180-220
Subbase tratada con cemento.	Muy alto	250-400

Fuente: elaboración propia.

- En la tabla XI, se localizará el valor de K obtenido en la figura 9 y se tomará el espesor de la subbase que se considere adecuado y luego se interpola para ubicar el nuevo valor de K. Para este caso, el primer valor de K fue de 240 PSI y tomando un espesor de 6 pulgadas se puede interpolar por lo que se obtiene un nuevo valor de K, el cual se obtendrá de 270 PSI. Con esto se puede concluir que se obtendrá una subbase tratada con cemento, la cual posee un soporte alto.

Tabla XI. **Valores de K para diseño sobre base granulares (PCA)**

Subbase, valor de K (PSI)	Subbase, valores de K (PSI)			
	4 Plg	6 Plg	9 Plg	12 Plg
50	65	75	85	110
100	130	140	160	190
200	220	230	270	320
300	320	330	370	430

Fuente: WESTERGAARD H. N. *Comportamiento de esfuerzos en caminos de concreto*.
p. 14.

- Con el carácter soporte muy alto que tiene la subrasante y el módulo de ruptura que es de 600 PSI, se determina el espesor de la carpeta de rodadura, en la tabla XII, se busca el lado izquierdo porque no incluye bordillo (se utilizará bordillo prefabricado, no se toma en cuenta porque no trabaja como pieza monolítica) y tomando el TPDC más próximo superior encontrado, se determinó un espesor de 7", por facilidad de construcción se dejará de 17 centímetros de espesor.

Tabla XII. **Pavimentos con juntas y agregados de trabes**

MR	Espesor de losa (plg)	Sin hombros de concreto o bordillo				Espesor de losa (plg)	Con hombros de concreto o bordillo			
		Soporte subrasante o subbase					Soporte subrasante o subbase			
		Bajo	Medio	Alto	Muy alto		Bajo	Medio	Alto	Muy alto
650 PSI	5,5				5	5,5		3	9	42
	6		4	12	59	6	9	42	120	450
	6,5	9	43	120	490	6,5	96	380	700	970
	7	80	320	840	1 200	7	650	1 000	1 400	2 100
	7,5	490	1 200	1 500		7,5	1 100	1 900		
	8	1 300	1 900							
600 PSI	6				11	5			1	8
	6,5		8	24	110	5,5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	6	19	84	220	810
	7,5	110	440	1 100	2 100	6,5	160	520	1 400	2 100
	8	590	1900			7	1 000	1 900		
	8,5	1 900								
550 PSI	6,5			4	19	5,5			3	17
	7		11	34	15	6	3	14	41	160
	7,5	19	84	230	890	6,5	29	120	320	1 100
	8	120	470	1 200		7	210	770	1 900	
	8,5	560	2 200			7,5	1 100			
	9	2 400								

Fuente: WESTERGAARD H. N. *Comportamiento de esfuerzos en caminos de concreto.*

p. 51.

La pendiente de bombeo será de 2 %, así como lo indica la tabla XII y en el detalle de gabarito de los planos.

Tabla XIII. **Pendiente transversal recomendada según el tipo de superficie**

Tipo de superficie	Calidad	Bombeo
Concreto	Muy buena	1 - 2 %
Mezcla asfáltica	Buena	1.5 - 3 %
Adoquín	Regular	2 - 2.5 %
Tierra o grava	Mala	2.5 - 3 %

Fuente: elaboración propia.

2.12.2. **Diseño de mezcla de concreto**

En el diseño de la mezcla de concreto se utilizaron tablas, que son resultado de numerosos ensayos de laboratorio y que ayudan a obtener mezclas con las características deseadas. Ver tabla XIV al XVII.

Al requerir un concreto con una resistencia a la compresión de 4 000 lbs/plg² (281 kg/cm²) a los 28 días de curado, la tabla XIV indica un revenimiento máximo de 8 centímetros, la tabla XV da una relación agua-cemento de 0.44. Conociendo el revenimiento máximo de la mezcla se obtiene de la tabla XVI, la cantidad de agua por metro cúbico de concreto que para este caso es de 195 litros/m³, utilizando un tamaño máximo del agregado grueso de 1 pulgada. El porcentaje de arena sobre el agregado total se obtiene de la tabla XVII, al conocer el tamaño máximo del agregado grueso. Para este caso es de 42 %.

2.12.3. Pasos para el diseño de la mezcla

- Calcular la cantidad de cemento dividiendo el agua por metro cúbico por la relación agua-cemento.

$$\text{Cantidad de cemento} = 195/0,44 = 443,18$$

- Calcular la cantidad de agregado, restando el peso del agua y cemento del peso total de un metro cúbico de concreto:

$$\text{Agregado} = 2\,400 - 443,18 - 195 \quad \text{Agregado} = 1\,761,82 \text{ Kg}$$

- La cantidad de arena, se obtiene multiplicando el peso total de agregado por el porcentaje de arena correspondiente:

$$\text{Arena} = 1\,761,82 \times 42 \%$$

$$\text{Arena} = 739,96 \text{ Kg}$$

Se concluye entonces que la proporción final será:

Cemento:	Arena:	Piedrín:
<u>443,18</u>	<u>739,96</u>	<u>1 021,86</u>
443,18	443,18	443,18
1	1,67	2,30

Se concluye que la proporción por peso será: 1:1.67:2,30:0,44

- **Proporción de material a utilizar en volumen**

Cemento = $443,18 \text{ Kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 443,18 \text{ Kg} / 42,5 \text{ Kg/Saco} = 11 \text{ sacos de } 1 \text{ pie}^3$

Arena = $739,96 \text{ Kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 739,96 / 1400 \text{ Kg/mc} = 0,53 \text{ m}^3$

Piedrín = $1021,86 \text{ Kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 1021,86 / 1600 \text{ Kg/m}^3 = 0,64 \text{ m}^3$

Agua = $195,00 \text{ Kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 195,00 / 1000 \text{ Kg/m}^3 = 0,195 \text{ m}^3$

$1 \text{ pie}^3 = 0,028 \text{ m}^3 * 11 = 0,308 \text{ m}^3$

Relación: $0,308 / 0,308 - 0,53 / 0,308 - 0,64 / 0,308 - 0,195 / 0,308$

Proporción del concreto por volumen de 1 m^3 : **1:1,72:2,07:0,63**

Tabla XIV. **Revenimiento recomendado para algunas estructuras de concreto**

Estructura	Asentamiento (revenimiento)
Cimientos, muros, columnas y vigas.	10 centímetros
Pavimentos, losas.	8 centímetros

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Relación agua – cemento para concreto de diferentes resistencias**

Resistencia (Kg/cm ²)	Relación agua - cemento
352	0,3
316	0,38
281	0,44
246	0,51
211	0,58
176	0,67

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Relación asentamiento agua – tamaño de agregado grueso**

Asentamiento (cm)	Litros de agua por m ³				
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"
3 - 5	205	200	185	180	175
8 - 10	225	215	200	195	180
15 - 18	240	230	210	205	200

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Relación tamaño máximo de agregado grueso - porcentaje de agua**

Tamaño máximo de agregado grueso	Porcentaje de arena sobre agregado total
3/8"	48
1/2"	46
3/4"	44
1"	42

Fuente: elaboración propia.

2.13. Juntas en el pavimento de concreto

Se forman las juntas en el pavimento de concreto para reducir los efectos de la expansión y contracción, para facilitar el colado del concreto y para dejar espacio para la liga de las losas colindantes. Las juntas pueden ser perpendiculares a la línea central del pavimento (transversales) y dependerá a la función que se les destine, longitudinales.

2.13.1. Juntas transversales de expansión

La función principal de una junta de expansión en un pavimento de concreto, es permitir el movimiento de la losa debido a cambios en la temperatura. Por ejemplo, cuando se eleva la temperatura aumenta la longitud de la losa, creando en consecuencia esfuerzos de compresión en el concreto. Si no se colocaran juntas de expansión, la losa dependiendo de su longitud, puede abombarse o reventarse.

En el pavimento de concreto en general se colocan juntas de expansión cada 40 a 60 pies, a lo largo de la longitud del pavimento. Las juntas que pueden variar en espesor de $\frac{3}{4}$ " a 1 pulgada, deben de incorporar dispositivos apropiados de transferencia de carga. En las juntas, se debe colocar relleno, como caucho, betumen o corcho que permita la expansión de la losa y excluya la suciedad.

2.13.2. Juntas transversales de contracción

Se ponen juntas de contracción para limitar los efectos de las fuerzas de tensión en una losa de concreto causados por una caída en la temperatura. El objetivo es debilitar la losa, de modo que si las fuerzas de tensión son

suficientemente grandes como para agrietarla, se formarán en las juntas. En general, la profundidad de las juntas de contracción solo es un cuarto a un tercio del espesor de la losa. No obstante, cuando se diseñan y espacian apropiadamente, también pueden minimizar el agrietamiento de la losa fuera de las juntas.

Las juntas de contracción se pueden formar al aserrar en el concreto endurecido, colocando insertos de plástico en los lugares de las juntas antes de colocar el concreto o bien, trabajando el concreto después de haber sido colado, pero antes de que haya endurecido por completo.

2.13.3. Juntas longitudinales

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

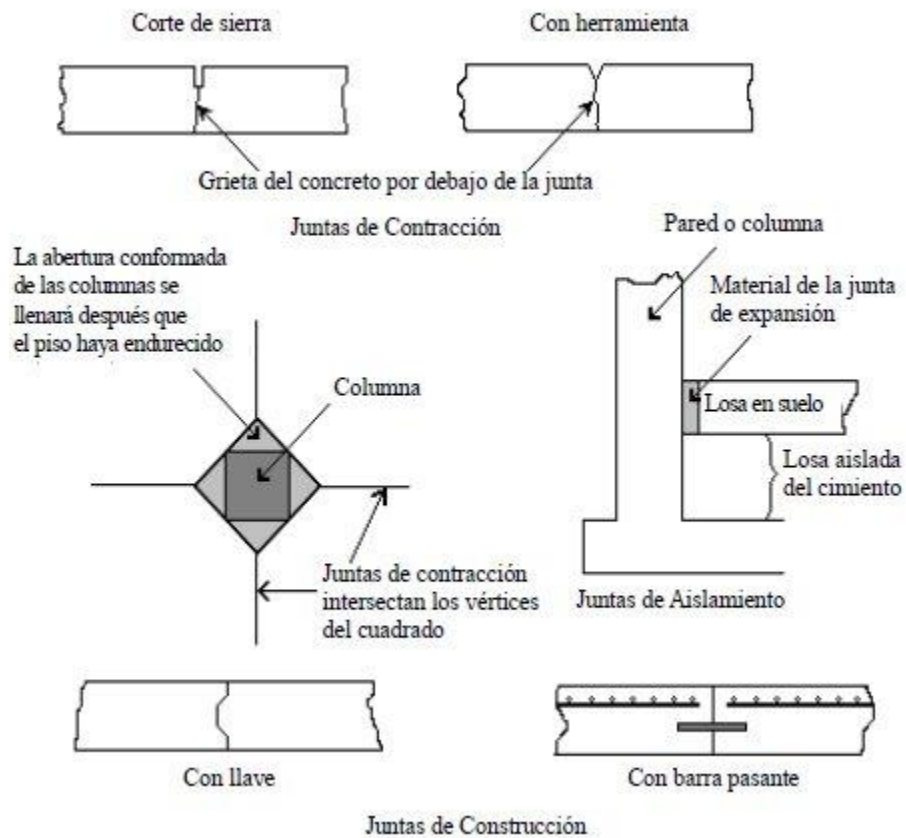
2.13.4. Juntas de construcción

Cuando se interrumpe el colado del concreto para una losa, resulta conveniente una junta de construcción en la junta fría entre las dos secciones de esa losa. Como preparación para la interrupción, se forma una cara vertical con un travesaño de madera o se usa una costanera como arrastre en el extremo de la losa que se está colando.

Para el presente proyecto se utilizarán juntas transversales de contracción a cada 3,5 metros y tendrán una profundidad de 4,00 centímetros.

También se construirán juntas longitudinales en la separación de cada carril, siendo ranuradas con sierra.

Figura 10. Diagrama de juntas



Fuente: Google imágenes.

<https://www.google.com.gt/search?q=juntas+para+pavimento>. Consulta: junio 2 016.

2.14. Drenajes

Los drenajes en carreteras o pavimentaciones son los que le dan mayor vida a una carretera, ya que permiten que el agua de lluvia y otros cursos de

agua fluyan sin causarle destrozos. Los drenajes según su tipo pueden ser: superficiales (cunetas, contracunetas, bombeos y pendiente longitudinal del pavimento) y de alcantarillas pluviales.

2.14.1. Consideraciones de drenajes en vías pavimentadas

La definición de alcantarilla pluvial, dice que es un conducto que lleva agua a través de un terraplén. Es un paso bajo nivel del pavimento para el agua y el tránsito vehicular pasa sobre ella. La diferencia entre un alcantarillado y un puente, consiste en que la parte superior de una alcantarilla, generalmente, no forma parte del pavimento; por lo contrario, un puente es un eslabón del pavimento. Las alcantarillas pueden ser: tubos, arcos y bóvedas.

Para evacuar el agua de lluvia en la carretera de este proyecto se utilizó el sistema de alcantarillado pluvial, el cual está especificado en el capítulo 3 de este informe.

2.15. Consideraciones de operación y mantenimiento del pavimento

Para dar inicio a los trabajos de construcción de las losas de concreto, el contratista debe someter a prueba el procedimiento, maquinaria, equipos y materiales que utilizará en las operaciones necesarias. Todas las mezcladoras deben ser diseñadas de forma que aseguren una distribución uniforme de los materiales. No debe usarse ninguna mezcladora cuya capacidad indicada sea inferior a la carga de un saco. Asimismo debe contar con un accesorio que cierre automáticamente el dispositivo de carga, con el fin de evitar que la mezcladora se vacíe antes de que los materiales hayan sido mezclados durante el tiempo mínimo especificado.

Las losas de concreto deben ser construidas sobre las superficies previamente preparadas de conformidad con las siguientes especificaciones técnicas, cuando en el área de construcción de la losa de concreto, antes o después de colocar la formaleta se produzcan baches o presiones causadas por el movimiento de equipo y actividades propias de la construcción, éstas deben corregirse antes de colocar el concreto. Se llenan con material igual al de la superficie preparada y nunca con concreto, lechada o mortero. Seguidamente, se conforma y compacta el material con compactadora mecánica de operación manual, efectuándose el control de compactación conforme a lo establecido en los planos. Todo el material excedente debe removerse, dejando la superficie nivelada y de acuerdo a la sección típica de pavimentación.

Después de pasar el equipo vibra terminador debe ejecutarse un alisado longitudinal por medio de un flotador o niveladora maniobrada con un movimiento de uno a otro lado de la losa. Para el acabado final, se utiliza una escoba colocada en dirección transversal y operada con un movimiento rápido de uno a otro lado de losa. El acabado final debe ejecutarse antes del endurecimiento, y en los bordes, el acabado debe ser igual al de la superficie. Posteriormente, se aplica algún tipo de curador patentado o en su defecto agua, con el objeto de evitar un fraguado brusco del concreto.

El concreto debe dosificarse y producirse para asegurar una resistencia a la compresión promedio de 280 Kg/cm^3 ($4\ 000 \text{ lbs/plg}^2$) a los 28 días de haberse fundido. La resistencia del concreto debe basarse en pruebas de cilindros fabricados y aprobados de acero con la Norma AASHTO estipulada. La resistencia a la compresión del concreto se basará en pruebas a los 7 y 28 días. Las muestras para las pruebas de resistencia de cada clase de concreto producido por la planta mezcladora, deben consistir de

por lo menos dos y preferentemente tres probetas para cada edad de prueba. Estas muestras deben tomarse no menos de una vez por cada 60 metros cúbicos o fracción de concreto. Las muestras para prueba de resistencia deben tomarse de acuerdo al método AASHTO T-24.

En lo que respecta a las formaletas, no pueden ser retiradas después de transcurridas 12 horas de haber sido colocado el concreto. La operación debe ser hecha con cuidado para evitar dañar los bordes del concreto.

El material sellante debe colocarse en las juntas previamente secas y limpias, empleando herramientas que penetren en la ranura de las juntas. El material de relleno debe ser cuidadosamente colocado sin producir desbordamiento. Cualquier exceso debe moverse inmediatamente, limpiando la superficie. No se permitirá que queden rebordes o túmulos, especialmente en juntas transversales. Las operaciones de reparación de cualquier daño que se ocasione al pavimento antes de su aceptación final, correrán como riesgo del contratista.

El pavimento no debe ser abierto al tránsito sino hasta transcurridos por lo menos 14 días después de la colocación del concreto o que lleguen las probetas de prueba, al ensayarlas a una resistencia de 250 Kg/cm² (3 500 lbs/pls²) a compresión. Este tiempo puede ser mejorado utilizando aditivos como acelerantes de fraguado rápido. Los acelerantes de fraguado hacen que el concreto se endurezca rápidamente. No se recomienda su uso, salvo casos especiales con buena supervisión de laboratorio. En tiempo de mucho frío pueden ser útiles ya que el frío retarda el endurecimiento del concreto.

Las fallas en los pavimentos rígidos pueden deberse a dos causas principales. Una de ellas se refiere a deficiencias de la propia losa, por un lado, comprende los defectos del concreto, tales como utilización de materiales y agregados no adecuados, desintegración por reacción de los agregados del cemento. Por otro lado, incluye los defectos de construcción o de insuficiencia estructural en la losa, tales como la inapropiada colocación o insuficiente dotación de elementos de transmisión de carga, insuficiente resistencia entre las restricciones de fricción impuestas a los movimientos de la losa por la subbase, alabeo de las losas o mal comportamiento de las juntas de contracción y expansión.

La otra causa principal de falla en los pavimentos rígidos se refiere al inadecuado comportamiento estructural del conjunto losa, subbase, subrasante y aún terracería y terreno de cimentación. De este tipo son las fallas por ruptura de esquinas o bordes. Por falta del apoyo necesario. Los agrietamientos causados por trabajo defectuoso de los pasajuntas, son debidos casi siempre a que estos elementos quedan mal lubricados y no permiten el movimiento para el que fueron diseñados. El espaciamiento excesivo de estos elementos, también es fuente de problemas. Entre las fallas más comunes se encuentran: grietas por adición de agua, abultamiento por mal acabado, superficie antiderrapante, deficiente curado, rajaduras o asentamientos.

2.16. Estudio de impacto ambiental

En la construcción de vías pavimentadas al igual que todos los proyectos de infraestructura, genera impactos en los componentes ambientales: ambiente físico, biológico y social. Para la construcción de un pavimento rígido los impactos generados poco significativos, debido a que generalmente

no cruzan zona de alto valor escénico, área turística, sitio ceremonial, arqueológico, área de protección agrícola, de producción forestal, y de producción pecuaria.

Toda autorización derivada de un estudio de evaluación de impacto ambiental significativo, deberá garantizar su cumplimiento por parte de la persona interesada, individual o jurídica, por medio de una fianza que será determinada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

2.16.1. Factores que pueden causar impacto ambiental y sus obras de mitigación

Es importante mencionar los impactos que se puedan dar en el medio ambiente, debido a la construcción de este proyecto y asimismo, mencionar las medidas de mitigación de cada una de ellas para prevenir cualquier desastre.

2.16.1.1. Suelos

Impacto: deslaves de material, erosión de cortes.

Medida de mitigación: reforestación en toda el área donde se clasifique como área verde. Colocación de gaviones en donde se encuentren taludes de más de 3 metros de altura.

2.16.1.2. Recursos hídricos

Impacto: alteración del drenaje superficial

Medida de mitigación: se construirá drenajes para la evacuación de las aguas de lluvia, evitando que se estanque el agua en las curvas cóncavas.

2.16.1.3. Calidad del aire

Impacto: contaminación del aire por polvo generado en construcción.

Medida de mitigación: se utilizarán camiones cisternas para riego en la carretera que se encuentre sin la carpeta de rodadura, para evitar las partículas de tierra en el aire.

2.16.1.4. Salud humana

Impacto: generación de desechos sólidos derivados de las actividades de los trabajadores de la obra.

Medida de mitigación: se contratará servicios de baños móviles y se colocarán depósitos de basura para que los trabajadores puedan depositar los desechos.


2.16.1.5. Vegetación y fauna

Impacto: remoción y afectación de cobertura vegetal.


Medida de mitigación: utilizar la infraestructura existente en la instalación de los trabajadores, separar la capa de material orgánico de la del material inerte, disponer adecuadamente del material orgánico para su posible reutilización, evitar el paso de maquinaria sobre el suelo de cobertura

vegetal fuera del área de la obra, restaurar las zonas afectadas con especies establecidas en el lugar.


Tabla XVIII. Presupuesto de pavimentación de concreto

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,01		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
				
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Limpieza preliminar, chapeo y destronque de arboles	4,96	Ha	Q 84 033,63	Q 416 655,53
	Nota:			
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Vehículo para transporte de personal y arboles	0,12	hora	Q 350,00	Q 42,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 2,10	Q 2,10
			Total con IVA	Q 44,10
			Total sin IVA	Q 39,38
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Gasolina	0,36	Galón	Q 22,00	Q 7,92
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 7,92
			Total sin IVA	Q 7,07
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material		global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Destronque y desentraque de arboles, 5 mt de altura (2 peones)	90,00	día	Q 170,00	Q 15 300,00
Desyerbe y desengame	75,00	día	Q 85,00	Q 6 375,00
Destronque y desentraque de arboles, 3 mt de altura (1 peón)	85,00	día	Q 85,00	Q 7 225,00
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 28 900,00
			Total	Q 52 887,00
Herramienta			0,05	Q 2 644,35
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 55 577,80
Total costo indirecto			0,35	Q 19 452,23
Subtotal de renglón				Q 75 030,03
IVA			0,12	Q 9 003,60
Costo total				Q 84 033,63


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1.02		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Replanteo topográfico	6,00	km	Q 2 542,14	Q 15 252,86
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				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	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Topografo	2,50	día	Q 175,00	Q 437,50
Ayudantes (3 ayudantes)	2,50	día	Q 175,00	Q 437,50
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 875,00
			Total	Q 1 601,25
Herramienta			0,05	Q 80,06
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 1 681,31
Total costo indirecto			0,35	Q 588,46
Subtotal de renglón				Q 2 269,77
IVA			0,12	Q 272,37
Costo total				Q 2 542,14

Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,03		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Estudio de suelos (Proctor y CBR) a cada 50 metros.	90,00	Unidad	Q 1 701,00	Q 153 090,00
<i>Nota:</i>				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
<i>Descripción de Combustible y Lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Sub contrato: Estudio de suelos (proctor y CBR) cada 50 mt	1,00	Unidad	Q 1 200,00	Q 1 200,00
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 60,00	Q 60,00
			Total con IVA	Q 1 260,00
			Total sin IVA	Q 1 125,00
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q -
			Total	Q -
Herramienta			0,05	Q -
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 1 125,00
Total costo indirecto			0,35	Q 393,75
Subtotal de renglón				Q 1 518,75
IVA			0,12	Q 182,25
Costo total				Q 1 701,00


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,01		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Excavación no clasificada, relleno	21 411,97	m3	Q 69,07	Q 1 478 978,45
<i>Nota:</i>				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora CAT 416	0,01	hora	Q 350,00	Q 4,67
Camión de volteo	0,10	viaje	Q 80,00	Q 8,00
Motoniveladora patrol 120 G	0,01	hora	Q 450,00	Q 6,00
Compactadora	0,02	hora	Q 450,00	Q 9,00
Cisterna 2 000	0,03	hora	Q 450,00	Q 11,25
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 1,38	Q 1,38
			Total con IVA	Q 40,30
			Total sin IVA	Q 35,98
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,06	Galón	Q 22,00	Q 1,39
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 1,39
			Total sin IVA	Q 1,24
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Maquinario Retro excavadora CAT 416	0,01	día	Q 125,00	Q 1,87
Maquinario camión de volteo	0,00	día	Q 125,00	Q 0,35
Maquinario Motoniveladora 120 G	0,01	día	Q 125,00	Q 0,93
Compactadora	0,01	día	Q 125,00	Q 1,25
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 4,40
			Total	Q 8,06
Herramienta			0,05	Q 0,40
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 45,68
Total costo indirecto			0,35	Q 15,99
Subtotal de renglón				Q 61,67
IVA			0,12	Q 7,40
Costo total				Q 69,07


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,02		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Excavación no clasificada, desperdicio	16 653,76	m3	Q 42,34	Q 705 159,96
<i>Nota:</i>				
Descripción de maquinaria y equipo				
	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora CAT 416	0,01	hora	Q 350,00	Q 4,67
Camión de volteo	0,10	viaje	Q 160,00	Q 16,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 1,03	Q 1,03
			Total con IVA	Q 21,70
			Total sin IVA	Q 19,38
Descripción de combustible y lubricantes				
	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,04	Galón	Q 22,00	Q 0,94
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 0,94
			Total sin IVA	Q 0,84
Descripción de materiales				
	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de mano de obra				
	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Maquinario Retro excavadora CAT 416	0,02	día	Q 125,00	Q 2,40
Maquinario camión de volteo	0,00	día	Q 125,00	Q 0,45
Maquinario Motoniveladora 120 G	0,01	día	Q 125,00	Q 1,20
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 4,05
			Total	Q 7,42
Herramienta			0,05	Q 0,37
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 28,00
Total costo indirecto			0,35	Q 9,80
Subtotal de renglón				Q 37,80
IVA			0,12	Q 4,54
Costo total				Q 42,34


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	3,01		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Conformación de subrasante	47 582,16	m2	Q 17,20	Q 818 628,77
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo				
	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Rodo compactador	0,00	hora	Q 290,00	Q 0,58
Retro excavadora CAT 416	0,00	hora	Q 350,00	Q 1,56
Cisterna 2 000	0,00	viaje	Q 300,00	Q 0,25
Motoniveladora patrol 120 G	0,01	hora	Q 450,00	Q 2,25
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,23	Q 0,23
			Total con IVA	Q 4,87
			Total sin IVA	Q 4,34
Descripción de combustible y lubricantes				
	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,00	Galón	Q 22,00	Q 0,02
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 0,02
			Total sin IVA	Q 0,02
Descripción de materiales				
	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de mano de obra				
	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Rodo compactador	0,00	día	Q 125,00	Q 0,03
Retro excavadora CAT 416	0,03	día	Q 125,00	Q 3,50
Cisterna 2 000	0,00	día	Q 125,00	Q 0,01
Motoniveladora patrol 120 G	0,00	día	Q 125,00	Q 0,11
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 3,65
			Total	Q 6,69
Herramienta			0,05	Q 0,33
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 11,38
Total costo indirecto			0,35	Q 3,98
Subtotal de renglón				Q 15,36
IVA			0,12	Q 1,84
Costo total				Q 17,20


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	3,02		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Conformación de subbase de 0,15 mt (6 pulgadas)	7 137,32	m3	Q 203,08	Q 1 449 453,00
<i>Nota:</i>				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Motoniveladora patrol 120 G para tender y mezclar base	0,04	hora	Q 450,00	Q 18,00
Rodo compactador	0,01	hora	Q 290,00	Q 1,45
Camion de volteo	0,10	viaje	Q 450,00	Q 45,00
Cisterna 2 000	0,00	hora	Q 300,00	Q 1,00
Motoniveladora patrol 120 G para afinar	0,03	hora	Q 450,00	
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 3,27	Q 3,27
			Total con IVA	Q 68,72
			Total sin IVA	Q 61,36
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	0,07	Galón	Q 22,00	Q 1,43
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 1,43
			Total sin IVA	Q 1,28
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Selecto	1,00	m3	Q 70,00	Q 70,00
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 3,50	Q 3,50
			Total con IVA	Q 73,50
			Total sin IVA	Q 65,63
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Maquinario motoniveladora patrol 120 G	0,01	día	Q 125,00	Q 0,88
Maquinario Rodo compactador	0,00	día	Q 125,00	Q 0,16
Maquinario Camion de volteo	0,01	día	Q 125,00	Q 1,58
Maquinario Cisterna 2 000	0,00	día	Q 125,00	Q 0,01
Maquinario motoniveladora patrol 120 G afinar base	0,00	día	Q 125,00	Q 0,53
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 3,15
			Total	Q 5,76
Herramienta			0,05	Q 0,29
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 134,31
Total costo indirecto			0,35	Q 47,01
Subtotal de renglón				Q 181,32
IVA			0,12	Q 21,76
Costo total				Q 203,08


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	3,03		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Construcción de carretera de concreto hidráulico de 0,17 mts de espesor, resistencia f'c = 4 000 PSI.	8 088,97	m3	Q 2 690,31	Q 21 761 829,35
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
		hora		Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,00	Galón	Q 22,00	Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Subcontrato: concreto f'c 4 000 PSI para fundición de carpeta de rodadura (agregado grueso de 1")				Q -
	1,00	m3	Q 1 488,00	Q 1 488,00
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 74,40	Q 74,40
			Total con IVA	Q 1 562,40
			Total sin IVA	Q 1 395,00
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
1 albañil + 1 ayudante (incluye formaleta, sisado, colocación, corte y acabado)	1,00	día	Q 200,00	Q 200,00
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 200,00
			Total	Q 366,00
Herramienta			0,05	Q 18,30
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 1 779,30
Total costo indirecto			0,35	Q 622,76
Subtotal de renglón				Q 2 402,06
IVA			0,12	Q 288,25
Costo total				Q 2 690,31

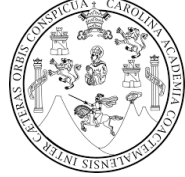
Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	4,01		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Cuneta trapezoidal (espesor de 0,10 mt con concreto de 3,000 PSI)	600,00	ml	Q 260,88	Q 156 527,93
<i>Nota:</i>				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Concretera	0,25	horas	Q 31,25	Q 7,81
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,39	Q 0,39
			Total con IVA	Q 8,20
			Total sin IVA	Q 7,32
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	0,09	Galón	Q 22,00	Q 2,07
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 2,07
			Total sin IVA	Q 1,85
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Cemento UGC 3 000 PSI	0,25	Saco	Q 78,00	Q 19,50
Arena de río	0,07	m3	Q 95,00	Q 6,65
Piedrín 1/2"	0,08	m3	Q 200,00	Q 16,00
Selecto	0,04	m3	Q 70,00	Q 2,80
Clavo con cabeza 2"	0,25	Libra	Q 6,00	Q 1,50
Madera 1" x 12" x 10'	0,50	Unidad	Q 51,00	Q 25,50
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 3,60	Q 3,60
			Total con IVA	Q 75,55
			Total sin IVA	Q 67,46
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Excavación. Nivelación y compactación para cuneta (1 alb, 1 ay	0,10	día	Q 200,00	Q 20,00
Colocación de formaleta (1 ayudantes)	0,07	día	Q 85,00	Q 5,67
Fundición de cuneta (1 alb + 1 ayudantes)	0,10	día	Q 200,00	Q 20,00
Quitado de formaleta (1 ayudante)	0,05	día	Q 85,00	Q 4,25
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 49,92
			Total	Q 91,35
Herramienta			0,05	Q 4,57
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 172,54
Total costo indirecto			0,35	Q 60,39
Subtotal de renglón				Q 232,93
IVA			0,12	Q 27,95
Costo total				Q 260,88

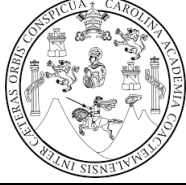
Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	4,02		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Colocación de bordillo prefabricado 0,60 x 0,40 x 0,15 mt	10 000,00	ml	Q 241,10	Q 2 411 021,43
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concreteira	0,16	hora	Q 31,25	Q 5,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,25	Q 0,25
			Total con IVA	Q 5,25
			Total sin IVA	Q 4,69
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,06	Galón	Q 22,00	Q 1,32
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 1,32
			Total sin IVA	Q 1,18
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Cemento UGC 3 000 PSI	0,03	Saco	Q 78,00	Q 1,95
Arena de río	0,00	m3	Q 95,00	Q 0,17
Bordillo prefabricado 0,60 x 0,40 x 0,15 mt	1,67	Unidad	Q 90,00	Q 150,00
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 7,61	Q 7,61
			Total con IVA	Q 159,73
			Total sin IVA	Q 142,62
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Exacavación, nivelado y compactado para bordillo (1 alb 1 ayud)	0,01	día	Q 200,00	Q 2,86
Colocación de bordillo (1 albañil 1 ayudante)	0,01	día	Q 200,00	Q 2,86
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 5,71
			Total	Q 10,46
Herramienta			0,05	Q 0,52
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 159,46
Total costo indirecto			0,35	Q 55,81
Subtotal de renglón				Q 215,27
IVA			0,12	Q 25,83
Costo total				Q 241,10

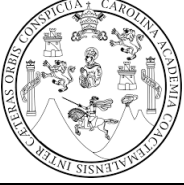
Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	4,03		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Suministro e instalación de adoquin modular de 0,20 x 0,20 para banquetta, color gris. Base de selecto de 0,08 mt de espesor. Resistencia mínima f'c 180 kg/cm2.	10 000,00	m2	Q 287,34	Q 2 873 383,28
<i>Nota:</i>				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	0,00	Galón	Q 22,00	Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Adoquin modular 0,20 x 0,20 mt. color gris f'c 180 kg/cm2	1,00	m2	Q 130,00	Q 130,00
Selecto	0,08	m3	Q 72,00	Q 5,76
Arena de río para cama 3-5 cms	0,05	m3	Q 95,00	Q 4,75
Cemento UGG para concreto de las juntas	0,03	Saco	Q 78,00	Q 2,34
Arena de río para juntas	0,00	m3	Q 95,00	Q 0,20
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 7,15	Q 7,15
			Total con IVA	Q 150,20
			Total sin IVA	Q 134,11
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Nivelación de suelo (1 ayudante)	0,04	día	Q 200,00	Q 8,00
Colocación de selecto (1 alb + 3 ayudantes)	0,01	día	Q 370,00	Q 1,97
Compactación de selecto (1 alb + 7 ayudante)	0,02	día	Q 710,00	Q 14,20
Colocación de cama de arena 3-5 cms (1 ayudante)	0,01	día	Q 85,00	Q 0,94
Relleno de juntas (1 alb + 1 ayudante)	0,02	día	Q 200,00	Q 4,00
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 29,11
			Total	Q 53,27
Herramienta			0,05	Q 2,66
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 190,04
Total costo indirecto			0,35	Q 66,51
Subtotal de renglón				Q 256,55
IVA			0,12	Q 30,79
Costo total				Q 287,34


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	5,01		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro y aplicación de pintura de tráfico termoplástica con microesfera de vidrio para paso de cebra (color blanco, franjas de 0,30 x 0,40 m, espesor mínimo de 2,5 mm)	50,00	Unidad	Q 1 002,29	Q 50 114,38
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Equipo auto pulsado pinta rayas	0,25	día	Q 250,00	Q 62,50
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 3,13	Q 3,13
			Total con IVA	Q 65,63
			Total sin IVA	Q 58,60
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,09	Galón	Q 22,00	Q 2,07
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 2,07
			Total sin IVA	Q 1,85
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Pintura de tráfico color blanca	1,00	Cubeta	Q 400,00	Q 400,00
Disolvente para pintura termo plastica	0,50	Galón	Q 150,00	Q 75,00
Micro esferas DROP ON (saco de 25 KG)	0,20	Saco	Q 300,00	Q 60,00
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 26,75	Q 26,75
			Total con IVA	Q 561,75
			Total sin IVA	Q 501,56
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Mano de obra calificada (1 persona)	0,25	día	Q 125,00	Q 31,25
Mano de obra no calificada (1 persona)	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 52,50
			Total	Q 96,08
Herramienta			0,05	Q 4,80
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 662,89
Total costo indirecto			0,35	Q 232,01
Subtotal de renglón				Q 894,90
IVA			0,12	Q 107,39
Costo total				Q 1 002,29


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	5,02		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Señalización horizontal (dirección de flujo vehicular) con pintura de tráfico termoplástica con microesfera de vidrio (color blanco, espesor mínimo de 2,5 mm)	300,00	Unidad	Q 548,69	Q 164 606,30
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Equipo pulsado pinta rayas	0,25	día	Q 250,00	Q 62,50
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 3,13	Q 3,13
			Total con IVA	Q 65,63
			Total sin IVA	Q 58,60
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,09	Galón	Q 22,00	Q 2,07
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 2,07
			Total sin IVA	Q 1,85
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Pintura de tráfico color blanca	0,20	Cubeta	Q 400,00	Q 80,00
Disolvente para pintura termo plastica	0,50	Galón	Q 150,00	Q 75,00
Micro esferas DROP ON (saco de 25 KG)	0,20	Saco	Q 300,00	Q 60,00
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 10,75	Q 10,75
			Total con IVA	Q 225,75
			Total sin IVA	Q 201,56
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Mano de obra calificada	0,25	día	Q 125,00	Q 31,25
Mano de obra no calificada	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 52,50
			Total	Q 96,08
Herramienta			0,05	Q 4,80
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 362,89
Total costo indirecto			0,35	Q 127,01
Subtotal de renglón				Q 489,90
IVA			0,12	Q 58,79
Costo total				Q 548,69


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	5,03		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Suministro y colocación de señal de tránsito (alto, límites de velocidad, reducción de carril, ampliación de carril, límite de velocidad, vuelta en U, etc)	30,00	Unidad	Q 618,15	Q 18 544,44
<i>Nota:</i>				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,00	Galón	Q 22,00	Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Sub contrato	1,00	Unidad	Q 350,00	Q 350,00
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 17,50	Q 17,50
			Total con IVA	Q 367,50
			Total sin IVA	Q 328,13
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Mano de obra calificada	0,20	día	Q 125,00	Q 25,00
Mano de obra no calificada	0,20	día	Q 85,00	Q 17,00
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 42,00
			Total	Q 76,86
Herramienta			0,05	Q 3,84
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 408,83
Total costo indirecto			0,35	Q 143,09
Subtotal de renglón				Q 551,92
IVA			0,12	Q 66,23
Costo total				Q 618,15


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	5,04		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Construcción de jardineras, suministro y colocación de plantas (arbustos, plantas ornamentales, grama, incluye tierra negra, abono y broza)	1 000,00	m2	Q 353,80	Q 353 798,71
<i>Nota:</i>				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	0,00	Galón	Q 22,00	Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Plantas ornamentales para jardinerización	8,00	unidad	Q 15,00	Q 120,00
Tierra negra	0,25	m3	Q 120,00	Q 30,00
Piedra pomez	0,15	m3	Q 90,00	Q 13,50
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 8,18	Q 8,18
			Total con IVA	Q 171,68
			Total sin IVA	Q 153,29
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Mano de obra calificada	0,20	día	Q 125,00	Q 25,00
Mano de obra no calificada	0,20	día	Q 85,00	Q 17,00
(incluye picado, relleno de tierra negra y colocación de plantas)				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 42,00
			Total	Q 76,86
Herramienta			0,05	Q 3,84
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 233,99
Total costo indirecto			0,35	Q 81,90
Subtotal de renglón				Q 315,89
IVA			0,12	Q 37,91
Costo total				Q 353,80


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	5,05		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Suministro y aplicación de pintura termoplastica color blanca, en líneas laterales continuas de 10 cm de ancho y 2 mm de espesor con microesferas drop on, de vidrio sobre superficie de concreto asfáltico.	20 000,00	ml	Q 36,24	Q 724 879,14
<i>Nota:</i>				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Alquiler de equipo auto pulsado pinta rayas	0,00	día	Q 250,00	Q 0,50
Alquiler de barredora/soplete	0,00	día	Q 250,00	Q 0,50
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,05	Q 0,05
			Total con IVA	Q 1,05
			Total sin IVA	Q 0,94
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	0,00	Galón	Q 22,00	Q 0,02
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 0,02
			Total sin IVA	Q 0,02
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Pintura de tráfico color blanca	0,01	Cubeta	Q 400,00	Q 4,23
Disolvente para pintura termo plastica	0,05	Galón	Q 150,00	Q 7,50
Micro esferas DROP ON (saco de 25 KG)	0,04	Saco	Q 300,00	Q 12,00
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 1,19	Q 1,19
			Total con IVA	Q 24,92
			Total sin IVA	Q 22,25
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Mano de obra calificada (1 persona)	0,00	día	Q 115,00	Q 0,23
Mano de obra no calificada (1 persona)	0,00	día	Q 85,00	Q 0,17
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 0,40
			Total	Q 0,73
Herramienta			0,05	Q 0,04
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 23,97
Total costo indirecto			0,35	Q 8,39
Subtotal de renglón				Q 32,36
IVA			0,12	Q 3,88
Costo total				Q 36,24


Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	5,06		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro y aplicación de pintura termoplastica color amarilla, en linea central continuas de 10 cm de ancho y 2 mm de espesor con microesferas drop on, de vidrio sobre superficie de concreto asfaltica para separar carriles.	10 000,00	Unidad	Q 36,24	Q 362 439,57
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Alquiler de equipo auto pulsado pinta rayas	0,00	día	Q 250,00	Q 0,50
Alquiler de barredora/soplete	0,00	día	Q 250,00	Q 0,50
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,05	Q 0,05
			Total con IVA	Q 1,05
			Total sin IVA	Q 0,94
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,00	Galón	Q 22,00	Q 0,02
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 0,02
			Total sin IVA	Q 0,02
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Pintura de tráfico color blanca	0,01	Cubeta	Q 400,00	Q 4,23
Disolvente para pintura termo plastica	0,05	galon	Q 150,00	Q 7,50
Micro esferas DROP ON (saco de 25 KG)	0,04	Saco	Q 300,00	Q 12,00
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 1,19	Q 1,19
			Total con IVA	Q 24,92
			Total sin IVA	Q 22,25
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Mano de obra calificada (1 persona)	0,00	día	Q 115,00	Q 0,23
Mano de obra no calificada (1 persona)	0,00	día	Q 85,00	Q 0,17
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 0,40
			Total	Q 0,73
Herramienta			0,05	Q 0,04
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 23,97
Total costo indirecto			0,35	Q 8,39
Subtotal de renglón				Q 32,36
IVA			0,12	Q 3,88
Costo total				Q 36,24

Continuación de la tabla XVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	5,07		
Pavimentación de concreto	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Suministro y colocación de vialetas reflectivas de color amarillo, blanco o rojo pegadas con material bituminoso.	10 000,00	Unidad	Q 44,74	Q 447 404,00
<i>Nota:</i>				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q -	Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	0,00	Galón	Q 22,00	Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q -
			Total sin IVA	Q -
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Vialetas reflectivas	1,00	Unidad	Q 25,00	Q 25,00
pegamento epoxico para vialeta	0,01	galón	Q 400,00	Q 5,33
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 1,52	Q 1,52
			Total con IVA	Q 31,85
			Total sin IVA	Q 28,44
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Mano de obra calificada	0,00	día	Q 125,00	Q 0,36
Mano de obra no calificada	0,00	día	Q 85,00	Q 0,24
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 0,60
			Total	Q 1,10
Herramienta			0,05	Q 0,05
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 29,59
Total costo indirecto			0,35	Q 10,36
Subtotal de renglón				Q 39,95
IVA			0,12	Q 4,79
Costo total				Q 44,74

Continuación de la tabla XVIII.

 <p style="text-align: center;">Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)</p> <p style="text-align: center;">Presupuesto de renglones de trabajo de proyecto</p>					
Identificación de proyecto:		Construcción de pavimento de concreto rígido			
Ubicación y localización:		Kilometro 22, Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.			
Nombre del solicitante:		Municipalidad de Villa Nueva		No. Proyecto:	1
Área de construcción:		Área:	Ancho promedio:	FECHA:	septiembre 2016
No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo renglón
1.00 Trabajos preliminares					
1,01	Limpieza preliminar, chapeo y destronque de arboles	Ha	4,96	Q 84 033,63	Q 416 655,53
1,02	Replanteo topográfico	Km	6,00	Q 2 542,14	Q 15 252,86
1,03	Estudio de suelos (Proctor y CBR) a cada 50 metros.	Unidad	90,00	Q 1 701,00	Q 153 090,00
Subtotal					Q 584 998,39
2.00 Movimiento de tierra					
2,01	Excavación no clasificada, relleno	m3	21 411,97	Q 69,07	Q 1 478 978,45
2,02	Excavación no clasificada, desperdicio	m3	16 653,76	Q 42,34	Q 705 159,96
Subtotal					Q 2 184 138,41
3.00 Carretera					
3,01	Conformación de subrasante	m2	47 582,16	Q 17,20	Q 818 628,77
3,02	Conformación de subbase de 0,15 mt (6 pulgadas)	m3	7 137,32	Q 203,08	Q 1 449 453,00
3,03	Construcción de carretera de concreto hidráulico de 0,17 mts de espesor, resistencia f _c = 4 000 PSI.	m3	8 088,97	Q 2 690,31	Q 21 761 829,35
Subtotal					Q 24 029 911,12
4.00 Complemento de carretera					
4,01	Cuneta trapezoidal (espesor de 0,10 mt con concreto de 3,000 PSI)	ml	600,00	Q 260,88	Q 156 527,93
4,02	Colocación de bordillo prefabricado 0,60 x 0,40 x 0,15 mt	ml	10 000,00	Q 241,10	Q 2 411 021,43
4,03	Suministro e instalación de adoquín modular de 0,20 x 0,20 para banquetta, color gris. Base de selecto de 0,08 mt de espesor. Resistencia mínima f _c 180 kg/cm ² .	m2	10 000,00	Q 287,34	Q 2 873 383,28
Subtotal					Q 5 440 932,64
5.00 Señalización de carretera					
5,01	Suministro y aplicación de pintura de tráfico termoplástica con microesfera de vidrio para paso de cebra (color blanco, franjas de 0,30 x 0,40 m, espesor mínimo de 2,5 mm)	m2	50,00	Q 1 002,29	Q 50 114,38
5,02	Señalización horizontal (dirección de flujo vehicular) con pintura de tráfico termoplástica con microesfera de vidrio (color blanco, espesor mínimo de 2,5 mm)	m2	300,00	Q 548,69	Q 164 606,30
5,03	Suministro y colocación de señal de tránsito (alto, límites de velocidad, reducción de carril, ampliación de carril, límite de velocidad, vuelta en U, etc)	Unidad	30,00	Q 618,15	Q 18 544,44
5,04	Construcción de jardineras, suministro y colocación de plantas (arbustos, plantas ornamentales, grama, incluye tierra negra, abono y broza)	m2	1 000,00	Q 353,80	Q 353 798,71
5,05	Suministro y aplicación de pintura termoplástica color blanca, en líneas laterales continuas de 10 cm de ancho y 2 mm de espesor con microesferas drop on, de vidrio sobre superficie de concreto asfáltico.	ml	20 000,00	Q 36,24	Q 724 879,14
5,06	Suministro y aplicación de pintura termoplástica color amarilla, en línea central continuas de 10 cm de ancho y 2 mm de espesor con microesferas drop on, de vidrio sobre superficie de concreto asfáltico para separar carriles.	ml	10 000,00	Q 36,24	Q 362 439,57
5,07	Suministro y colocación de vialitas reflectivas de color amarillo, blanco o rojo pegadas con material bituminoso.	Unidad	10 000,00	Q 44,74	Q 447 404,00
Subtotal					Q 2 121 786,54
Costo estimado del proyecto					Q 34 361 767,10
Presupuesto realizado por: Douglas Jorge René Letona Aldana		En letras: TREINTA Y CUATRO MILLONES TRESCIENTOS SESENTA Y UN MIL SETECIENTOS SESENTA Y SIETE con 10/100			

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. Cronograma pavimentación de concreto

Renglon	Actividad	Mes		1				2				3				4				5				6					
		Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1.01	Limpeza preliminar, chapero, destronque y de arboles																												
1.02	Replanteo topográfico																												
1.03	Estudio de suelos (Proctor y CBR) a cada 50 metros.																												
2.01	Excavación no clasificada, relleno																												
2.02	Excavación no clasificada, desperdicio																												
3.01	Conformación de subrasante																												
3.02	Conformación de subbase de 0,15 mt																												
3.03	Construcción de canchales de concreto hidráulico de 0,17 mts de espesor, resistencia $f_c = 4\ 000$ FSI.																												
4.01	Cunetas tipo trapezoidal (espesor de 0,10 mt con concreto de 3 000 FSI)																												
4.02	Colocación de bordillo prefabricado 0,60 x 0,40 x 0,15 mt																												
4.03	Suministro e instalación de adoquín modular de 0,20 x 0,20 para banquetas, color gris. Base de selecto de 0,08 mt de espesor. Resistencia mínima $f_c = 180$ kg/cm ² .																												
5.01	Suministro y aplicación de pintura de tráfico termoplástica con microsfera de vidrio para paso de cebra (color blanco, franjas de 0,30 x 0,40 m, espesor mínimo de 2,5 mm)																												
5.02	Señalización horizontal (Dirección de flujo vehicular) con pintura de tráfico termoplástica con microsfera de vidrio (color blanco, espesor mínimo de 2,5 mm)																												
5.03	Suministro y colocación de señal de tránsito (ALTO, límites de velocidad, reducción de carril, ampliación de carril, límite de velocidad, vuelta en U, etc)																												
5.04	Construcción de jardineras, suministro y colocación de plantas (arboles, plantas ornamentales, grama, incluye tierra negra, abono y broza)																												
5.05	Suministro y aplicación de pintura termoplástica color blanca, en líneas laterales continuas de 10 cm de ancho y 2 mm de espesor con microsferas DROP ON de vidrio sobre superficie de concreto asfáltico.																												
5.06	Suministro y aplicación de pintura termoplástica color amarilla, en línea central continuas de 10 cm de ancho y 2 mm de espesor con microsferas DROP ON de vidrio sobre superficie de concreto asfáltico para separar carriles.																												
5.07	Suministro y colocación de vialeras reflectivas de color amarillo, blanco o rojo pegadas con material bituminoso.																												

Fuente: elaboración propia.

3. DISEÑO DE DRENAJE SANITARIO Y PLUVIAL PARA LAS COLONIAS PLAN GRANDE, EL PINO Y VILLA SAN JOSÉ, ZONA 10, VILLA NUEVA, GUATEMALA

3.1. Descripción del proyecto

Actualmente la población de las colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, no cuenta con un sistema de drenaje sanitario y pluvial, lo que ha llegado a afectar en gran forma a la población, ya que por no tener un sistema adecuado de evacuación de aguas residuales y pluviales, están causando inundaciones, contaminación y producen enfermedades epidémicas y alérgicas. Por lo tanto, surge el estudio y diseño de drenaje sanitario y pluvial para estas colonias.

El proyecto comprende de líneas centrales principales para la evacuación de aguas pluviales y residuales, teniendo una longitud el alcantarillado sanitario de 3 163,79 metros lineales y el alcantarillado pluvial una longitud de 3 661,00 metros lineales de tubería PVC, Norma ASTM F 949 y AASHTO M-304, de diámetros que van desde 6 hasta 42”, contando con un sistema de 129 pozos de visita entre ambos sistemas, diámetro interno de 1,20 metros y 2,05 metros

3.2. Levantamiento topográfico

Es importante realizar uno que sea de primer orden para tener la mayor precisión del terreno, sobre el cual se realizará el diseño del proyecto.

3.2.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos efectuados en el campo para tomar los datos geométricos necesarios basados en un norte para su orientación y así proyectar una figura en un plano horizontal.

El levantamiento topográfico planímetro se realizó con poligonales abiertas, se utilizó el método de conservación de Azimut. Entre estación y estación se dejaron marcas de trompos en la línea central y estacas a un lado de las mismas, en las cuales se marcó el kilometraje.

Para el trabajo de planimetría y señalización de campo se utilizó el siguiente equipaje:

- Estación total
- Trípode
- Trompos
- Estacas
- Pintura

3.2.2. Altimetría

Son los trabajos necesarios para representar sobre el plano vertical la tercera dimensión sobre el terreno, definiendo las diferencias de nivel existentes entre los puntos de un terreno o construcción. Estos datos se obtuvieron por medio de la estación total. En el caso de drenaje sanitario es necesario ver las alturas de nivel de la línea central como las de las casas a servir. Se utilizó el mismo método empleado en el proyecto de pavimentación de concreto.

3.2.3. Trazo de la red

El trazo de la red se realizó en el centro de todo el distribuidor vial, calles y avenidas, tratando de que la línea de la red sanitaria y pluvial trabaje a la pendiente del terreno natural, ubicando los pozos de visita en su mayoría en las intersecciones de calles y avenidas, como en los cambios de pendientes bruscos y no a distancias mayores de 100 metros.

3.3. Localización del punto de descarga

Para la localización de la descarga se ubicó un cuerpo receptor el cual estará después del proceso de tratamiento del agua residual, en este caso va a ser el barranco donde se realizó un relleno de tierra que se encuentra a pocos metros del lugar.

3.3.1. Tipos de descarga de drenajes

Debido a la pendiente del barranco donde se realizará la descarga sanitaria y pluvial, se debe diseñar un sistema combinado de canal de gradas escalonadas y pantallas deflectoras (CPD) y un estanque receptor tipo I, debido a la cantidad de agua pluvial que recibirá.

3.4. Calculo en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario

Se tomaron los parámetros de Infom para realizar el diseño ya que es el que se utiliza en los municipios del país. Estos cálculos se realizaron en una hoja electrónica de Excel para tener mayor exactitud en los resultados.

3.4.1. Período de diseño

Es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable, este período varía de acuerdo con la cobertura considerada en el diseño de servicio sanitario, en el crecimiento poblacional y en la capacidad de administración, operación y mantenimiento que puedan tener tanto, los habitantes como la municipalidad para que el servicio básico se mantenga en funcionamiento.

Por lo general el período de diseño es un criterio que adopta el diseñador según sea la conveniencia del proyecto y se da un margen de 2 años adicionales por motivos de gestión para obtener el financiamiento y para la construcción del mismo.

En este proyecto se tomó como período de diseño 20 años con 2 años adicionales de gestión para su realización, dando un total de 22 años como período de diseño final.

3.4.2. Población de diseño

El estudio de la población se efectúa con el objetivo de estimar la población que tributará los caudales sanitarios, al sistema de drenaje al final del período de diseño. Dicha población se puede calcular utilizando alguno de los métodos conocidos. Para el caso de las colonias mencionadas con anterioridad se optó por el método geométrico, debido a que es el más exacto. A continuación se presenta el cálculo realizado por método geométrico:

Ecuación de crecimiento geométrico

$$Pf = Pa(1 + r)^n$$

Donde

Pf = población futura

Pa = población actual

R = tasa de crecimiento

N = período de diseño

La información con la que se cuenta en el proyecto es la siguiente:

Población actual = 3 036 habitantes

Tasa de crecimiento = 2,5 %

Período de diseño = 22 años

$$Pf = 3\,036(1 + 0,025)^{22}$$

$$Pf = 5\,226,69 \text{ habitantes}$$

3.4.3. Número de viviendas para diseño

El diseño depende de la cantidad de viviendas que existen actualmente y en el futuro, esto se debe a que se utilizarán los parámetros dados por el Instituto de Fomento Municipal, Infom.

3.4.4. Caudal domiciliar

Es el volumen de aguas servidas que se evacua de cada una de las viviendas, este caudal debe calcularse con base al número de viviendas en el futuro, expresado en litros por segundo.

$$Qd = 0,45(N - 1)^{0,5}$$

Donde

Qd = caudal sanitario doméstico

N = número de casas

3.4.5. Caudal comercial

Este es un caudal que es producido por las industrias pequeñas, locales comerciales y negocios, que se encuentran en la localidad en donde se esté realizando el diseño de un sistema de alcantarillado. Para este trabajo no se cuenta con caudal comercial.

3.4.6. Caudal de infiltración

Es considerado como la cantidad de agua que se infiltra o penetra a través de las paredes de la tubería, depende de la permeabilidad de la tubería, la transmisibilidad del suelo, la longitud de la tubería y de la profundidad a la que se coloca la tubería. Pero como depende de muchos factores externos, se calcula en función de la longitud de la tubería y del tiempo, generalmente se expresa en litros por día.

Para este caso por ser tubería de PVC no existe caudal de infiltración, dada las propiedades del material.

3.4.7. Caudal conexiones ilícitas

Es el caudal producido por las viviendas que conectan las aguas pluviales al alcantarillado sanitario. Para el diseño se puede estimar que un porcentaje de las viviendas de una localidad pueden hacer conexiones ilícitas.

$$Q_{ilicito} = 0,10 * Q_{domiciliar}$$

3.4.8. Caudal de diseño

Es el caudal con el que se diseñará cada tramo del sistema sanitario y será igual a la suma del caudal domiciliar y el caudal ilícito.

Es importante mencionar que el flujo se encauzará y circulará dentro de las tuberías al construirse el sistema con la población actual, será menor al que existirá en el sistema cuando se le incorporen futuras conexiones domiciliarias y otros caudales.

En este estudio el caudal de diseño futuro será el caudal de diseño crítico, el cual se estima que sucederá al final del período de diseño con la velocidad y el tirante de agua, para cada tramo. Se realizó también una verificación para el caudal actual, para evitar taponamientos por pequeños flujos.

3.5. Propuesta de tratamiento de aguas residuales

El objetivo del tratamiento es la remoción de características indeseables de las agua residuales a un nivel igual o menor que el determinado en el grado de tratamiento, para cumplir con los requisitos de calidad del cuerpo receptor. Con relación al tratamiento de lodos el objetivo es mejorar la calidad antes de

su disposición final. Para la reutilización de las aguas residuales, los requisitos de calidad están dados por tipo de tratamiento a usarse. Es requisito fundamental antes de proceder al diseño preliminar o definitivo de una planta de tratamiento de aguas residuales, haber realizado el estudio del cuerpo receptor y determinar el grado de tratamiento.

El análisis y diseño de unidades para reducir o eliminar constituyentes presentes en aguas residuales, involucra la consideración de los factores que afectarán el dimensionamiento, el de desempeño y la confiabilidad de estas instalaciones de tratamiento. Las etapas iniciales de un proyecto, comenzando con la planeación de instalaciones y continuando a través de las fases de diseño conceptual y preliminar, se consideran por ser factor crítico en el éxito del proceso final de análisis y diseño.

Durante estas fases se determinan los parámetros y cargas de diseño, se lleva a cabo la selección de los procesos, se desarrollan, refinan y establecen los criterios de diseño, se examinan los puntos relacionados con la evaluación de riesgos y confiabilidad del proceso, y se distribuyen físicamente los elementos de la planta de tratamiento a construir. Al terminar el diseño preliminar, el proyecto queda definido en su totalidad, de tal manera que la elaboración de los planos de construcción y las especificaciones técnicas se harán con mayor rapidez.

Los aspectos típicos y más importantes en la mayoría de los procesos de diseño de las plantas de tratamiento son:

- Origen de las aguas residuales y sus caudales.
- Concentración de constituyentes de las aguas residuales.

- Variaciones en el caudal y en la concentración de constituyentes de las aguas residuales.
- Análisis estadístico de caudales, cargas contaminantes y concentración de constituyentes.
- Elección de parámetros para el diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Elección de parámetros para el diseño de sistemas de tratamientos de efluentes de tanques sépticos.
- Evolución de riesgos
- Consideraciones sobre la confiabilidad en la elección y diseño de procesos de tratamientos de aguas residuales
- Criterios para el diseño de procesos

3.5.1. Propuesta de tratamiento

Según lo analizado y estudiado para las descargas 1 y 2, se ve que la mejor opción es la implementación de un tanque Imhoff, consiste en un tanque de dos pisos en el cual la sedimentación tiene lugar en el compartimiento superior y la digestión y acumulación de lodos en compartimiento inferior. Los tanques Imhoff se utilizan como unidad de tratamiento de aguas residuales, provenientes de zonas en que cuenten con un alcantarillado por gravedad o sistemas de recolección por bombas trituradoras. Debido a que no requieren personal muy calificado por su sencilla operación y no cuentan con unidades mecánicas que requieran mantenimiento, se hace un sistema bastante fácil de operar para la comunidad en donde se realice su instalación.

Su operación consta de la remoción de espuma en su evacuación por el orificio más cercano y en la inversión del flujo dos veces al mes para distribuir

los sólidos de manera uniforme en los dos extremos del digestor, de acuerdo con el diseño y retirarlos periódicamente al lecho del secado.

Los tanques Imhoff convencionales son rectangulares o circulares no cuentan con calentamiento, los tanques circulares se usan para caudales no muy grandes, la remoción de sólidos sedimentables y la digestión anaerobia de estos sólidos es similar a la que ocurre en un tanque séptico.

Para el diseño de la planta de tratamiento de tanque Imhoff se recurrirá a un ingeniero sanitario.

Para las descargas 3 y 4 se utilizarán biodigestores autolimpiables Rotoplas con capacidad de 3 000 y 7 000 litros respectivamente. Esto debido a que el caudal de agua residual es poco en esas descargas y no es rentable construir una planta de tratamiento.

3.5.2. Biodigestor autolimpiable Rotoplas

El biodigestor autolimpiable Rotoplas es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica.

El agua tratada es infiltrada hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración o pozo de absorción, según el tipo de terreno y zona.

Estos biodigestores están fabricados con material polietileno 100 % virgen y son de color negro.

Tabla XX. **Pesos de biodigestores**

Capacidad (litros)	Peso (Kg)
3	143
7	185

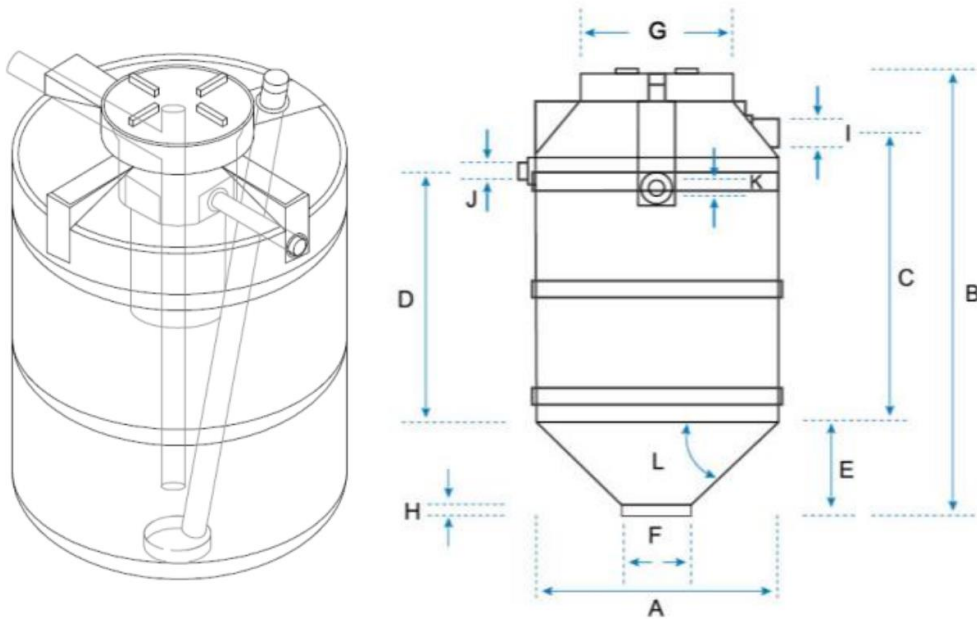
Fuente: Rotoplas. *Ficha técnica biodigestor autolimpiable*. p. 7.

Tabla XXI. **Especificaciones técnicas**

Medidas	3 000 lts	7 000 lts
A	1,45 mt	2,36 mt
B	2,67 mt	2,65 mt
C	1,75 mt	1,36 mt
D	1,54 mt	1,25 mt
E	0,72 mt	1,10 mt
F	0,20 mt	0,26 mt
G	0,55 mt	0,55 mt
H	---	0,08 mt
I	4"	4"
J	2"	2"
K	2"	2"
L	45°	45°
M	0,89 mt	0,89 mt
N	0,318 mt	0,318 mt

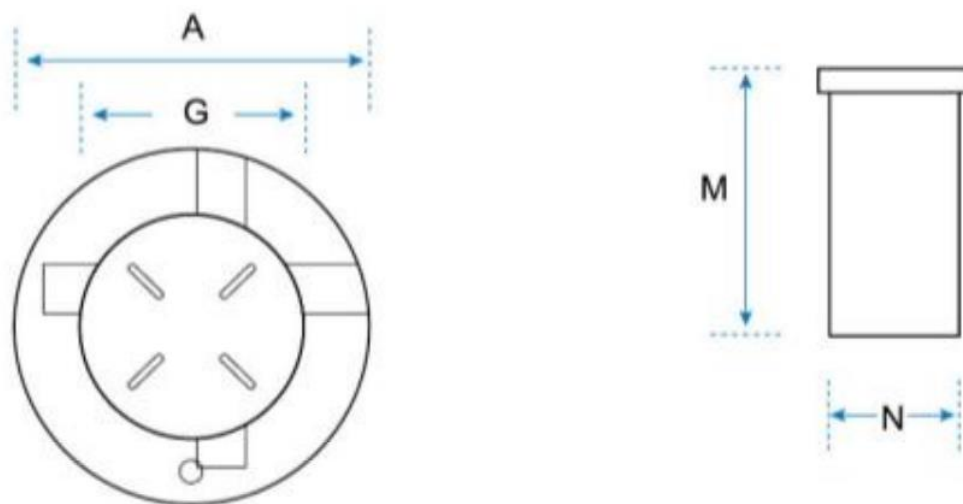
Fuente: Rotoplas. *Ficha técnica biodigestor autolimpiable*. p. 7.

Figura 11. Elevación biodigestor autolimpiable Rotoplas



Fuente: Rotoplas. *Ficha técnica biodigestor autolimpiable*. p. 8.

Figura 12. Planta de biodigestor autolimpiable Rotoplas



Fuente: Rotoplas. *Ficha técnica biodigestor autolimpiable*. p. 9.

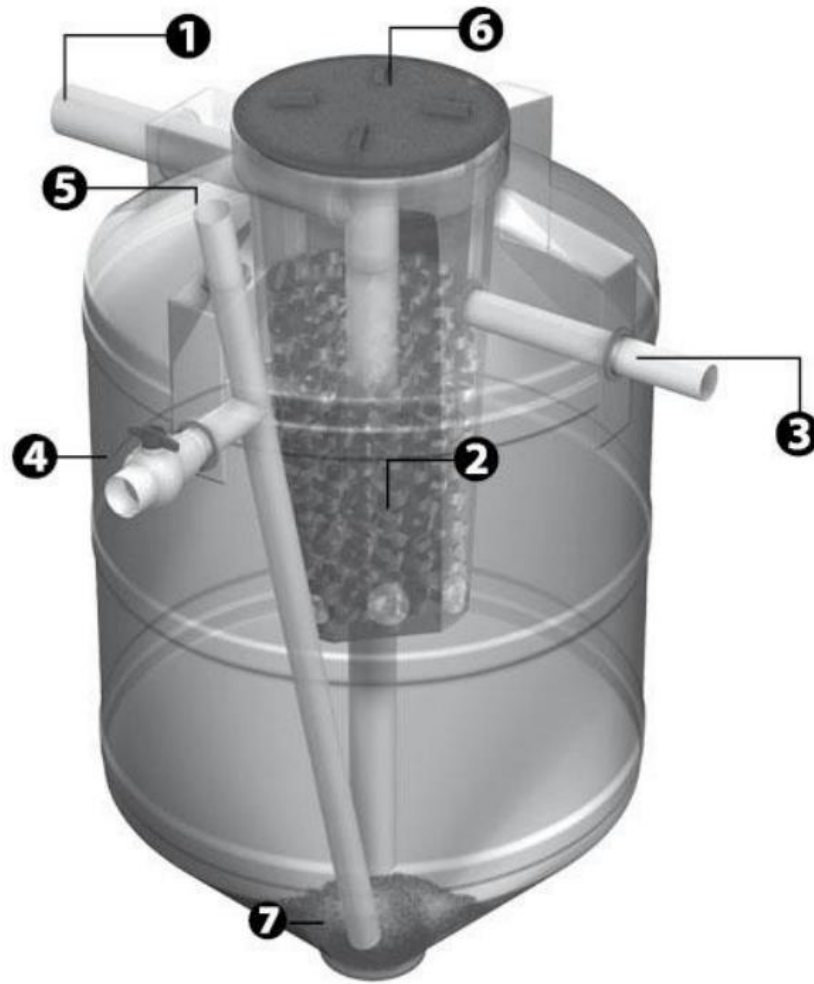
3.5.2.1. Componentes

- Tubería PVC de 4" para entrada de agua
- Filtro biológico con aros de plástico (pets)
- Tubería PVC de 2" para salida de agua tratada al campo de infiltración pozo de absorción.
- Tubería PVC de 2" de acceso para limpieza y desobstrucción
- Válvula esférica para extracción de lodos
- Tapa click de 18" para cierre hermético
- Base cónica para acumulación de lodos

3.5.2.2. Funcionamiento

El agua residual doméstica entra por el tubo número 1 hasta el fondo del biodigestor, donde las bacterias empiezan la descomposición, luego sube y pasa por el filtro número 2, donde la materia orgánica que asciende es atrapada por las bacterias fijadas en los aros de plástico del filtro. El agua tratada sale por el tubo número 3, hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración o pozo de absorción.

Figura 13. Componentes del biodigestor autolimpiable Rotoplas



Fuente: Rotoplas. *Ficha técnica biodigestor autolimpiable*. p. 10.

3.6. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

Siguiendo todos los pasos anteriores se obtuvo en la tabla XXII, donde se presenta el diseño completo del presente proyecto; pero antes se mencionan los parámetros en que se basó dicha tabla obtenida.

Tabla XXII. **Parámetros de diseño utilizados 1**

Parámetros utilizados	
Período de diseño	22 años
Habitantes/vivienda	6
Tasa de crecimiento	0,025
Coefficiente de rugosidad	0,01

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta el ejemplo del diseño de la red de alcantarillado sanitario, desde el tramo 1 al 2.

- Pozo de visita: (PV) = 1 – 2
- Longitud: = 60 mts

Cotas de terreno:

- Cota inicial (PV-1) = 112,510
- Cota final (PV-2) = 114,210

- Pendiente de terreno (S)

$$S_{\text{terreno}} = \frac{(Cota\ inicial - cota\ final)}{Longitud\ tramo} * 100$$

$$S_{\text{terreno}} = \frac{(112,510 - 114,210)}{60,00} * 100$$

$$S_{\text{terreno}} = -2,83 \%$$

- Viviendas por tramo:

$$Viviendas = \frac{60\ mts}{7,5\ mt/vivienda} = 8\ viviendas$$

- Viviendas acumuladas

Viviendas acumuladas

= *núm. viviendas tramo actual*

+ *núm. viviendas tramo anterior*

$$Viviendas\ acumuladas = 8\ viviendas + 0\ viviendas = 8\ viviendas$$

- Número de habitantes

$$Población\ actual = \text{núm. viviendas acumuladas} * 6\ hab/vivienda$$

$$\text{núm. habitantes} = 8\ viviendas * \frac{6\ hab}{vivienda} = 48\ habitantes$$

- Número de habitantes futuro

$$Población\ futura = Población\ actual * (1 + tasa\ de\ crecimiento)^{\text{período de diseño}}$$

$$Población\ futura = 48\ hab * (1 + 0,025)^{22} = 77\ habitantes$$

- Número de conexiones futuras

$$\#Conexiones\ futuras = \frac{población\ futura}{6} =$$

$$\# \text{Conexiones futuras} = \frac{77}{6} = 13 \text{ conexiones}$$

- Caudal doméstico (lts/seg)

$$Q_{\text{doméstico}} = 0,45(\text{núm. conexiones} - 1)^{0,5}$$

$$Q_{\text{doméstico}} = 0,45(13 - 1)^{0,5} = 1,55 \text{ lts/seg}$$

- Caudal ilícito

$$Q_{\text{ilícito}} = Q_{\text{doméstico}} * 0,1$$

$$Q_{\text{ilícito}} = 1,55 * 0,1 = 0,16 \text{ lts/seg}$$

- Caudal de diseño (m3/s)

$$Q_{\text{diseño}} = \frac{Q_{\text{doméstico}} + Q_{\text{ilícito}}}{1\ 000}$$

$$Q_{\text{diseño}} = \frac{1,55 + 0,16}{1\ 000} = 0,0017 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- Caudal de diseño a sección llena

$$V = \frac{0,003429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0,003429 * 6^{\frac{2}{3}} * 1,25^{\frac{1}{2}}}{0,01} = 1,27 \text{ m/s}$$

$$\text{Area} = 0,0005067 * (\phi'')^2$$

$$\text{Area} = 0,0005067 * (6'')^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal} = V * A$$

$$\text{Caudal a sección llena} = 1,27 \frac{m}{s} * 0,02 m^2 = 23,09 \text{ lts/seg}$$

- Relación q/Q

$$\text{Relación } \frac{q}{Q} = \frac{\text{Caudal de diseño} * 1000}{\text{Caudal a sección llena}}$$

$$\text{Relación } \frac{q}{Q} = \frac{0,0017 * 1000}{23,07} = 0,07$$

Las relaciones d/D y v/V están dadas en función de q/Q, por lo que estas hay que buscarlas en la tabla de relaciones hidráulicas. Por lo tanto:

$$d/D = 0,18$$

$$v/V = 0,59$$

- Velocidad de diseño

$$\text{Velocidad de diseño} = \text{vel. sección llena} * \left(\frac{v}{V}\right)$$

$$\text{Velocidad de diseño} = 23,09 \frac{m}{s} * (0,59) = 0,74 \text{ m/s}$$

La velocidad de diseño se encuentra entre 0,60 m/s y 3,00 m/s, por lo tanto, cumple con la velocidad de diseño normada para el buen funcionamiento del tramo diseñado.

- Cotas invert

$$CI_{s1} = C_T - HP_1$$

$$CI_{s1} = 112,510 - 2,00 = 110,510$$

- $CI_{E2} = 110,510 - \left(\frac{1,25 \% * 58,80}{100}\right) = 109,78$

3.7. Cálculo en el diseño del sistema de alcantarillado pluvial

Para realizar el cálculo de este diseño se utilizó el método racional, y así mismo ecuaciones y parámetros obtenidos del Insivumeh. Estos cálculos se realizaron por medio de una hoja electrónica de Excel para obtener una mayor precisión en los resultados.

3.7.1. Método racional

Se asume que el caudal máximo para un punto dado alcanza cuando el área tributaria está contribuyendo con su escorrentía superficial, durante un período de precipitación máxima (diseño), debe prolongarse durante un período igual o mayor que el que necesita la gota de agua más lejana para llegar hasta el punto considerado (tiempo de concentración).

Para la utilización de este método se hace necesario el empleo de suficientes datos de precipitación, es el mejor de los métodos, ya que da resultados de más confianza.

3.7.2. Caudal de diseño

Para la determinación del caudal pluvial se usará el método racional; cuya ecuación general es la siguiente:

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

Donde

Q = caudal de escorrentía, en metros cúbicos por segundo

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia, en milímetros por hora

A = área de la cuenca en hectáreas

3.7.3. Área tributaria

Área total que contribuye a que la precipitación escurra superficialmente sobre el suelo, desde la divisoria de aguas hasta el punto en estudio, es decir, que contribuye a formar la escorrentía, se toma en hectáreas.

3.7.4. Período de retorno

Es el tiempo con el que se diseña, se puede dar una tormenta de máxima intensidad. Este período puede ser de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.

3.7.5. Tiempo de concentración de la cuenca

El tiempo de concentración es el tiempo en minutos que tarda una gota de agua en escurrir, desde el punto más lejano de la cuenca hasta el punto en estudio. En tramos iniciales, el tiempo de concentración será de 12 minutos. Cuando varios ramales lleguen a un punto se tomará el tiempo de concentración mayor.

En los siguientes tramos el tiempo de concentración se estima por la siguiente ecuación:

$$T_c = T_1 + \frac{L}{60 * V_1}$$

Donde

Tc = tiempo de concentración hasta el tramo considerado

T1 = tiempo de concentración hasta el tramo anterior

L = longitud del tramo anterior

V1 = velocidad a sección llena en el tramo anterior

3.7.6. Intensidad de Lluvia

La intensidad de lluvia es el espesor de la capa de agua llovida durante cierta cantidad de tiempo, suponiendo que toda el agua permanece en su sitio.

Se determinó de acuerdo a las curvas de intensidad de lluvia del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), basado en la estación pluviométrica más cercana al proyecto, la cual es la de zona 13.

La ecuación para obtener la intensidad de lluvia es:

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

Donde

I = intensidad de lluvia en milímetros por hora

A, B y n = parámetros de ajusta obtenidos mediante regresión no lineal

Para este proyecto se analizó un período de retorno de 20 años, por lo tanto la ecuación queda de esta manera:

$$I = \frac{720}{(Tc + 2)^{0,637}}$$

3.7.7. Coeficiente de escorrentía

Mucha del agua de lluvia que cae sobre el suelo se evapora, o infiltra, el coeficiente de escorrentía mide el porcentaje del volumen precipitado que circula sobre la superficie analizada. Es diferente para cada tipo de suelo, a mayor impermeabilidad, mayor será este coeficiente, el cual se calcula así:

$$C = \frac{\Sigma(c * a)}{\Sigma a}$$

3.8. Diseño de la red de alcantarillado pluvial

Siguiendo todos los pasos anteriores se obtuvo la tabla XXIII, donde se presenta el diseño completo del presente proyecto; pero antes se mencionan los parámetros en que se basaron para la realización de dicha tabla.

Tabla XXIII. **Parámetros de diseño utilizados 2**

Parámetros utilizados	
Período de diseño	22 años
A	720
B	2
n	0,01
C	0,5
Coeficiente de rugosidad	0,01

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta el ejemplo del diseño de la red de alcantarillado pluvial, desde el tramo 1 al 2.

Pozo de visita: (PV)	=	1 – 2
Longitud:	=	57,00 mt
Cotas de terreno:		
Cota inicial (PV-1)	=	112,530
Cota final (PV-2)	=	114,160

- Pendiente del terreno

$$S \% = \frac{\text{Cota final} - \text{Cota inicial}}{\text{Longitud del tramo}} * 100$$
$$S \% = \frac{112,530 - 114,160}{57,000} * 100 = -2,86 \%$$

- Área tributaria

$$\text{Área tributaria (Ha)} = \frac{35,00 * \text{Longitud}}{10\ 000}$$
$$\text{Área tributaria (Ha)} = \frac{35,00 * 57,00}{10\ 000} = 0,20 \text{ Ha}$$

- Intensidad de lluvia

$$I = \frac{A}{(Tc + B)^n}$$
$$I = \frac{720}{(12,00 + 2)^{0,637}} = 134,04 \text{ mm/hr}$$

- Caudal de diseño

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

$$Q = \frac{0,50 * 134,04 * 0,20}{360} = 0,037 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Caudal de diseño a sección llena

$$V = \frac{0,003429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}{n}$$

$$V = \frac{0,003429 * 615^{\frac{2}{3}} * 1,00^{\frac{1}{2}}}{0,01} = 2,09 \text{ m/s}$$

$$\text{Área} = 0,0005067 * (\phi")^2$$

$$\text{Área} = 0,0005067 * (15")^2 = 0,11 \text{ m}^2$$

$$\text{Caudal} = V * A$$

$$\text{Caudal a sección llena} = 2,09 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,11 \text{ m}^2 = 237,77 \text{ lts/seg}$$

- Relación q/Q

$$\text{Relación } \frac{q}{Q} = \frac{\text{Caudal de diseño} * 1000}{\text{Caudal a sección llena}}$$

$$\text{Relación } \frac{q}{Q} = \frac{0,0371 * 1000}{237,77} = 0,16$$

Las relaciones d/D y v/V están dadas en función de q/Q , por lo que estas hay que buscarlas en la tabla de relaciones hidráulicas, por lo tanto:

$$d/D = 0,27$$

$$v/V = 0,73$$

- Velocidad de diseño:

$$\text{Velocidad de diseño} = \text{Vel. sección llena} * \left(\frac{v}{V}\right)$$

$$\text{Velocidad de diseño} = 2,09 \frac{m}{s} * (0,73) = 1,52 \text{ m/s}$$

La velocidad de diseño se encuentra entre 0,60 m/s y 3,00 m/s, por lo tanto cumple con la velocidad de diseño normada para el buen funcionamiento del tramo diseñado.

- Cotas invert

$$CI_{s1} = C_T - HP_1$$

$$CI_{s1} = 112,530 - 2,00 = 110,530$$

$$CI_{E2} = 110,510 - \left(\frac{1,00 \% * 55,80}{100}\right) = 109,97$$

3.9. Parámetros hidráulicos para alcantarillado sanitario y pluvial

Se debe tener en cuenta parámetros mínimos desde el diseño preliminar bajo consideración del flujo uniforme, para obtener un sistema que permita una adecuada autolimpieza y comportamiento.

3.9.1. Diseño de secciones y pendientes

La pendiente del terreno está dada por la diferencia de alturas del terreno dividida entre la distancia del tramo, multiplicado por 100, así:

$$S \% = \frac{Cota\ final - Cota\ inicial}{Longitud\ del\ tramo} * 100$$

3.9.2. Velocidad del flujo a sección llena

La velocidad del flujo a sección llena se calculó con la ecuación de Manning, la cual es:

$$V = \frac{0,003429 * D^{\frac{2}{3}} * S^{1/2}}{n}$$

Donde

V = velocidad del flujo a sección llena

D = diámetro de la sección circular

S = pendiente de la gradiente hidráulica

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Se utilizará n = 0,010 porque se trabajará con tubería PVC.

3.9.3. Velocidades mínimas y máximas

Se debe de diseñar de acuerdo al sistema de alcantarillado que se vaya a construir y que cumpla con las siguientes velocidades:

- Alcantarillado sanitario

Velocidad mínima: 0,60 m/s Velocidad máxima: 3,00 m/s

- Alcantarillado pluvial

Velocidad mínima: 0,60 m/s Velocidad máxima: 5,00 m/s

La velocidad máxima del alcantarillado pluvial es mayor debido a que solo va a trabajar en época lluviosa, mientras que en el drenaje sanitario el flujo será constante y si es mayor de 3,00 m/s, puede causar efectos abrasivos en la tubería.

3.9.4. Relación de diámetros y caudales

La relación q/Q deberá ser menor o igual a 0,75, la relación d/D debe ser mayor o igual a 0,10 y menor o igual a 0,75 para alcantarillado sanitario. Por lo general cuando la velocidad de diseño chequea, no es necesario que la relación d/D cheque al cien por ciento, porque la misma fuerza que ejerce la velocidad de diseño hace que los desechos dentro de la tubería circulen sin ningún problema.

3.9.5. Cotas invert

Es la distancia entre el nivel de la rasante del suelo y del diámetro interno de la parte inferior de la tubería, tomando en cuenta que la cota invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería.

Se debe tomar en cuenta para el cálculo de las cotas invert de salida de un pozo, se coloca al menos tres centímetros más baja que la cota invert de llegada de la tubería más baja. Cuando a un pozo de visita llegan varias tuberías de distintos diámetros y sale una de igual diámetro al mayor de las que llega, la cota invert de salida estará a 3 centímetros debajo de la de entrada, si la tubería que sale es de diámetro mayor, la cota invert de salida será la diferencia de los diámetros con la tubería de mayor diámetro que llega al pozo de visita.

El diámetro mínimo de tubería que ha de utilizarse para el diseño de alcantarillados sanitarios utilizando tubería de cemento, es de 8 pulgadas; para tuberías de PVC, el diámetro mínimo es de 6 pulgadas. En alcantarillado pluvial el diámetro mínimo es de 10" en tuberías de cemento y 8" en PVC. Se utilizan estos diámetros debido a requerimientos de limpieza, flujo y para evitar obstrucciones.

Las cotas invert de entrada y salida se calculan de la siguiente forma:

$$CI_{S1} = C_T - HP_1$$
$$CI_{E2} = CI_{S1} - \left(\frac{S \% tubo * DH}{100} \right)$$
$$CI_{S2} = CI_{E2} - 0,03m$$

Donde

CI_{S1} = cota invert de salida del pozo de visita 1

C_T = cota del terreno

HP_1 = altura de pozo de visita 1

CI_{E2} = cota invert de entrada del pozo de visita 2

CI_{S2} = cota invert de salida del pozo de visita 2

$S\%$ = pendiente del tubo

DH = distancia horizontal entre pozos

3.9.6. Pozos de visita

Los pozos de visita siempre son necesarios en el lugar donde se intersectan dos o más tuberías, así como, en lugares donde hay cambio de dirección en la línea central del drenaje sanitario. Son parte de los accesorios de un alcantarillado y son empleados como medios de inspección y limpieza.

Según las normas para construcción de alcantarillados, se recomienda colocar pozos de visita en los siguientes casos:

- En toda intercepción de tuberías
- Al comienzo de cada línea de red de drenaje
- En cambios de dirección de la línea central del alcantarillado
- En líneas de conducción rectas, a distancias no mayores a 100 metros
- En cambios de pendiente
- En cambios de diámetros

Se diseñaron 75 pozos para el alcantarillado pluvial y 54 para el alcantarillado sanitario.

3.9.7. Profundidades mínimas de la tubería

La profundidad mínima adoptada fue de 1,40 metros para tubería de 6" y de 2,50 metros para tubería de 48" por debajo de la rasante de la calle hasta la parte superior de la tubería, es decir, que todavía se le sumará el diámetro de la tubería para saber la altura de la zanja, esto con el fin de evitar que la tubería se rompa por el tránsito vehicular u otra carga viva o de impacto que se pueda presentar.

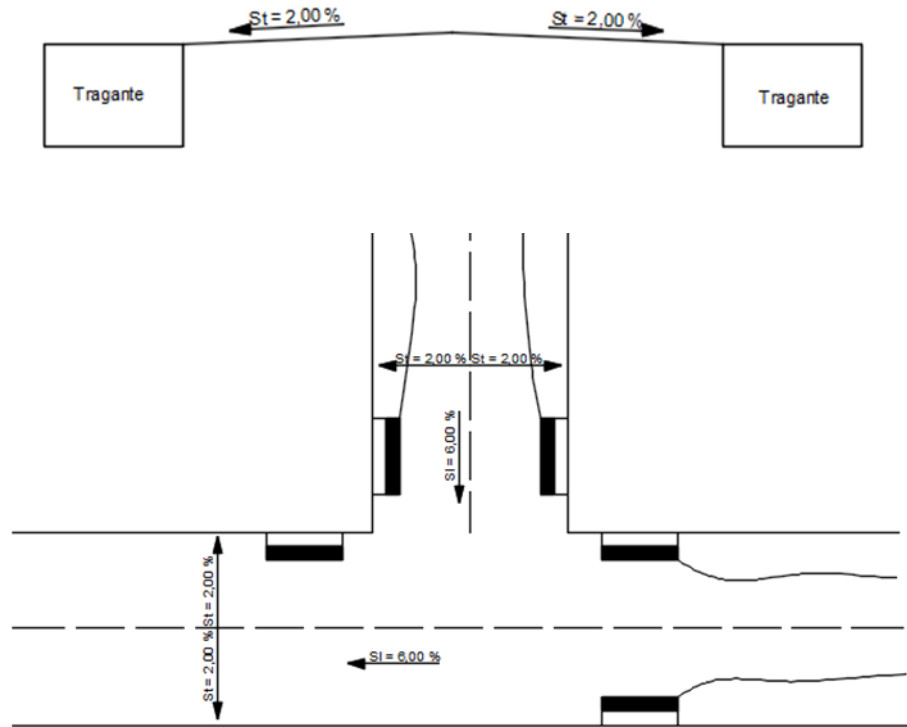
3.10. Tragantes

Pueden ser ubicados en los siguientes casos:

- 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 superior a 0,10 metros.
- Únicamente en aquellas calles que cuenten con pavimento, que hayan recibido o que vayan a recibir algún tipo de tratamiento para estabilizar su superficie.
- Únicamente cuando las calles cuenten con bordillo o que se conozcan las cotas definitivas de la rasante.

Se colocaron 203 tragantes para el diseño de alcantarillado pluvial.

Figura 14. **Planta de posición de tragantes**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Cálculo hidráulico

Datos

Ancho total de calle	7,00 m
Rugosidad de carretera	0,015 m
Pendiente longitudinal	0,06
Pendiente transversal	0,02
Depresión de ventana	0,01 m
Largo de ventana	1,50 m

- Caudal máximo de cuneta

$$T = \frac{\text{ancho} - 3,50}{2}$$

$$T = \frac{7,00 - 3,50}{2} = 1,75 \text{ m}$$

$$Y = T * \left(\frac{1}{Z}\right)$$

$$Y = 1,75 * 0,02 = 0,035 \text{ m}$$

$$Q_c = 0,375 * \left(\frac{Z}{n}\right) * Y^{\frac{8}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_c = 0,375 * \left(\frac{1}{0,015}\right) * \left(\frac{1}{0,02}\right) * 0,035^{\frac{8}{3}} * 0,015^{\frac{1}{2}} = 0,0201 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Dimensionamiento de la ventana

Utilizando depresión de 0,01 m

$$\frac{Q}{L} = \frac{0,39}{Y} \left((Y + a)^{\frac{5}{2}} - (a)^{\frac{5}{2}} \right)$$

$$\frac{Q}{L} = \frac{0,39}{0,035} \left(((0,035 + 0,01)^{\frac{5}{2}} - (0,01)^{\frac{5}{2}}) \right) = 0,00468 \text{ m/m}$$

$$L = \frac{Qc}{\left(\frac{Q}{L}\right)}$$

$$L = \frac{0,0201}{0,00468} = 4,29 \text{ m}$$

$$\frac{L}{Lo} = 0,349$$

$$\frac{a}{Y} = 0,286$$

$$Q = Qa * Qc$$

$$Q = 0,01139$$

Cada tragante trabajará con una eficiencia de 35 %, para una calle con ancho de 7 metros, por lo tanto, se colocarán dos tragantes al final de cada calle, así la eficiencia aumentará al 70 %.

El diseño de los tragantes para este proyecto se realizó de acuerdo a los tragantes de ventana del libro de texto *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado* de Ricardo Alfredo López Cualla, 2ª edición.

3.11. Pozos de absorción

Es un hoyo excavado en el suelo relleno con piedras, facilita la infiltración del agua en el suelo. Se emplea para evacuar las aguas grises (aguas procedentes de lavados, duchas y de actividades domésticas como cocinar, fregar, lavar la ropa) o las aguas de lluvia cuando no existen cunetas, canales o redes para desaguarlas. No debe emplearse para aguas residuales

(aguas grises + aguas negras procedentes de letrinas o servicios) porque contaminarían directamente la capa freática.

El conducto es cerrado en toda la capa impermeable del suelo (por lo menos 50 cm). Más allá está dotado de grandes agujeros que dispersan el agua en el suelo permeable. El conducto se rellena con piedras de 40 a 80 mm de diámetro. El tubo que lleva el agua al pozo de absorción, la vierte en su centro en una placa que permite dispersarla uniformemente. Todo esto sirve para que el agua no caiga por la pared y no salga por un solo agujero del conducto, lo que saturaría localmente el suelo y no permitiría una correcta infiltración del agua.

3.11.1. Precauciones

- El pozo de absorción debe ubicarse a una distancia de por lo menos 30 metros de cualquier pozo de agua y a una distancia igual a por lo menos su profundidad de cualquier edificio.
- El pozo de absorción debe estar bastante lejos de cualquier árbol o planta para que ninguna raíz pueda alcanzarlo.
- El suelo debe ser bastante permeable a poca profundidad.
- No debe excavar en caso de nivel freático alto.

3.11.2. Ventajas

- Permite evitar que un terreno se sature de agua en la superficie.
- Permite evitar la formación de aguas estancadas que favorecen la proliferación de mosquitos.
- En ciertos casos, este método puede ser más sencillo y barato que llevar el agua hasta una cuneta o una red de alcantarillado.

- Fácil de construir y mantener a nivel local.
- Ocupa poco espacio.

3.11.3. Desventajas

- Si el agua evacuada está contaminada o muy sucia, la capa freática (que tiene que ser muy baja) y el suelo estarán directamente contaminados.
- El pozo de absorción no tiene capacidad de depuración. Por lo tanto su eficacia de tratamiento es baja.

3.12. Estructuras de disipación de energía

Son estructuras conformadas por canales de rápidas lisas que incluyen en su desarrollo longitudinal un escalón u otro elemento disipador de la energía cinética del flujo, prescindiendo en la mayoría de los casos del empleo de estructuras disipadoras en el pie de la estructura.

3.12.1. Escalonadas

Son canales con gradas o escalones donde se conduce el agua, se va disipando la energía cinética del flujo por impacto con los escalones, llegando el agua al pie de la rápida con energía disipada, por lo que no se hace necesaria alguna estructura adicional o dado el caso, una estructura pequeña.

Primero se debe definir el régimen preferencial del flujo para el caudal de diseño, en cuanto a si este sería saltante (se caracteriza por una sucesión de chorros en caída libre que chocan en el siguiente escalón, seguidos por un resalto hidráulico parcial o totalmente desarrollado) o rasante (en él, el agua fluye sobre los escalones como una corriente estable rasando

sobre ellos y amortiguándose por el fluido recirculante atrapado entre los escalones), teniendo en cuenta que la disipación de la energía en el régimen saltante se produce en cada escalón, al romperse el chorro en el aire, al mezclarse en el escalón o por la formación de resaltos hidráulicos; y en el régimen rasante, se produce en la formación de vórtices en las gradas, debido a que las gradas actúan como una macro rugosidad en el canal.

Para el diseño de rápidas escalonadas se recomiendan:

- Estimar el caudal de diseño.
- Evaluar la geometría del canal (pendiente, altura y ancho).
- Seleccionar la altura óptima del escalón, para obtener el régimen de flujo seleccionado.
- Calcular las características hidráulicas del flujo.
- Calcular el contenido de aire disuelto aguas debajo de la estructura. En los regímenes de flujo saltante se debe airear el salto en su caída libre de un escalón a otro.
- Diseñar la cresta de la rápida.
- Calcular la altura de las paredes del canal considerando un borde libre, para recoger las posibles salpicaduras o aumentos de caudal no previstos.

Figura 15. **Canal de rápidas escalonadas**



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 48.

Si se desea disipar mayor energía se puede adicionar elementos para este propósito como bloques de cemento o salientes en la grada (que bloquean el flujo), rápidas escalonadas con tapas (que interceptan los chorros de agua o rápidas escalonadas con vertedero y pantalla).

3.12.2. Canal de pantallas deflectoras (CPD)

Es un canal de sección rectangular y fondo liso que incluye pantallas deflectoras alternas colocadas a 45° con el eje del canal, las cuales cumplen el

papel de elementos disipadores de energía y pestañas longitudinales sobre los bordes de ambas paredes del canal que impiden que la estructura rebose.

Las pantallas deflectoras desvían el flujo lateralmente disminuyendo la velocidad en el caso de que el caudal sea pequeño, es decir, que no rebose la altura de las pantallas y si el caudal es grande actúan como grandes rugosidades, permitiendo la disipación de energía en el fondo del canal.

Figura 16. **Canal pantallas deflectoras**



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 73.

El CPD es aplicable al caso de conducciones a lo largo de pendientes pronunciadas (entre el 10 % y el 50 %), que evita velocidades exageradas y entrega el flujo con energía disipada, sea cual fuere la longitud del canal y la diferencia de nivel entre sus extremos.

Las principales características del CPD son:

- Capacidad prácticamente constante para el rango de pendientes entre el 10 y 50 %.
- Adaptabilidad a las sinuosidades de los perfiles, sin necesidad de variar la sección.
- Economía notable en la excavación como consecuencia de la característica anterior.
- Baja velocidad en relación con la del canal sin pantallas y dentro de los límites tolerables para el concreto.
- Disipación de energía dentro del canal, sin requerir estructuras disipadoras especiales a la entrada o a la salida.
- Autolimpieza, ya que no hay zonas de estancamiento en donde pueda presentarse sedimentación.
- Facilidad y sencillez en la formaletería.

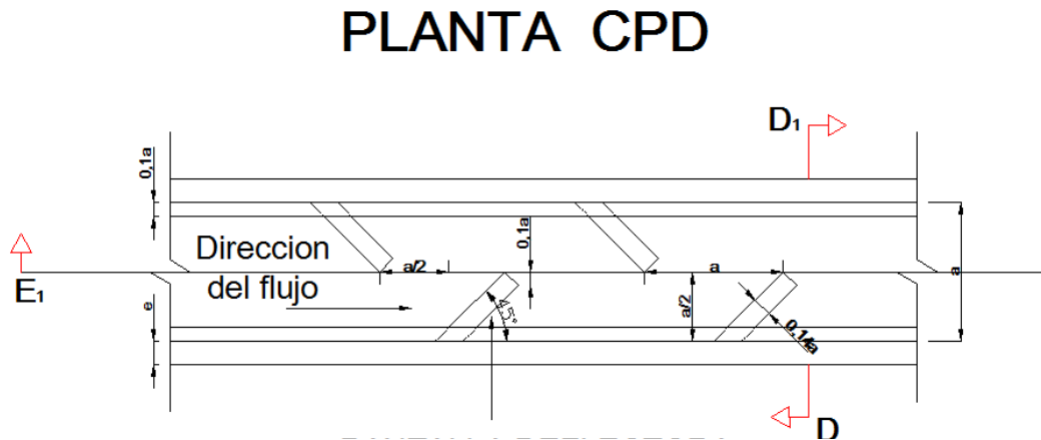
3.12.2.1. Diseño de un canal de pantallas deflectoras (CPD)

Cuando el sistema vertimiento requiera en razón de las pendientes que se manejan, (entre el 10 y el 50 %) diseñar únicamente un canal de pantallas deflectoras, los criterios de diseño que se utilizarían serían los siguientes:

- La sección se debe diseñar para el tramo de mayor pendiente que presente el perfil longitudinal del canal y esa misma servirá para pendientes menores.
- La velocidad de entrada al canal no debe ser mayor que la que tendría dentro de él en una pendiente del 50 %.

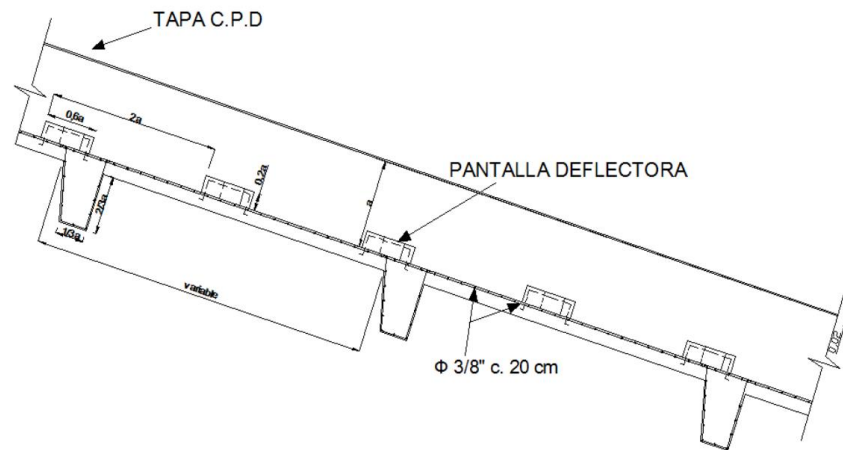
- La entrega del canal puede consistir en aletas y enrocada prescindiendo de la estructura de disipación de energía, si el último tramo del canal es de pendiente moderada.
- Deben de calcularse curvas horizontales y verticales evitando así quiebre en su trayecto que puede producir desborde y erosión en la estructura.
- La entrega de tributarios al canal, como tuberías, cunetas, entre otros, debe efectuarse en el punto medio entre dos pantallas consecutivas del mismo lado y a altura mayor que la de las pantallas, sin interrumpir la pestaña superior del canal.

Figura 17. **Planta de canal pantallas deflectoras (CPD)**



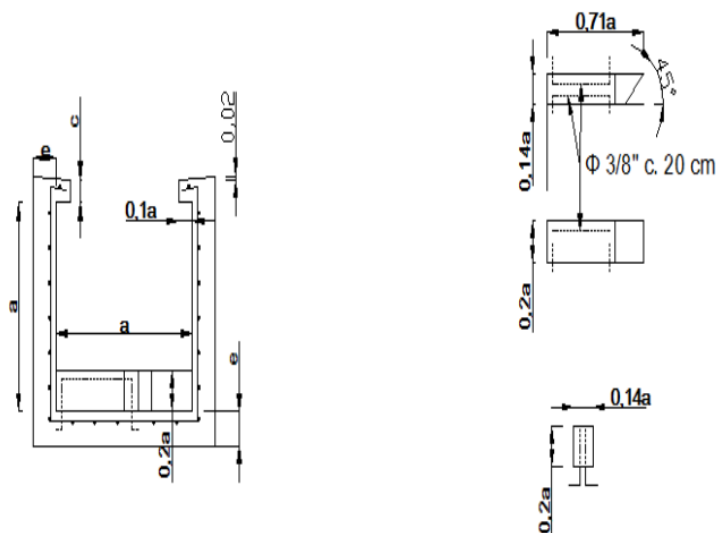
Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 80.

Figura 18. Perfil de canal pantallas deflectoras (CPD)



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica.* p. 80.

Figura 19. Esquema geométrico y refuerzo estructural sugerido



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica.* p. 81.

Tabla XXIV. **Espesores de canal pantallas deflectoras (CPD)**

a (mt)	e (cm)	c (cm)
$a \leq 0,75$	12	10
$0,75 \leq a < 0,95$	15	10
$a > 0,95$	20	13

Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 81.

3.12.2.2. Metodología de un canal de pantallas deflectoras

- Obtener el valor del ancho del canal a partir del cual se define el resto de las dimensiones del mismo, en función de su pendiente media y el caudal de diseño.

$$a = 0,905 * Q^{0,4}$$

Donde

a = ancho de CRTD

Q = caudal de diseño

- Obtener el valor de velocidad promedio del agua en el CPD, en función de su pendiente media y el caudal de diseño, a partir de las siguientes relaciones:

Para pendientes del 10 %

$$V = 4,890 * Q^{0,2}$$

Para pendientes del 50 %

$$V = 5,328 * Q^{0,2}$$

Donde

V = velocidad promedio en el CPD

Q = caudal de diseño del CPD

Tabla XXV. **Velocidades máximas permitidas en CPD**

Material	Velocidad máxima (m/s)
Ladrillo común	3,00
Ladrillo vitrificado	5,00
Arcilla vitrificada (gris)	4,00
Concreto 175 Kg/cm ²	6,00
Concreto 210 Kg/cm ²	10,00
Concreto 280 Kg/cm ²	15,00
Concreto 350 Kg/cm ²	20,00

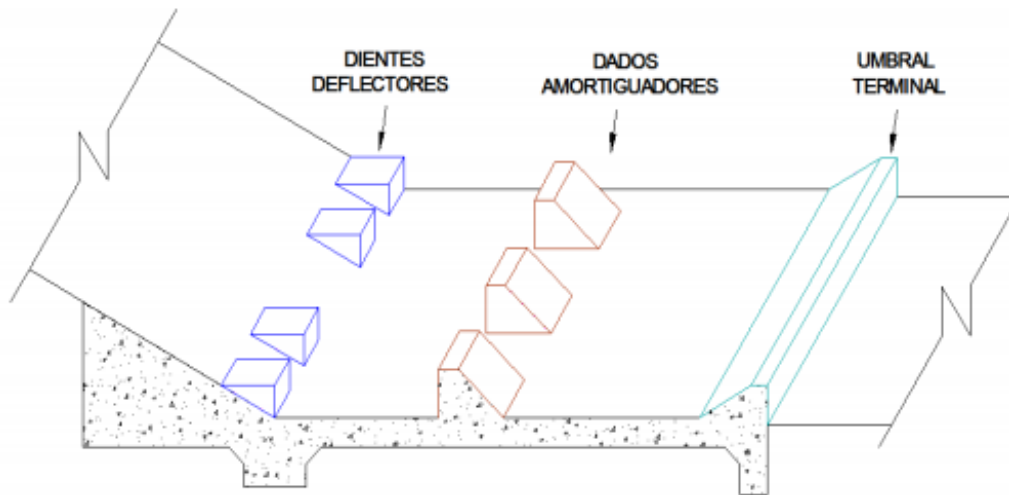
Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 82.

Se tomó una velocidad máxima de 10 m/s por lo que se podrá utilizar concreto con una resistencia de 210 Kg/cm² o bien 3 000 PSI.

3.13. Estanques amortiguadores

La disipación de energía a través de un estanque amortiguador se realiza igual que en un pozo amortiguador, por medio de la ocurrencia de un salto hidráulico con la diferencia, que en el estanque se utilizan distintos accesorios que tienen como propósito incrementar por un lado la disipación de energía y contribuir con la estabilidad del flujo que abandona dicho estanque.

Figura 20. **Esquema general de estanque amortiguador**

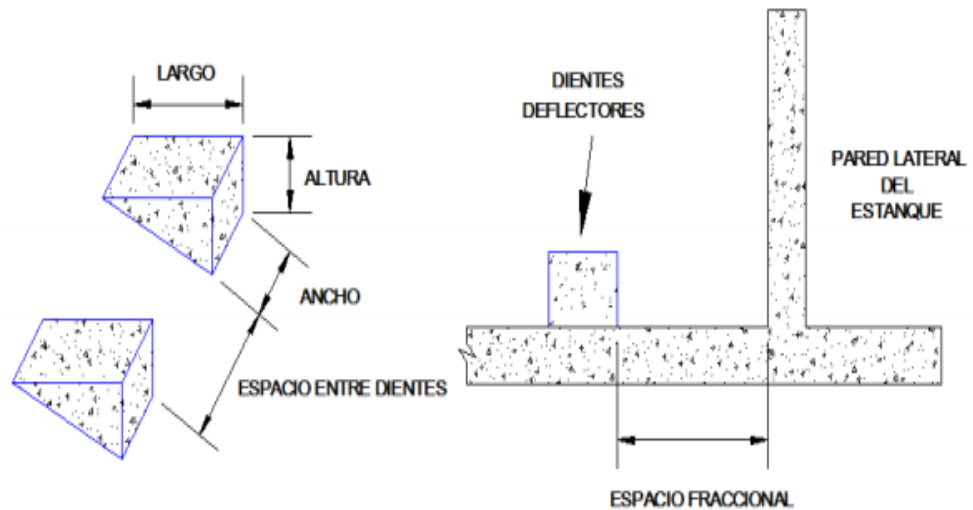


Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 100.

3.13.1. **Dientes deflectores**

Son elementos que se ubican a la entrada del estanque para fragmentar el chorro e incrementar la profundidad del flujo que entra a dicha estructura. Además se puede señalar, que su presencia contribuye a crear la turbulencia requerida en la disipación de la energía y con esto se puede obtener longitudes de estanques más cortas.

Figura 21. **Detalle de dientes deflectores**



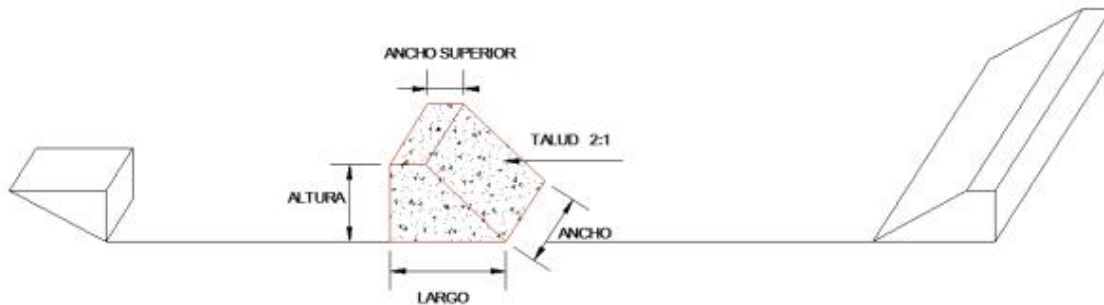
Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 101.

3.13.2. **Dados amortiguadores**

Son instalados en los estanques con el propósito de estabilizar la formación del resalto hidráulico y aumentar la turbulencia del flujo, con lo cual se logra una mejor disipación. Cuando circulan caudales pequeños en la estructura los dados ayudan a compensar las deficiencias del tirante aguas abajo, mientras que para caudales grandes ayudan a reflejar el flujo alejado del lecho del río.

Los dados con demasiada altura producen cascada y si es muy baja resulta una superficie rugosa, con esto ya no estaría cumpliendo con su objetivo.

Figura 22. **Detalle de dados amortiguadores**

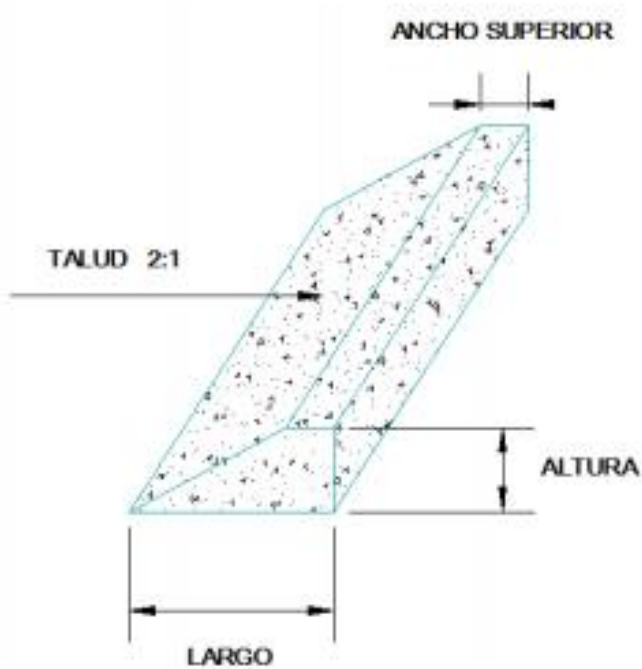


Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 102.

3.13.3. **Umbral terminal**

Son aquellos que se construyen al final del estanca con el propósito de controlar la erosión que se producirá en el lecho del río. Algunas pruebas confirman que en este elemento incrementa la eficiencia del estanca pues este reduce la erosión del cauce aguas abajo.

Figura 23. Detalle de umbral terminal



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 102.

El uso general de un estanque amortiguador se hace efectivo cuando el número de Froude a la entrada del mismo es mayor que 4,5 ($Fr > 4,5$), y solo en casos especiales, cuando no sea posible cambiar las dimensiones del estanque para que de esa forma lograr cambiar el Froude de entrada, se acepta su uso para valores de $2,5 \leq Fr1 \leq 4,5$.

En el diseño hidráulico el principal objetivo de un estanque amortiguador es la determinación del ancho y elevación del estanque para poder formar un resalto hidráulico estable y esto se obtiene cuando el nivel del agua de la altura conjugada es igual a la del tirante aguas abajo.

De acuerdo con la clasificación U.S. *Bureau of Reclamation* los estanques se pueden clasificar en:

- Tipo I: estanque con pendientes pronunciadas.
- Tipo II: pequeños estanques amortiguadores para estructuras de canal, pequeñas estructuras de salida y vertederos menores.
- Tipo III: estanques amortiguadores para vertederos de presas grandes y de tierra con canales extensos.

3.13.3.1. Metodología de un estanque amortiguador

- Cálculo de tirante contraído (Y_1)

$$V_1 = \frac{q}{Y_1}$$

$$Y_1 = \frac{q}{V_1}$$

Donde

V_1 = *velocidad de entrada al estanque*

Y_1 = *tirante contraído*

q = *caudal unitario*

- Cálculo del número de Froude a la entrada del estanque Fr_1

$$Fr_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g * Y_1}}$$

Calculando el número de Froude se analiza el tipo de salto que se va a dar en el estanque, para saber el tipo de estanque que se va a diseñar:

Si $2,5 \leq Fr_1 \leq 4,5$ = salto oscilante, se diseña estanque tipo I.

Si $Fr_1 > 4,5$ = salto estable:

$V_1 < 15,00$ m/s, se diseña estanque tipo II

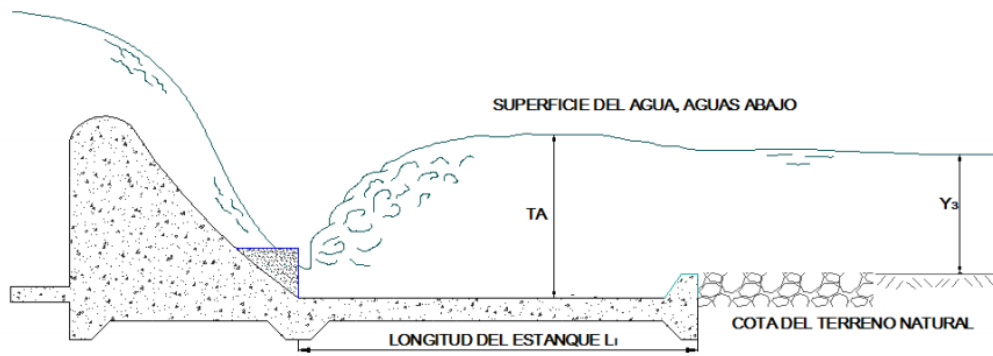
$V_1 > 15,00$ m/s, se diseña estanque tipo III

Nota: para el presente proyecto utilizaremos el estanque tipo I, por lo que no profundizaremos en el estanque tipo II y III.

3.13.3.2. Diseño estanque tipo I ($2,5 \leq Fr_1 \leq 4,5$)

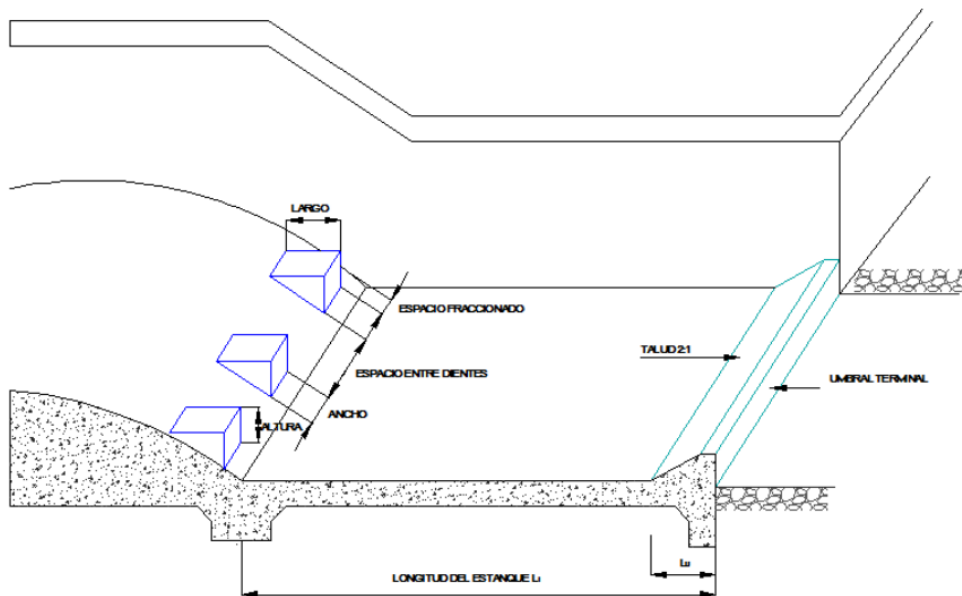
En este estanque amortiguador se produce un resalto oscilante el cual genera una onda que es difícil de atenuar. Este estanque se diseña para combatir el problema eliminando la onda en su fuente, esto se lleva a cabo intensificando el remolino, que aparece en la parte superior del resalto utilizando grandes bloques en la rápida.

Figura 24. Perfil de esquema de estanque tipo I



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica.* p. 106.

Figura 25. Isométrico de estanque tipo I



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica.* p. 106.

3.13.3.2.1. Metodología de estanque tipo I

- Calcular el valor del tirante de agua en el estanque (TA)

$$TA = Y_1 * (1,539 * Fr_1 - 0,471)$$

- Cálculo del tirante conjugado (Y_2)

$$\frac{Y_2}{Y_1} = 0,5 * (\sqrt{8 * Fr_1 + 1} - 1)$$

- Cálculo de la longitud del estanque amortiguador tipo I (L_1)

$$L_1 = Y_2 * (1,5 + 1,768 * Fr_1 - 0,471 * Fr_1^2)$$

- Calcular el número de dientes (n)

$$n = \frac{(b + 2,5 * Y_1)}{3,5 * Y_1}$$

Cálculo de las dimensiones de los dientes deflectores para estanque tipo I

- Cálculo de la altura (H)

$$H = 2,0 * Y_1$$

- Cálculo del ancho (a)

$$a = Y_1$$

- Cálculo del largo (L)

$$L = 2,0 * Y_1$$

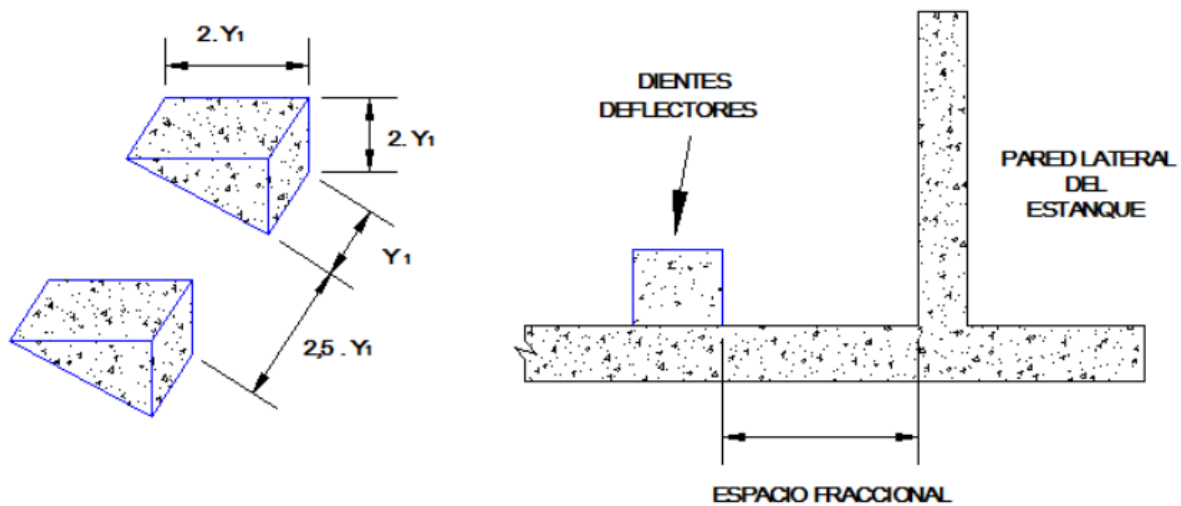
- Cálculo del espacio entre dientes (e)

$$e = 2,5 * Y_1$$

- Cálculo del espacio fraccional (ef)

$$ef = \frac{((b - (3,5 * Y_1 * n - 2,5 * Y_1))}{2}$$

Figura 26. **Isométrico y elevación de dientes deflectores**



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 107.

Cálculo del dimensionamiento del umbral terminal

- Ancho de espesor superior de umbral (e)

$$e = 0,04 * Y_2$$

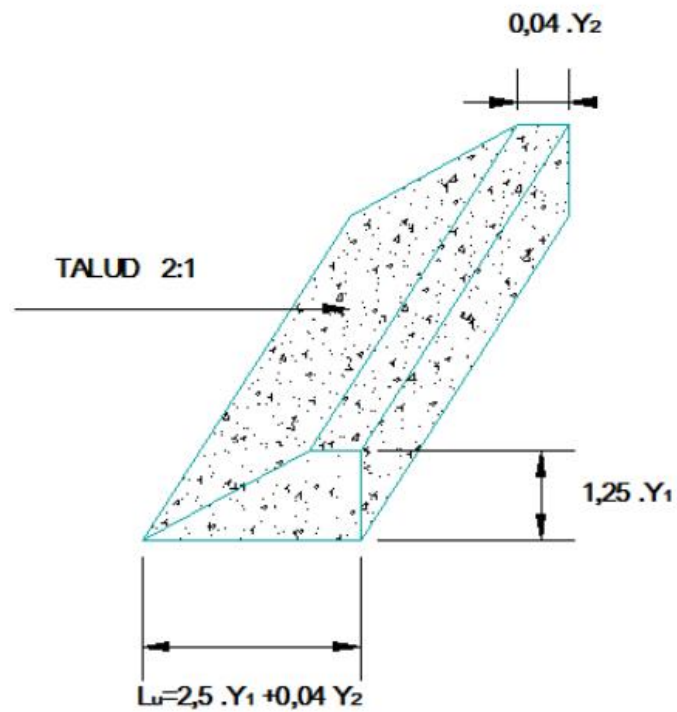
- Altura de umbral (H)

$$H = 1,25 * Y_1$$

- Longitud de umbral (L)

$$L_u = 2,5 * Y_1 + 0,04Y$$

Figura 27. Isométrico de umbral



Fuente: VILLARIN PAREDES, Sorayda Carolina. *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. p. 108.

3.14. Consideraciones de operación y mantenimiento del alcantarillado sanitario y pluvial

Las tuberías Novafort y Novaloc se fabrican en un tamaño estándar de 6,00 metros. La tubería Novafort se fabrica con un extremo espiga y una campana. El extremo espiga se provee con un empaque instalado en fábrica, el cual debe estar protegido con una cinta adhesiva durante el manejo y transporte, la cual no deberá removerse sino hasta la instalación de la tubería.

3.14.1. Transporte

Si los tubos se transportan en camiones o plataformas, deben ser colocados sobre superficies planas, libres de clavos o tornillos salientes para evitar daños. Es recomendable que la primera cama de tubos se apoye sobre piezas de madera espaciadas a no más de 1,50 m. En la figura 28 se muestra la manera correcta de transportar la tubería, así como condiciones que deben evitarse.

Figura 28. Transporte de tubería PVC



Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 14.

La altura de la estiba durante el transporte no debe exceder 2,50 m. Sin embargo, con el objeto de aprovechar al máximo la capacidad del transporte se pueden introducir los tubos unos dentro de otros (telescopiar), cuando sus diámetros lo permitan. En el caso de Novafort se deben dejar libres las campanas, alternando campana y espiga, para evitar deformaciones innecesarias que impidan el normal ensamble del sistema durante su instalación.

Si además, de la tubería se transportan otros materiales o equipo pesado, nunca deberá de colocarse encima de los tubos. Cuando la tubería y accesorios se transporten largas distancias, en condiciones de alta temperatura ambiente, deben protegerse dejando un espacio que permita la circulación de aire entre la cubierta y los materiales, para evitar deformaciones ocasionadas por el peso de la tubería misma y la temperatura.

Figura 29. **Cantidad estimada de tubos que se pueden transportar por camión**

Diámetro nominal		Cantidad aproximada de tubos de 6 m. por camión	
mm	plg	camión de 6m	camión de 12 m
100	4	550	1 100
150	6	240	480
200	8	130	260
250	10	60	120
300	12	45	90
375	15	30	60
450	18	18	36
525	21	16	32
600	24	12	24
675	27	9	18
750	30	8	16
825	33	6	12
900	36	6	12
975	39	4	8
1 000	42	4	8
1 200	48	3	6
1 350*	54	2	4
1 500*	60	2	4

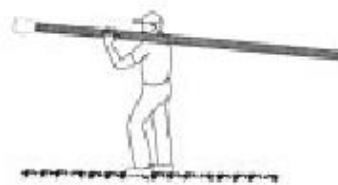
*Longitud de 4 metros

Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial.* p. 25.

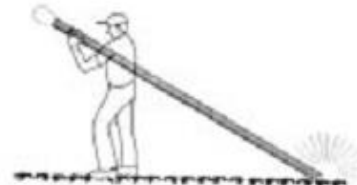
Durante la carga y descarga de los tubos y accesorios estos no deben de ser lanzados al suelo, ni ser sometidos a pesos excesivos o golpes.

Cuando por condiciones especiales la carga o descarga se efectúa con medios mecánicos, se deben utilizar elementos que no dañen los tubos, tales como fajas de lona, cintas de *nylon* o similares. Evitar el uso de cadenas o cables de acero.

Figura 30. **Manera correcta de cargar tubos de diámetro pequeño y grande**



Correcto



Incorrecto

Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 26.

3.14.2. Almacenamiento en la obra

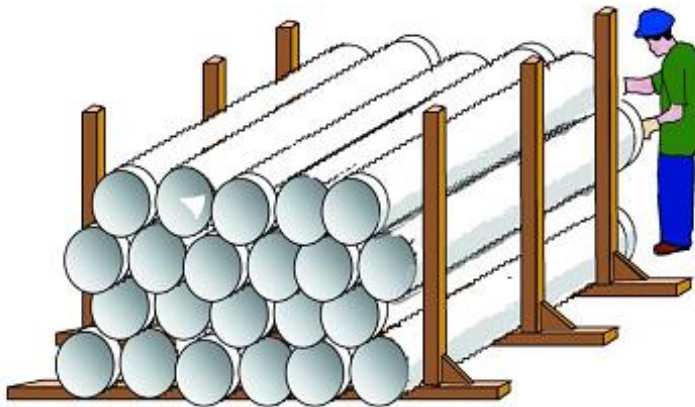
El lugar de almacenamiento debe situarse lo más cerca posible de la obra. La superficie de apoyo de los tubos debe estar nivelada, plana y libre de piedras, apoyando la primera cama de tubos sobre piezas de madera de 38 x 75 mm (1 1/2" x 3") espaciadas a 1,5 m (5 pies) como máximo.

Las estibas de tubos no deben tener una altura mayor de 2,0 m (6,5 pies) y se deben dejar libres las campanas, alternando campana y espiga, en el caso del Novafort para evitar deformaciones en las mismas.

Cuando se dispone de poco espacio, la forma más adecuada para almacenar tubería es la conocida como camas paralelas, como se muestra en la figura 31.

Figura 31. **Almacenamiento de tubos tipo camas paralelas**

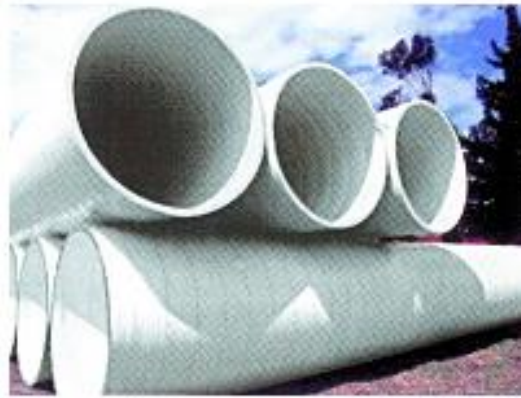
3



Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 26.

Otras posibilidades para almacenar los tubos se obtienen mediante el empleo de camas perpendiculares, (figura 32) para cuando se dispone de suficiente espacio; o la estiba piramidal (figura 33), muy práctica cuando la cantidad de tubos es poca.

Figura 32. **Almacenamiento de tubos tipo cama perpendicular**



Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 27.

Figura 33. **Almacenamiento de tubos tipo cama piramidal**

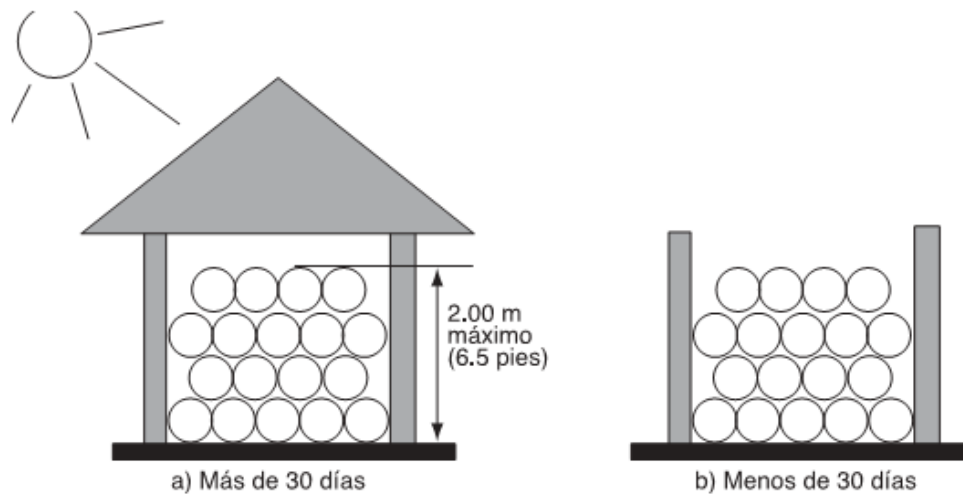


Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 27.

Si el almacenamiento de la tubería se hace a la intemperie, no debe exponérsela al sol por más de treinta días. Para plazos mayores de almacenamiento debe proveerse protección y ventilación adecuada.

Los materiales no deben cubrirse directamente con lonas o polietileno, provoca un aumento de temperatura que puede causar deformaciones; por eso, de la misma forma que durante el transporte, se requiere que exista una buena ventilación entre el techado y los tubos, tal como se muestra en la figura 34.

Figura 34. **Días que puede permanecer bajo el sol la tubería**



Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 27.

Para el almacenamiento de las conexiones deben seguirse las mismas recomendaciones que para el almacenamiento de la tubería, con la diferencia de que no deben, bajo ninguna circunstancia, almacenarse a la intemperie.

3.14.3. Inspección de materiales

En el caso de Novafort los tubos y las conexiones inyectadas se entregan rotulados, para facilitar su identificación y verificar el diámetro nominal, el nombre del fabricante y norma de fabricación.

Se deben inspeccionar los lotes de tubos, accesorios y verificar que todos los tubos tengan colocado y protegido el empaque en su extremo espiga. En caso de que se entreguen los empaques por separado, verificar que se reciba la cantidad correspondiente.

Para Novaloc se debe inspeccionar los lotes de tubos, accesorios y verificar que todos los tubos tengan colocado el anillo o empaque en cada uno de sus extremos, el cual por ningún motivo debe removerse.

La inspección debe practicarse preferiblemente después de la descarga de los materiales y antes de su instalación.

3.14.4. Instalación

La zanja debe ser lo suficientemente amplia para permitir un acomodo correcto de la tubería y del material de relleno para garantizar un adecuado soporte lateral.

Debe tomarse en cuenta que una zanja angosta hace difícil el ensamble y la correcta instalación de la tubería; además, la poca amplitud limita la adecuada compactación del material alrededor de la tubería. En la tabla XXVI se presentan los anchos mínimos de zanja recomendados para suelos estables.

Tabla XXVI. **Ancho de zanja para tubería PVC**

Diámetro nominal		Ancho de zanja	
mm	plg	mt	plg
100	4	0,50	20
150	6	0,55	22
200	8	0,62	24
250	10	0,67	26
300	12	0,75	28
375	15	0,80	32
450	18	0,90	36
525	21	1,00	40
600	24	1,10	44
675	27	1,16	46
750	30	1,25	48
825	33	1,35	50
900	36	1,45	54
975	39	1,55	60
1000	42	1,55	60
1200	48	1,80	66
1 350*	54	2,00	72
1 500*	60	2,20	78

Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 28.

El producto de la excavación deberá colocarse a un costado de la zanja, a una distancia no menor que 60 cm del borde y la altura del montículo no mayor de 1,25 m, para evitar que la carga produzca derrumbes en la zanja. Como regla general, no deben excavar las zanjas con mucha anticipación a la colocación de la tubería.

Si el trabajo de excavación se realiza en época lluviosa, se debe tapar el material excavado de la zanja, y que posea características idóneas para ser utilizado como relleno, con un plástico para evitar una saturación de humedad.

La profundidad mínima de la zanja podrá variar según las circunstancias, se recomienda un recubrimiento de 0,80 m sobre la corona del tubo en lugares con tráfico vehicular, y 0,50 m en el caso de que no exista tráfico. Es posible instalar Novafort y Novaloc a profundidades menores, siempre y cuando se tomen las previsiones necesarias. Consulte en esos casos al departamento técnico de su empresa Amanco.

La profundidad máxima depende de las cargas aplicadas y del módulo de reacción del suelo E' , ver tabla XXVII. Las profundidades máximas de instalación recomendadas para Novafort y Novaloc se muestran en la tabla XXVII.

Tabla XXVII. **Profundidades máximas para instalación de tubería**

Módulo de reacción del suelo E' kg/cm ² (psi)	NOVAFORT		NOVALOC	
	Sin carga viva, mts (pies)	Con carga viva, mts (pies)	Sin carga viva, mts (pies)	Con carga viva, mts (pies)
3,5 (50)	3,0 (10)	NR	1,20 (4,0)	NR
14 (200)	5,10 (17)	5,10 (17)	3,6 (12)	3,6 (50)
28 (400)	7,5 (25)	7,5 (25)	7,5 (25)	7,5 (25)
70 (1 000)	9,0 (30)	9,0 (30)	9,0 (30)	9,0 (30)
140 (2 000)	9,0 (30)	9,0 (30)	9,0 (30)	9,0 (30)
210 (3 000)	9,0 (30)	9,0 (30)	9,0 (30)	9,0 (30)

Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial*. p. 29.

NR: No recomendable

*= La profundidad máxima recomendada para fines prácticos es de 9.00 m., aunque pueden ser utilizados valores mayores. (Consultar departamento técnico de Amanco).

3.14.5. Formas de la zanja

Dependiendo de la estabilidad del suelo y de la profundidad a la que debe de colocarse la tubería, las zanjas podrán hacerse de la manera mostrada en la figura 35.



Fuente: Amanco. *Manual de diseño de tubosistemas para alcantarillado sanitario y pluvial.* p. 30.

A partir de 2,00 metros de profundidad, independientemente de la estabilidad del suelo y la forma de la zanja, se recomienda utilizar ademes de tipo abierto o cerrado.

3.15. Estudio de impacto ambiental

Este proyecto no tendrá impacto ambiental negativo permanente, solo sucederá durante la época de construcción, donde el suelo sufrirá un leve cambio por ser removido al momento de la excavación, lo que provocará polvo en ocasiones, debido a las condiciones del clima, como el viento, entre otros.

Como impacto ambiental positivo se puede mencionar la no existencia de aguas servidas, que fluyen sobre la superficie del suelo del lugar y la eliminación de fuentes de mosquitos y zancudos y evitar enfermedades que estos puedan transmitir a los habitantes del lugar.

Otro impacto positivo del proyecto es que el lugar mejorará visualmente; es decir, que el panorama general del lugar será más agradable, limpio y conjugará más con el entorno natural que rodea a la localidad.

3.16. Evaluación socioeconómica

Es la determinación de la rentabilidad de un proyecto, mediante uno o más indicadores como lo es el valor presente neto y la tasa interna de retorno. El resultado del indicador se usa como criterio de decisión.

3.16.1. Valor presente neto (VPN)

Es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero: maximizar la inversión.

Asimismo, determina si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de la inversión. Ese cambio en el valor estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al valor del VPN.

Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arrojé el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

Las ecuaciones utilizadas para calcular el VPN son:

$$P = F * \frac{1}{1 + 1^n - 1}$$

$$P = A * \frac{1 + 1^n - 1}{i * 1 + i^n}$$

Donde

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

F = valor de pago único al final del período de operación o valor de pago futuro.

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

i = tasa de interés de cobro por la operación o tasa de utilidad por inversión a solución.

Datos del proyecto

Costo total del proyecto: Q 44 955 527,60

Costo total de mantenimiento anual: Q 36 000,00

Ingreso promedio anual:	Q 000
Tasa de interés anual:	Q 10 %
Vida útil del proyecto:	20 años

$$VPN = -44\,955\,444,73 * \frac{1,10^{20}-1}{0,10*1,10^{20}} - 36000 * \frac{1,10^{20}-1}{0,10*1,10^{20}}$$

$$VPN = - Q 382\,424\,512,00$$

3.16.2. Tasa interna de retorno (TIR)


Es la que iguala el valor presente neto a cero. La tasa interna de retorno, también es conocida como la tasa de rentabilidad producto de la reinversión de los flujos netos de efectivo dentro de la operación propia del negocio y se expresa en porcentaje.

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la siguiente manera.


Tasa 1 =	No existe
Tasa 2 =	1 %
VPN (+) =	No existe
VPN (-) =	- Q 382 424 512,00

Debido a que el proyecto es de beneficio social, no genera ingresos a la municipalidad, no hay probabilidad de TIR, ya que no existe ninguna tasa de interés que de un valor presente neto positivo.


Tabla XXVIII. Presupuesto de alcantarillado sanitario

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,01		
Alcantarillado sanitario	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 6" PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 10 cms de espesor.	3 092,79	ml	Q 304,42	Q 941 512,55
<i>Nota:</i>				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora cat 416E.	0,08	hora	Q 350,00	Q 28,97
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 1,45	Q 1,45
			Total con IVA	Q 30,42
			Total sin IVA	Q 27,16
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,25	Galón	Q 22,00	Q 5,46
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 5,46
			Total sin IVA	Q 4,88
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 6"	1,00	ml	Q 134,33	Q 134,33
Selecto	0,06	m3	Q 70,00	Q 4,20
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 6,93	Q 6,93
			Total con IVA	Q 145,46
			Total sin IVA	Q 129,88
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 10,60	Q 10,60
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 5,69	Q 5,69
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 4,22	Q 4,22
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 20,52
			Total	Q 37,54
Herramienta			0,05	Q 1,88
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 201,33
Total costo indirecto			0,35	Q 70,47
Subtotal de renglón				Q 271,80
IVA			0,12	Q 32,62
Costo total				Q 304,42

Continuación de la tabla XXVIII.

Integración de precios unitarios					
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,02			
Alcantarillado sanitario	Fecha:	ago-15			
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>	
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 8" PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	71,00	ml	Q 398,42	Q 28 288,05	
<i>Nota:</i>					
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>	
Retro excavadora cat 416E.	0,08	hora	Q 350,00	Q	27,27
				Q	-
				Q	-
				Q	-
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 1,36	Q	1,36
			Total con IVA	Q 28,63	
			Total sin IVA	Q 25,56	
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>	
Diesel	0,23	Galón	Q 22,00	Q	5,14
				Q	-
				Q	-
				Q	-
				Q	-
				Q	-
			Total con IVA	Q 5,14	
			Total sin IVA	Q 4,59	
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>	
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 6"	1,00	ml	Q 199,67	Q	199,67
Selecto	0,06	m3	Q 70,00	Q	4,20
				Q	-
				Q	-
				Q	-
transporte de material	1,00	global	Q 10,19	Q	10,19
			Total con IVA	Q 214,06	
			Total sin IVA	Q 191,13	
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>	
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 10,60	Q	10,60
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 7,40	Q	7,40
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 3,97	Q	3,97
				Q	-
				Q	-
				Q	-
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 21,98	
			Total	Q 40,22	
Herramienta			0,05	Q 2,01	
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 263,50	
Total costo indirecto			0,35	Q 92,23	
Subtotal de renglón				Q 355,73	
IVA			0,12	Q 42,69	
Costo total				Q 398,42	


Continuación de la tabla XXVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,01		
Alcantarillado sanitario	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Pozos de visita Ø interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con f'c = 3 000 PSI y fy = 40 000 PSI. Altura promedio: 1,51 mt	50,00	Unidad	Q 5 947,57	Q 297 378,54
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concretera	8,00	hora	Q 31,25	Q 250,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 12,50	Q 12,50
			Total con IVA	Q 262,50
			Total sin IVA	Q 234,38
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	3,01	Galón	Q 22,00	Q 66,17
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 66,17
			Total sin IVA	Q 59,08
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Cemento UGC	12,00	Saco	Q 78,00	Q 936,00
Arena de río	0,84	m3	Q 95,00	Q 79,80
Piedrin 3/4"	0,96	m3	Q 200,00	Q 192,00
Selecto	0,17	m3	Q 70,00	Q 11,88
Tabla 1"x12"x10'	6,50	Unidad	Q 51,00	Q 331,50
Acero 3/8 corrugado, legitimico grado 40	11,00	Varilla	Q 32,85	Q 361,35
Paral 3"x3"x10'	4,00	Unidad	Q 38,00	Q 152,00
Alambre de amarre calibre 18	1,00	Libra	Q 6,50	Q 6,50
Clavo 3"	0,50	Libra	Q 6,00	Q 3,00
transporte de material	1,00	global	Q 103,70	Q 103,70
			Total con IVA	Q 2 177,73
			Total sin IVA	Q 1 944,40
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Excavación de pozo (3 peones)	1,00	día	Q 255,00	Q 255,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Armado de estructura de acero 3/8" (armador)	1,00	día	Q 115,00	Q 115,00
Armado y colocado de formaleta (1 alb. 1 ayudante)	0,50	día	Q 200,00	Q 100,00
Fundición de concreto 3 000 PSI (1 alb. 3 ayudanes)	1,00	día	Q 370,00	Q 370,00
Desencofrado	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 882,50
			Total	Q 1 614,98
Herramienta			0,05	Q 80,75
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 3 933,58
Total costo indirecto			0,35	Q 1 376,75
Subtotal de renglón				Q 5 310,33
IVA			0,12	Q 637,24
Costo total				Q 5 947,57


Continuación de la tabla XXVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,02		
Alcantarillado sanitario	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Pozos de visita Ø interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con f'c = 3 000 PSI y f'y = 40 000 PSI. Altura promedio: 2,65 mt	6,00	Unidad	Q 9 281,23	Q 55 687,40
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concretera	12,00	hora	Q 31,25	Q 375,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 18,75	Q 18,75
			Total con IVA	Q 393,75
			Total sin IVA	Q 351,56
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	4,51	Galón	Q 22,00	Q 99,25
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 99,25
			Total sin IVA	Q 88,62
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Cemento UGC	17,90	Saco	Q 78,00	Q 1 396,20
Arena de río	1,25	m3	Q 95,00	Q 119,04
Piedrín 3/4"	1,43	m3	Q 200,00	Q 286,40
Selecto	0,17	m3	Q 70,00	Q 11,88
Tabla 1"x12"x10'	13,00	Unidad	Q 51,00	Q 663,00
Acero 3/8 corrugado, legitímico grado 40	16,00	Varilla	Q 32,85	Q 525,60
Paral 3"x3"x10'	6,00	Unidad	Q 38,00	Q 228,00
Alambre de amarre calibre 18	2,00	Libra	Q 6,50	Q 13,00
Clavo 3"	1,00	Libra	Q 6,00	Q 6,00
transporte de material	1,00	global	Q 162,46	Q 162,46
			Total con IVA	Q 3 411,58
			Total sin IVA	Q 3 046,05
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Excavación de pozo (4 peones)	1,00	día	Q 340,00	Q 340,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Armado de estructura de acero 3/8" (armador)	2,00	día	Q 115,00	Q 230,00
Armado y colocado de formaleta (1 alb. 1 ayudante)	1,00	día	Q 200,00	Q 200,00
Fundición de concreto 3 000 PSI (1 alb. 3 ayudanes)	1,50	día	Q 370,00	Q 555,00
Desencofrado	0,40	día	Q 85,00	Q 34,00
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 1 380,25
			Total	Q 2 525,86
Herramienta			0,05	Q 126,29
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 6 138,38
Total costo indirecto			0,35	Q 2 148,43
Subtotal de renglón				Q 8 286,81
IVA			0,12	Q 994,42
Costo total				Q 9 281,23


Continuación de la tabla XXVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,03		
Alcantarillado sanitario	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Candela domiciliar para casas existentes Ø = 6"	254,00	Unidad	Q 8 437,46	Q 2 143 115,07
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Vibrocompactadora sapito	3,00	hora	Q 31,25	Q 93,75
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 4,69	Q 4,69
			Total con IVA	Q 98,44
			Total sin IVA	Q 87,89
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	1,13	Galón	Q 22,00	Q 24,81
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 24,81
			Total sin IVA	Q 22,15
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Candela domiciliar	1,00	Unidad	Q 629,00	Q 629,00
Selecto	0,40	m3	Q 70,00	Q 28,00
Silleta TEE 6" x 4"	1,00	Unidad	Q 298,00	Q 298,00
Silleta TEE 8" x 4"	1,00	Unidad	Q 558,00	Q 558,00
Codo 45	1,00	Unidad	Q 397,00	Q 397,00
Tubo PVC 4" ASTM F-949	1,50	Unidad	Q 386,00	Q 579,00
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 124,45	Q 124,45
			Total con IVA	Q 2 613,45
			Total sin IVA	Q 2 333,44
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Excavación de candela (2 peones)	3,00	día	Q 170,00	Q 510,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
Colocación de tubería y candela (1 alb + 3 ayud)	2,00	día	Q 370,00	Q 740,00
Rellenado de zanja. (1 peon)	2,00	día	Q 170,00	Q 340,00
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 1 632,50
			Total	Q 2 987,48
Herramienta			0,05	Q 149,37
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 5 580,33
Total costo indirecto			0,35	Q 1 953,12
Subtotal de renglón				Q 7 533,45
IVA			0,12	Q 904,01
Costo total				Q 8 437,46


Continuación de la tabla XXVIII.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	3,01		
Alcantarillado sanitario	Fecha:	ago-15		
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Biodigestor autolimpiable rotoplas de 3 000 litros	2,00	Unidad	Q 26 622,46	Q 53 244,93
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Vibrocompactadora sapito	3,00	hora	Q 31,25	Q 93,75
Concretera	8,00	hora	Q 31,25	Q 250,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 17,19	Q 17,19
			Total con IVA	Q 360,94
			Total sin IVA	Q 322,27
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	1,13	Galón	Q 22,00	Q 24,81
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 24,81
			Total sin IVA	Q 22,15
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Biodigestor autolimpiable, cap. 3 000 litros	1,00	Unidad	Q 11 356,00	Q 11 356,00
Selecto	0,40	m3	Q 70,00	Q 28,00
Cemento UGC 3 000 PSI	29,00	Saco	Q 78,00	Q 2 262,00
Arena de río	2,03	m3	Q 95,00	Q 192,85
Piedrín 3/4	2,32	m3	Q 200,00	Q 464,00
Acero 3/8" Corrugado legitimo	28,00	varilla	Q 32,85	Q 919,80
Alambre de amarre	4,00	Libra	Q 6,50	Q 26,00
Clavo de 3"	2,00	Libra	Q 6,00	Q 12,00
Tabla 1"x12"x10'	13,00	Unidad	Q 51,00	Q 663,00
Paral 3"x3"x10'	6,00	Unidad	Q 38,00	Q 228,00
transporte de material	1,00	global	Q 807,58	Q 807,58
			Total con IVA	Q 16 959,23
			Total sin IVA	Q 15 142,17
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Excavación para biodigestor (2 peones)	1,00	día	Q 170,00	Q 170,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Armado de estructura para pozo protector (1 armador)	1,00	día	Q 115,00	Q 115,00
Formaleteado (1 alb. + 1 peon)	0,50	día	Q 200,00	Q 100,00
Fundición de pozo (1 alb. + 3 ayud)	1,00	día	Q 370,00	Q 370,00
Colocación de biodigestor (1 albañil + 2 ayud)	1,00	día	Q 285,00	Q 285,00
Desencofrado (1 ayudante)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 1 103,75
			Total	Q 2 019,86
Herramienta			0,05	Q 100,99
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 17 607,44
Total costo indirecto			0,35	Q 6 162,61
Subtotal de renglón				Q 23 770,05
IVA			0,12	Q 2 852,41
Costo total				Q 26 622,46

Continuación de la tabla XXVIII.


Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	3,02		
Alcantarillado sanitario	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Biodigestor autolimpiable de rotoplas de 7 000 litros	1,00	Unidad	Q 40 418,82	Q 40 418,82
Nota:				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Vibrocompactadora sapito	3,00	hora	Q 31,25	Q 93,75
Concretera	8,00	hora	Q 31,25	Q 250,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 17,19	Q 17,19
			Total con IVA	Q 360,94
			Total sin IVA	Q 322,27
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	1,13	Galón	Q 22,00	Q 24,81
			Total con IVA	Q 24,81
			Total sin IVA	Q 22,15
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Biodigestor autolimpiable, cap. 7 000 litros	1,00	Unidad	Q 19 875,00	Q 19 875,00
Selecto	0,50	m3	Q 70,00	Q 35,00
Cemento UGC 3 000 PSI	34,00	Saco	Q 78,00	Q 2 652,00
Arena de río	2,38	m3	Q 95,00	Q 226,10
Piedrin 3/4	2,72	m3	Q 200,00	Q 544,00
Acero 3/8" Corrugado legitimo	32,00	varilla	Q 32,85	Q 1 051,20
Alambre de amarre	5,00	Libra	Q 6,50	Q 32,50
Clavo de 3"	2,50	Libra	Q 6,00	Q 15,00
Tabla 1"x12"x10'	15,00	Unidad	Q 51,00	Q 765,00
Paral 3"x3"x10'	7,00	Unidad	Q 38,00	Q 266,00
transporte de material	1,00	global	Q 1 273,09	Q 1 273,09
			Total con IVA	Q 26 734,89
			Total sin IVA	Q 23 870,44
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Excavación para biodigestor (2 peones)	1,00	día	Q 170,00	Q 170,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
Armado de estructura para pozo protector (1 armador 1 ayud)	1,00	día	Q 200,00	Q 200,00
Formaleteado (1 alb. + 1 peon)	1,00	día	Q 200,00	Q 200,00
Fundición de pozo (1 alb. + 3 ayud)	1,00	día	Q 370,00	Q 370,00
Colocación de biodigestor (1 albañil + 2 ayud)	1,00	día	Q 285,00	Q 285,00
Desencofrado (1 ayudante)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 1 310,00
			Total	Q 2 397,30
Herramienta			0,05	Q 119,87
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 26 732,02
Total costo indirecto			0,35	Q 9 356,21
Subtotal de renglón				Q 36 088,23
IVA			0,12	Q 4 330,59
Costo total				Q 40 418,82

Continuación de la tabla XXVIII.


		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)			
Presupuesto de renglones de trabajo de proyecto					
Identificación de proyecto:		Construcción alcantarillado sanitario			
Ubicación y localización:		Kilometro 22, Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.			
Nombre del solicitante:		Municipalidad de Villa Nueva	No. Proyecto: 2		
Área de construcción:		Área: _____	Ancho promedio: _____		
			FECHA: septiembre 2016		
No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo renglón
1,00	Linea de alcantarillado sanitario				
1,01	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 6"$ PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 10 cms de espesor.	ml	3 092,79	Q 304,42	Q 941 512,55
1,02	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 8"$ PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	ml	71,00	Q 398,42	Q 28 288,05
Subtotal					Q 969 800,60
2,00	Construcción de obras de arte				
		Hprom (m)	ϕ (m)	Cantidad	P.U.
					Total
2,01	Pozos de visita ϕ interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con $f_c = 3\ 000$ PSI y $f_y = 40\ 000$ PSI. Altura promedio: 1,51 mt	1,51	1,2	50,00	Q 5 947,57
2,02	Pozos de visita ϕ interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con $f_c = 3\ 000$ PSI y $f_y = 40\ 000$ PSI. Altura promedio: 2,65 mt	2,65	1,2	6,00	Q 9 281,23
2,03	Candela domiciliar para casas existentes $\phi = 6"$	0	0	254,00	Q 8 437,46
Subtotal					Q 2 496 181,01
3,00	Sistemas de tratamiento de aguas residuales				
			cantidad	P.U.	Total
3,01	Biodigestor autolimpiable rotoplas de 3 000 litros	Unidad	2,00	Q 26 622,46	Q 53 244,93
3,02	Biodigestor autolimpiable de rotoplas de 7 000 litros	Unidad	1,00	Q 40 418,82	Q 40 418,82
Subtotal					Q 93 663,75
Costo estimado del proyecto					Q 3 559 645,36
Presupuesto realizado por: Douglas Jorge René Letona Aldana		En letras:		TRES MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y CINCO con 36/100.	

Fuente: elaboración propia.


Tabla XXIX. Presupuesto alcantarillado pluvial

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,01		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
				
Descripción del renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 8" PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	2 135,00	ml	Q 393,43	Q 839 976,87
	Nota:			
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora cat 416E.	0,04	hora	Q 350,00	Q 15,67
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,78	Q 0,78
			Total con IVA	Q 16,45
			Total sin IVA	Q 14,69
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,13	Galón	Q 22,00	Q 2,95
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 2,95
			Total sin IVA	Q 2,63
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 8"	1,00	ml	Q 199,67	Q 199,67
Selecto	0,09	m3	Q 70,00	Q 6,30
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 10,30	Q 10,30
			Total con IVA	Q 216,27
			Total sin IVA	Q 193,10
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 10,60	Q 10,60
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 7,40	Q 7,40
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 7,91	Q 7,91
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 25,91
			Total	Q 47,42
Herramienta			0,05	Q 2,37
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 260,21
Total costo indirecto			0,35	Q 91,07
Subtotal de renglón				Q 351,28
IVA			0,12	Q 42,15
Costo total				Q 393,43

Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,02		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 10" PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	827,00	ml	Q 556,69	Q 460 386,74
<i>Nota:</i>				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora cat 416E.	0,03	hora	Q 350,00	Q 11,72
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,59	Q 0,59
			Total con IVA	Q 12,31
			Total sin IVA	Q 10,99
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,10	Galón	Q 22,00	Q 2,21
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 2,21
			Total sin IVA	Q 1,97
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 10"	1,00	ml	Q 305,17	Q 305,17
Selecto	0,12	m3	Q 70,00	Q 8,40
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 15,68	Q 15,68
			Total con IVA	Q 329,25
			Total sin IVA	Q 293,97
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 11,43	Q 11,43
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 9,87	Q 9,87
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 10,58	Q 10,58
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 31,87
			Total	Q 58,33
Herramienta			0,05	Q 2,92
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 368,18
Total costo indirecto			0,35	Q 128,86
Subtotal de renglón				Q 497,04
IVA			0,12	Q 59,65
Costo total				Q 556,69

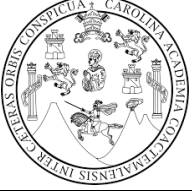
Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,03		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 12" PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	297,00	ml	Q 700,39	Q 208 016,76
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora cat 416E.	0,03	hora	Q 350,00	Q 9,31
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,47	Q 0,47
			Total con IVA	Q 9,78
			Total sin IVA	Q 8,73
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,08	Galón	Q 22,00	Q 1,76
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 1,76
			Total sin IVA	Q 1,57
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 12"	1,00	ml	Q 397,83	Q 397,83
Selecto	0,14	m3	Q 70,00	Q 9,45
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 20,36	Q 20,36
			Total con IVA	Q 427,64
			Total sin IVA	Q 381,82
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 12,31	Q 12,31
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 11,38	Q 11,38
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 13,31	Q 13,31
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 37,00
			Total	Q 67,71
Herramienta			0,05	Q 3,39
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 463,22
Total costo indirecto			0,35	Q 162,13
Subtotal de renglón				Q 625,35
IVA			0,12	Q 75,04
Costo total				Q 700,39


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,04		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 15" PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	120,00	ml	Q 994,30	Q 119 315,42
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora cat 416E.	0,04	hora	Q 350,00	Q 13,94
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,70	Q 0,70
			Total con IVA	Q 14,64
			Total sin IVA	Q 13,07
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,12	Galón	Q 22,00	Q 2,63
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 2,63
			Total sin IVA	Q 2,35
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 15"	1,00	ml	Q 599,83	Q 599,83
Selecto	0,15	m3	Q 70,00	Q 10,50
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 30,52	Q 30,52
			Total con IVA	Q 640,85
			Total sin IVA	Q 572,19
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 14,08	Q 14,08
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 13,45	Q 13,45
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 8,89	Q 8,89
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 36,43
			Total	Q 66,66
Herramienta			0,05	Q 3,33
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 657,61
Total costo indirecto			0,35	Q 230,16
Subtotal de renglón				Q 887,77
IVA			0,12	Q 106,53
Costo total				Q 994,30


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,05		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 18" PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	31,00	ml	Q 1 509,14	Q 46 783,27
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora cat 416E.	0,03	hora	Q 350,00	Q 11,67
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,58	Q 0,58
			Total con IVA	Q 12,25
			Total sin IVA	Q 10,94
Subtotal				
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,10	Galón	Q 22,00	Q 2,20
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 2,20
			Total sin IVA	Q 1,96
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 18"	1,00	ml	Q 956,67	Q 956,67
Selecto	0,17	m3	Q 70,00	Q 11,55
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 48,41	Q 48,41
			Total con IVA	Q 1 016,63
			Total sin IVA	Q 907,71
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 14,92	Q 14,92
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 14,80	Q 14,80
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 10,62	Q 10,62
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 40,33
			Total	Q 73,81
Herramienta			0,05	Q 3,69
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 998,11
Total costo indirecto			0,35	Q 349,34
Subtotal de renglón				Q 1 347,45
IVA			0,12	Q 161,69
Costo total				Q 1 509,14


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,06		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 24" PVC, norma ASTM M-304. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 20 cms de espesor.	60,00	ml	Q 2 128,67	Q 127 719,98
<i>Nota:</i>				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora cat 416E.	0,04	hora	Q 350,00	Q 12,87
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,64	Q 0,64
			Total con IVA	Q 13,51
			Total sin IVA	Q 12,06
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,11	Galón	Q 22,00	Q 2,43
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 2,43
			Total sin IVA	Q 2,17
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Tubo PVC ASTM-304 Ø 24"	1,00	ml	Q 1 379,50	Q 1 379,50
Selecto	0,25	m3	Q 70,00	Q 17,50
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 69,85	Q 69,85
			Total con IVA	Q 1 466,85
			Total sin IVA	Q 1 309,69
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 17,60	Q 17,60
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 16,44	Q 16,44
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 9,63	Q 9,63
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 43,68
			Total	Q 79,93
Herramienta			0,05	Q 4,00
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 1 407,85
Total costo indirecto			0,35	Q 492,75
Subtotal de renglón				Q 1 900,60
IVA			0,12	Q 228,07
Costo total				Q 2 128,67


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	1,07		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque Ø = 42" PVC, norma ASTM M-304. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 20 cms de espesor.	191,00	ml	Q 6 059,67	Q 1 157 396,57
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Retro excavadora cat 416E.	0,03	hora	Q 350,00	Q 9,32
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 0,47	Q 0,47
			Total con IVA	Q 9,79
			Total sin IVA	Q 8,74
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,08	Galón	Q 22,00	Q 1,76
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 1,76
			Total sin IVA	Q 1,57
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Tubo PVC ASTM-304 Ø 42"	1,00	ml	Q 4 153,67	Q 4 153,67
Selecto	0,30	m3	Q 70,00	Q 21,00
				Q -
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 208,73	Q 208,73
			Total con IVA	Q 4 383,40
			Total sin IVA	Q 3 913,75
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivel, coloc y compac. de selecto (1 alb, 9 peones)	1,00	ml	Q 11,73	Q 11,73
Colocación de tubería PVC 6" 1 alb. 3 peones	1,00	ml	Q 18,50	Q 18,50
Relleno de zanja (1 peon)	1,00	ml	Q 13,30	Q 13,30
				Q -
				Q -
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 43,54
			Total	Q 79,67
Herramienta			0,05	Q 3,98
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 4 007,72
Total costo indirecto			0,35	Q 1 402,70
Subtotal de renglón				Q 5 410,42
IVA			0,12	Q 649,25
Costo total				Q 6 059,67

Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,01		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Pozos de visita Ø interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con $f_c = 3\ 000\ \text{PSI}$ y $f_y = 40\ 000\ \text{PSI}$. Altura promedio: 1,84 mt	46,00	Unidad	Q 6 064,95	Q 278 987,51
<i>Nota:</i>				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concretera	8,00	hora	Q 31,25	Q 250,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 12,50	Q 12,50
			Total con IVA	Q 262,50
			Total sin IVA	Q 234,38
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	3,01	Galón	Q 22,00	Q 66,17
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 66,17
			Total sin IVA	Q 59,08
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Cemento UGC	14,07	Saco	Q 78,00	Q 1 097,64
Arena de río	0,99	m3	Q 95,00	Q 93,58
Piedrin 3/4"	1,13	m3	Q 200,00	Q 225,16
Selecto	0,25	m3	Q 70,00	Q 17,50
Tabla 1"x12"x10'	6,50	Unidad	Q 51,00	Q 331,50
Acero 3/8 corrugado, legitimico grado 40	7,00	Varilla	Q 32,85	Q 229,95
Paral 3"x3"x10'	4,00	Unidad	Q 38,00	Q 152,00
Alambre de amarre calibre 18	1,00	Libra	Q 6,50	Q 6,50
Clavo 3"	0,50	Libra	Q 6,00	Q 3,00
transporte de material	1,00	global	Q 107,84	Q 107,84
			Total con IVA	Q 2 264,67
			Total sin IVA	Q 2 022,03
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Excavación de pozo (3 peones)	1,00	día	Q 255,00	Q 255,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Armado de estructura de acero 3/8" (armador)	1,00	día	Q 115,00	Q 115,00
Armado y colocado de formaleta (1 alb. 1 ayudante)	0,50	día	Q 200,00	Q 100,00
Fundición de concreto 3 000 PSI (1 alb. 3 ayudanes)	1,00	día	Q 370,00	Q 370,00
Desencofrado	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 882,50
			Total	Q 1 614,98
Herramienta			0,05	Q 80,75
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 4 011,21
Total costo indirecto			0,35	Q 1 403,92
Subtotal de renglón				Q 5 415,13
IVA			0,12	Q 649,82
Costo total				Q 6 064,95


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,02		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
<i>Descripción del Renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Pozos de visita Ø interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con f _c = 3 000 PSI y f _y = 40 000 PSI. Altura promedio: 2,78. mt	21,00	Unidad	Q 11 136,47	Q 233 865,90
Nota:				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Concretera	12,00	hora	Q 31,25	Q 375,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 18,75	Q 18,75
			Total con IVA	Q 393,75
			Total sin IVA	Q 351,56
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	4,51	Galón	Q 22,00	Q 99,25
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 99,25
			Total sin IVA	Q 88,62
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Cemento UGC	24,07	Saco	Q 78,00	Q 1 877,64
Arena de río	1,69	m3	Q 95,00	Q 160,08
Piedrín 3/4"	1,93	m3	Q 200,00	Q 385,16
Selecto	0,25	m3	Q 70,00	Q 17,50
Tabla 1"x12"x10'	13,00	Unidad	Q 51,00	Q 663,00
Acero 3/8 corrugado, legitimico grado 40	33,00	Varilla	Q 32,85	Q 1 084,05
Paral 3"x3"x10'	9,00	Unidad	Q 38,00	Q 342,00
Alambre de amarre calibre 18	3,00	Libra	Q 6,50	Q 19,50
Clavo 3"	1,50	Libra	Q 6,00	Q 9,00
transporte de material	1,00	global	Q 227,90	Q 227,90
			Total con IVA	Q 4 785,83
			Total sin IVA	Q 4 273,06
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Excavación de pozo (4 peones)	1,00	día	Q 340,00	Q 340,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Armado de estructura de acero 3/8" (armador)	2,00	día	Q 115,00	Q 230,00
Armado y colocado de formaleta (1 alb. 1 ayudante)	1,00	día	Q 200,00	Q 200,00
Fundición de concreto 3 000 PSI (1 alb. 3 ayudanes)	1,50	día	Q 370,00	Q 555,00
Desencofrado	0,40	día	Q 85,00	Q 34,00
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 1 380,25
			Total	Q 2 525,86
Herramienta			0,05	Q 126,29
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 7 365,39
Total costo indirecto			0,35	Q 2 577,89
Subtotal de renglón				Q 9 943,28
IVA			0,12	Q 1 193,19
Costo total				Q 11 136,47


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,03		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Pozos de visita Ø interno = 2.05 mt., de concreto reforzado, con f'c = 3 000 PSI y fy = 40 000 PSI. Altura promedio: 3,52 mt	7,00	Unidad	Q 14 676,39	Q 102 734,72
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concretera	16,00	hora	Q 31,25	Q 500,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 25,00	Q 25,00
			Total con IVA	Q 525,00
			Total sin IVA	Q 468,75
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	6,02	Galón	Q 22,00	Q 132,33
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 132,33
			Total sin IVA	Q 118,15
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Cemento UGC	27,33	Saco	Q 78,00	Q 2 131,49
Arena de río	1,91	m3	Q 95,00	Q 181,72
Piedrin 3/4"	2,19	m3	Q 200,00	Q 437,23
Selecto	0,50	m3	Q 70,00	Q 35,00
Tabla 1"x12"x10'	22,00	Unidad	Q 51,00	Q 1 122,00
Acero 3/8 corrugado, legitimico grado 40	33,00	Varilla	Q 32,85	Q 1 084,05
Paral 3"x3"x10'	12,00	Unidad	Q 38,00	Q 456,00
Alambre de amarre calibre 18	6,00	Libra	Q 6,50	Q 39,00
Clavo 3"	3,00	Libra	Q 6,00	Q 18,00
transporte de material	1,00	global	Q 275,22	Q 275,22
			Total con IVA	Q 5 779,71
			Total sin IVA	Q 5 160,46
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Excavación de pozo (4 peones)	2,00	día	Q 340,00	Q 680,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,30	día	Q 85,00	Q 25,50
Armado de estructura de acero 3/8" (armador)	2,00	día	Q 115,00	Q 230,00
Armado y colocado de formaleta (1 alb. 1 ayudante)	1,50	día	Q 200,00	Q 300,00
Fundición de concreto 3 000 PSI (1 alb. 3 ayudanes)	2,00	día	Q 370,00	Q 740,00
Desencofrado	1,00	día	Q 85,00	Q 85,00
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 2 060,50
			Total	Q 3 770,72
Herramienta			0,05	Q 188,54
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 9 706,61
Total costo indirecto			0,35	Q 3 397,31
Subtotal de renglón				Q 13 103,92
IVA			0,12	Q 1 572,47
Costo total				Q 14 676,39


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,04		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
				
<i>Descripción del Renglón</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>P.U.</i>	<i>Total</i>
Pozos de absorción Ø interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con f'c = 3 000 PSI y f'y = 40 000 PSI. Altura promedio: 10,00 mt	3,00	Unidad	Q 25 477,88	Q 76 433,65
<i>Nota:</i>				
<i>Descripción de maquinaria y equipo</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Concreteira	16,00	hora	Q 31,25	Q 500,00
				Q -
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 25,00	Q 25,00
			Total con IVA	Q 525,00
			Total sin IVA	Q 468,75
<i>Descripción de combustible y lubricantes</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Diesel	6,02	Galón	Q 22,00	Q 132,33
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 132,33
			Total sin IVA	Q 118,15
<i>Descripción de materiales</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Cemento UGC 3 000 PSI	64,07	Unidad	Q 78,00	Q 4 997,64
Arena de río	4,49	m3	Q 95,00	Q 426,08
Piedrin 3/4"	5,13	m3	Q 200,00	Q 1 025,16
Selecto	0,50	m3	Q 70,00	Q 35,00
Tabla 1"x12"x10'	22,00	Unidad	Q 51,00	Q 1 122,00
Acero 3/8" corrugado, legitimo grado 40	50,00	Varilla	Q 32,85	Q 1 642,50
Paral 3"x3"x10'	10,00	Unidad	Q 38,00	Q 380,00
Alambre de amarre calibre 18	8,00	Libra	Q 6,50	Q 52,00
Piedra bola	1,50	m3	Q 270,00	Q 405,00
Piedrin 1/2" para fondo de pozo como filtro	1,50	m3	Q 200,00	Q 300,00
Clavo de 3"	4,00	Libra	Q 6,00	Q 24,00
transporte de material	1,00	global	Q 520,47	Q 520,47
			Total con IVA	Q 10 929,85
			Total sin IVA	Q 9 758,79
<i>Descripción de mano de obra</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Costo</i>	<i>Subtotal</i>
Excavación de pozo(2 peones)	5,00	día	Q 170,00	Q 850,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Armado de estructura de acero (1 armador 1 ayudante)	4,00	día	Q 200,00	Q 800,00
Encofrado (1 alb + 2 ayud)	1,00	día	Q 285,00	Q 285,00
Fundición de concreto (1 alb. + 3 ayudantes)	2,00	día	Q 370,00	Q 740,00
Desencofrado (2 ayudantes)	0,70	día	Q 170,00	Q 119,00
Relleno de piedra bola, arena y piedrin	2,00	día	Q 285,00	Q 570,00
Prestaciones	1,83	%		
			Total	Q 3 385,25
			Total	Q 6 195,01
Herramienta			0,05	Q 309,75
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 16 850,45
Total costo indirecto			0,35	Q 5 897,66
Subtotal de renglón				Q 22 748,11
IVA			0,12	Q 2 729,77
Costo total				Q 25 477,88


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,05		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Tragante de concreto reforzado de 1,00 x 1,10 x 1,20 mt. f _c = 3 000 PSI y acero f _y = 40 000 PSI.	203,00	Unidad	Q 12 765,04	Q 2 591 302,21
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Vibrocompactadora sapito	3,00	hora	Q 31,25	Q 93,75
Concreteira	4,00	hora	Q 31,25	Q 125,00
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 10,94	Q 10,94
			Total con IVA	Q 229,69
			Total sin IVA	Q 205,08
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	1,13	Galón	Q 22,00	Q 24,81
				Q -
			Total con IVA	Q 24,81
			Total sin IVA	Q 22,15
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Cemento UGC 3 000 PSI	6,00	Saco	Q 78,00	Q 468,00
Arena	0,18	m3	Q 95,00	Q 17,10
Piedrin 3/4"	0,48	m3	Q 200,00	Q 96,00
Acero 3/8" corrugado grado 40	8,00	Varilla	Q 32,85	Q 262,80
Acero 5/8" corrugado grado 40	0,15	Varilla	Q 76,00	Q 11,40
Alambre de amarre	4,00	Libra	Q 6,50	Q 26,00
Tabla 1"x12"x10'	4,00	Unidad	Q 51,00	Q 204,00
Parales 3"x3"x10'	3,00	Unidad	Q 38,00	Q 114,00
Clavo 3"	2,00	Libra	Q 6,00	Q 12,00
Selecto	0,50	m3	Q 70,00	Q 35,00
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 8"	0,60	Unidad	Q 1 198,00	Q 718,80
Tubo PVC ASTM F-949 Ø 10"	0,85	Unidad	Q 1 831,00	Q 1 556,35
Tee union PVC 8" codigo 914297	0,55	Unidad	Q 1 630,00	Q 896,50
Tee union PVC 10" codigo 914299	0,08	Unidad	Q 1 729,00	Q 138,32
Silleta Tee PVC 12" x 8" codigo 913406	0,08	Unidad	Q 1 790,00	Q 143,20
Codo a 45 PVC de 8" codigo 909702	0,55	Unidad	Q 1 405,00	Q 772,75
Codo a 45 PVC de 10" codigo 909703	0,08	Unidad	Q 1 487,00	Q 118,96
transporte de material	1,00	global	Q 279,56	Q 279,56
			Total con IVA	Q 5 870,74
			Total sin IVA	Q 5 241,73
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Excavación de tragante y tubería (3 peones)	3,00	día	Q 255,00	Q 765,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
Armado de estructura de tragante (1 armador)	1,00	día	Q 115,00	Q 115,00
Encofrado y fundición de tragante (1 albañil 2 ayudanes)	1,00	día	Q 285,00	Q 285,00
Desencofrado y relleno de zanja (2 peones)	2,00	día	Q 170,00	Q 340,00
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 1 547,50
			Total	Q 2 831,93
Herramienta			0,05	Q 141,60
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 8 442,49
Total costo indirecto			0,35	Q 2 954,87
Subtotal de renglón				Q 11 397,36
IVA			0,12	Q 1 367,68
Costo total				Q 12 765,04


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	2,06		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Rejilla para calle de concreto reforzado. F'c = 3 000 PSI y acero fy = 40 000 PSI.	6,00	Unidad	Q 6 753,60	Q 40 521,57
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concreteira	8,00	hora	Q 31,25	Q 250,00
Vibro compactadora sapito	4,00	hora	Q 31,25	Q 125,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 18,75	Q 18,75
			Total con IVA	Q 393,75
			Total sin IVA	Q 351,56
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	3,01	Galón	Q 22,00	Q 66,17
				Q -
			Total con IVA	Q 66,17
			Total sin IVA	Q 59,08
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Cemento UGC 3 000 PSI	6,00	Saco	Q 78,00	Q 468,00
Arena de río	0,42	m3	Q 95,00	Q 39,90
Piedrin 3/4"	0,48	m3	Q 200,00	Q 96,00
Selecto	0,09	m3	Q 70,00	Q 6,30
Tabla 1"x12"x10"	3,00	Unidad	Q 51,00	Q 153,00
Acero 3/8" corrugado legitimo grado 40	6,00	Varilla	Q 32,85	Q 197,10
Acero 5/8" corrugado, legitimo grado 40	4,00	Varilla	Q 76,00	Q 304,00
Tubo PVC 10" ASTM F-949	0,50	Unidad	Q 1 831,00	Q 915,50
Electrodo E6013 de 3/32 caja de 11 libras	4,00	Libra	Q 15,00	Q 60,00
Acero plano 1" de ancho	8,00	ml	Q 20,00	Q 160,00
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 119,99	Q 119,99
			Total con IVA	Q 2 519,79
			Total sin IVA	Q 2 249,81
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Excavación rejilla (2 peones)	1,00	día	Q 170,00	Q 170,00
Colocación y compactación de selecto (1 ayudante)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
Armado de acero (armador)	1,00	día	Q 115,00	Q 115,00
Soldadura (soldador)	1,00	día	Q 115,00	Q 115,00
Formaleteado (1 ayudante)	1,00	día	Q 170,00	Q 170,00
Fundición (1 albañil + 2 ayudantes)	1,00	día	Q 285,00	Q 285,00
Desencofrado (1 ayudante)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 940,00
			Total	Q 1 720,20
Herramienta			0,05	Q 86,01
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 4 466,67
Total costo indirecto			0,35	Q 1 563,33
Subtotal de renglón				Q 6 030,00
IVA			0,12	Q 723,60
Costo total				Q 6 753,60

Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	3,01		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
				
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Disipador de energía, escalones, ancho: 1,40 mt	160,00	ml	Q 3 205,74	Q 512 918,59
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Vibrocompactadora sapito	1,50	hora	Q 31,25	Q 46,88
Manguera de mixto listo	4,00	hora	Q 18,75	Q 75,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 6,09	Q 6,09
			Total con IVA	Q 127,97
			Total sin IVA	Q 114,26
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,56	Galón	Q 22,00	Q 12,41
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 12,41
			Total sin IVA	Q 11,08
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concreto fc 4 000 PSI	0,28	m3	Q 1 438,00	Q 402,64
Selecto	0,40	m3	Q 70,00	Q 28,00
Acero 3/8" Corrugado legítimo grado 40	8,00	Varilla	Q 32,85	Q 262,80
Alambre de amarre	1,33	Libra	Q 6,50	Q 8,67
Tabla 1"x12"x10'	6,00	Unidad	Q 51,00	Q 306,00
Paral 3"x3"x10'	2,00	Unidd	Q 38,00	Q 76,00
Piedra bola	0,28	m3	Q 270,00	Q 75,60
Clavos 3"	2,00	Libra	Q 6,00	Q 12,00
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 58,59	Q 58,59
			Total con IVA	Q 1 230,30
			Total sin IVA	Q 1 098,48
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivelación de terreno (1 alb. 1 ayudante)	0,20	día	Q 200,00	Q 40,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,40	día	Q 85,00	Q 34,00
Armado de estructura para disipador (1 armador)	1,00	día	Q 115,00	Q 115,00
Formaleteado (1 alb. + 2 peones)	0,50	día	Q 285,00	Q 142,50
Fundición (1 alb. + 3 ayud)	0,25	día	Q 370,00	Q 92,50
Desencofrado (1 ayudante)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 466,50
			Total	Q 853,70
Herramienta			0,05	Q 42,68
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 2 120,20
Total costo indirecto			0,35	Q 742,07
Subtotal de renglón				Q 2 862,27
IVA			0,12	Q 343,47
Costo total				Q 3 205,74


Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	3,02		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Disipador de energía, pantallas deflectoras, ancho: 1,40 mt	56,00	ml	Q 3 644,33	Q 204 082,59
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Vibrocompactadora sapito	1,50	hora	Q 31,25	Q 46,88
Manguera mixto listo	4,00	hora	Q 31,25	Q 125,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 8,59	Q 8,59
			Total con IVA	Q 180,47
			Total sin IVA	Q 161,13
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	0,56	Galón	Q 22,00	Q 12,41
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 12,41
			Total sin IVA	Q 11,08
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concreto fc 4 000 PSI	0,38	Unidad	Q 1 438,00	Q 546,44
Piedra bola	0,28	m3	Q 270,00	Q 75,60
Acero 3/8" Corrugado legitimo grado 40	5,13	Varilla	Q 32,85	Q 168,63
Alambre de amarre	2,00	Libra	Q 6,50	Q 13,00
Tabla 1"x12"x10'	6,00	Unidad	Q 51,00	Q 306,00
Paral 3"x3"x10'	3,00	Unidad	Q 38,00	Q 114,00
Clavo de 3"	1,00	Libra	Q 6,00	Q 6,00
Selecto	0,25	m3	Q 70,00	Q 17,50
				Q -
				Q -
transporte de material	1,00	global	Q 62,36	Q 62,36
			Total con IVA	Q 1 309,53
			Total sin IVA	Q 1 169,22
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivelación de terreno (1 alb. 1 ayudante)	0,25	día	Q 200,00	Q 50,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,25	día	Q 85,00	Q 21,25
Armado de estructura para disipador (1 armador)	1,00	día	Q 115,00	Q 115,00
Formateado (1 alb. + 2 peones)	0,50	día	Q 285,00	Q 142,50
Fundición (1 alb. + 3 ayud)	0,50	día	Q 370,00	Q 185,00
Desenfofrado (1 ayudante)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
				Q -
Prestaciones	1,83	%	Total	Q 556,25
			Total	Q 1 017,94
Herramienta			0,05	Q 50,90
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 2 410,27
Total costo indirecto			0,35	Q 843,60
Subtotal de renglón				Q 3 253,87
IVA			0,12	Q 390,46
Costo total				Q 3 644,33

Continuación de la tabla XXIX.

Integración de precios unitarios				
Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.	Renglón:	3,03		
Alcantarillado pluvial	Fecha:	ago-15		
Descripción del Renglón	Cantidad	Unidad	P.U.	Total
Estanque amortiguador Tipo I.	1,00	Unidad	Q 9 413,01	Q 9 413,01
Nota:				
Descripción de maquinaria y equipo	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Concretera	16,00	hora	Q 31,25	Q 500,00
Vibrocompactador sapito	8,00	hora	Q 31,25	Q 250,00
				Q -
				Q -
Transporte de maquinaria y/o equipo	1,00	global	Q 37,50	Q 37,50
			Total con IVA	Q 787,50
			Total sin IVA	Q 703,13
Descripción de combustible y lubricantes	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Diesel	9,02	Galón	Q 22,00	Q 198,50
				Q -
				Q -
			Total con IVA	Q 198,50
			Total sin IVA	Q 177,23
Descripción de materiales	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Cemento UGC 4 000 PSI	10,00	Saco	Q 78,00	Q 780,00
Arena de río	0,63	m3	Q 95,00	Q 60,30
Piedrín 3/4"	0,73	m3	Q 200,00	Q 145,08
Selecto	0,91	m3	Q 70,00	Q 63,47
Piedra bola pequeña	0,36	m3	Q 270,00	Q 97,93
Tabla 1"x12"x10'	8,00	Unidad	Q 51,00	Q 408,00
Paral 3"x3"x10'	4,00	Unidad	Q 38,00	Q 152,00
Alambre de amarre	3,00	Libra	Q 6,50	Q 19,50
Clavo 3"	2,00	Libra	Q 6,00	Q 12,00
Acero 3/8" corrugado legitimo grado 40	6,00	Varilla	Q 32,85	Q 197,10
transporte de material	1,00	global	Q 96,77	Q 96,77
			Total con IVA	Q 2 032,15
			Total sin IVA	Q 1 814,42
Descripción de mano de obra	Cantidad	Unidad	Costo	Subtotal
Nivelación y compactación de suelo (1 alb. 1 ayudante)	1,00	día	Q 200,00	Q 200,00
Colocación de base de selecto (1 peon)	0,50	día	Q 85,00	Q 42,50
Armado de estructura para estanque (1 armador 1 ayudante)	2,00	día	Q 200,00	Q 400,00
Formaleteado (1 alb. + 2 peones)	1,00	día	Q 285,00	Q 285,00
Fundición de estanque (1 alb. + 3 ayud)	2,00	día	Q 370,00	Q 740,00
Desenfrado (1 peon)	1,00	día	Q 85,00	Q 85,00
Limpieza (1 peon)	1,00	día	Q 85,00	Q 85,00
Prestaciones	1,83	%		
			Total	Q 1 837,50
			Total	Q 3 362,63
Herramienta			0,05	Q 168,13
Costo directo (materiales + mano de obra + herramientas)				Q 6 225,53
Total costo indirecto			0,35	Q 2 178,94
Subtotal de renglón				Q 8 404,47
IVA			0,12	Q 1 008,54
Costo total				Q 9 413,01

Continuación de la tabla XXIX.

		Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)				
Presupuesto de renglones de trabajo de proyecto						
Identificación de proyecto:		Construcción alcantarillado pluvial				
Ubicación y localización:		Kilometro 22, Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10, Villa Nueva, Guatemala.				
Nombre del solicitante:		Municipalidad de Villa Nueva	No. Proyecto: 3			
Área de construcción:		Área: _____ Ancho promedio: _____	FECHA: septiembre 2016			
No.	Descripción del renglón	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Costo renglón	
1.00 Línea de alcantarillado pluvial						
1,01	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 9"$ PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	ml	2 135,00	Q 393,43	Q 839 976,87	
1,02	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 10"$ PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	ml	827,00	Q 556,69	Q 460 386,74	
1,03	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 12"$ PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	ml	297,00	Q 700,39	Q 208 016,76	
1,04	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 15"$ PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	ml	120,00	Q 994,30	Q 119 315,42	
1,05	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 18"$ PVC, norma ASTM F-949. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 15 cms de espesor.	ml	31,00	Q 1 509,14	Q 46 783,27	
1,06	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 24"$ PVC, norma ASTM M-304. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 20 cms de espesor.	ml	60,00	Q 2 128,67	Q 127 719,98	
1,07	Suministro e instalación de tubería corrugado con empaque $\phi = 42"$ PVC, norma ASTM M-304. Incluye nivelación y compactación de selecto para base de 20 cms de espesor.	ml	191,00	Q 6 059,67	Q 1 157 396,57	
Subtotal					Q 2 959 595,61	
2.00 Construcción de obras de arte						
		Hprom (m)	ϕ (m)	Cantidad	P.U.	Total
2,01	Pozos de visita ϕ interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con $f_c = 3\ 000$ PSI y $f_y = 40\ 000$ PSI. Altura promedio: 1,84 mt.	1,84	1,2	50,00	Q 6 064,95	Q 303 247,29
2,02	Pozos de visita ϕ interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con $f_c = 3\ 000$ PSI y $f_y = 40\ 000$ PSI. Altura promedio: 2,78 mt.	2,78	1,2	21,00	Q 11 136,47	Q 233 865,90
2,03	Pozos de visita ϕ interno = 2,05 mt., de concreto reforzado, con $f_c = 3\ 000$ PSI y $f_y = 40\ 000$ PSI. Altura promedio: 3,52 mt.	3,52	2,05	7,00	Q 14 676,39	Q 102 734,72
2,04	Pozos de absorción ϕ interno = 1,20 mt., de concreto reforzado, con $f_c = 3\ 000$ PSI y $f_y = 40\ 000$ PSI. Altura promedio: 10,00 mt.	10,00	1,2	3,00	Q 25 477,88	Q 76 433,65
2,05	Tragante de concreto reforzado de 1,00 x 1,10 x 1,20 mt. $f_c = 3\ 000$ PSI y acero $f_y = 40\ 000$ PSI.	1,20	1,2	203,00	Q 12 765,04	Q 2 591 302,21
2,06	Rejilla para calle de concreto reforzado. $F_c = 3\ 000$ PSI y acero $f_y = 40\ 000$ PSI.	0	0	6,00	Q 6 753,60	Q 40 521,57
Subtotal					Q 3 348 105,34	
3.00 Construcción de obras de arte						
				Cantidad	P.U.	Total
3,01	Disipador de energía, escalones, ancho: 1,40 mt			ml	Q 3 205,74	Q 512 918,59
3,02	Disipador de energía, pantallas deflectoras, ancho: 1,40 mt			ml	Q 3 644,33	Q 204 082,59
3,03	Estanque amortiguador Tipo I.			Unidad	Q 9 413,01	Q 9 413,01
Subtotal					Q 726 414,19	
Costo estimado del proyecto					Q 7 034 115,14	
Presupuesto realizado por: Douglas Jorge René Letona Aldana		En letras:		SIETE MILLONES TREINTA Y CUATRO MIL CIENTO QUINCE con 14/100.		

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXX. Cronograma para sistemas de alcantarillado

Actividad	Mes				Semana				1				2				3				4				5				6				7				8							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Limpieza preliminar																																												
Trazo de línea central de tubería																																												
Excavación para tubería, pozos de visita y pozos de absorción																																												
Construcción de pozos de visita y de absorción																																												
Colocación de tubería PVC																																												
Relleno de zanjas																																												
Instalación de biodigestores																																												
Construcción de dissipador de energía																																												
Construcción de estanque amortiguador																																												
Pruebas de funcionamiento																																												

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El diseño del pavimento de concreto rígido que conduce a las colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, zona 10 del municipio de Villa Nueva, tiene una longitud de 5 669,59 metros, está diseñada como una carretera tipo A-2 según las normas establecidas por el método PCA simplificado, la velocidad de diseño es de 40 km/h, el ancho de carril va de 3 a 3,5 metros, bombeo de 2 %, una carpeta de rodadura de 15 centímetros de espesor y una capa de material selecto como subbase de 20 centímetros. El costo de este proyecto es de Q34 361 767,10.
2. La construcción del pavimento rígido beneficiará directamente a un total de 3 036 habitantes e indirectamente a todo el municipio de Villa Nueva y los municipios colindantes, ya que en la colonia de Plan Grande se encuentra el nuevo Hospital General de Villa Nueva.
3. El sistema de alcantarillado sanitario tiene una longitud total de 3 163,79 metros con un costo total de Q3 559 645,36 y el sistema de alcantarillado pluvial tiene una longitud de 3 564,10 metros, con un costo de Q7 034 115,14.
4. Los dos sistemas de alcantarillado son independientes y se diseñaron con tubería PVC, es más duradera y fácil de instalar que la de concreto, además, resiste a mayores velocidades el flujo, por lo que no se necesita aumentar el diámetro cuando sobrepase los 3,00 m/s que es el máximo permitido en la tubería de concreto.

5. Además del diseño de pavimento de concreto y los sistemas de alcantarillado, el proyecto cuenta con el diseño de descarga pluvial y un estanque receptor, así también, las propuestas para el tratamiento de aguas residuales. El costo va incluido en los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial.

RECOMENDACIONES

1. Construir según lo planificado en este estudio. La oficina municipal de planificación deberá exigir a la entidad ejecutora de ambos proyectos el cumplimiento de las especificaciones contenidas en el estudio.
2. Ejecutar los proyectos lo antes posible ya que conforme el tiempo avanza, el costo en quetzales aumenta por la devaluación de la moneda y la inflación en los precios.
3. Antes y durante la época de invierno y durante esta, realizar el mantenimiento adecuado a las cunetas y al sistema de alcantarillado pluvial, si estos se encuentran obstruidos pueden causar taponamientos, inundaciones y asolvamientos en el lugar.
4. Para la ejecución del proyecto utilizar mano de obra de las comunidades cercanas, la ventaja es la disponibilidad de horario, mejores precios y mejor rendimiento, ya que es para el beneficio propio de ellos.
5. Capacitar y educar a los habitantes de las comunidades beneficiadas para que contribuyan a que no arrojen desechos sólidos a los sistemas de alcantarillado y con esto el mantenimiento sea mucho más rápido y efectivo.

BIBLIOGRAFÍA

1. CASTILLO ORDOÑEZ, Douglas Ardufo. *Diseño de la carretera hacia el caserío Ceciliar Chiquito, y puente vehicular colgante, aldea El Trapichillo, municipio La Libertad, departamento de Huehuetenango*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2008. p. 55.
2. Dirección General de Caminos. *Especificaciones Generales para construcción de carreteras y puentes*. Guatemala, 2000. p. 42.
3. Empresa Municipal de Agua. *Reglamento para diseño y construcción de drenajes para la ciudad de Guatemala*, Guatemala: Empagua. 2009. p. 37.
4. Empresas Públicas de Medellín. *Guía para el diseño hidráulico de redes de alcantarillado*. Medellín, Colombia, 2009. p. 24.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Normas Generales para el diseño de alcantarillados*, Guatemala: Infom. 2009. p. 44.
6. Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. *Informe de intensidades de lluvia*. Guatemala. p. 4.
7. PAZ VALENZUELA, Jorge Raúl. *Diseño de pavimento rígido para la aldea El Rosario y drenaje sanitario para el micro parcelamiento El Naranjo, Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla*. Trabajo de

graduación de Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. p. 88.

8. Rotoplas. *Ficha Técnica Biodigestor Autolimpiable Rotoplas*. Perú, 2013.
9. VILLAMARIN PAREDES, Sorayda Carolina, *Manual básico de diseño de estructuras de disipación de energía hidráulica*. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Escuela Politécnica del Ejercito, Sangolquí, 2013. p. 106.
10. Municipalidad de Villa Nueva. *www.villanueva.gob.gt, Municipalidad de Villa Nueva, departamento de Guatemala*.
[en línea]. <www.villanueva.gob.gt>.
[Consulta: 4 de marzo de 2015].

APÉNDICE

Apéndice 1. Diseño geométrico de carreteras

Boulevard No. 1													
No.	Tipo	Longitud	Estación (m)		Radio	Rumbo	Ángulo Δ	Grado de curvatura	Longitud de curva	Cuerda máxima	Ordenada media	External	Subtangente
			Inicia	Finaliza									
1	Línea	184,878	0+000,00	0+184,88		N8°57'08"E							
2	Curva	10,964	0+184,88	0+195,84	200		3°08'28"	5°43'46"	10,964	10,963	0,075	0,075	5,483
3	Línea	45,989	0+195,84	0+241,83		N12°05'35"E							
4	Curva	3,37	0+241,83	0+245,20	200,407		0°57'48"	5°43'05"	3,37	3,37	0,007	0,007	1,685
5	Línea	475,224	0+245,20	0+720,42		N13°03'23"E							
6	Curva	52,129	0+720,42	0+772,55	147,21		20°17'21"	7°47'03"	52,129	51,875	2,301	2,338	26,34
7	Línea	27,319	0+772,55	0+799,87		N33°20'44"E							
8	Curva	52,926	0+799,87	0+852,80	50,549		59°59'23"	22°40'10"	52,925	50,541	6,77	7,817	29,179
9	Línea	65,539	0+852,80	0+918,34		N26°38'39"W							
10	Curva	54,753	0+918,34	0+973,09	125,458		25°00'18"	9°08'02"	54,752	54,319	2,975	3,047	27,819
11	Línea	25,836	0+973,09	0+998,93		N1°38'21"W							

Salida a paso desnivel hacia Barcenas													
No.	Tipo	Longitud	Estación (m)		Radio	Rumbo	Ángulo Δ	Grado de curvatura	Longitud de curva	Cuerda máxima	Ordenada media	External	Subtangente
			Inicia	Finaliza									
1	Línea	33,197	0+993,99	1+032,13		N1°03'50"W							
2	Curva	117,723	1+032,13	1+149,85	49,632		135°54'04"	23°05'18"	117,72	92,004	31	82,576	122,538
3	Línea	33,725	1+149,85	1+183,57		S45°06'35"E							

Entrada viniendo de Amatitlán													
No.	Tipo	Longitud	Estación (m)		Radio	Rumbo	Ángulo Δ	Grado de curvatura	Longitud de curva	Cuerda máxima	Ordenada media	External	Subtangente
			Inicia	Finaliza									
1	Línea	44,894	0+999,93	1+043,82		N1°28'32"W							
2	Curva	6,065	1+043,82	1+049,89	200		1°44'15"	5°43'46"	6,06	6,065	0,023	0,023	3,033
3	Línea	46,074	1+049,89	1+095,96		N0°15'44"E							
4	Curva	17,917	1+095,96	1+113,88	5258,66		0°11'43"	0°13'04"	17,93	17,917	0,008	0,008	8,959
5	Curva	42,407	1+113,88	1+156,29	55,839		43°30'38"	20°31'18"	42,40	41,395	3,978	4,283	22,285
6	Línea	26,661	1+156,29	1+182,95		N45°37'17"W							

Carril reversible													
No.	Tipo	Longitud	Estación (m)		Radio	Rumbo	Ángulo Δ	Grado de curvatura	Longitud de curva	Cuerda máxima	Ordenada media	External	Subtangente
			Inicia	Finaliza									
1	Línea	55,176	0+000,00	0+055,18		N44°26'33"E							
2	Curva	35,32	0+055,18	0+090,50	47,015		43°02'37"	24°22'25"	35,32	34,495	3,278	3,524	18,54
3	Línea	32,397	0+090,50	0+122,89		N1°23'56"E							
4	Curva	42,155	0+122,89	0+165,05	52,746		45°47'28"	21°43'31"	42,15	41,042	4,156	4,511	22,276
5	Línea	20,433	0+165,05	0+185,48		N44°23'32"W							

Continuación del apéndice 1.

Boulevard No. 2													
No.	Tipo	Longitud	Estación (m)		Radio	Rumbo	Ángulo Δ	Grado de curvatura	Longitud de curva	Cuerda máxima	Ordenada media	External	Subtangente
			Inicia	Finaliza									
1	Línea	215,952	0+000,00	0+215,95		S67°24'50"E							
2	Curva	29,235	0+215,95	0+245,19	32,601		51°22'47"	35°08'59"	29,234	28,265	3,222	3,576	15,683
3	Línea	43,781	0+245,19	0+288,97		N61°12'23"E							
4	Curva	38,249	0+288,97	0+327,22	35,951		60°57'30"	31°52'29"	38,248	36,47	4,968	5,764	21,159
5	Línea	36,745	0+327,22	0+363,96		N5°14'33"E							
6	Curva	7,02	0+363,96	0+370,98	200		2°00'40"	5°43'46"	7,02	7,02	0,031	0,031	3,51
7	Línea	50,744	0+370,98	0+421,73		N3°13'53"E							
8	Curva	4,808	0+421,73	0+426,53	200		1°22'39"	5°43'46"	4,81	4,808	0,014	0,014	2,404
9	Línea	31,714	0+426,53	0+458,25		N1°51'14"E							
10	Curva	7,484	0+458,25	0+465,73	200		2°08'38"	5°43'46"	7,484	7,483	0,035	0,035	3,742
11	Línea	64,321	0+465,73	0+530,05		N0°17'24"W							
12	Curva	11,886	0+530,05	0+541,94	189,908		3°35'10"	6°02'03"	11,886	11,884	0,093	0,093	5,945
13	Línea	16,695	0+541,94	0+558,63		N3°17'46"E							
14	Curva	23,14	0+558,63	0+581,77	190,359		6°57'54"	6°01'11"	23,14	23,126	0,352	0,352	11,584
15	Línea	49,144	0+581,77	0+630,92		N10°15'40"E							
16	Curva	9,486	0+630,92	0+640,40	43,982		12°21'28"	26°03'15"	9,48	9,468	0,255	0,257	4,762
17	Línea	19,008	0+640,40	0+659,41		N2°05'48"W							
18	Curva	1,007	0+659,41	0+660,42	177,523		0°19'31"	6°27'18"	1,008	1,007	0,001	0,001	0,504
19	Línea	25,189	0+660,42	0+685,61		N2°25'18"W							
20	Curva	27,442	0+685,61	0+713,05	117,09		13°25'41"	9°47'12"	27,44	27,379	0,803	0,809	13,784
21	Línea	80,304	0+713,05	0+793,35		N15°51'00"W							
22	Curva	31,451	0+793,35	0+824,80	26,444		68°08'41"	43°20'04"	31,45	29,629	4,54	5,48	17,885
23	Línea	29,635	0+824,80	0+854,44		N69°08'05"W							
24	Curva	16,474	0+854,44	0+870,91	8,099		116°32'53"	141°29'48"	16,473	13,777	3,84	7,302	13,099
25	Línea	16,145	0+870,91	0+887,06		N44°59'36"E							

Rotonda triangular central													
No.	Tipo	Longitud	Estación (m)		Radio	Rumbo	Ángulo Δ	Grado de curvatura	Longitud de curva	Cuerda máxima	Ordenada media	External	Subtangente
			Inicia	Finaliza									
1	Línea	32,819	0+000,00	0+032,82		N45°43'56"E							
2	Curva	52,79	0+032,82	0+085,61	24,052		125°45'23"	47°38'39"	52,79	42,814	13,087	28,706	46,957
3	Línea	34,234	0+085,61	0+119,84		N81°18'32"W							
4	Curva	54,021	0+119,84	0+173,86	23,87		129°39'59"	48°00'22"	54,02	43,209	13,719	32,261	50,803
5	Línea	26,172	0+173,86	0+200,03		S27°22'32"E							
6	Curva	44,189	0+200,03	0+244,22	23,211		109°04'43"	49°22'07"	44,19	37,812	9,745	16,798	32,588

Entrada de barcanas													
No.	Tipo	Longitud	Estación (m)		Radio	Rumbo	Ángulo Δ	Grado de curvatura	Longitud de curva	Cuerda máxima	Ordenada media	External	Subtangente
			Inicia	Finaliza									
1	Curva	54,813	0+000,00	0+054,81	34,934		89°54'01"	32°48'10"	54,81	49,361	10,21	14,427	34,873
2	Línea	50,114	0+054,81	0+104,93		S45°16'56"W							
3	Curva	36,041	0+104,93	0+140,97	43,38		47°36'08"	26°24'57"	36,04	35,013	3,689	4,032	19,134
4	Línea	27,755	0+140,97	0+168,72		N81°37'36"W							

Salida última curva hacia Guatemala													
No.	Tipo	Longitud	Estación (m)		Radio	Rumbo	Ángulo Δ	Grado de curvatura	Longitud de curva	Cuerda máxima	Ordenada media	External	Subtangente
			Inicia	Finaliza									
1	Línea	16,62	0+054,81	0+071,43		N43°34'21"E							
2	Curva	37,617	0+071,43	0+109,05	27,658		77°55'35"	41°25'53"	37,62	34,784	6,153	7,913	22,368
3	Línea	24,444	0+109,05	0+133,49		S45°33'02"E							

Continuación de apéndice 1.

EP No. 1	Ubicación: 5ta ave. entre 4ta calle "A" y 5ta calle z. 6, egreso del municipio										Fecha: Mes #1 20-28 de noviembre de 2012				Días: 9				
Días Horario	Martes 20	Miércoles 21	Jueves 22	Viernes 23	Sábado 24	Domingo 25	Lunes 26	Martes 27	Miércoles 28	TOTAL	Ligeros		Pesado		Colectivo		Motos		
											Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%	
05:00 a.m.																			
06:00 a.m.	638	619	680	640	373	242	642	628	709	5162	3708	72%	219	4%	363	7%	872	17%	
07:00 a.m.	1185	1138	1182	1138	697	285	1225	1261	1301				79%	132	1%	412	4%	1553	16%
08:00 a.m.	1163	1062	1058	1178	1079	435	1078	1125	1156	9364	5765	62%	231	2%	431	4%	1572	17%	
09:00 a.m.	849	782	843	814	971	399	950	844	782	7434	5339	72%	365	5%	350	5%	1362	18%	
10:00 a.m.	869	759	788	801	761	711	738	748	607	6832	4899	72%	107	1%	401	6%	925	14%	
11:00 a.m.	825	747	836	811	682	726	805	770	741	6941	5149	74%	587	8%	386	6%	819	12%	
12:00 p.m.	899	777	799	822	958	773	820	719	769	7130	5262	74%	672	9%	362	5%	834	12%	
01:00 p.m.	651	701	736	825	1028	725	765	786	744	7244	5323	73%	465	6%	376	5%	887	12%	
02:00 p.m.	713	763	895	867	997	752	858	792	773	7393	5357	76%	644	9%	398	5%	732	10%	
03:00 p.m.	710	778	747	729	811	1256	750	807	763	7351	5709	78%	542	7%	375	5%	725	10%	
04:00 p.m.	806	883	870	936	886	637	829	801	831	7479	5480	73%	718	10%	395	5%	886	12%	
05:00 p.m.	481	813	799	382	843	674	840	922	891	7652	5739	75%			10%	372	5%	798	10%
06:00 p.m.	284	522	824	825	836	713	978	897	766	7882	6186	78%	398	5%			890	11%	
07:00 p.m.	698	771	715	824	976	688	728	871	710	7927	5967	85%	159	2%	357	5%	564	8%	
08:00 p.m.	571	684	553	887	711	649	533	649	534	5571	4768	86%	77	1%	238	4%	468	8%	
09:00 p.m.	371	377	422	466	486	436	398	238	246	3400	2854	84%	172	5%	121	4%	261	7%	
Suma 16 h	12816	12605	12671		13073	10523	11928	12057	12318	113554	85342	75%	6967	6%	5735	5%	15510	14%	
24 h promedio	14804	14560	14637	15668	15101	11924	14935	15314	14233	131170	98581		8048		6625		17916		
Intensidad Media Diaria (IDM _{15h})*, veh/días (90% confiabilidad)	IDM _{15h}										IDM _{15h}	13124	IDM _{15h}	12112	12618	9483	775	638	1724
Intensidad Horaria Máxima (IHM _{15h})*, veh/hrz (la intensidad de hora máxima es del 9% de la IDM)												1009		759		62		51	138

*Error estimado en el conteo de vehículo: ±18%

EP No. 2	Ubicación: 10 avenida zona 5, egreso del municipio (sobre puente Túbac)										Fecha: Mes #1 20-28 de noviembre de 2012				Días: 9				
Días Horario	Martes 20	Miércoles 21	Jueves 22	Viernes 23	Sábado 24	Domingo 25	Lunes 26	Martes 27	Miércoles 28	TOTAL	Ligeros		Pesado		Colectivo		Motos		
											Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%	Cont.	%	
05:00 a.m.																			
06:00 a.m.	837	763	776	782	897	354	730	965	739	6123	4710	76%	170	3%	391	6%	761	12%	
07:00 a.m.	1912	1755	1879	1726	968	496	1901	1989	1933	14558	11248	77%	243	2%	382	3%	2466	18%	
08:00 a.m.	1738	1666	1811	1927	1803	617	1752	1774	1910	14938	11096	74%	338	2%	294	2%		21%	
09:00 a.m.	1364	1044	1342	1417	1295	405	1406	1565	1516	11654	9048	78%	633	5%	249	2%	1734	15%	
10:00 a.m.	1168	1155	1188	1199	1280	525	1151	1039	1418	10473	8104	77%			9%	225	2%	1207	12%
11:00 a.m.	1075	946	1131	1065	1217	1103	1053	937	1223	9770	7595	78%	786	8%	224	2%	1171	12%	
12:00 p.m.	989	1081	1055	1089	1137	1211	1000	862	1152	9576	7321	76%	894	9%	238	2%	1183	12%	
01:00 p.m.	876	974	915	893	1130	1078	941	861	1017	8807	6792	77%	774	9%	225	3%	1016	12%	
02:00 p.m.	1025	1090	1446	1109	1229	1610	795	1805	1202	10911	8194	75%	778	7%	246	5%	1393	13%	
03:00 p.m.	1023	860	1447	547	1332	1355	1080	1492	1131	10869	8369	77%	688	6%	425	4%	1387	13%	
04:00 p.m.	1016	1193	1720	973	1272	1058	1236	1669	1278	12160	9651	77%	711	6%	428	4%	1948	13%	
05:00 p.m.	914	1798	1372	1491	1602	1234	1295	1703	1288	12663	9739	77%	728	6%	498	4%	1700	13%	
06:00 p.m.	835	1815	1696	1595	1538	1022	1448	1630	1559	13138	10640	81%	346	3%	512	4%	1638	12%	
07:00 p.m.	1752	1540	1869	2225	2118	1417	1850	1895	1768				79%	246	1%			2801	16%
08:00 p.m.	1525	1295	1833	1846	1671	989	1680	1415	1447	13660	10748	79%	212	2%	450	3%	2210	16%	
09:00 p.m.	718	1576	1282	1218	1189	666	1172	1029	1138	9768	7377	76%	546	6%	360	4%	1485	15%	
Suma 16 h	18661	21468		21871	20813	12914	20480	22090	21709	183814	143564	77%	8972	5%	6037	3%	27241	15%	
24 h promedio	21596	24798	24635	25093	24042	18383	23669	25448	25077	214640	165836		10364		8974		31467		
Intensidad Media Diaria (IDM _{15h})*, veh/días (90% confiabilidad)	IDM _{15h}										IDM _{15h}	21808	IDM _{15h}	19484	20646	15952	997	671	3027
Intensidad Horaria Máxima (IHM _{15h})*, veh/hrz (la intensidad de hora máxima es del 9% de la IDM)												1652		1276		80		54	242

*Error estimado en el conteo de vehículo: ±18%

Continuación de apéndice 1.

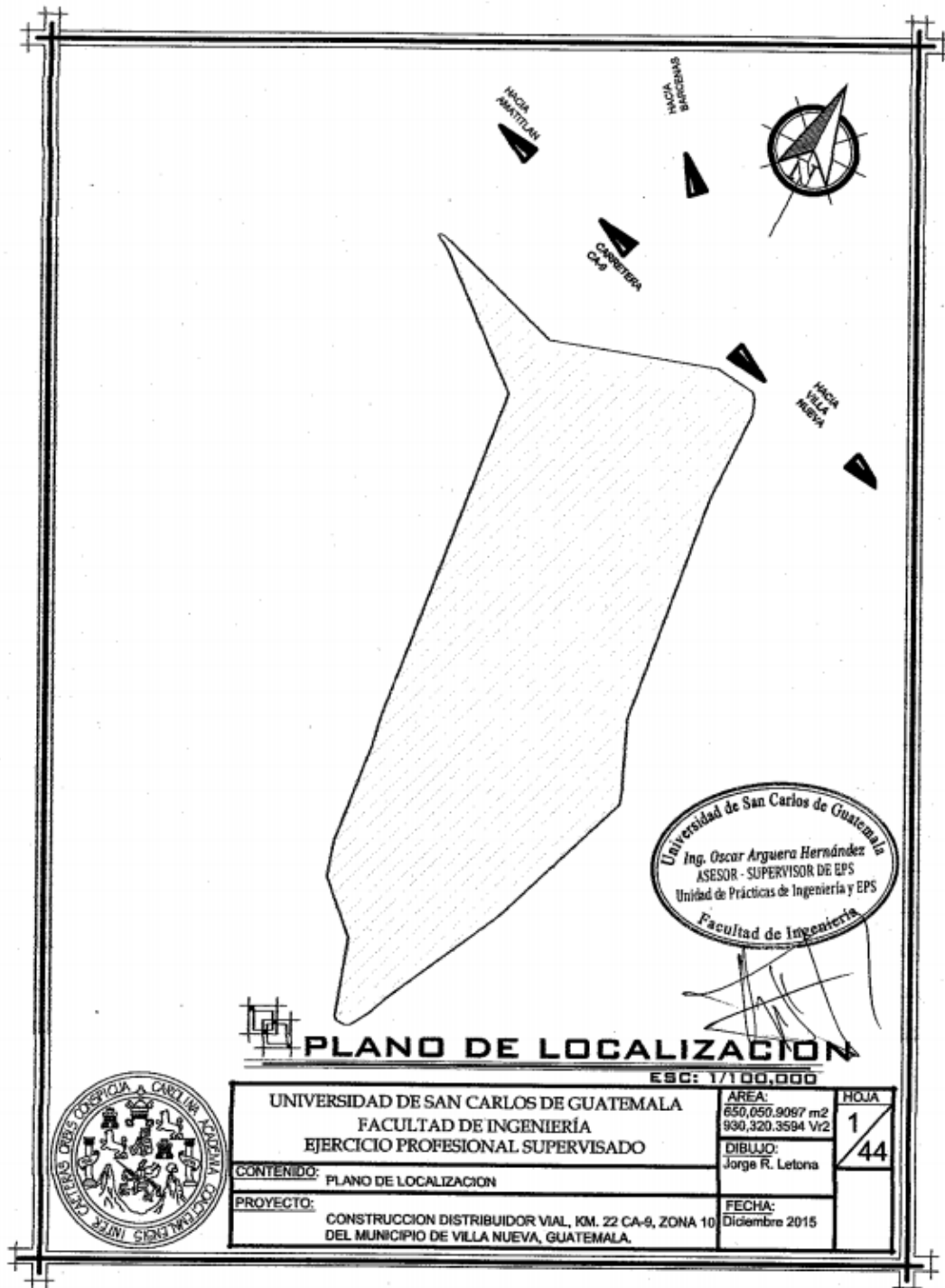
EP No. 3	Ubicación: 3era. Calle y 6ta Avenida zona 1, noroeste a sureste										Fecha: Mes #1 20-28 de noviembre de 2012								Días: 9								
	Días										Ligeros				Pesado					Colectivo				Mixto			
	Martes 20	Miércoles 21	Jueves 22	Viernes 23	Sábado 24	Domingo 25	Lunes 26	Martes 27	Miércoles 28	TOTAL	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%		Cant.	%						
05:00 a.m.																											
06:00 a.m.	146	327	360	312	319	352	352	354	330	2892	757	99%	143	6%	952	13%	600	23%									
07:00 a.m.	569	825	761	647	598	329	684	485	741	5839	3927	66%	192	3%	846	14%	1274	22%									
08:00 a.m.	651	940	927	883	848	512	967	549	694	7723	5854	65%	351	4%	1116	14%	1484	19%									
09:00 a.m.	566	765	706	645	789	567	731	631	683	7201	4673	65%	634	9%	733	10%	1143	16%									
10:00 a.m.	613	934	750	741	664	585	758	746	822	6673	4978	61%	363	3%	639	10%	1093	16%									
11:00 a.m.	577	850	786	709	676	683	801	801	821	6754	4131	61%	828	12%	637	9%	1158	17%									
12:00 p.m.	594	971	752	801	670	663	694	736	704	6583	4152	63%	742	11%	601	9%	1090	17%									
01:00 p.m.	420	643	798	787	815	581	674	598	833	6489	3721	60%	702	11%	833	10%	1113	18%									
02:00 p.m.	907	893	854	1001	1040	1013	887	853	1035	8403	5574	66%	846	10%	663	8%	1200	16%									
03:00 p.m.	873	917	898	985	1062	989	871	808	890	6303	3725	69%	876	11%	532	6%	1370	14%									
04:00 p.m.	888	911	1111	1108	941	904	998	998	975	8820	6017	68%	1116	6%	640	7%	1172	13%									
05:00 p.m.	1002	989	817	1004	1033	1002	1021	1119	1135	9122	6331	69%	796	8%	678	7%	1377	15%									
06:00 p.m.	1114	1037	958	1040	974	980	1220	1118	1314	9962	6750	68%	648	7%	750	8%	1820	18%									
07:00 p.m.	1145	1136	1348	1248	1221	1091	1307	1123	1213	11222	7051	70%	912	9%	715	7%	2191	19%									
08:00 p.m.	1020	1106	1029	1091	1051	1089	999	1203	1262	9800	7351	75%	244	2%	628	6%	1577	16%									
09:00 p.m.	790	851	760	845	813	846	974	899	947	7826	5920	76%	417	5%	325	4%	1163	15%									
Suma 16 h	11417	14143	13895	14130	13934	11866	14000	14282		122926	82355	67%	5714	8%	10257	8%	20600	17%									
24 h promedio	13796	16626	18004	16353	15999	14797	16172	16488	17072	141996	95331		11221		11848		23796										
Intensidad Media Diaria (IDM _{24h})*, veh/días (90% confiabilidad)	IDM _{Medic} : 14234										IDM _{Medic} : 13064	13659	9151	1080	1140	2289											
Intensidad Horaria Máxima (IHM _{15m})*, veh/hrs (la intensidad de hora máxima es del 8% de la IDM)											1093	732	86	91	183												

*Error estimado en el conteo de vehículos: ±18%

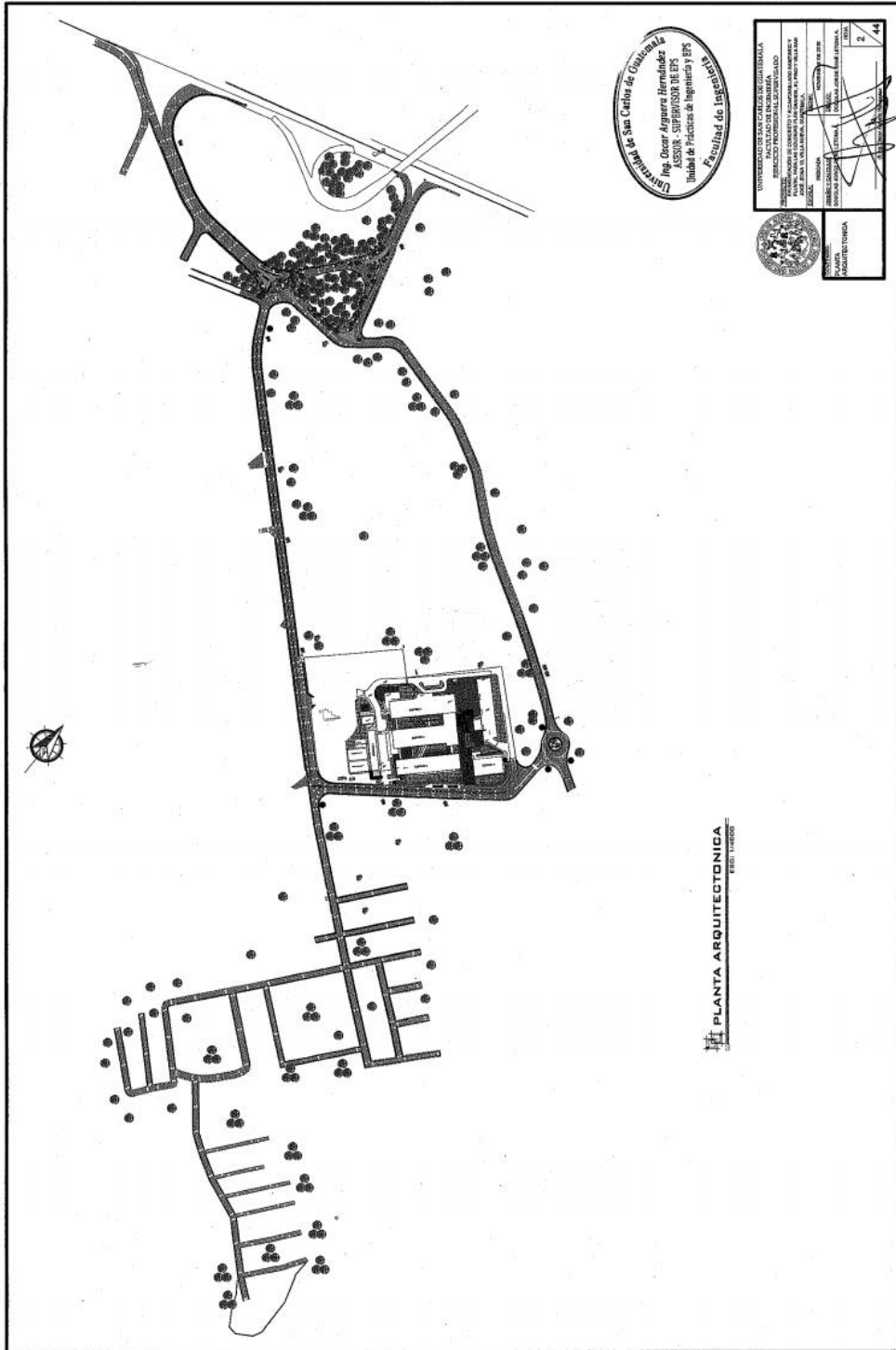
EP No. 4	Ubicación: 3era Calle, Zda B y 3era Avenida zona 5, de sureste a noroeste										Fecha: Mes #1 20-28 de noviembre de 2012								Días: 9								
	Días										Ligeros				Pesado					Colectivo				Mixto			
	Martes 20	Miércoles 21	Jueves 22	Viernes 23	Sábado 24	Domingo 25	Lunes 26	Martes 27	Miércoles 28	TOTAL	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%	Cant.	%		Cant.	%						
05:00 a.m.																											
06:00 a.m.	639	624	666	753	595	450	664	578	574	5546	3816	69%	195	4%	573	10%	956	17%									
07:00 a.m.	1122	1143	124	973	803	472	1326	1129	1128	9170	6568	72%	272	3%	96	1%	1463	16%									
08:00 a.m.	1117	1027	1230	1431	1051	687	1305	1130	1124	11224	7476	74%	340	3%	842	8%	1153	12%									
09:00 a.m.	992	1020	901	1051	985	826	1108	1075	1076	9336	6658	73%	631	7%	692	7%	1153	12%									
10:00 a.m.	988	897	964	1209	1146	924	981	1031	826	8561	6354	71%	866	10%	682	8%	1067	12%									
11:00 a.m.	1221	928	941	1035	917	935	974	961	1077	9269	6717	72%	789	9%	722	8%	1094	12%									
12:00 p.m.	1051	1020	1051	1115	1165	737	1014	1043	1066	10304	7760	75%	875	8%	648	6%	1023	10%									
01:00 p.m.	1057	1054	1029	1023	1227	778	1056	1014	993	9247	6746	73%	829	9%	635	7%	1017	11%									
02:00 p.m.	854	871	856	962	1110	964	930	857	969	8383	6068	72%	810	10%	633	8%	872	10%									
03:00 p.m.	945	920	874	956	915	988	937	986	995	8376	6202	72%	876	10%	656	8%	842	10%									
04:00 p.m.	966	984	907	975	1077	763	994	1044	927	8617	6196	72%	1116	13%	640	7%	859	10%									
05:00 p.m.	997	1028	917	965	1123	1014	1164	1082	1016	9316	6905	74%	856	9%	709	8%	846	9%									
06:00 p.m.	1022	1145	1021	899	1250	1009	1175	1073	1099	9626	7329	76%	341	4%	824	9%	1134	12%									
07:00 p.m.	1099	1095	1015	913	1086	1001	1207	1179	1114	8798	7553	78%	131	1%	775	8%	1283	13%									
08:00 p.m.	959	956	895	1090	1078	896	1067	922	1086	8979	7077	79%	117	1%	597	7%	1188	13%									
09:00 p.m.	758	731	727	889	961	825	799	734	889	7303	5690	78%	299	4%	281	4%	1025	14%									
Suma 16 h	13447	15429	14998	16719	16781	15264	15896	16628	14427	105925	76947	76%	9179	6%	10902	8%	17346	17%									
24 h promedio	18300	17816	17259	18739	19364	15321	21036	18862	19209	166418	122358		10545		12478		20037										
Intensidad Media Diaria (IDM _{24h})*, veh/días (90% confiabilidad)	IDM _{Medic} : 16649										IDM _{Medic} : 15175	15912	11770	1015	1201	1928											
Intensidad Horaria Máxima (IHM _{15m})*, veh/hrs (la intensidad de hora máxima es del 8% de la IDM)											1273	942	81	96	154												

*Error estimado en el conteo de vehículos: ±18%

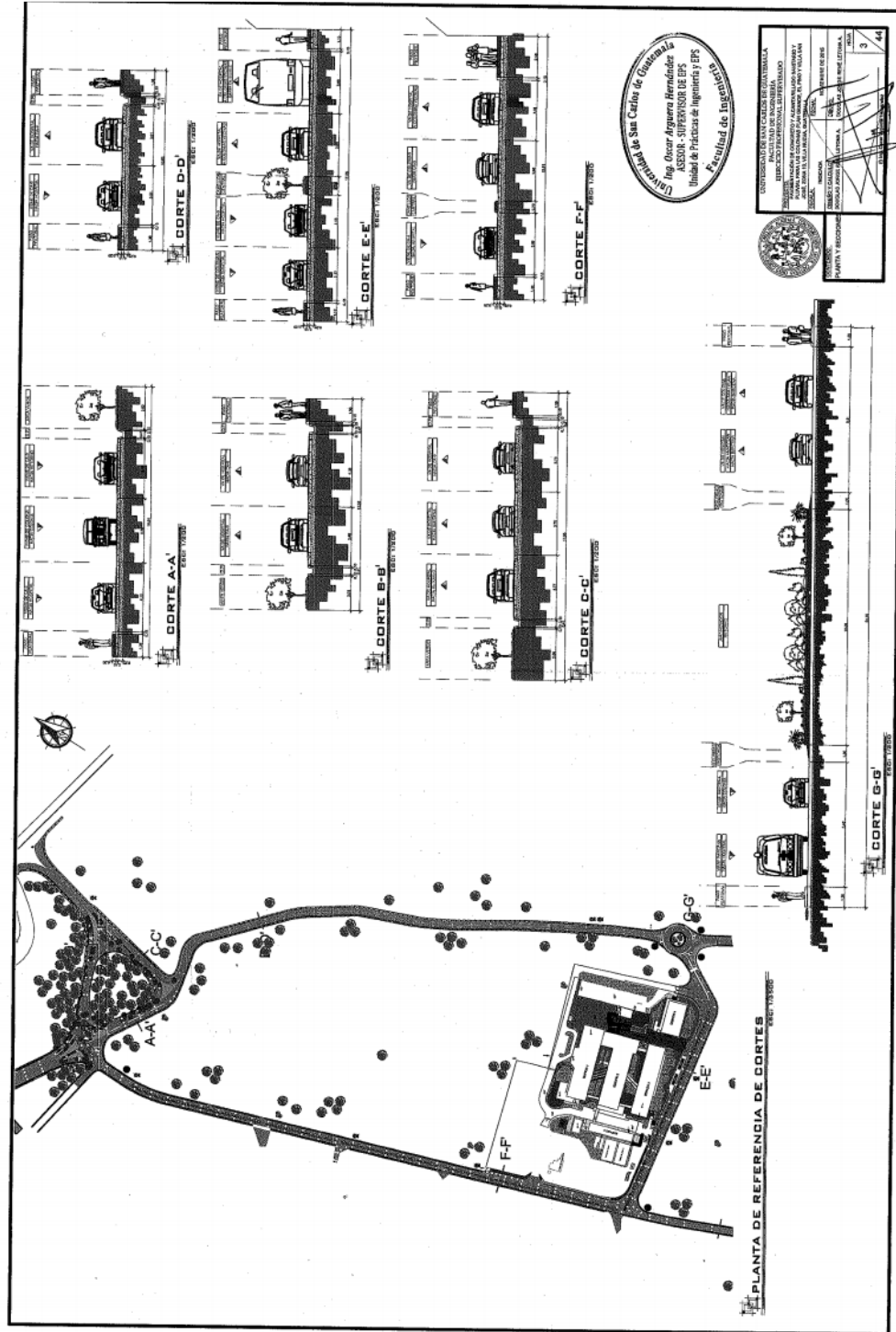
Continuación de apéndice 1.



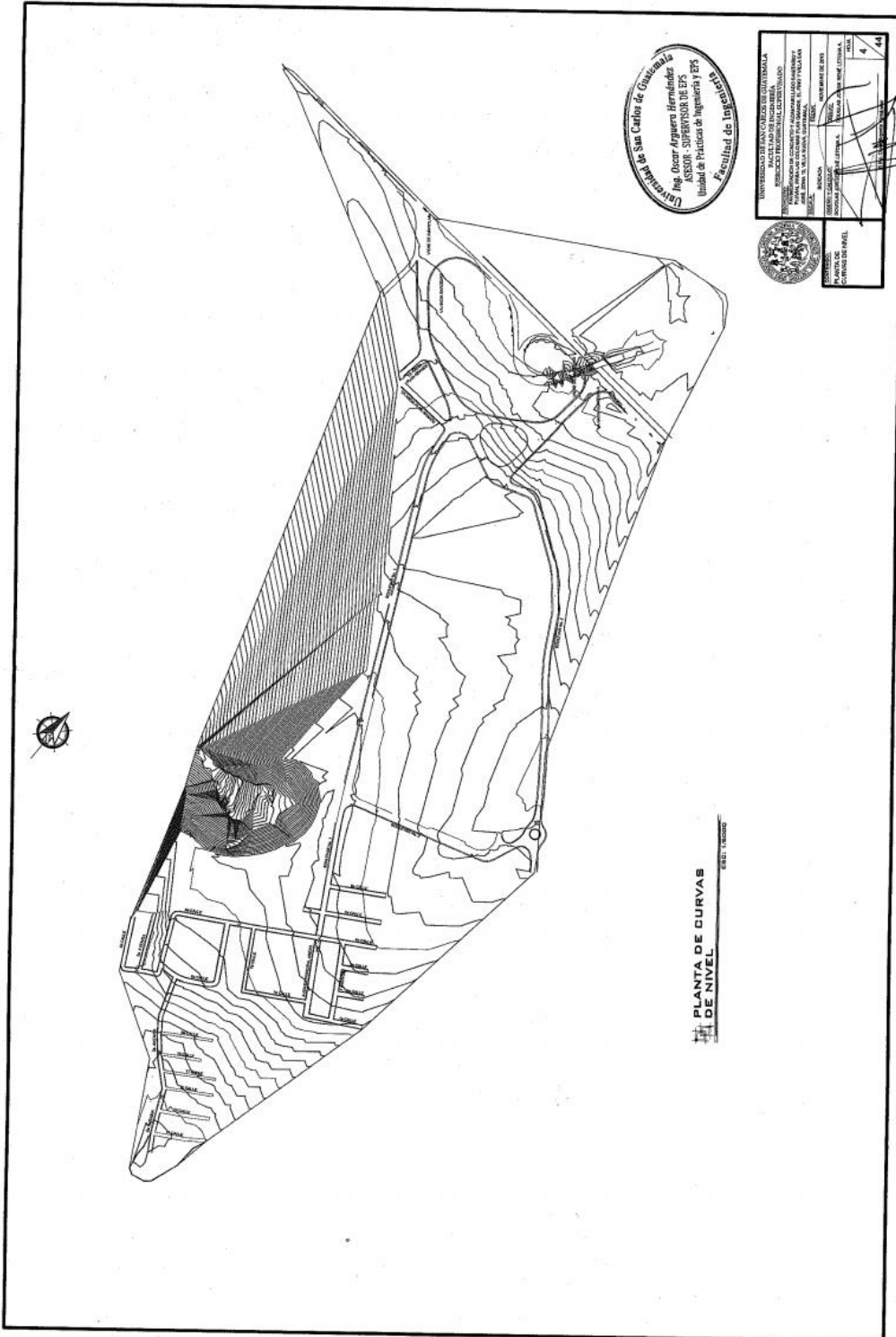
Continuación de apéndice 1.



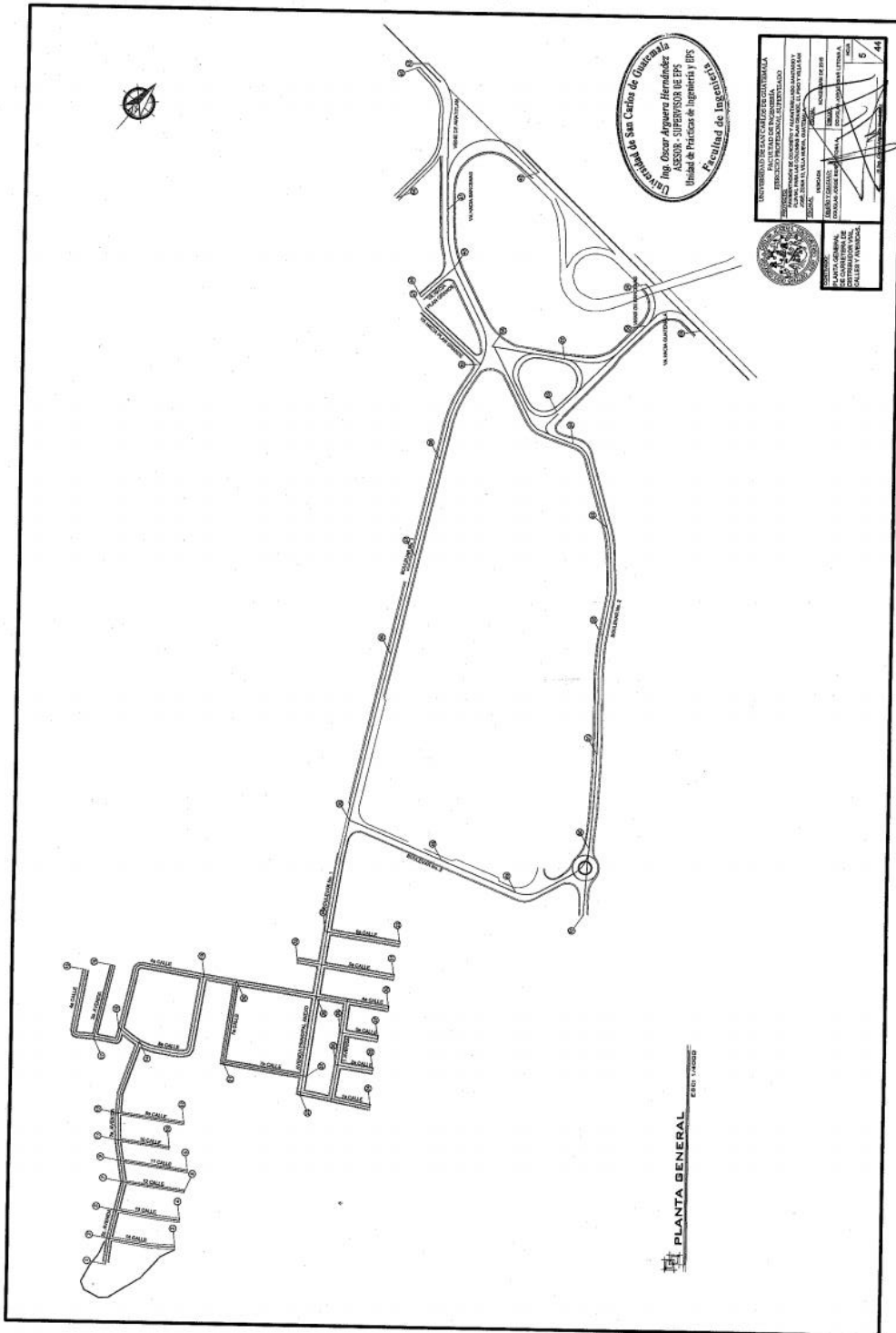
Continuación de apéndice 1.



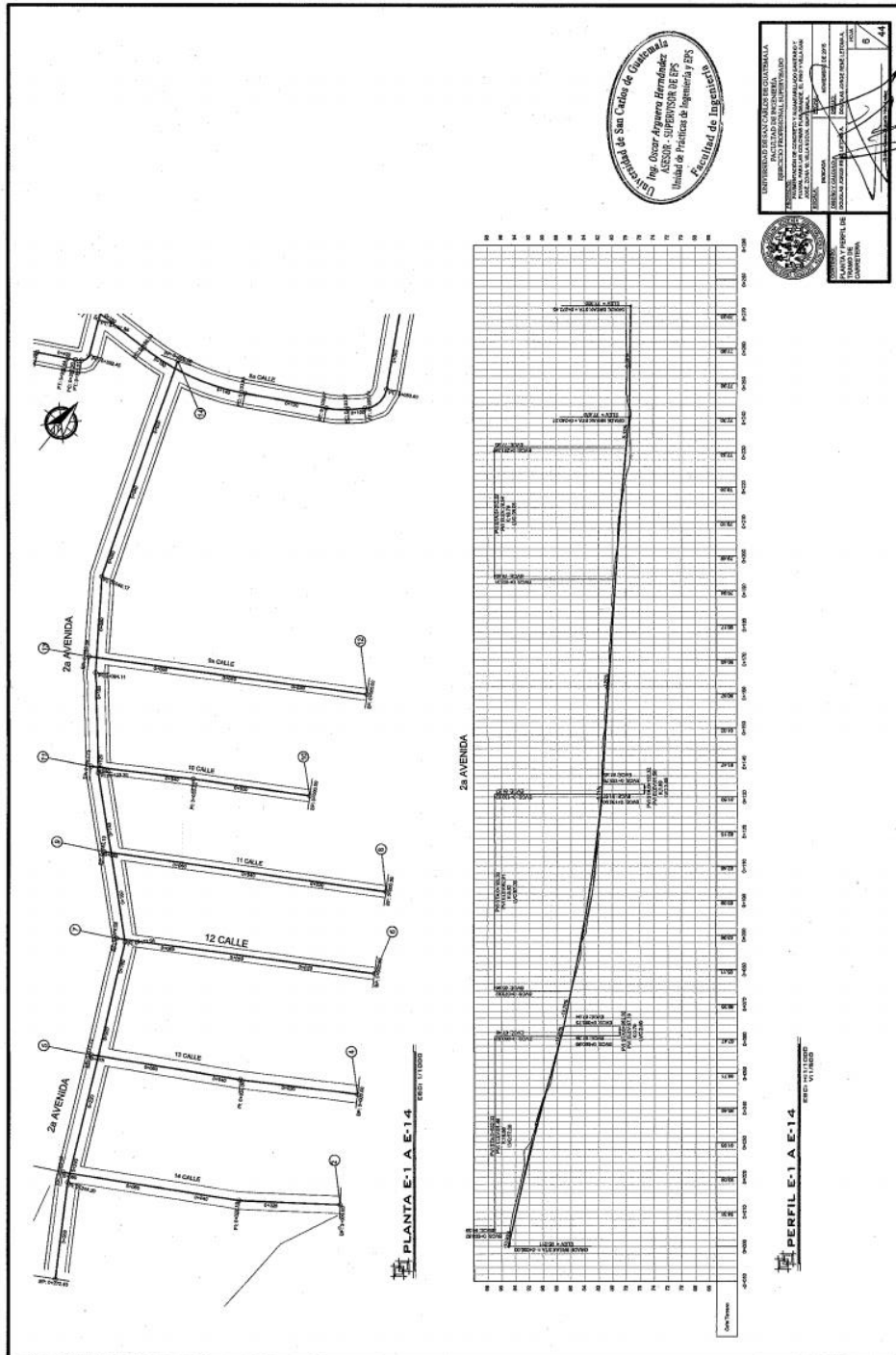
Continuación de apéndice 1.



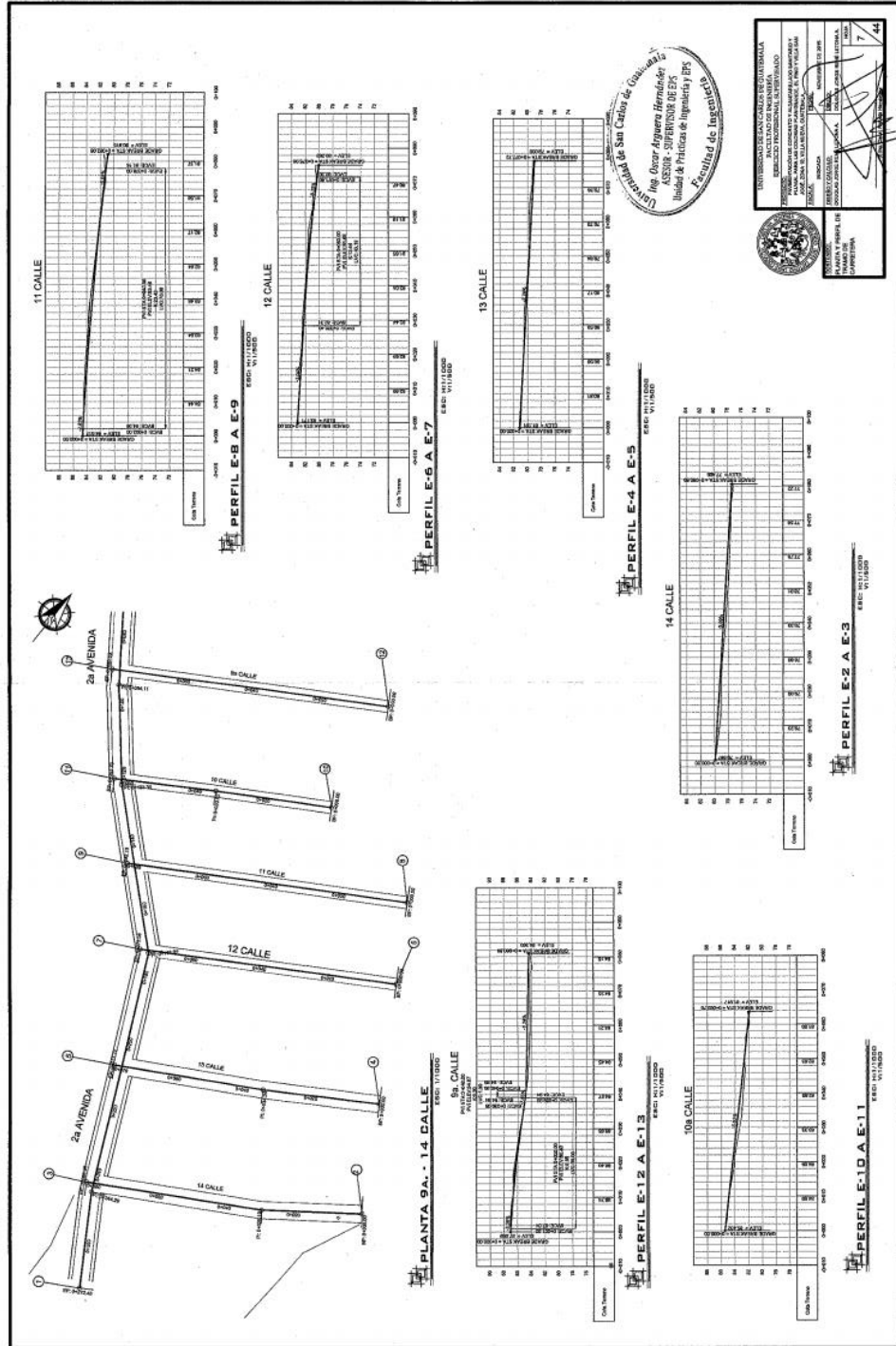
Continuación de apéndice 1.



Continuación de apéndice 1.



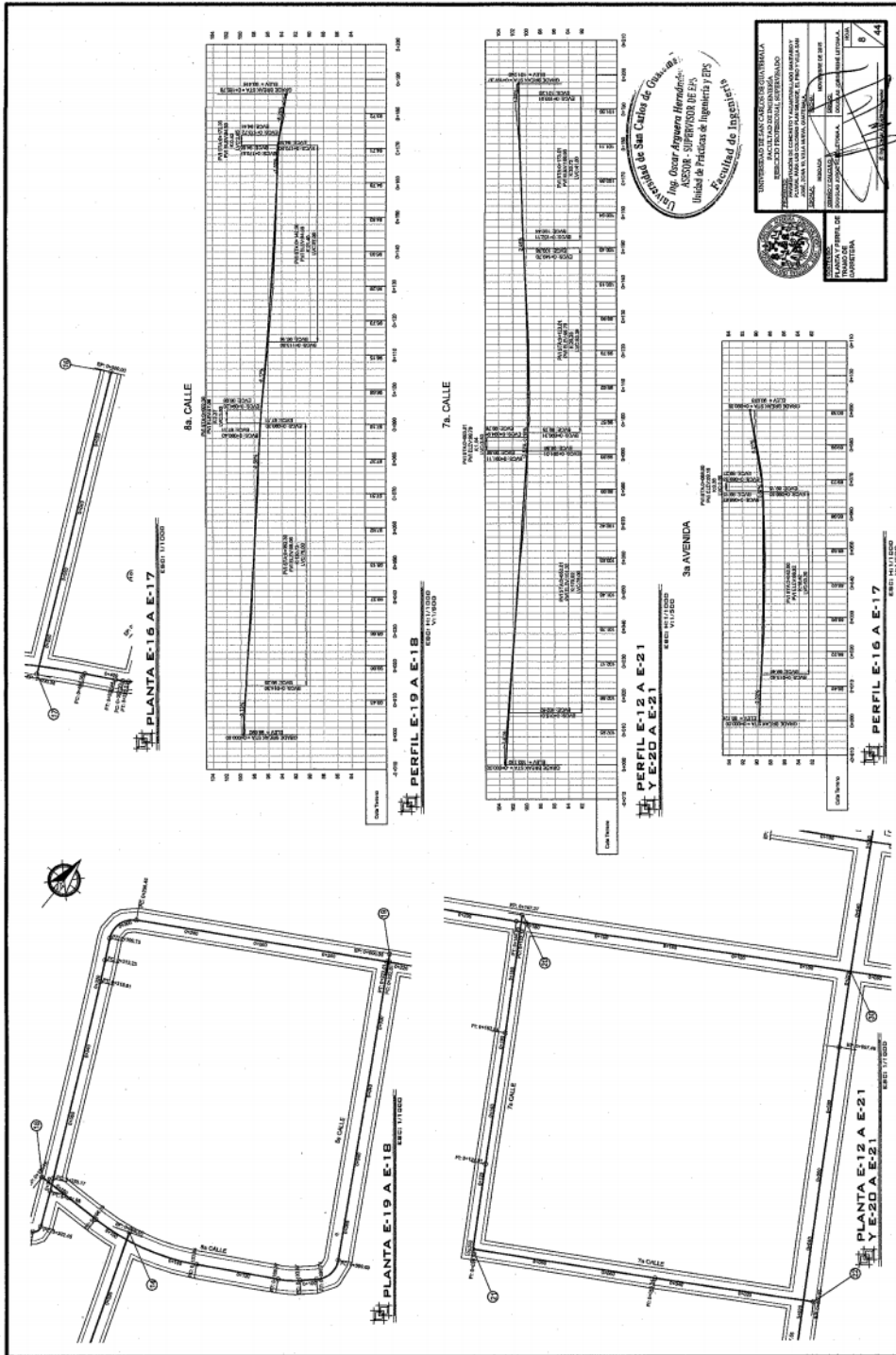
Continuación de apéndice 1.



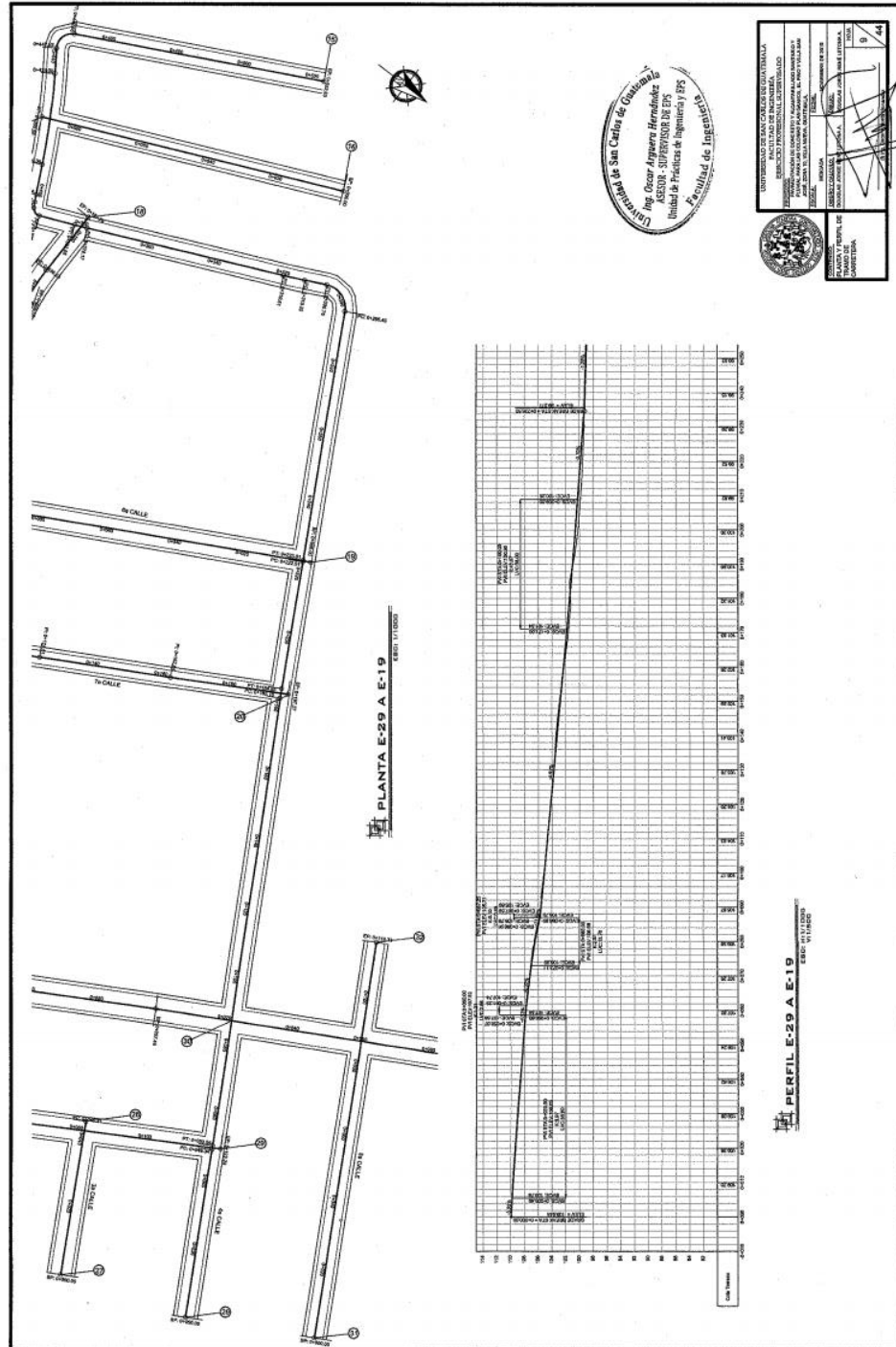
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE PRÁCTICAS DE INGENIERÍA PIS
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y MANEJO DE AGUAS PLUVIALES
ZONA 13, CALLE 14, GUATEMALA

PROFESOR: INGENIERO OSCAR ARGUETA HERNÁNDEZ
ESTUDIANTE: INGENIERO JUAN CARLOS ALBERTO
FECHA: 7/44

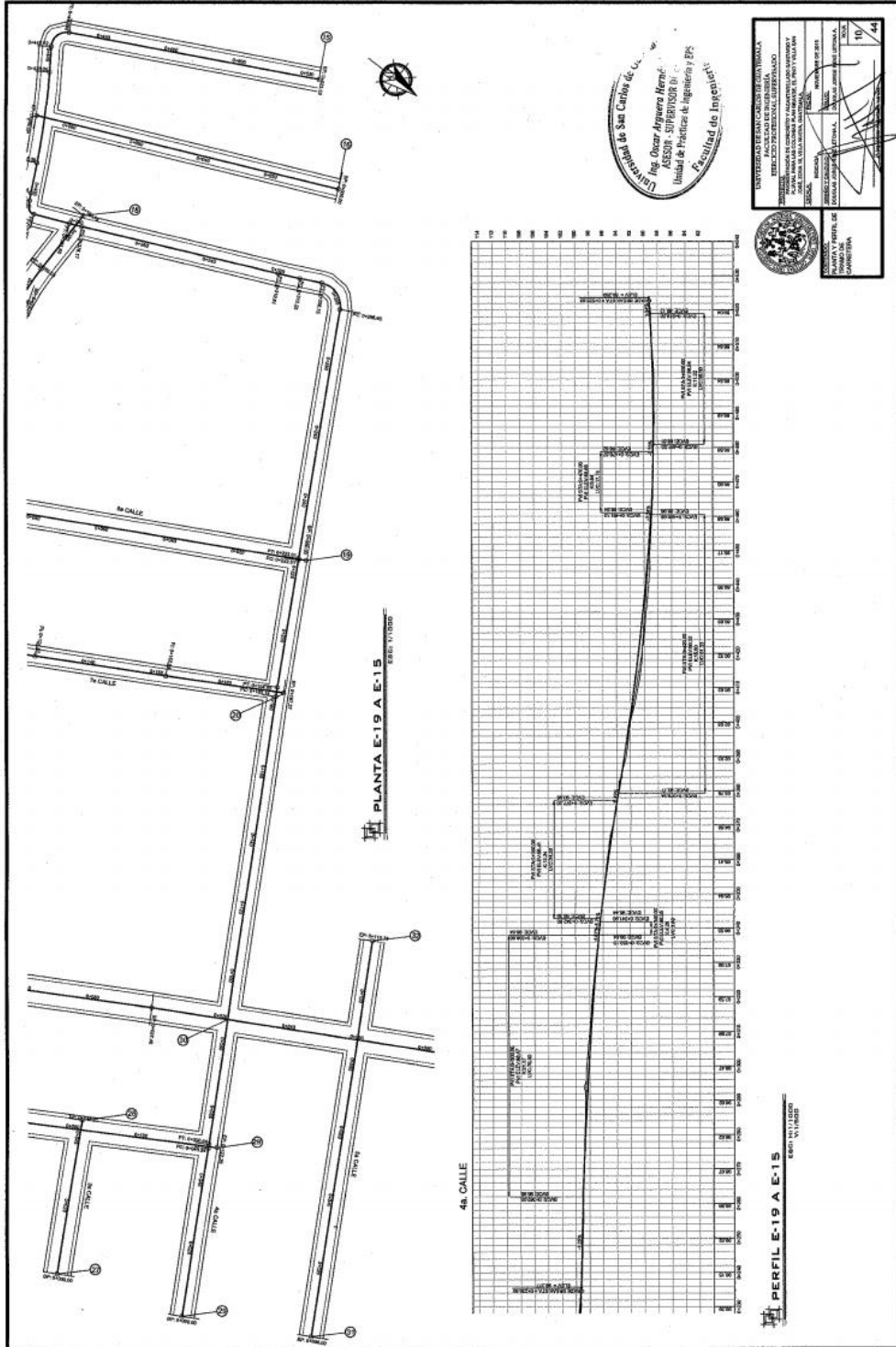
Continuación de apéndice 1.



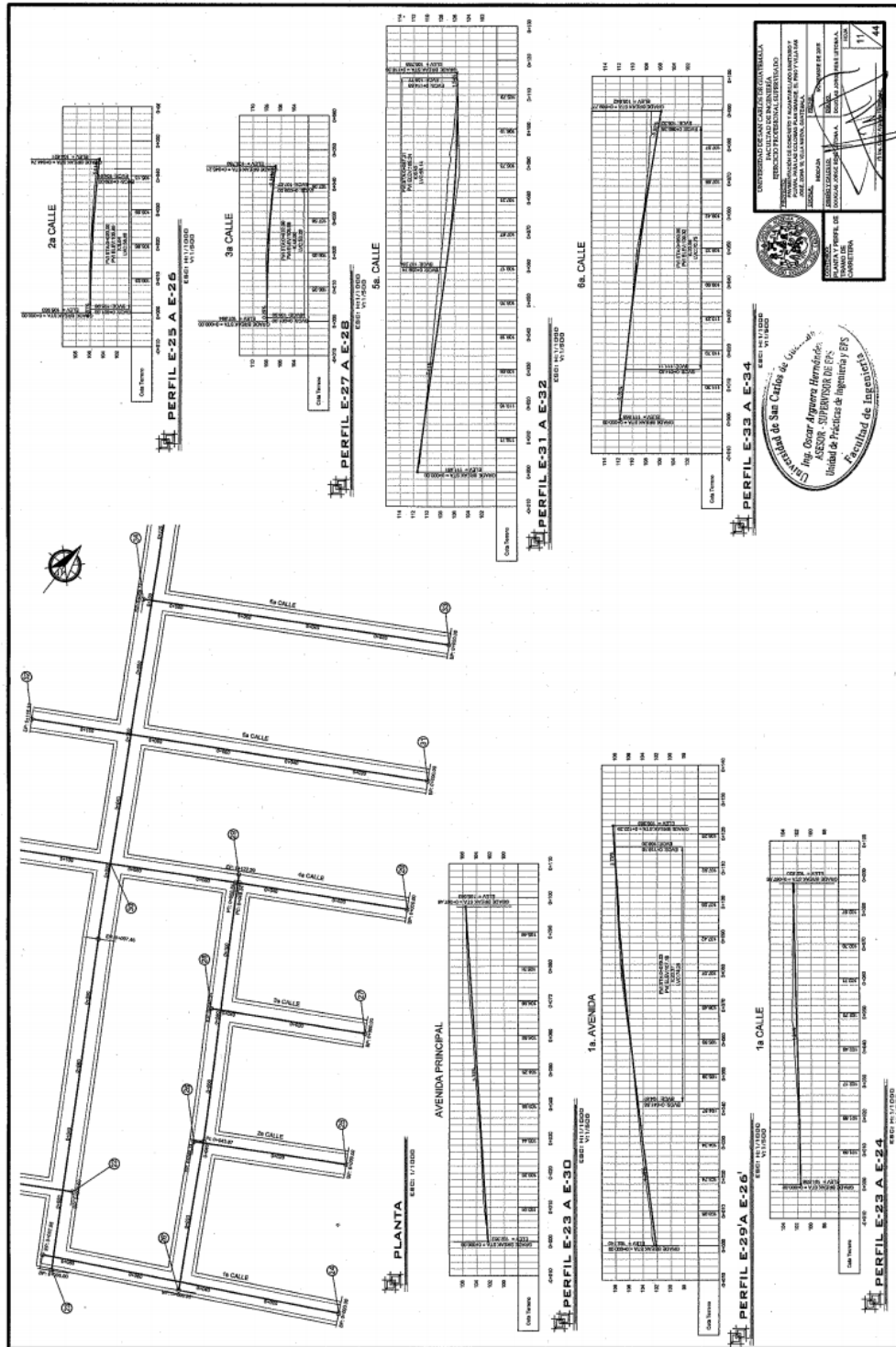
Continuación de apéndice 1.



Continuación de apéndice 1.



Continuación de apéndice 1.

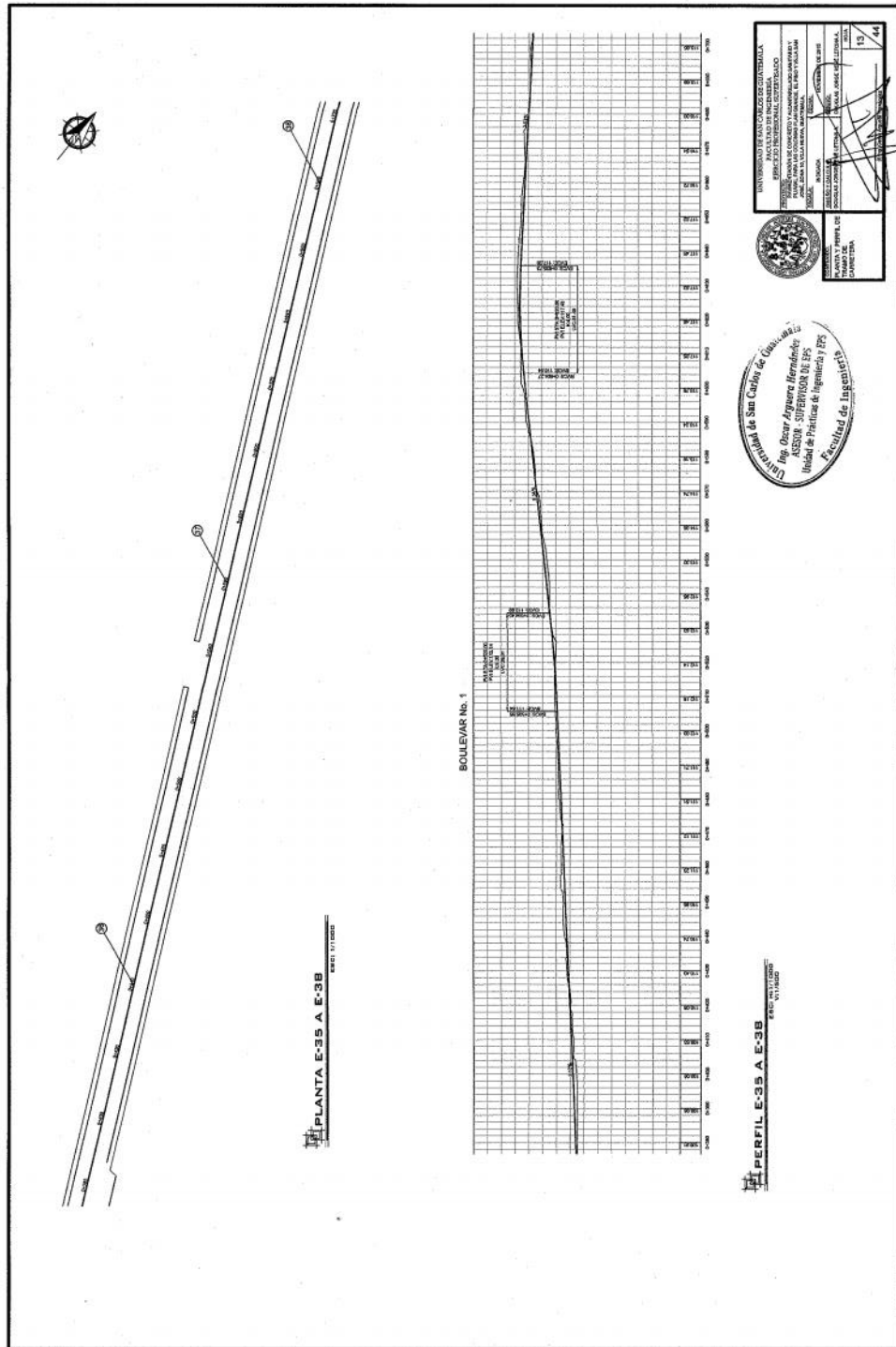


UNIVERSIDAD DE SUECIA
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SUECIA
 ASISTENTE TECNOLÓGICO
 Ing. Oscar Arango Hernández
 ASISTENTE TECNOLÓGICO
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y QS
 Facultad de Ingeniería

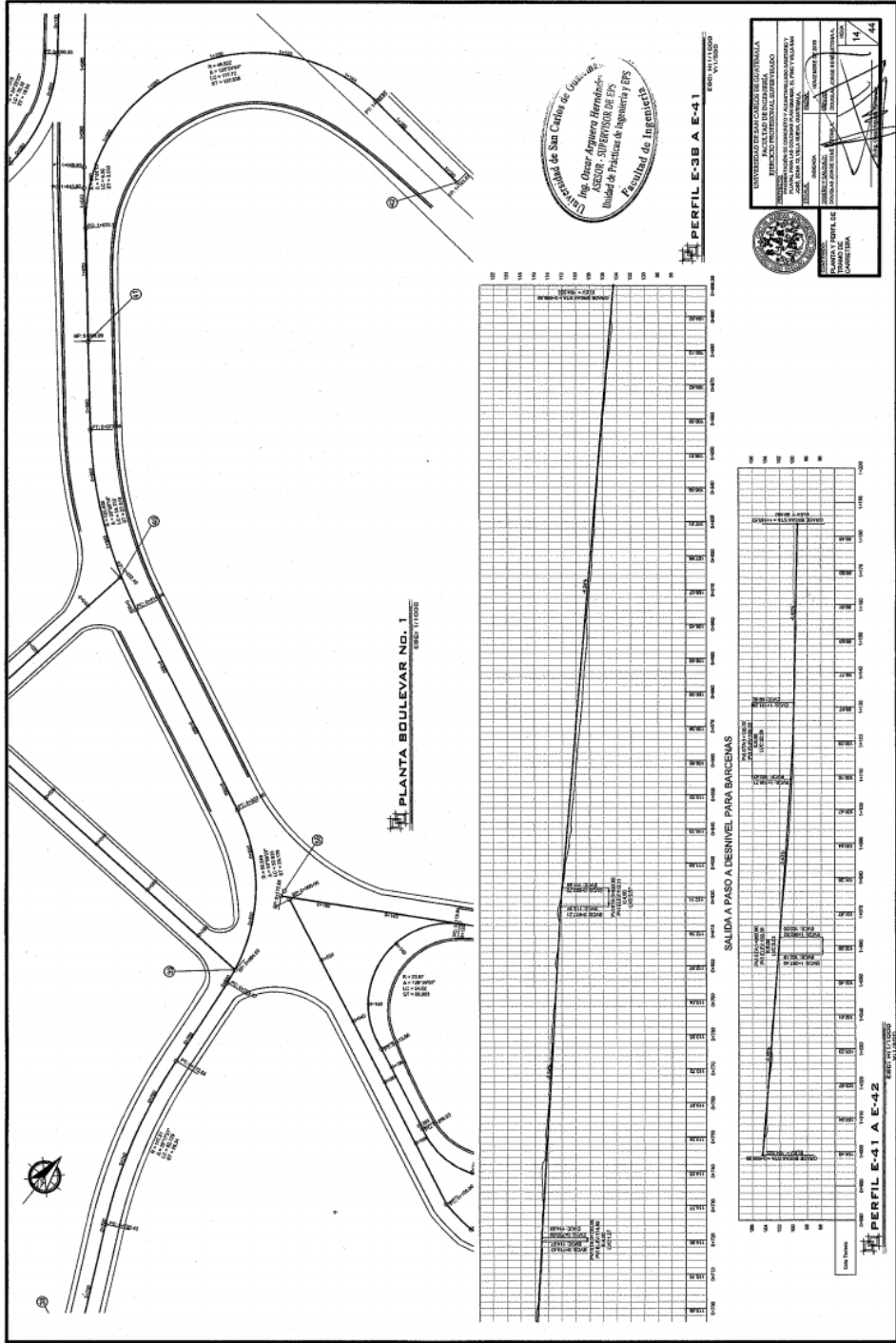
BOGOTÁ, COLOMBIA

11/44

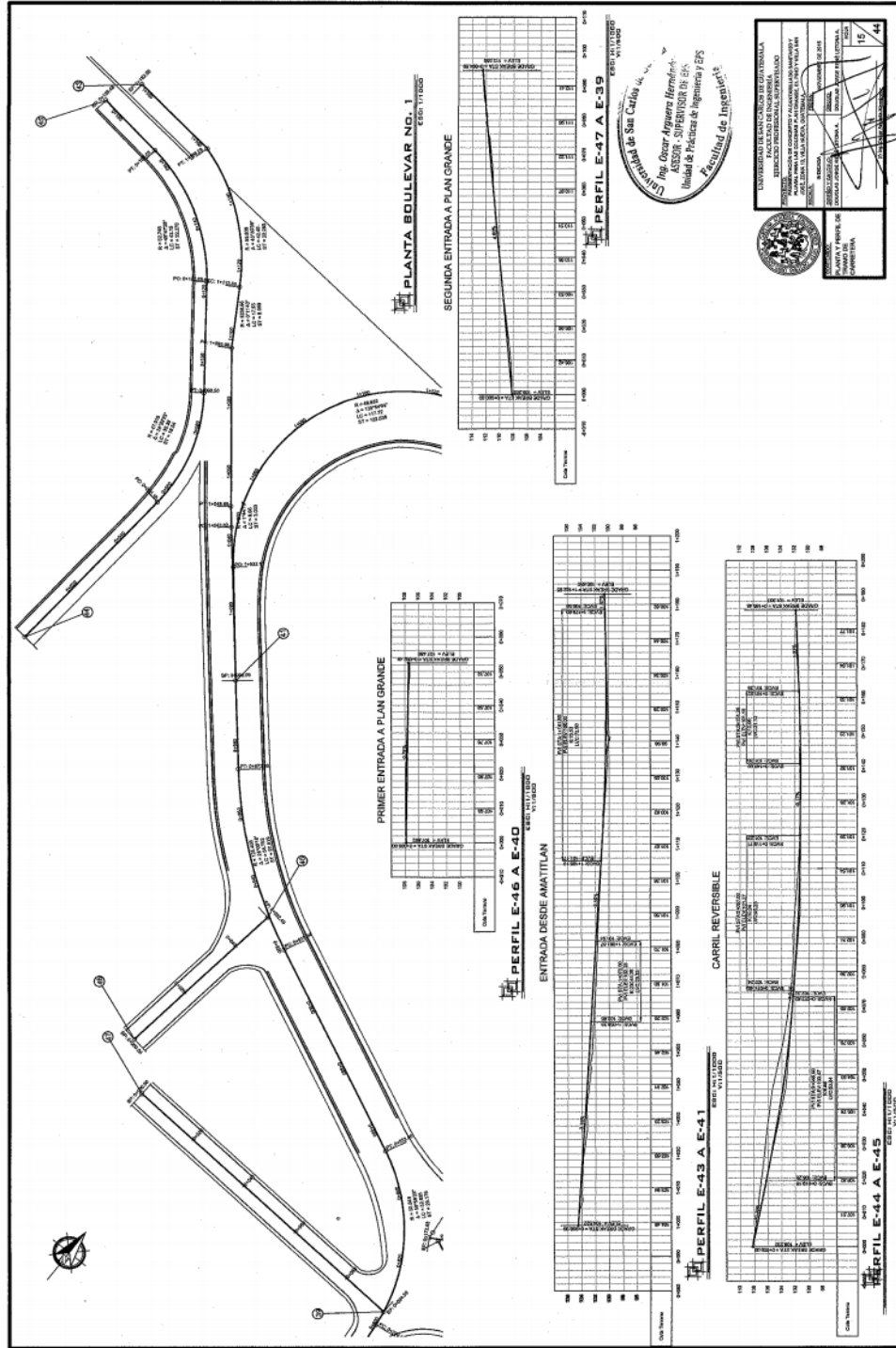
Continuación de apéndice 1.



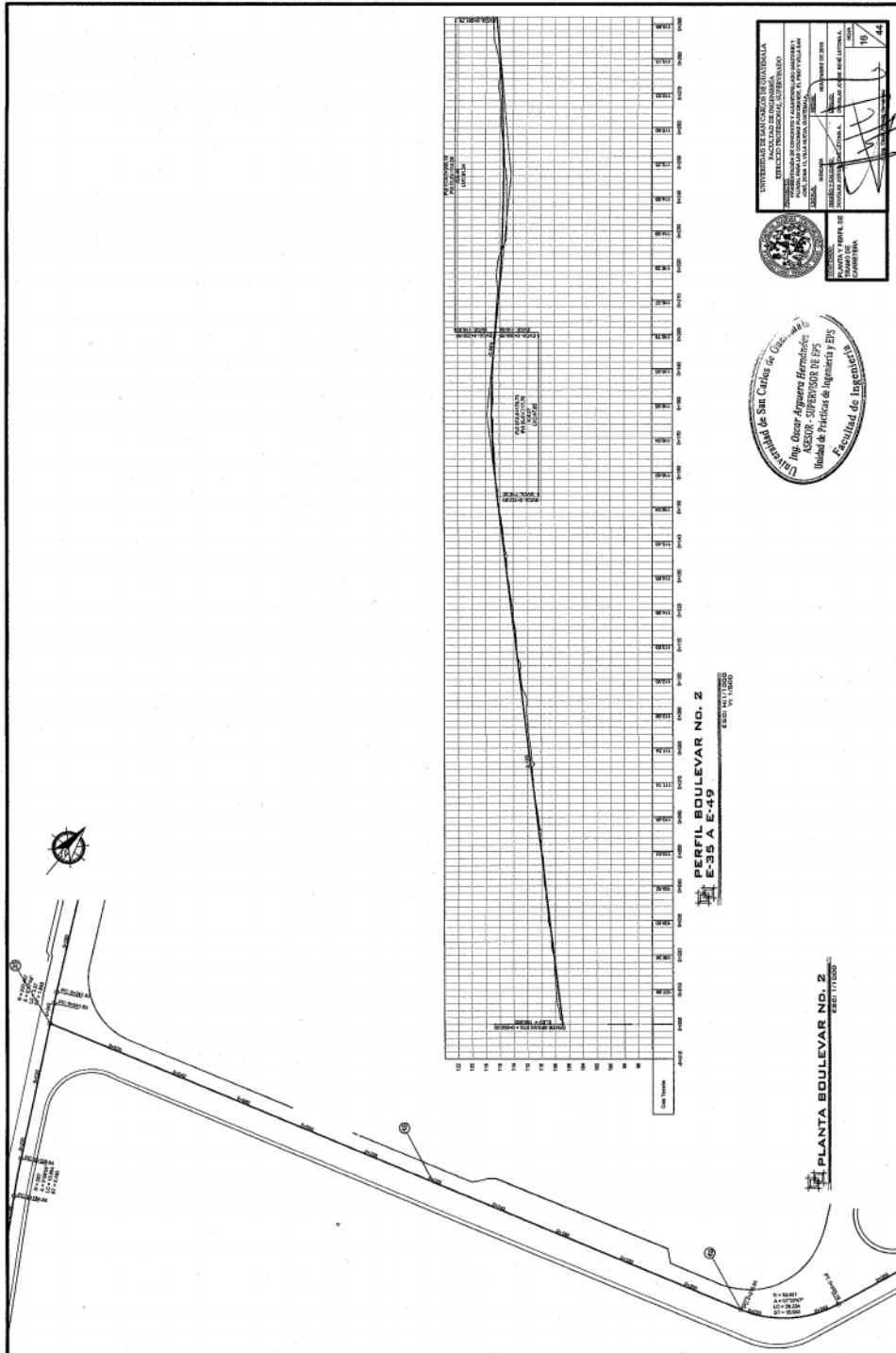
Continuación de apéndice 1.



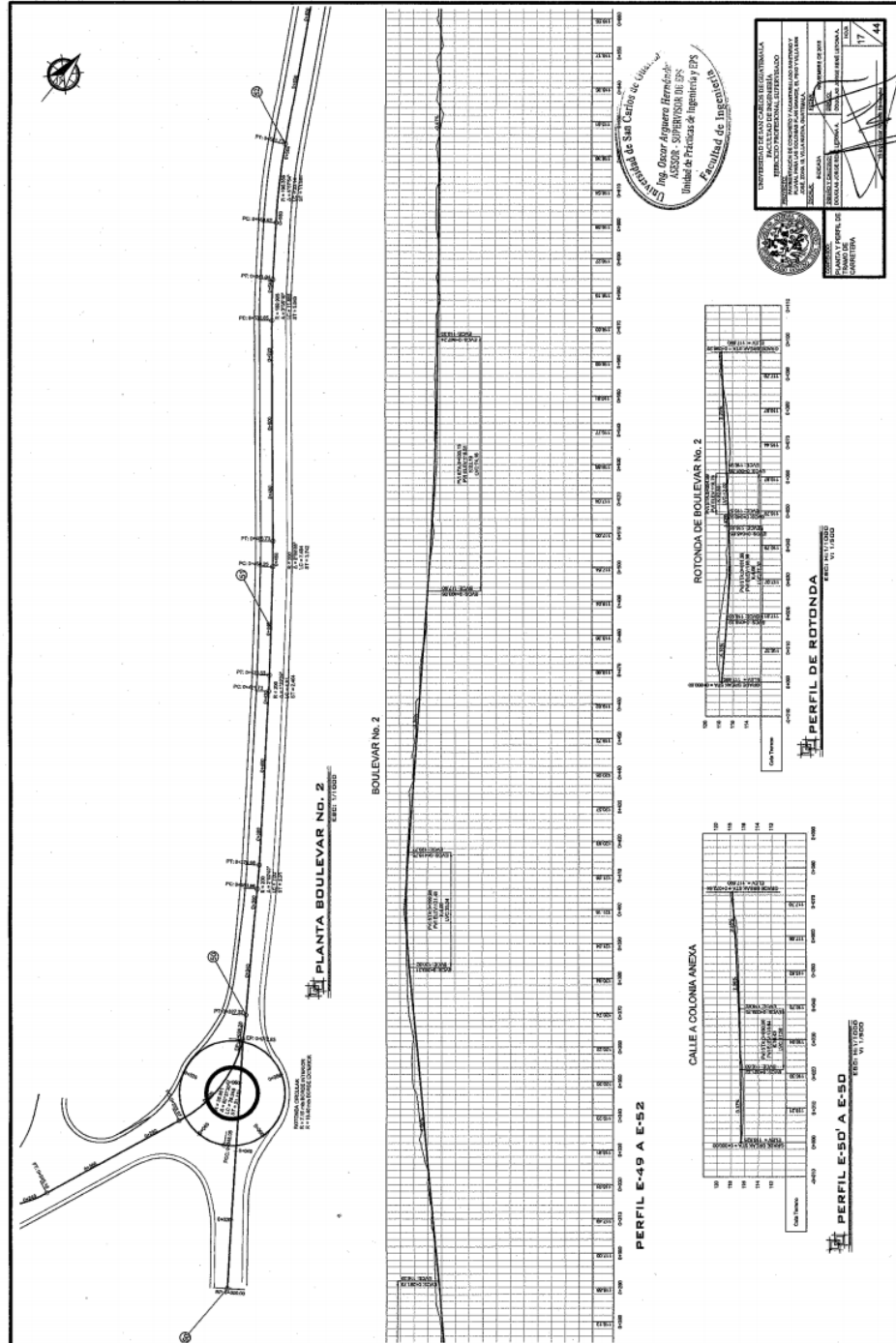
Continuación de apéndice 1.



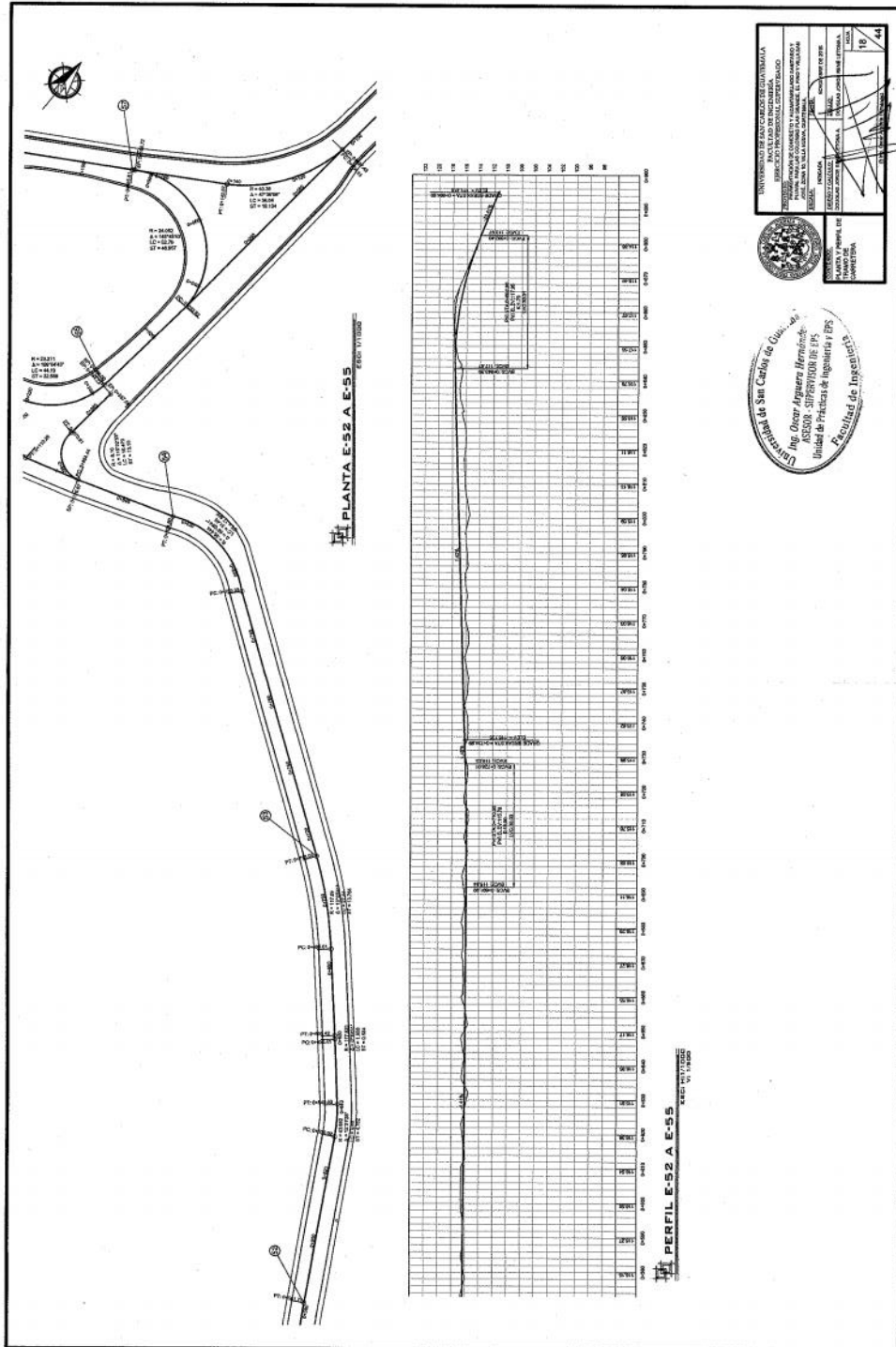
Continuación de apéndice 1.



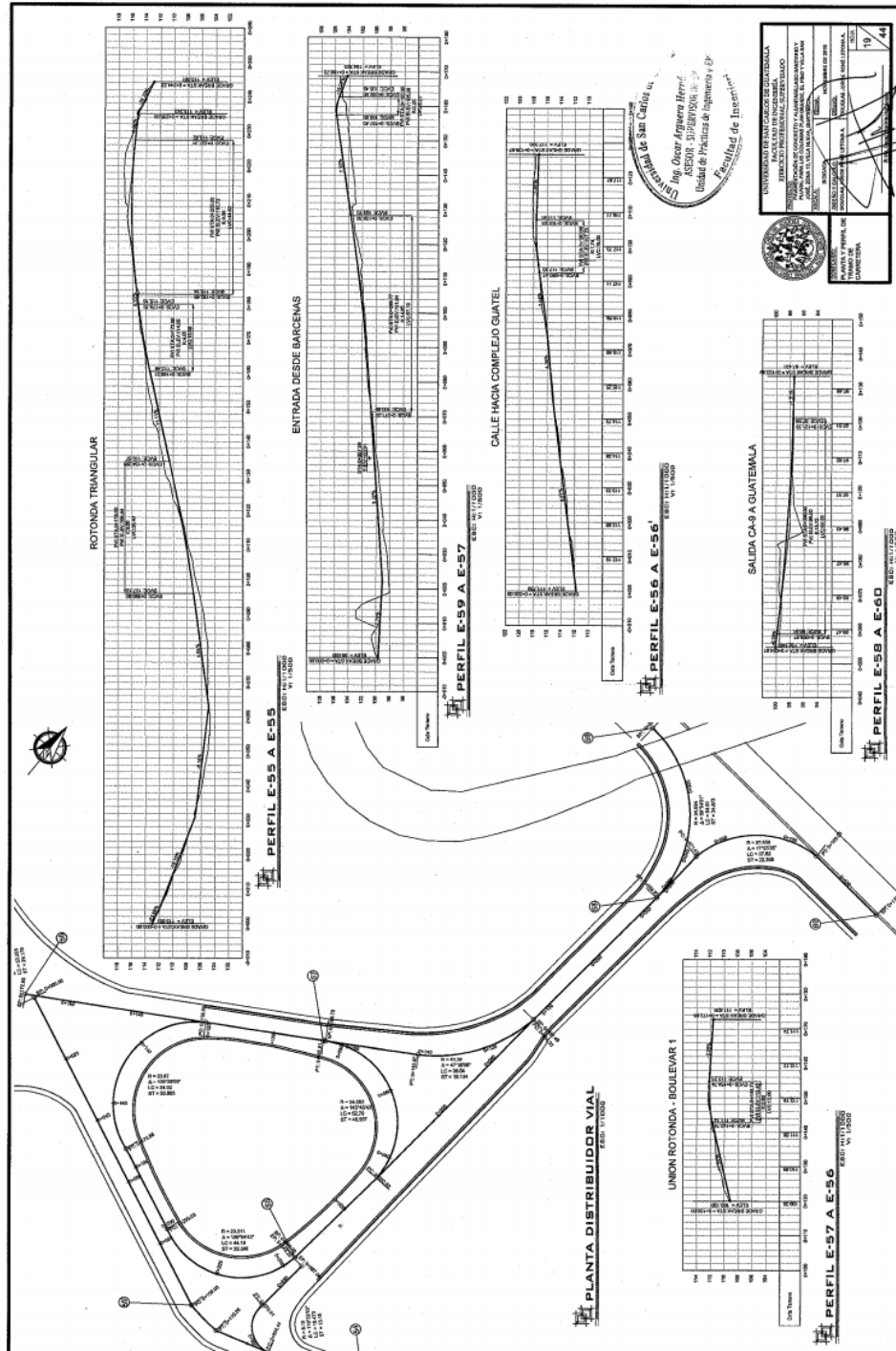
Continuación de apéndice 1.



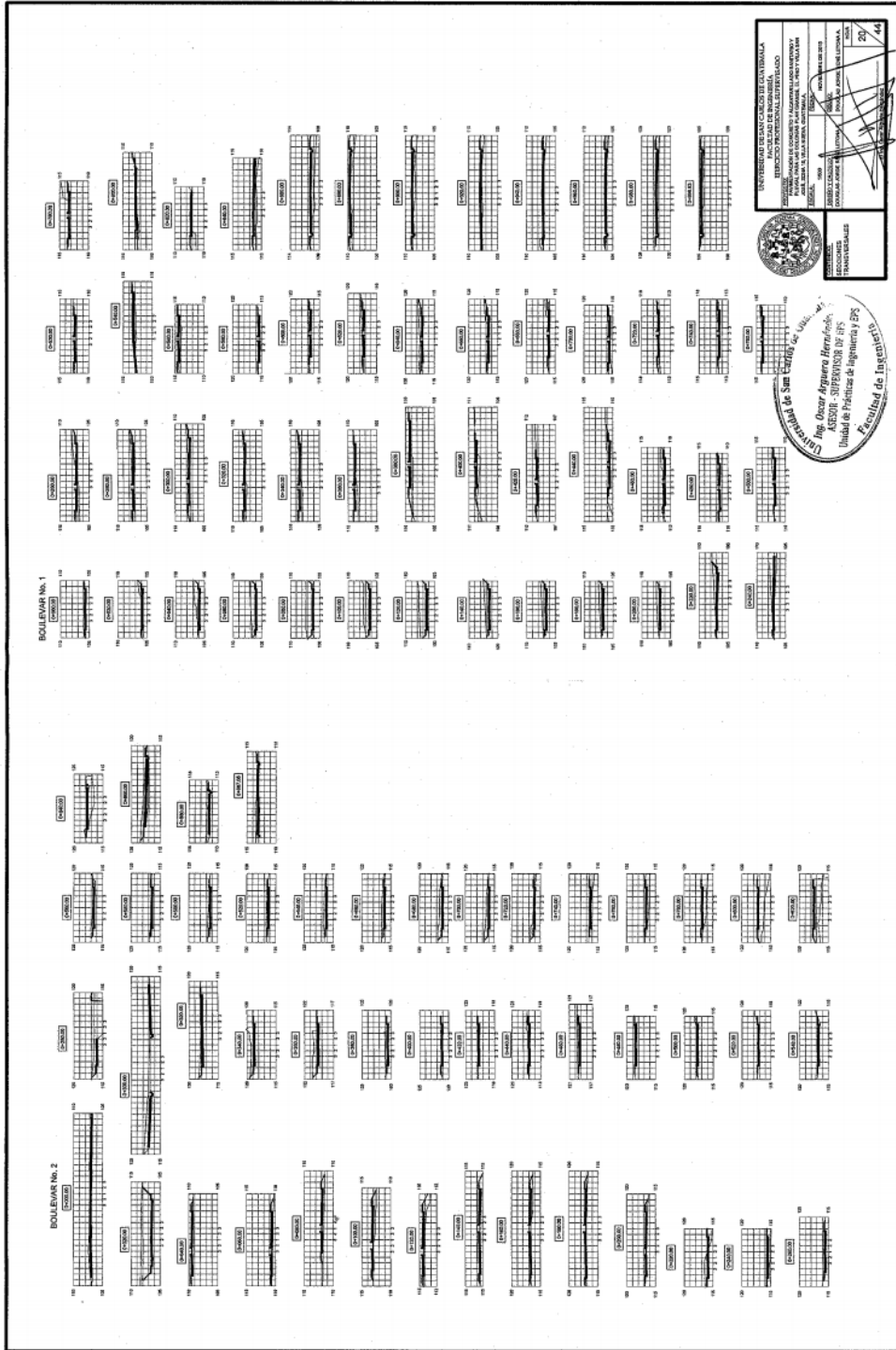
Continuación de apéndice 1.



Continuación de apéndice 1.



Continuación de apéndice 1.



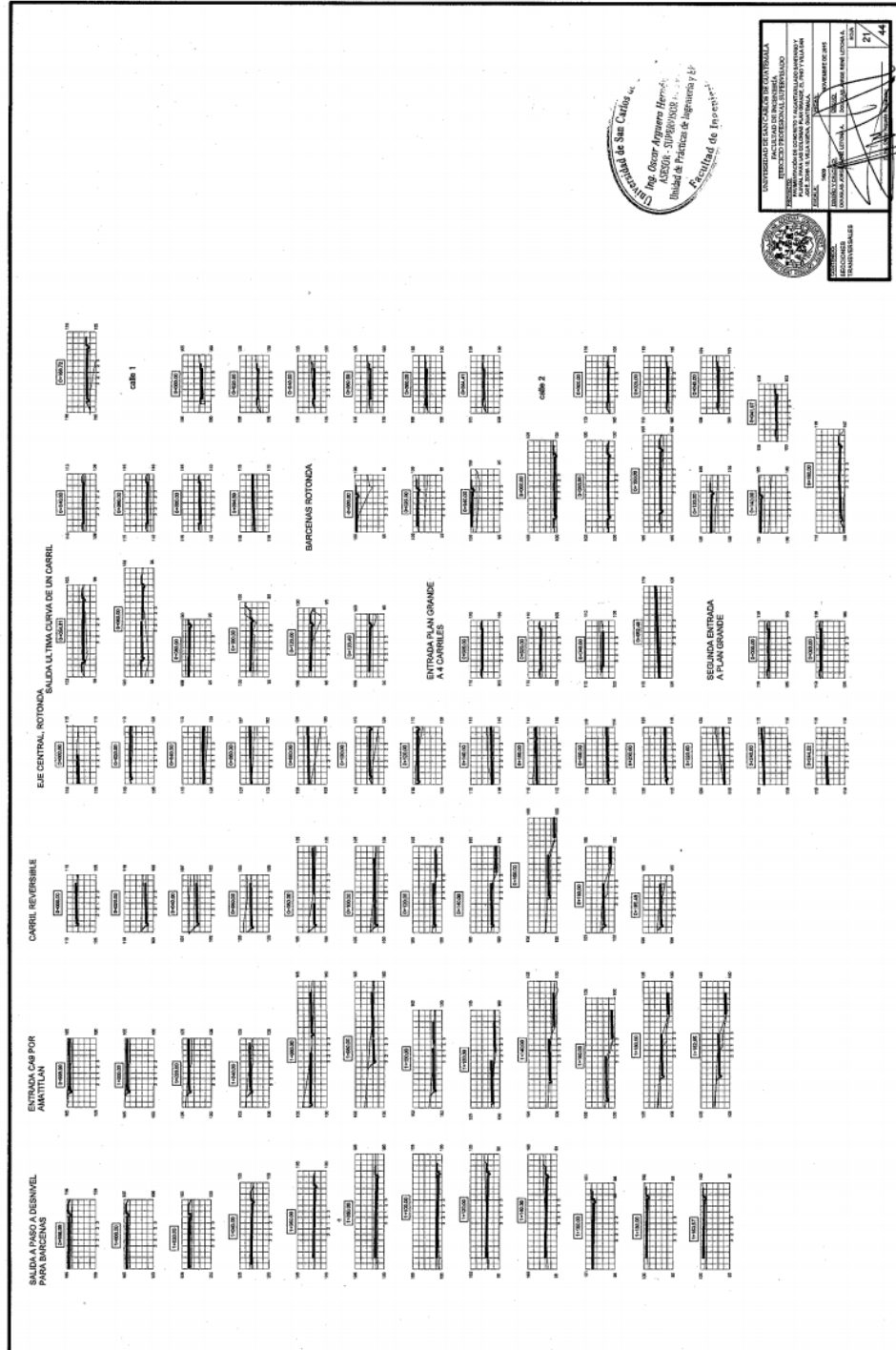
UNIVERSIDAD DE GUAYMALIÁN DE GUAYMALIÁN
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y MANEJO DEL SUELO
 PROF. DR. RAFAEL GARCÍA GONZÁLEZ
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 DEPARTAMENTO DE CIENCIAS Y MANEJO DEL SUELO
 PROF. DR. RAFAEL GARCÍA GONZÁLEZ

BOULEVAR No. 1
 BOULEVAR No. 2

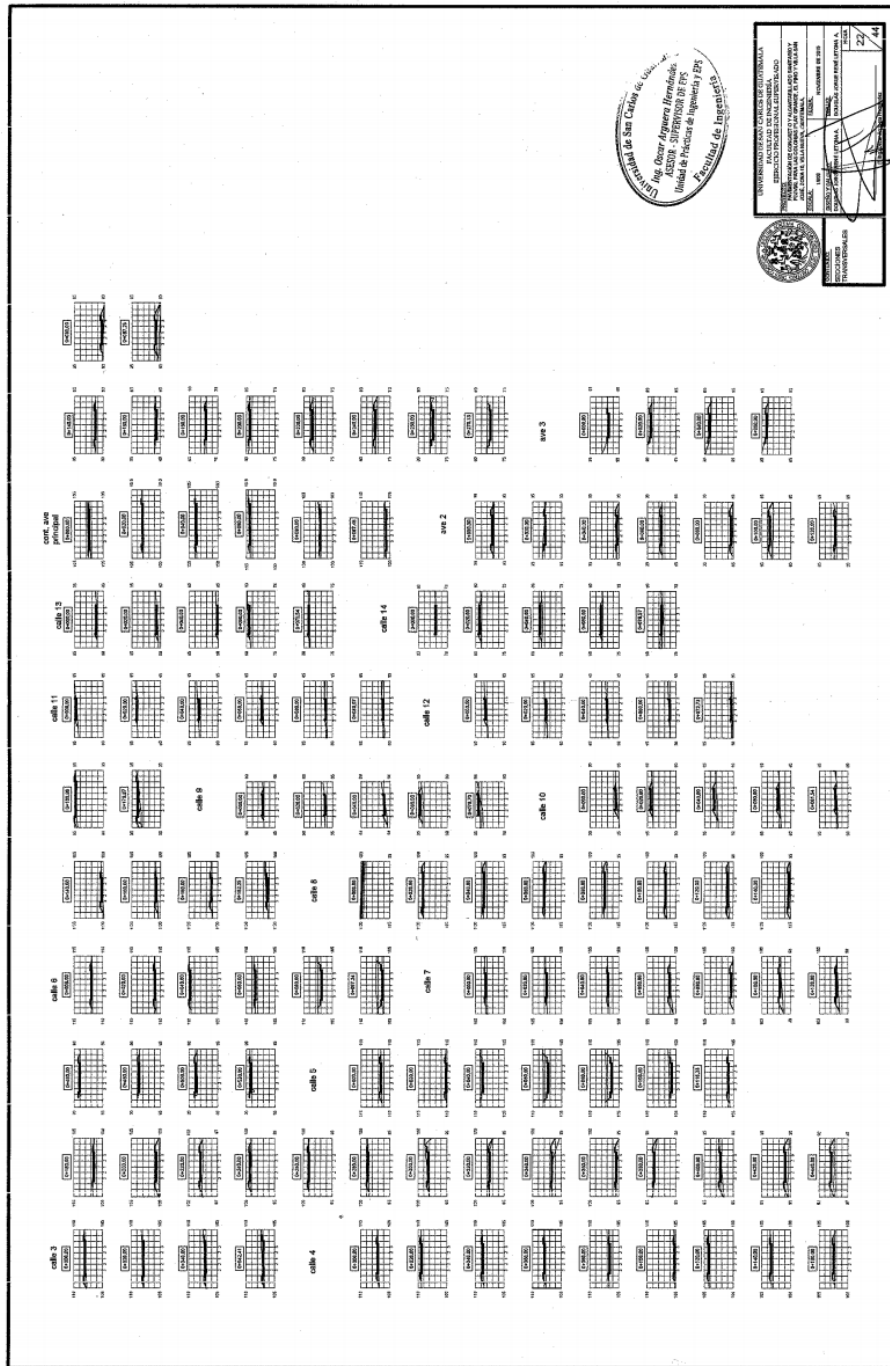
FECHA: 29/10/2014

Escuela de Ingeniería de San Carlos de Guaymalán
 Ing. Oscar Arturo Rivero-Rivero
 ASESOR - SUPERVISOR DE OBRAS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y DS
 Facultad de Ingeniería

Continuación de apéndice 1.



Continuación de apéndice 1.



INSTRUMENTACIÓN DE MEDICIONES
ELECTRÓNICA EN SISTEMAS DE CONTROL
PROFESOR: DR. ROBERTO A. GONZÁLEZ
ALUMNO: [Nombre del Alumno]
FECHA: [Fecha]
PÁGINA: 22 / 44

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

Apéndice 2. **Dimensionamiento de pozos para el alcantarillado pluvial**

Alcantarillado pluvial						
Pozo No.	Altura total	Medidas de pozo de visita				
		A	B	C	D	E
1	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
2	1,95	0,60	1,35	1,95	1,20	0,20
3	1,82	0,60	1,22	1,82	1,20	0,20
4	1,98	0,60	1,38	1,98	1,20	0,20
5	1,94	0,60	1,34	1,94	1,20	0,20
6	1,87	0,90	0,97	1,87	2,05	0,20
7	2,29	0,90	1,39	2,29	2,05	0,20
8	2,31	0,90	1,41	2,31	2,05	0,20
9	2,62	0,90	1,72	2,62	2,05	0,20
10	2,70	0,90	1,80	2,70	2,05	0,20
11	4,80	0,60	4,20	4,80	1,20	0,20
12	4,71	0,60	4,11	4,71	1,20	0,20
13	3,82	0,60	3,22	3,82	1,20	0,20
14	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
15	1,76	0,60	1,16	1,76	1,20	0,20
16	1,79	0,60	1,19	1,79	1,20	0,20
17	1,69	0,60	1,09	1,69	1,20	0,20
18	2,70	0,60	2,10	2,70	1,20	0,20
19	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
20	1,75	0,60	1,15	1,75	1,20	0,20
21	1,80	0,60	1,20	1,80	1,20	0,20
22	2,19	0,60	1,59	2,19	1,20	0,20
23	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
24	1,72	0,60	1,12	1,72	1,20	0,20
25	2,10	0,60	1,50	2,10	1,20	0,20
26	2,77	0,60	2,17	2,77	1,20	0,20
27	3,05	0,60	2,45	3,05	1,20	0,20
28	2,54	0,60	1,94	2,54	1,20	0,20
29	1,93	0,60	1,33	1,93	1,20	0,20
30	2,38	0,60	1,78	2,38	1,20	0,20
31	3,09	0,60	2,49	3,09	1,20	0,20
32	4,10	0,60	3,50	4,10	1,20	0,20
33	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
34	1,91	0,60	1,31	1,91	1,20	0,20
35	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
36	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
37	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
38	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
39	1,77	0,60	1,17	1,77	1,20	0,20
40	1,69	0,60	1,09	1,69	1,20	0,20

Continuación del apéndice 2.

Alcantarillado pluvial						
Pozo No.	Altura total	Medidas de pozo de visita				
		A	B	C	D	E
41	2,63	0,60	2,03	2,63	1,20	0,20
42	2,50	0,60	1,90	2,50	1,20	0,20
43	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
44	1,73	0,60	1,13	1,73	1,20	0,20
45	1,90	0,60	1,30	1,90	1,20	0,20
46	1,96	0,60	1,36	1,96	1,20	0,20
47	12,00	0,90	11,10	12,00	1,20	0,20
48	1,92	0,60	1,32	1,92	1,20	0,20
49	2,31	0,60	1,71	2,31	1,20	0,20
50	2,32	0,60	1,72	2,32	1,20	0,20
51	2,32	0,60	1,72	2,32	1,20	0,20
52	5,74	0,60	5,14	5,74	1,20	0,20
53	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
54	2,15	0,60	1,55	2,15	1,20	0,20
55	2,62	0,60	2,02	2,62	1,20	0,20
56	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
57	2,57	0,60	1,97	2,57	1,20	0,20
58	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
59	2,01	0,60	1,41	2,01	1,20	0,20
60	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
61	2,18	0,60	1,58	2,18	1,20	0,20
62	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
63	2,22	0,60	1,62	2,22	1,20	0,20
64	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
65	2,01	0,60	1,41	2,01	1,20	0,20
66	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
67	2,31	0,60	1,71	2,31	1,20	0,20
68	2,80	0,60	2,20	2,80	1,20	0,20
69	1,73	0,60	1,13	1,73	1,20	0,20
70	1,70	0,60	1,10	1,70	1,20	0,20
71	3,86	0,60	3,26	3,86	1,20	0,20
72	2,82	0,60	2,22	2,82	1,20	0,20
73	3,23	0,60	2,63	3,23	1,20	0,20
74	9,00	0,90	8,10	9,00	1,20	0,50
75	9,00	0,90	8,10	9,00	1,20	0,50

Continuación apéndice 2.

Alcantarillado sanitario						
Pozo No.	Altura total	Medidas de pozo de visita				
		A	B	C	D	E
1	1,52	0,60	0,92	1,52	1,20	0,00
2	1,51	0,60	0,91	1,51	1,20	0,00
3	1,52	0,60	0,92	1,52	1,20	0,00
4	1,48	0,60	0,88	1,48	1,20	0,00
5	1,53	0,60	0,93	1,53	1,20	0,00
6	1,54	0,60	0,94	1,54	2,05	0,00
7	1,51	0,60	0,91	1,51	2,05	0,00
8	1,53	0,60	0,93	1,53	2,05	0,00
9	1,86	0,60	1,26	1,86	2,05	0,00
10	2,07	0,60	1,47	2,07	2,05	0,00
11	2,36	0,60	1,76	2,36	1,20	0,00
12	2,73	0,60	2,13	2,73	1,20	0,00
13	1,71	0,60	1,11	1,71	1,20	0,00
14	1,56	0,60	0,96	1,56	1,20	0,00
15	1,50	0,60	0,90	1,50	1,20	0,00
16	1,51	0,60	0,91	1,51	1,20	0,00
17	1,48	0,60	0,88	1,48	1,20	0,00
18	1,42	0,60	0,82	1,42	1,20	0,00
19	1,48	0,60	0,88	1,48	1,20	0,00
20	1,48	0,60	0,88	1,48	1,20	0,00
21	1,25	0,60	0,65	1,25	1,20	0,00
22	1,48	0,60	0,88	1,48	1,20	0,00
23	1,48	0,60	0,88	1,48	1,20	0,00
24	1,48	0,60	0,88	1,48	1,20	0,00
25	1,50	0,60	0,90	1,50	1,20	0,00
26	1,44	0,60	0,84	1,44	1,20	0,00
27	1,45	0,60	0,85	1,45	1,20	0,00
28	1,45	0,60	0,85	1,45	1,20	0,00
29	1,46	0,60	0,86	1,46	1,20	0,00
30	1,45	0,60	0,85	1,45	1,20	0,00
31	1,46	0,60	0,86	1,46	1,20	0,00
32	2,55	0,60	1,95	2,55	1,20	0,00
33	1,46	0,60	0,86	1,46	1,20	0,00
34	1,45	0,60	0,85	1,45	1,20	0,00
35	1,45	0,60	0,85	1,45	1,20	0,00
36	1,49	0,60	0,89	1,49	1,20	0,00
37	1,46	0,60	0,86	1,46	1,20	0,00
38	1,45	0,60	0,85	1,45	1,20	0,00
39	1,45	0,60	0,85	1,45	1,20	0,00
40	1,47	0,60	0,87	1,47	1,20	0,00
41	1,50	0,60	0,90	1,50	1,20	0,00
42	1,47	0,60	0,87	1,47	1,20	0,00
43	1,67	0,60	1,07	1,67	1,20	0,00
44	1,45	0,60	0,85	1,45	1,20	0,00
45	3,50	0,60	2,90	3,50	1,20	0,00
46	2,72	0,60	2,12	2,72	1,20	0,00
47	2,87	0,60	2,27	2,87	1,20	0,00
48	1,40	0,60	0,80	1,40	1,20	0,00
49	1,42	0,60	0,82	1,42	1,20	0,00
50	1,42	0,60	0,82	1,42	1,20	0,00
51	1,42	0,60	0,82	1,42	1,20	0,00
52	1,42	0,60	0,82	1,42	1,20	0,00
53	1,42	0,60	0,82	1,42	1,20	0,00
54	1,42	0,60	0,82	1,42	1,20	0,00
55	1,47	0,60	0,87	1,47	1,20	0,00

Continuación del apéndice 2.

Diseño de tragante de ventana		
Datos		
Ancho total de calle	7,00	m
Rugosidad de carretera (n)	0,015	
pendiente longitudinal (crítica)	0,06	
Pendiente transversal (1/z)	0,02	
Depresión de ventana (a)	0,01	m
Largo de ventana	1,5	
Caudal máximo en cuneta		
$T = (\text{ancho} - 3,50)/2$	1,75	m
$Y = T * (1/z)$	0,035	m
$Q_c = 0,375x(Z/n)*(Y^{8/3})*(S^{1/2})$	0,0201	m ³ /s
Dimensionamiento de la ventana		
Utilizando depresión de 0,01 m	0,00468	m/m
$L = Q_c/(Q/L)$	4,29	m
L / Lo	0,349	
a/Y	0,286	
$Q = Q_a x Q_c$	0,01163854	m ³ /s

Disipador de energía escalonado	
Huella (m)	2,50
Contra huella (m)	1,50

Canal pantallas deflectoras CPD	
Ancho (m)	1,40
$V_{rap} = 5,328 * Q^{0,2}$ (m/s) (pendientes del 50 %)	6,56
$V_{rap} = 4,890 * Q^{0,2}$ (m/s) (pendientes del 10 %)	6,02

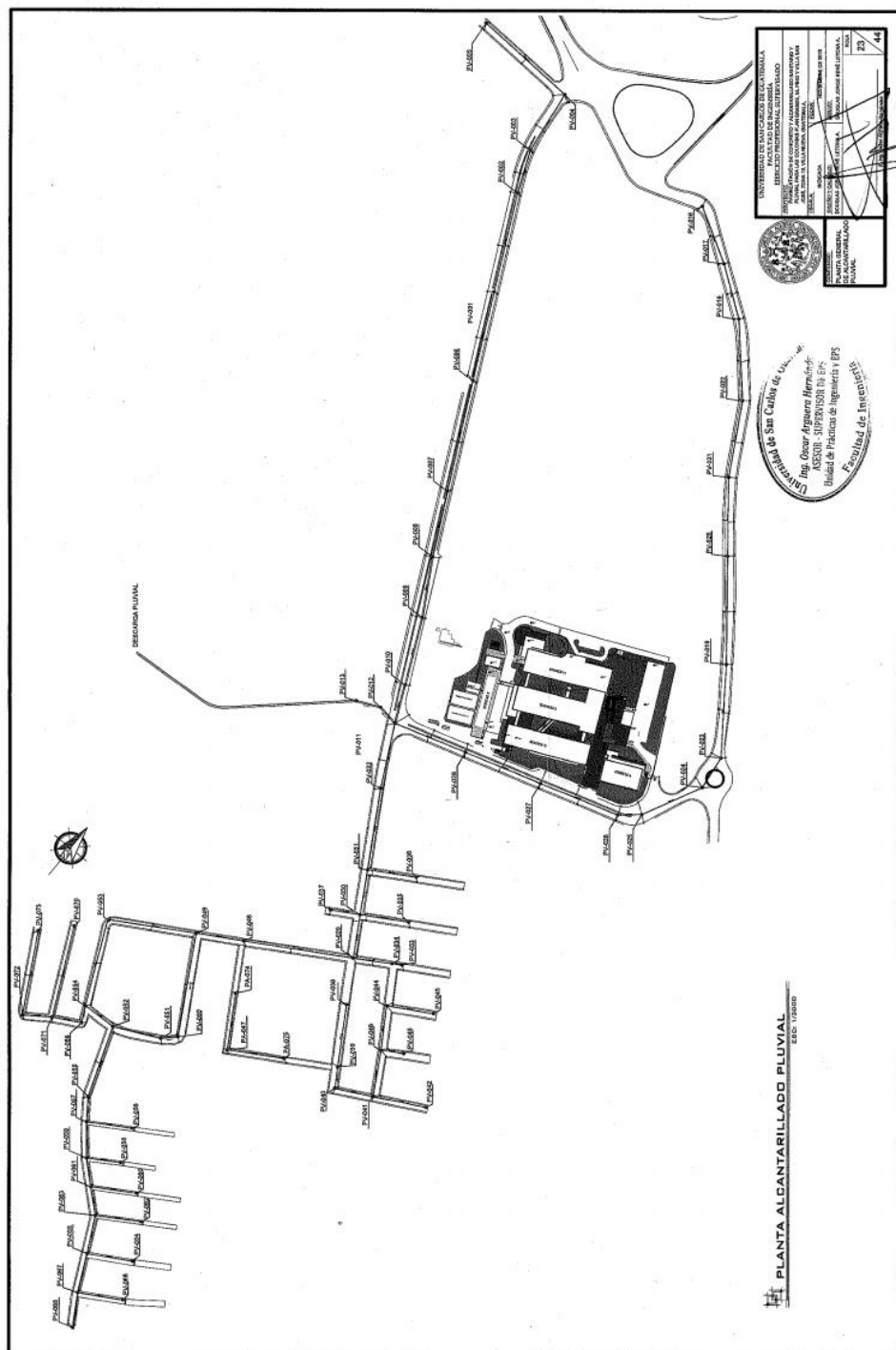
Continuación del apéndice 2.

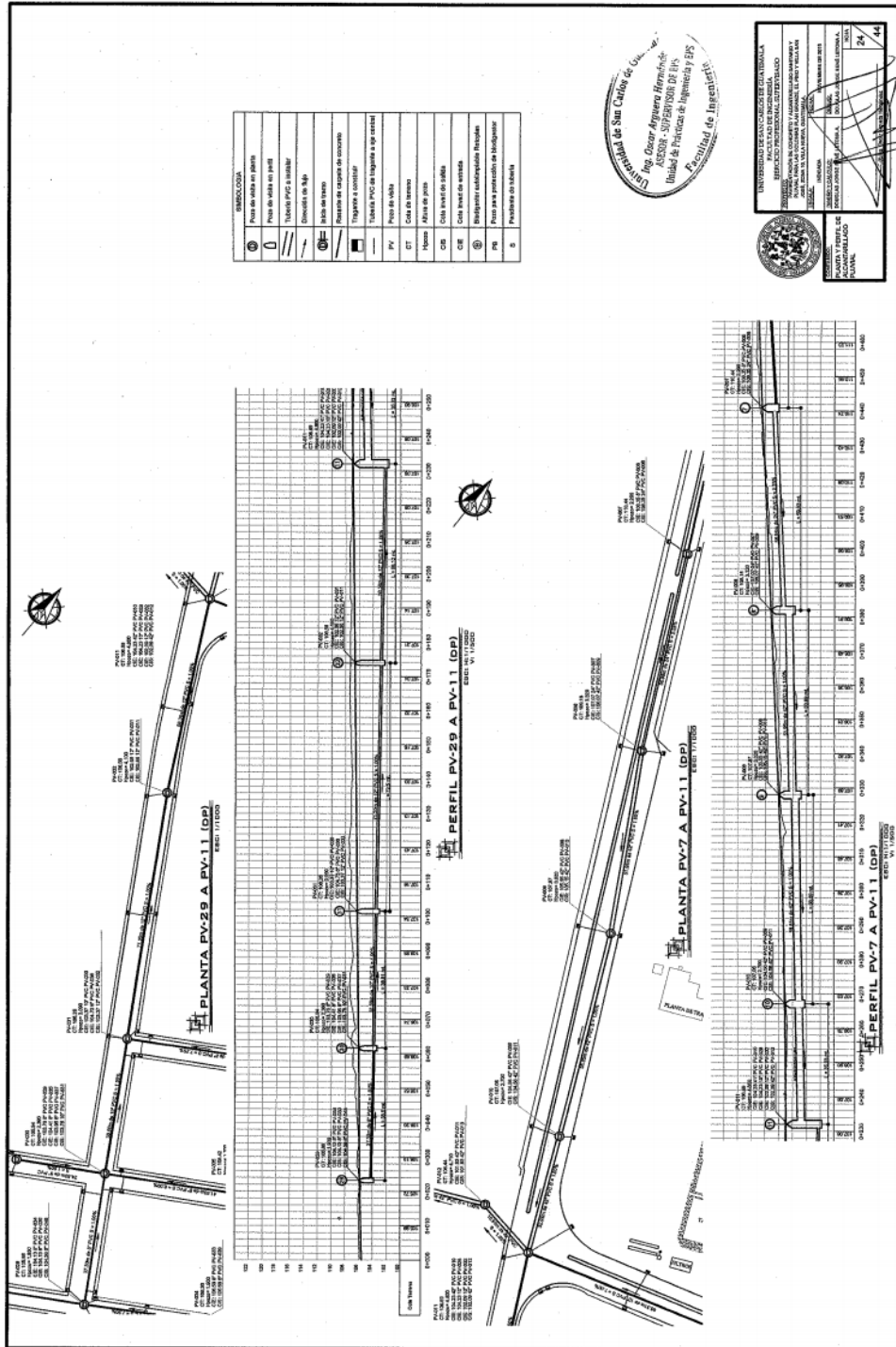
Estanque amortiguador tipo I	(m)
Caudal (m ³ /s)	2,82
Velocidad rápida (m/s)	6,56
Ancho Canal (mts)	1,40
Caudal Unitario "q" (m ³ /s/m)	2,01
TA	1,64
Y1	0,31
# Froude1	3,78
Y2	1,49
Longitud de estanque	2,18
Numero de dientes	2,02
Dimensionamiento de dientes deflectores	(m)
Altura	0,61
Ancho	0,31
Largo	0,61
Espacio entre dientes	0,77
Espacio fraccional	0,01
Dimensionamiento de umbral terminal	(m)
Altura	0,38
Largo	0,83
Espesor	0,06

Continuación de apéndice 2.

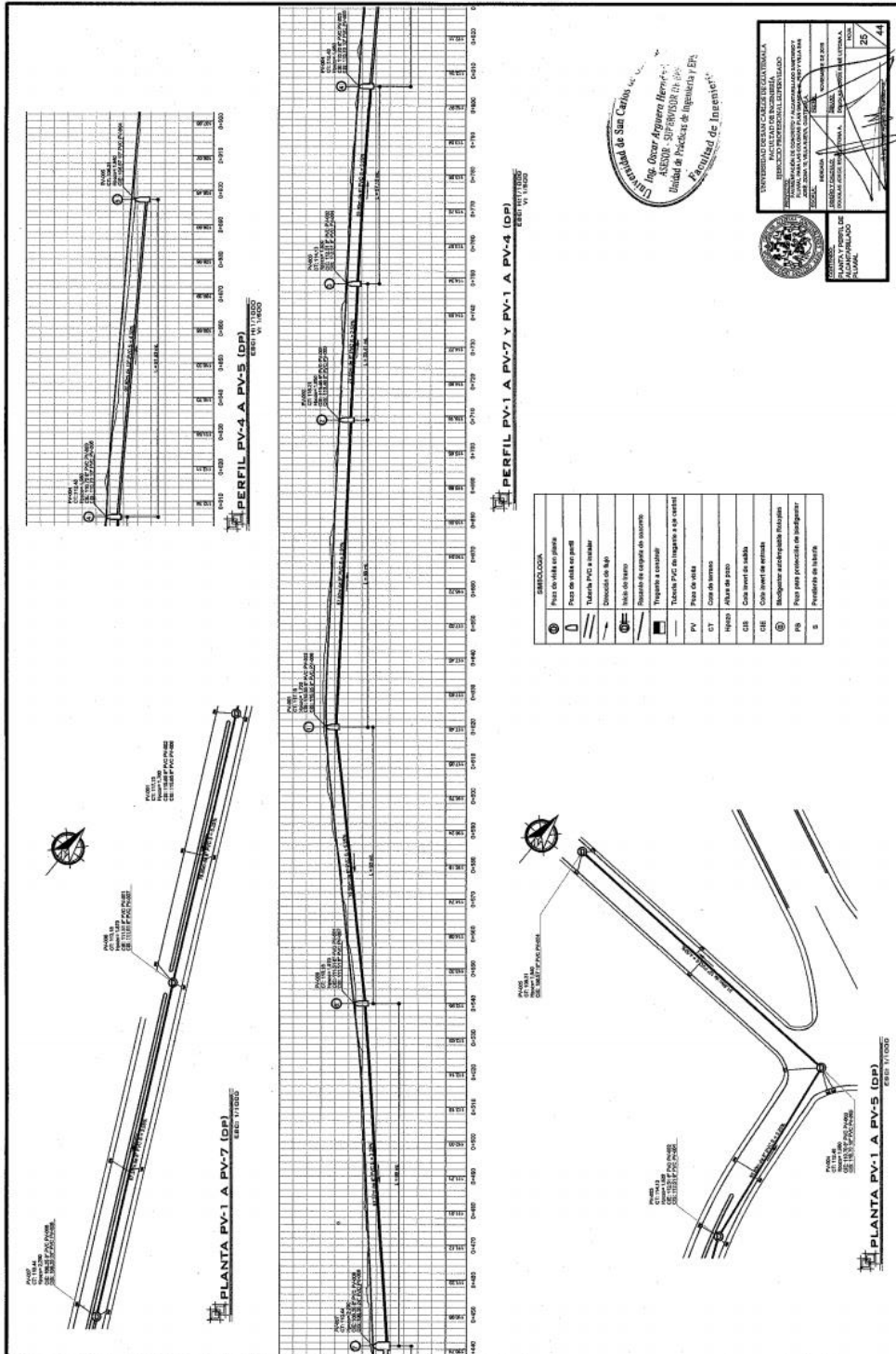
PROYECTO	LÍNEA DE CREDITO	OTROS CREDITALES		FINANCIEROS		MAYOR DEPARTAMENTO		CALCULO DE VALORES		VALORES		VALORES		VALORES		VALORES		VALORES		VALORES																		
		Importe	Interés	IR	IR	Principio	Reserva	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o																
54	50	15.300	60.870	62.650	8,07	0,03	12,00	720,0000	2,0000	0,6570	0,75	134,04	0,009	0,0098	0,0098	9	0,01	4,11	0,03	133,44	0,06	0,06	0,174	0,17	0,06	0,96	17,10	17,10	2,20	2,20	92,37	97,10	1,50	1,53	1,70	1,73	14,160	26,24
55	71	25.000	62.650	67.780	7,12	0,03	12,00	720,0000	2,0000	0,6570	0,75	134,04	0,016	0,0196	0,0196	9	0,01	3,76	0,03	129,81	0,13	0,13	0,245	0,24	0,09	0,69	24,30	24,30	2,59	2,59	81,10	89,24	1,53	1,54	1,73	1,74	24,000	45,10
56	71	25.000	62.650	67.780	7,12	0,03	12,00	720,0000	2,0000	0,6570	0,75	134,04	0,023	0,0228	0,0228	9	0,01	1,37	0,03	44,49	0,51	0,51	0,508	0,51	1,01	1,01	150,80	150,80	1,39	1,39	86,13	87,25	1,50	3,46	1,70	3,69	60,800	218,39
57	72	26.000	60.300	65.440	4,90	0,04	13,27	720,0000	2,0000	0,6570	0,75	134,04	0,044	0,044	0,044	10	0,01	1,59	0,05	60,80	0,79	0,79	0,867	0,87	1,11	1,02	152,60	152,60	1,83	1,83	87,12	89,97	3,86	2,62	3,86	2,62	24,000	87,12
72	75	75.000	88.460	88.170	0,43	0,24	13,27	720,0000	2,0000	0,6570	0,75	128,84	0,052	0,0523	0,0523	10	0,01	1,59	0,05	60,80	0,79	0,79	0,867	0,87	1,11	1,11	160,70	160,70	1,78	1,78	86,97	88,14	2,92	3,03	2,92	3,03	73,800	226,43

Continuación de apéndice 2.

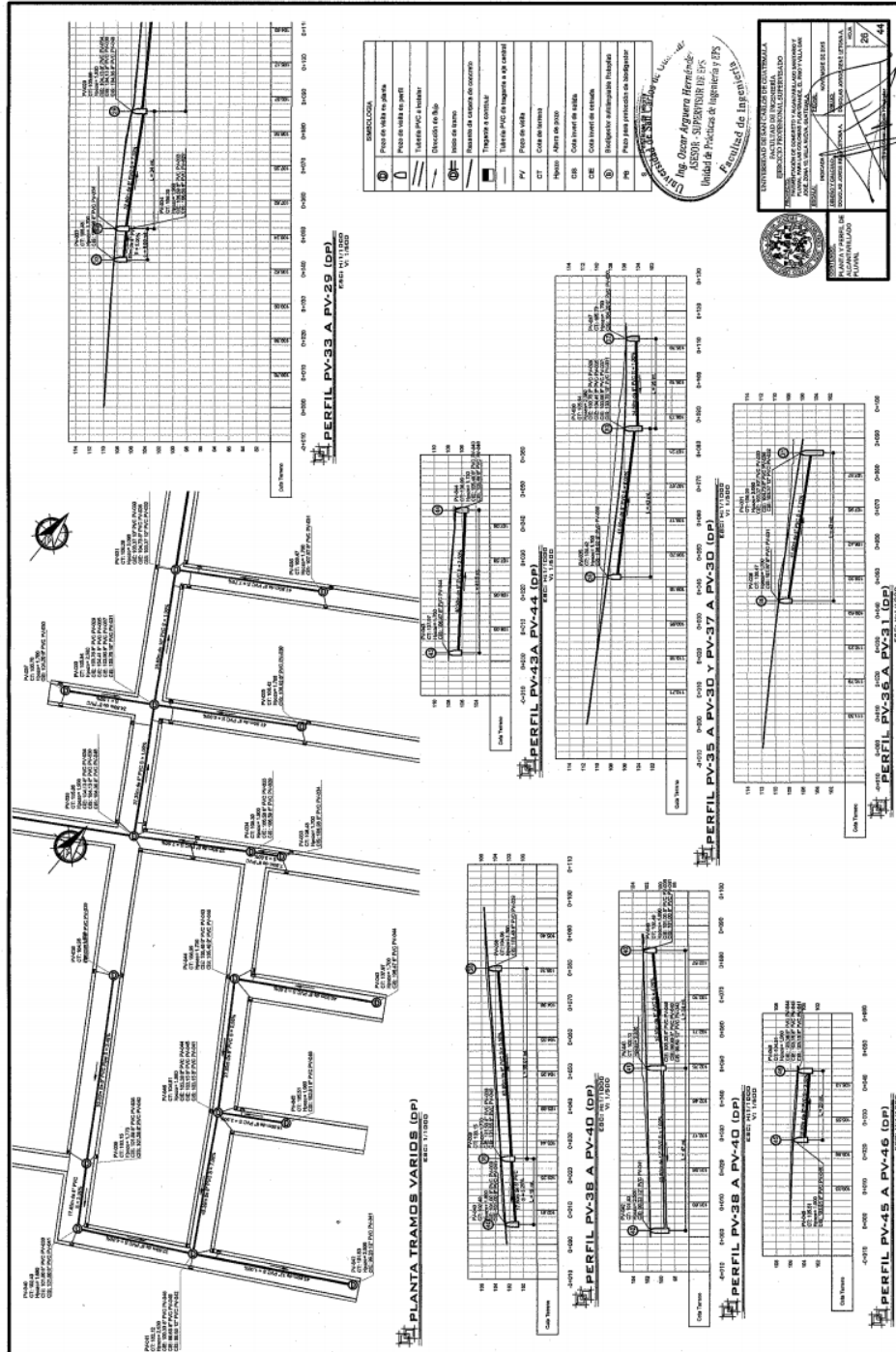




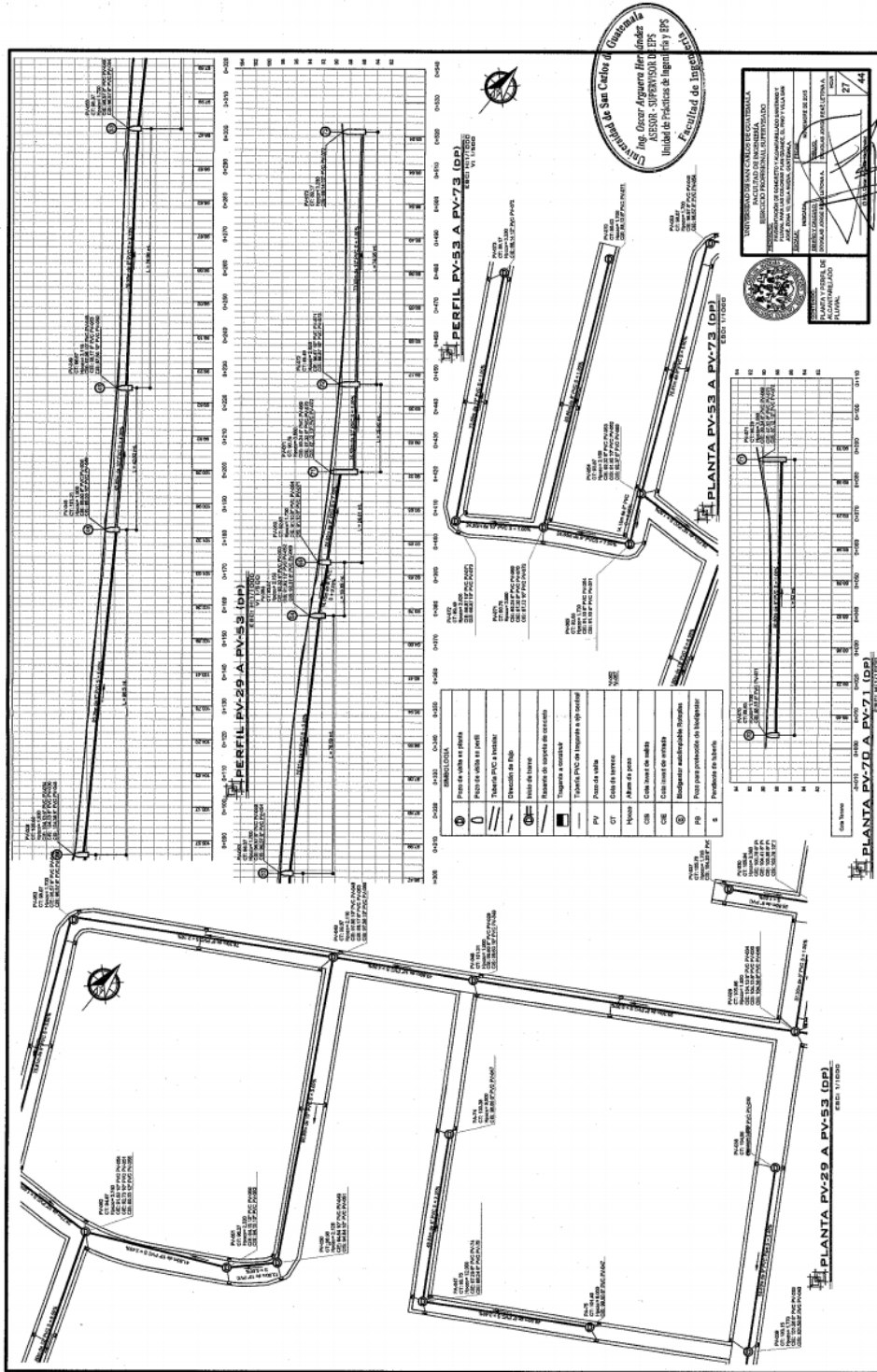
Continuación de apéndice 2.



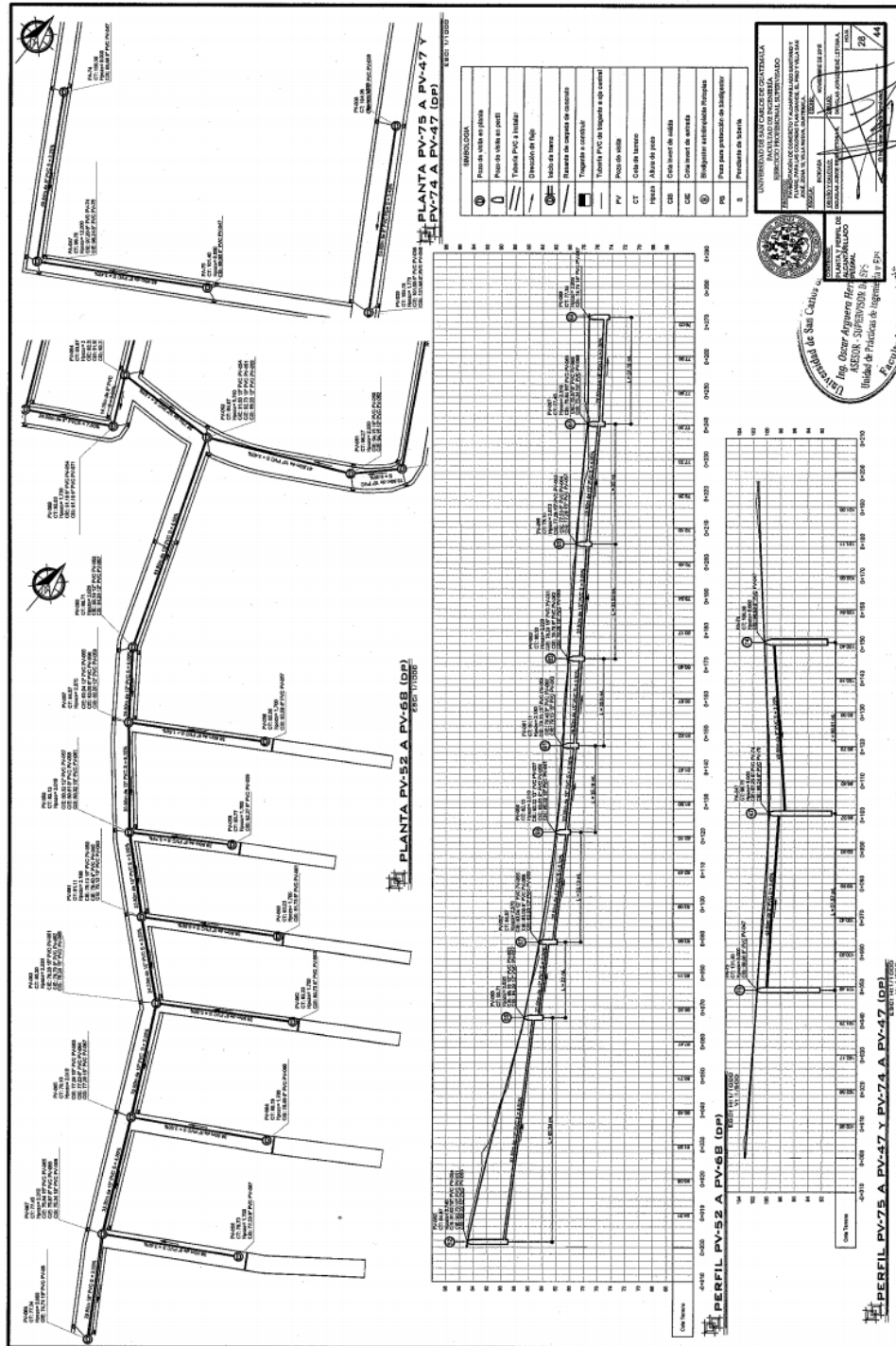
Continuación de apéndice 2.



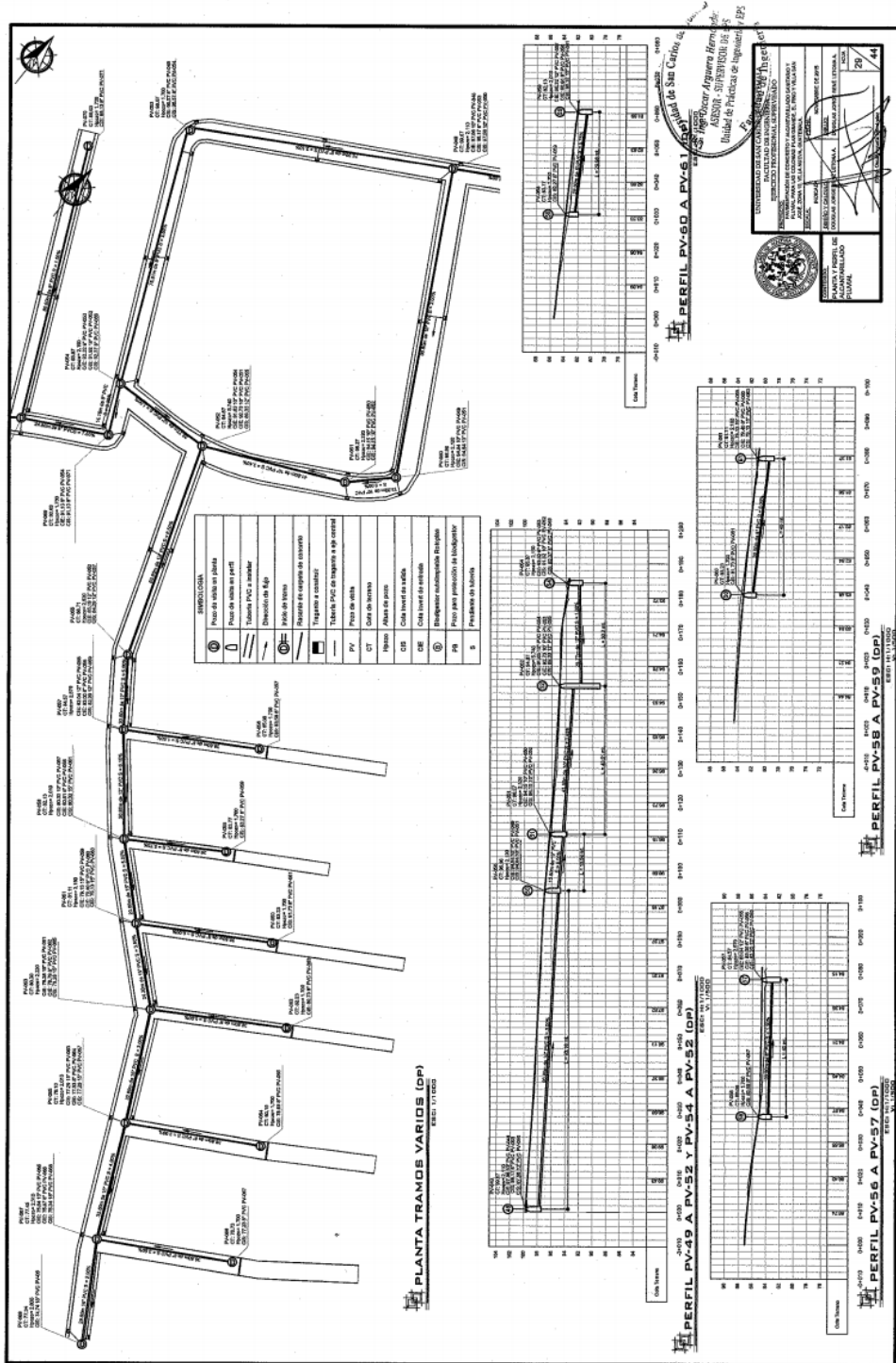
Continuación de apéndice 2.



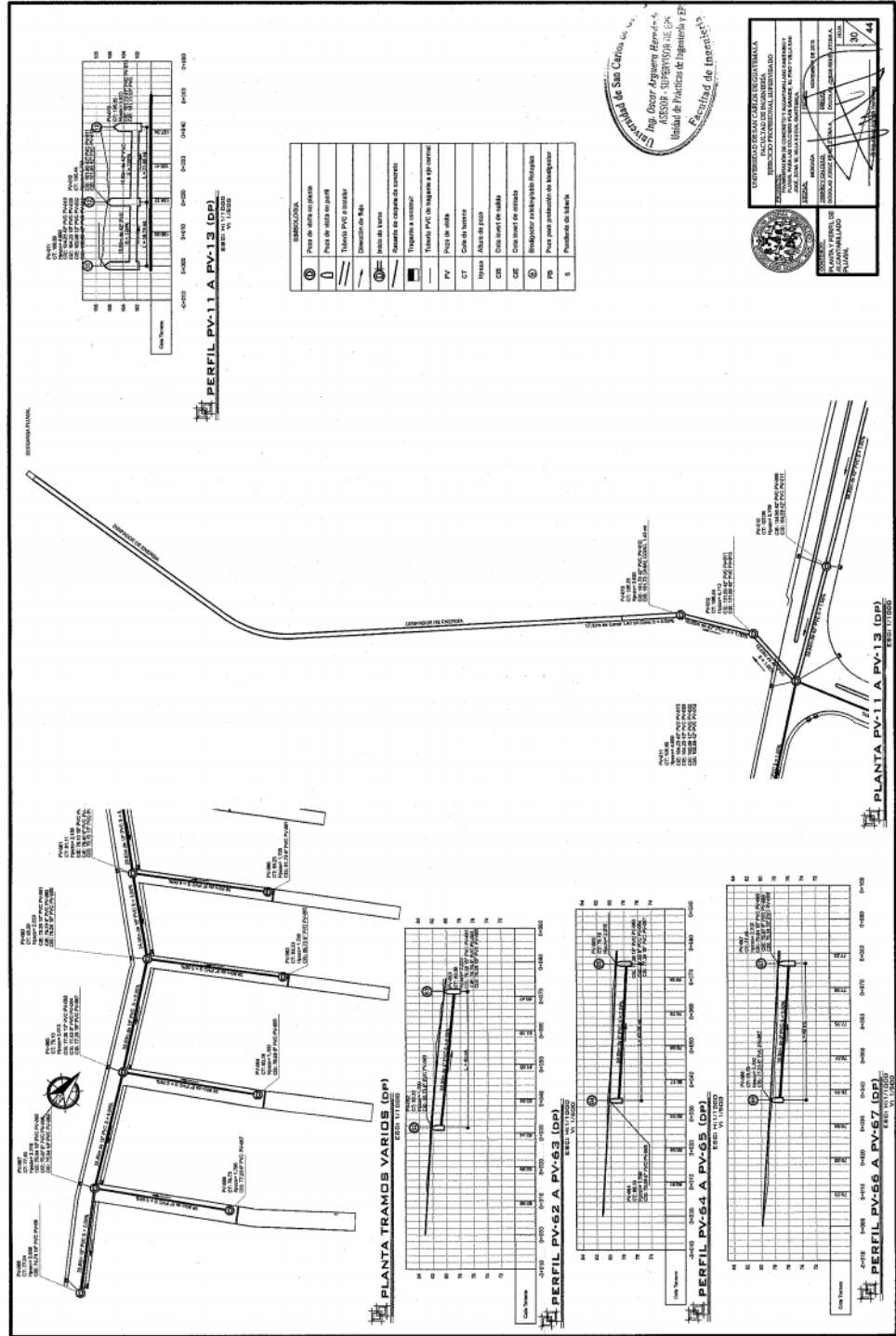
Continuación de apéndice 2.



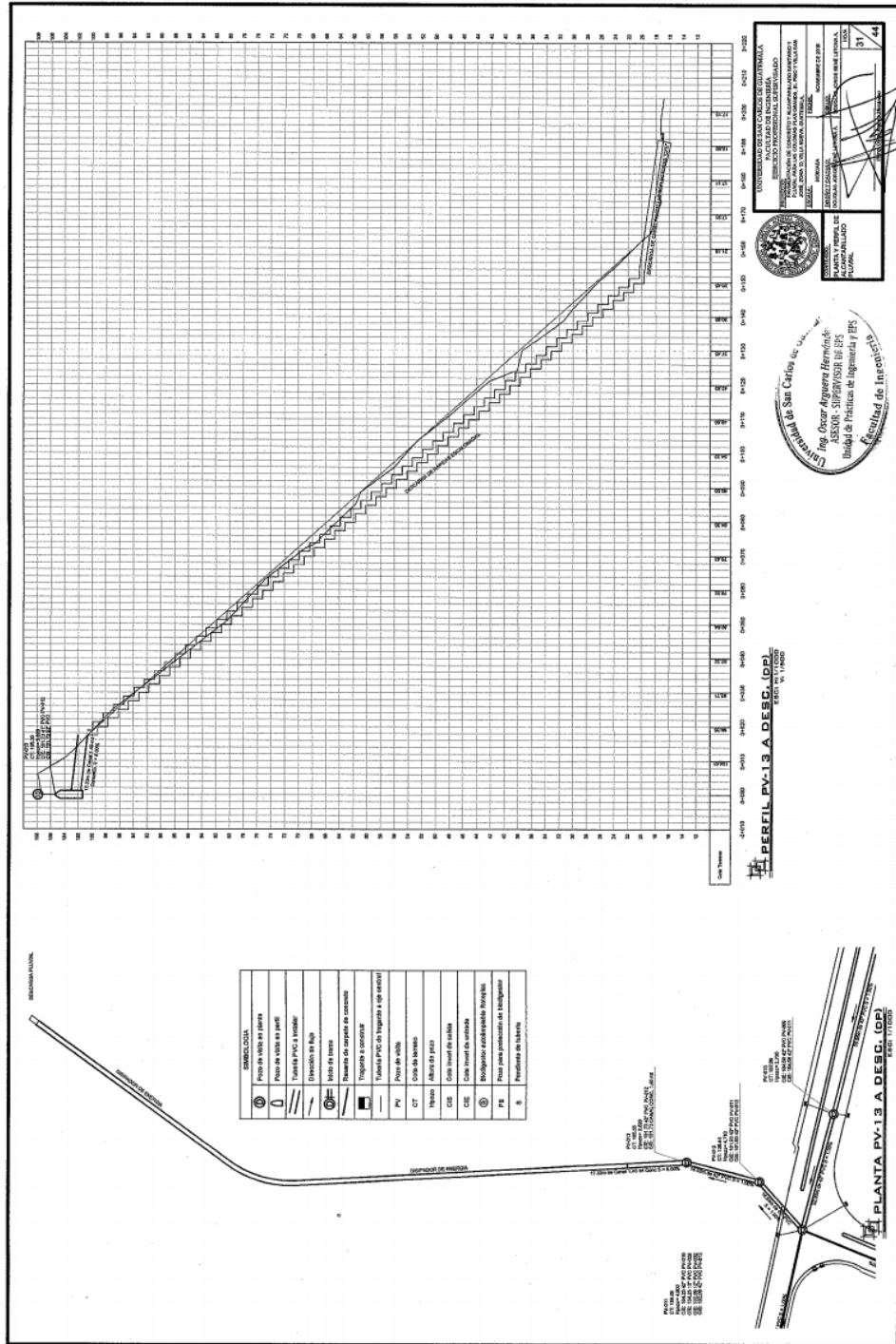
Continuación de apéndice 2.



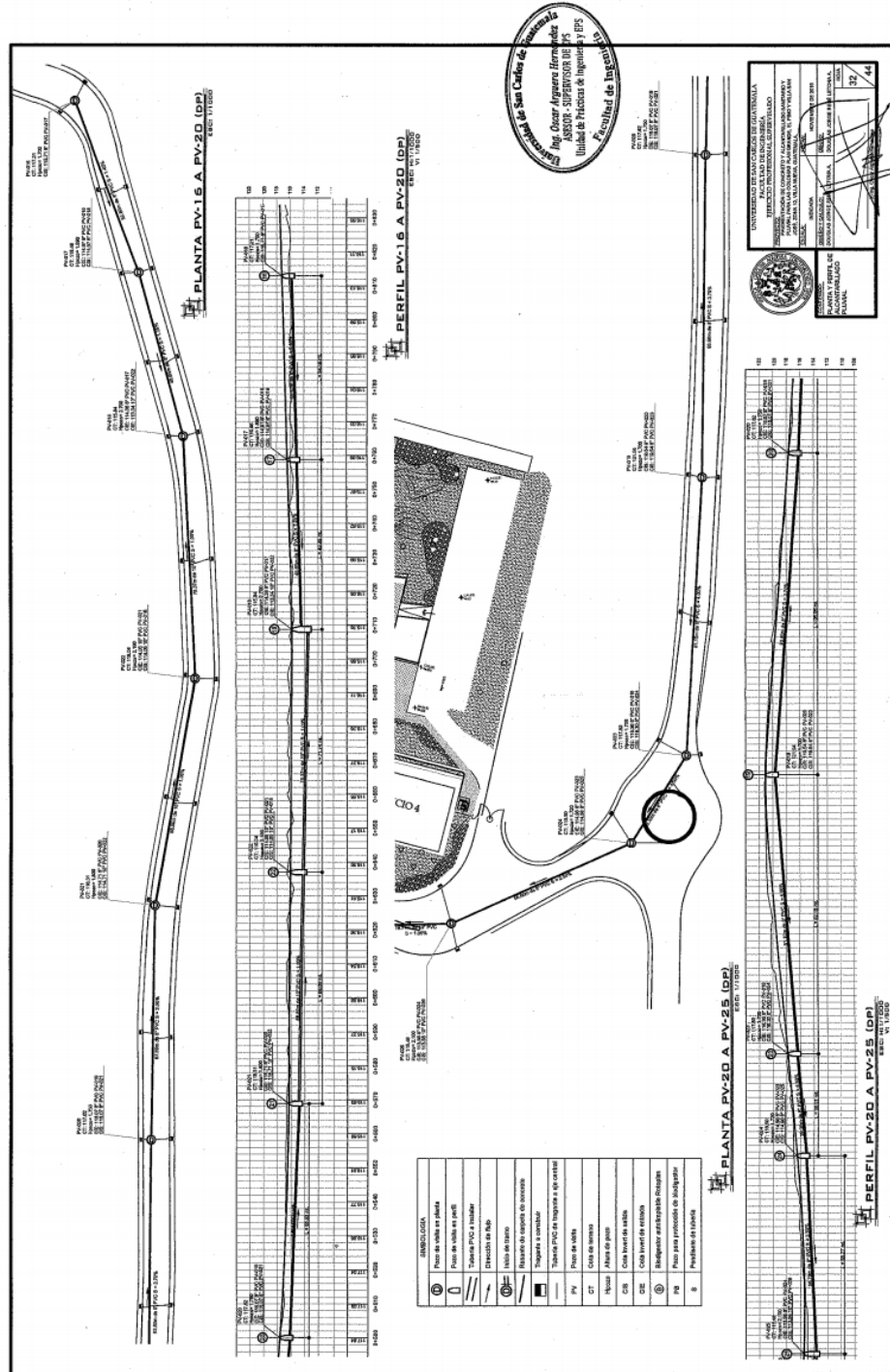
Continuación de apéndice 2.



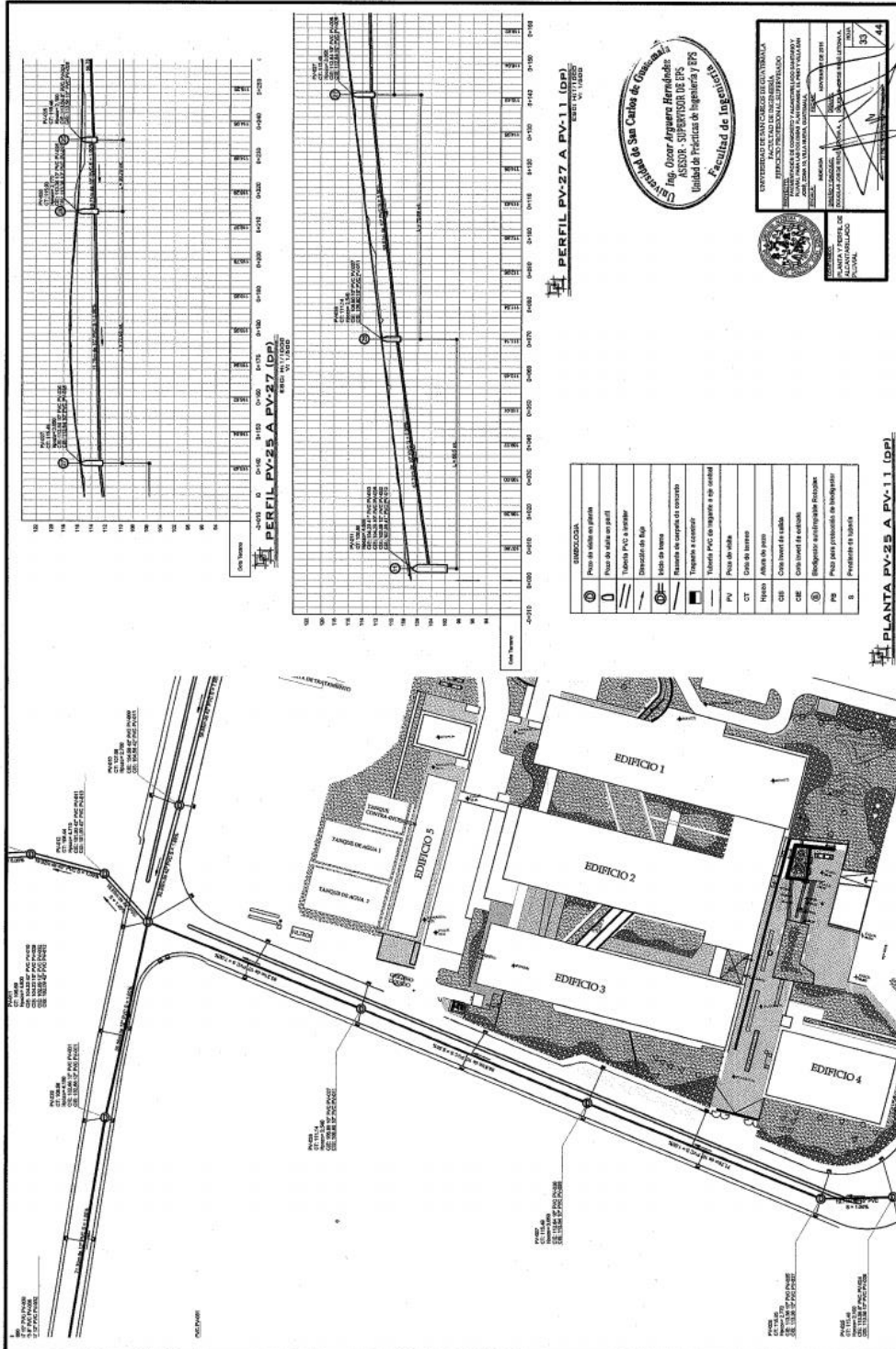
Continuación de apéndice 2.



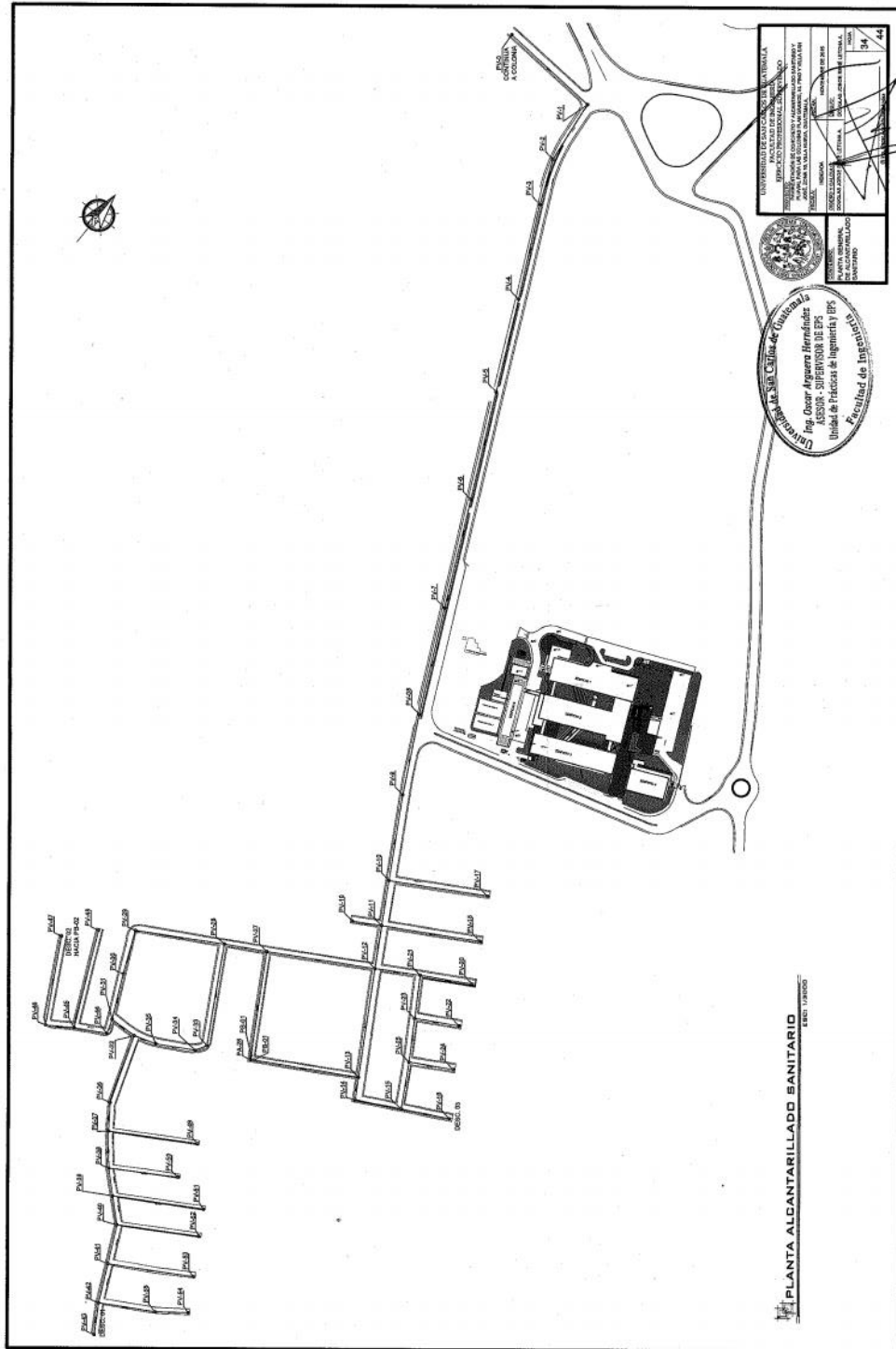
Continuación de apéndice 2.



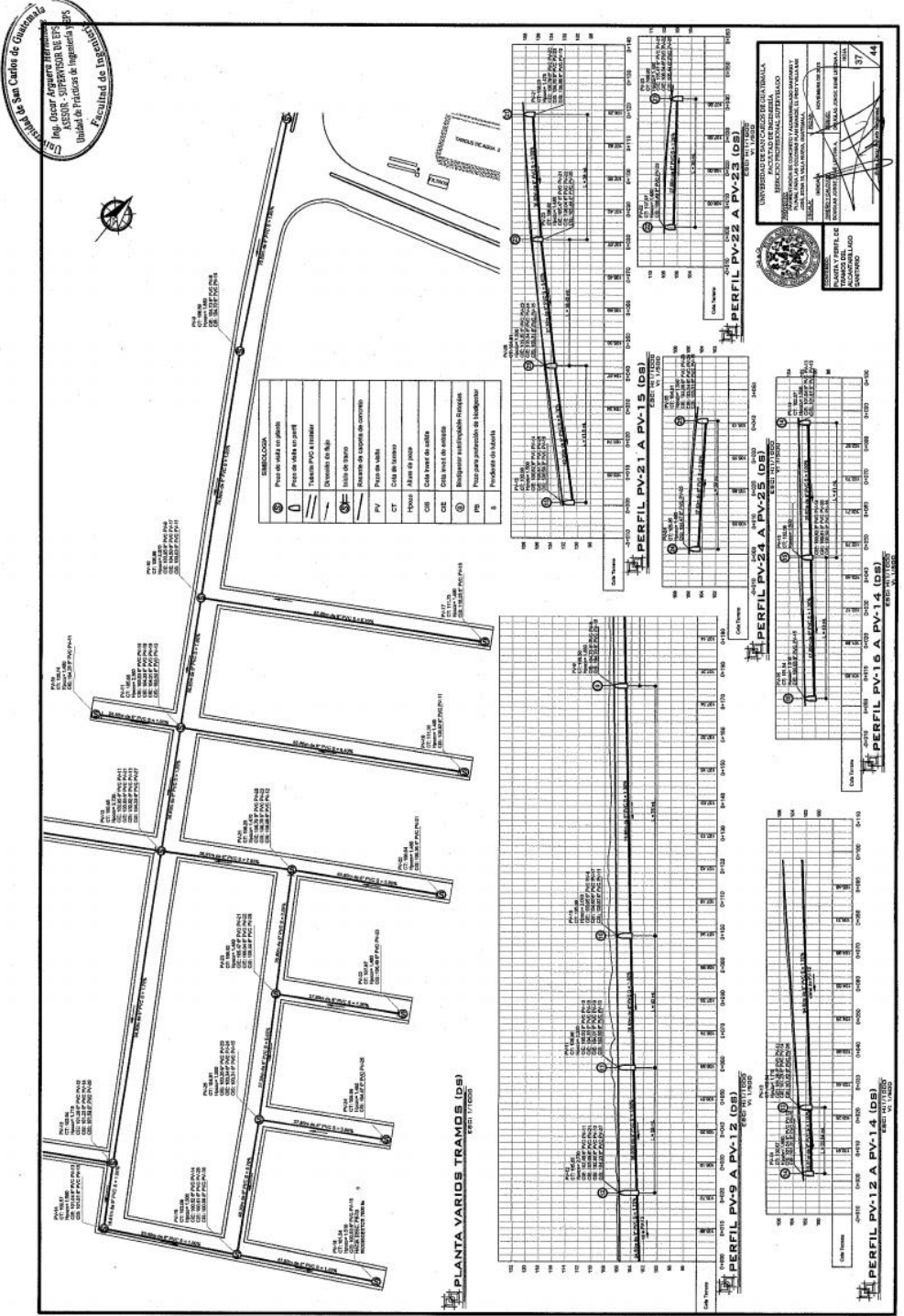
Continuación de apéndice 2.

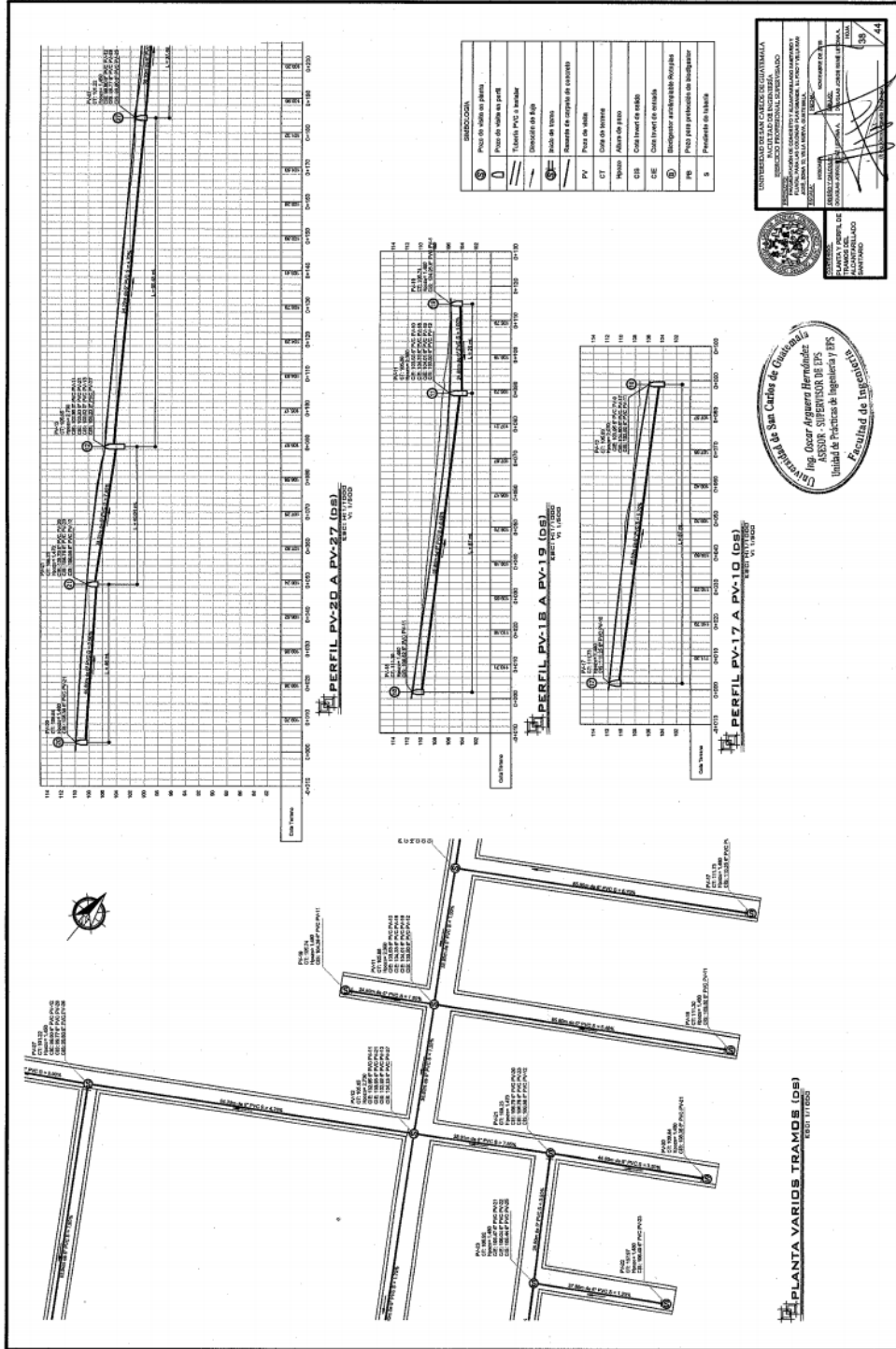


Continuación de apéndice 2.

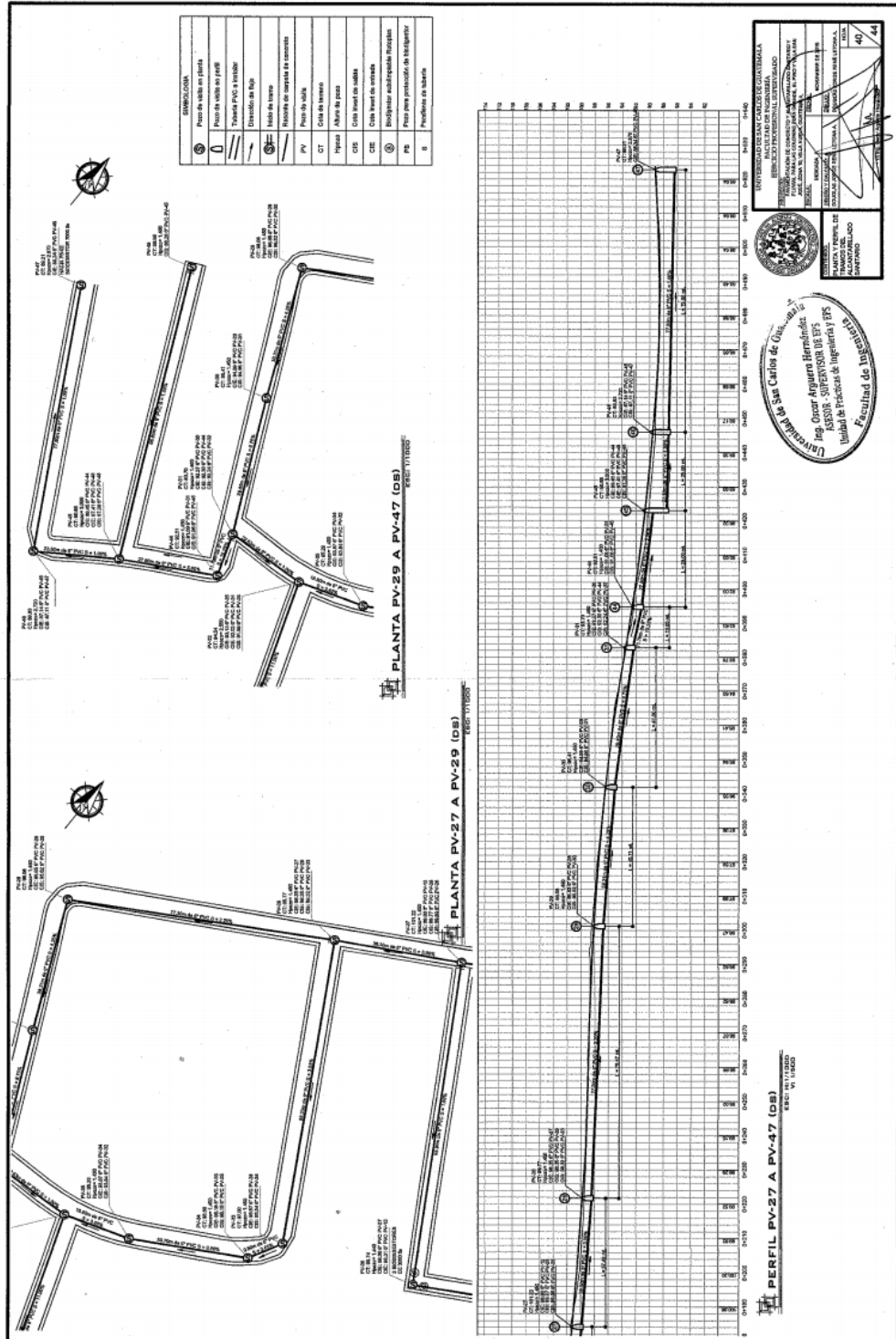


Continuación de apéndice 2.

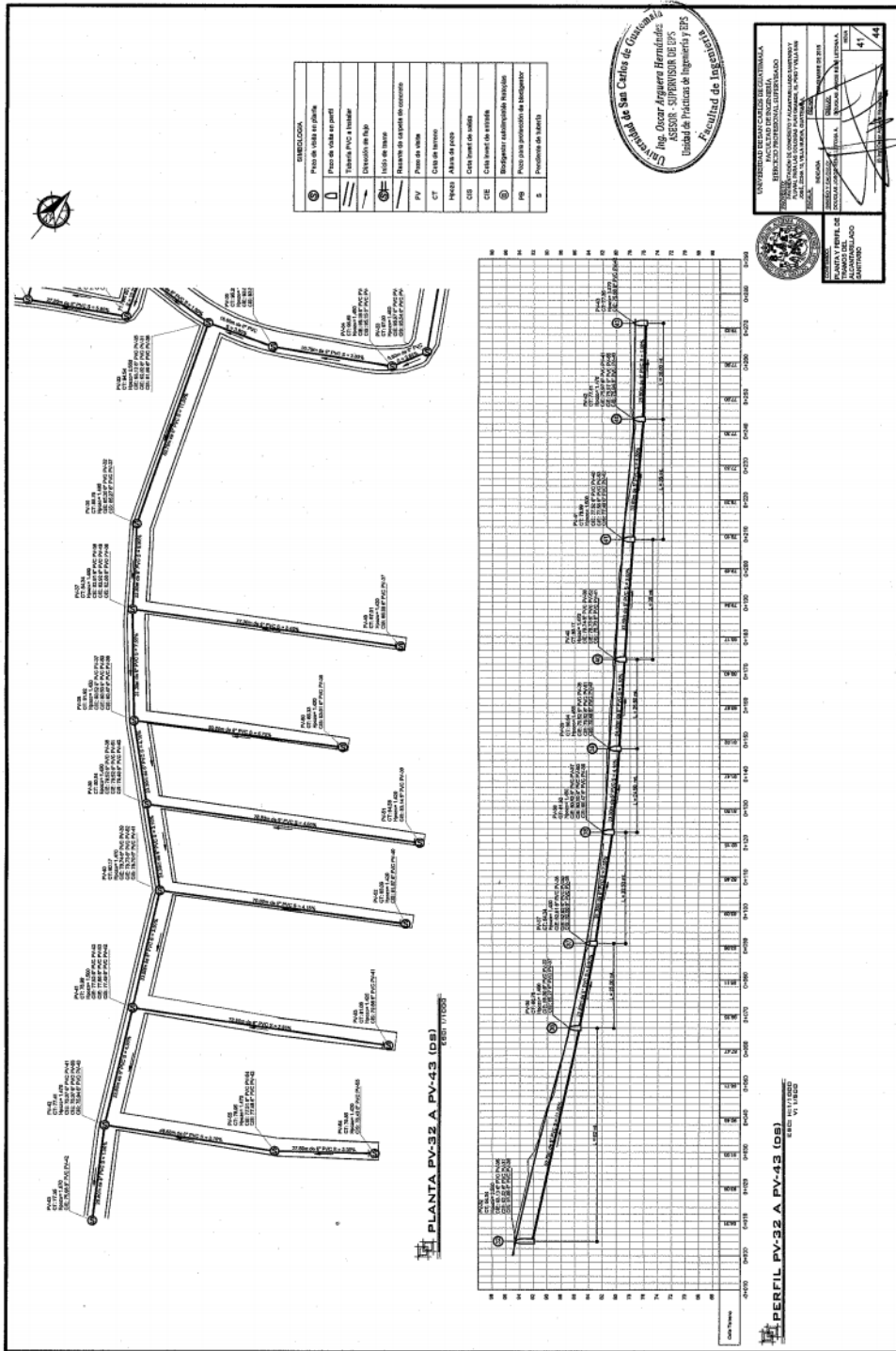




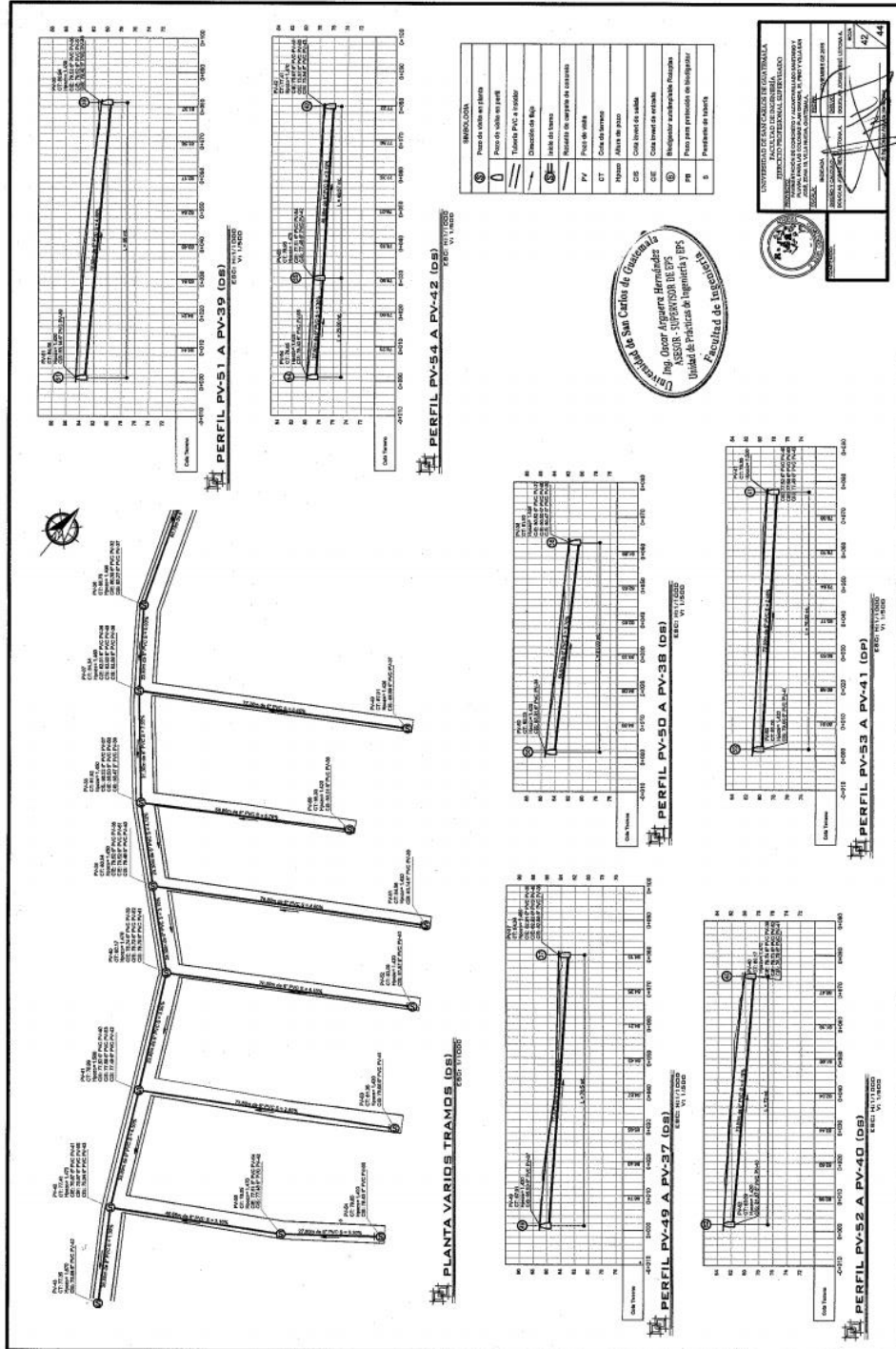
Continuación de apéndice 2.



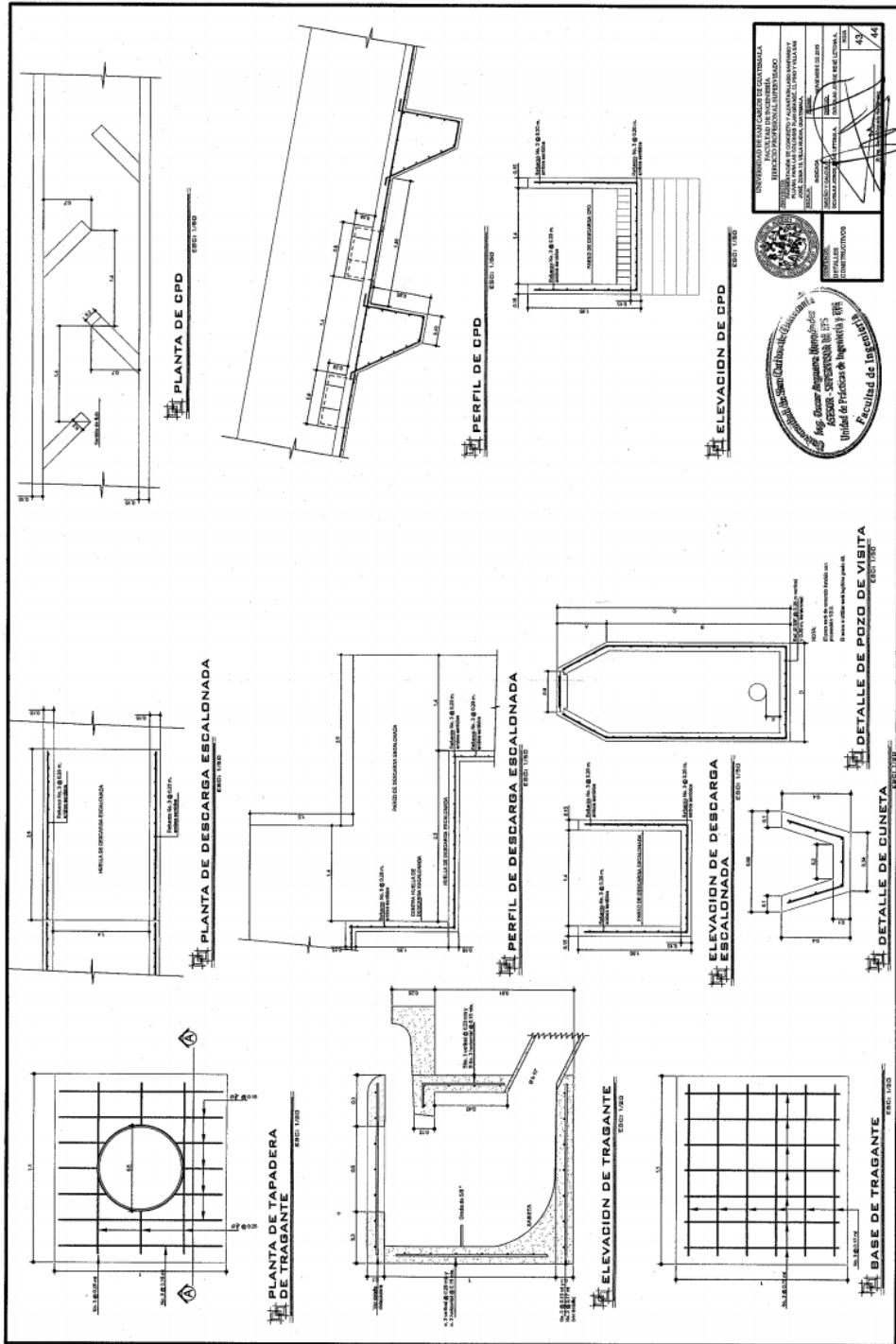
Continuación de apéndice 2.



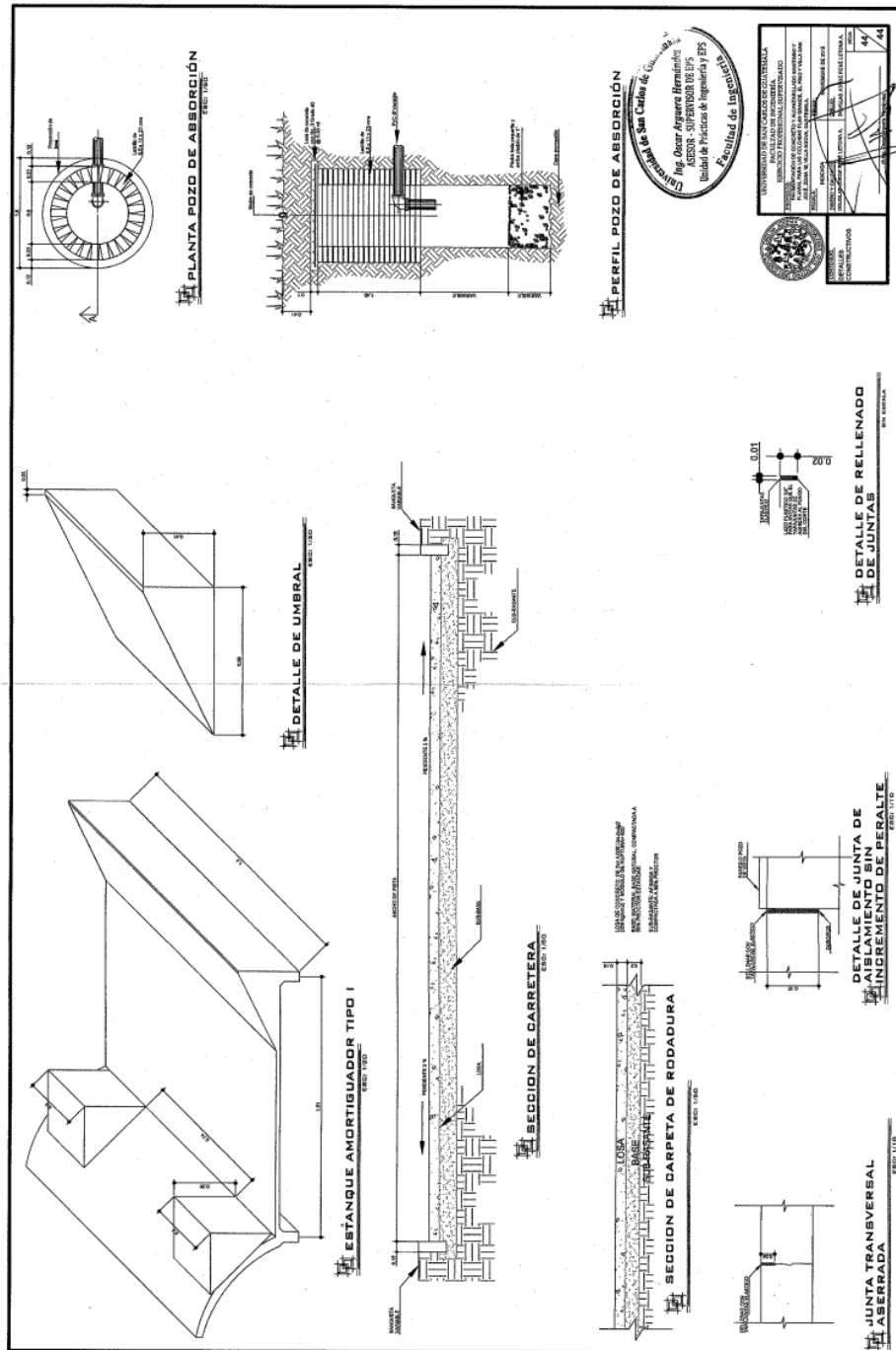
Continuación de apéndice 2.



Continuación de apéndice 2.



Continuación de apéndice 2.



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2013.

ANEXOS

Anexo 1. Límites de Atterberg



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



INFORME No. 592 S.S.

O.T.: 35,522 No. 4825

Interesado: Douglas Jorge René Letona Aldana

Proyecto: EPS "Diseño de una Pavimentación de Concreto y un Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial para las Colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, Zona 10, Villa Nueva, Guatemala"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG

Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Villa Nueva, Guatemala

FECHA: martes, 17 de noviembre de 2015

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	CLASIFICACION *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	38.5	13.6	ML	Arena Limosa Color Café Oscuro

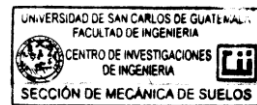
(*) CLASIFICACION SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD

Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

Vo.Bo.

Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
DIRECTOR a.i. CI/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Anexo 2. Análisis granulométrico con tamices y lavado previo

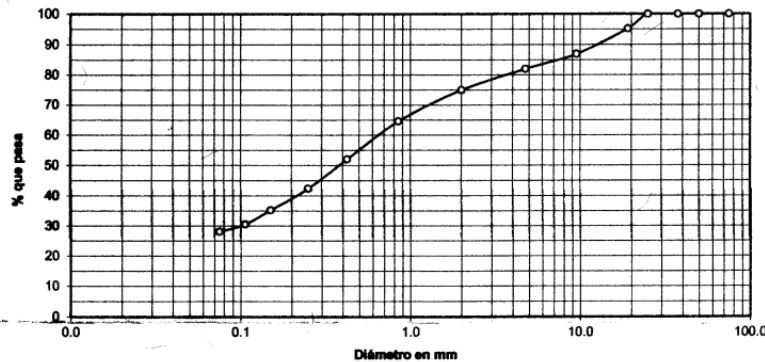


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 593 S.S. O.T. No. 35,522 No. 4826
 Interesado: Douglas Jorge René Letona Aldana
 Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico con tamices y lavado previo
 Norma: ASTM D6913-04
 Proyecto: EPS "Diseño de una Pavimentación de Concreto y un Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial para las Colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, Zona 10, Villa Nueva, Guatemala"
 Ubicación: Villa Nueva, Guatemala
 Fecha: martes, 17 de noviembre de 2015 Muestra: 1

Tamiz	Abertura	% que pasa	Tamiz	Abertura	% que pasa
3"	75 mm	100.00	10	2.00 mm	74.97
2"	50 mm	100.00	20	850 µm	64.60
1 1/2"	37.5 mm	100.00	40	425 µm	52.02
1"	25 mm	100.00	60	250 µm	42.44
3/4"	19.0 mm	95.23	100	150 µm	35.24
3/8"	9.5 mm	86.95	140	106 µm	30.55
4	4.75 mm	82.01	200	75 µm	28.09



Descripción del suelo: Arena Limosa Color Café Oscuro

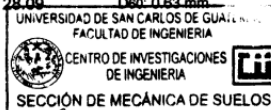
Clasificación: S.C.U.: SM
P.R.A.: A-2-6

% de Grava: 17.99 D10: *
% de Arena: 53.93 D30: 0.10 mm
% de finos: 28.09 D60: 0.63 mm

Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.
* Diámetro efectivo no aplica

Atentamente,

Vo. Bo.
Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
DIRECTOR a.i. CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 3. Ensayo de compactación



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

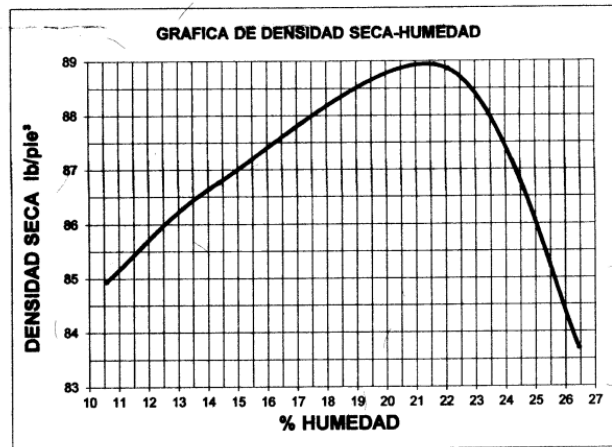


INFORME No. 594 S.S.

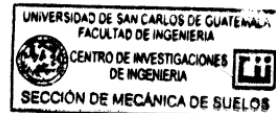
O.T.: 35,522

No. 4827

Interesado: Douglas Jorge René Letona Aldana
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: () Norma: A.A.S.H.T.O. T-99
 Proyecto: EPS "Diseño de una Pavimentación de Concreto y un Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial para las Colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, Zona 10 Villa Nueva, Guatemala" Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.H.T.O. T-180
 Ubicación: Villa Nueva, Guatemala
 Fecha: martes, 17 de noviembre de 2015



Descripción del suelo: Arena Limosa Color Café Oscuro
 Densidad seca máxima γ_d : 1,424.98 Kg/m³ 88.95 lb/pe³
 Humedad óptima Hop.: 21.50 %
 Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.
 Alentamiento.



Vo. Bo.

Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
 DIRECTOR a.i. CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

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 Investigaciones de Ingeniería.

Anexo 4. Razón Soporte California (CBR)



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



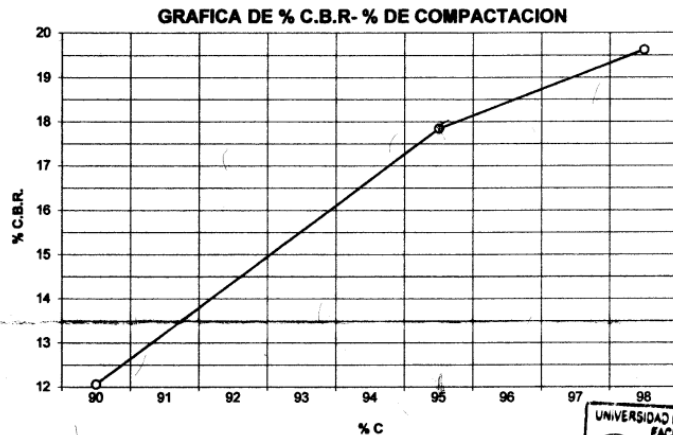
INFORME No. 595 S.S.

O.T. No. 35,522

No. 4828

Interesado: Douglas Jorge René Letona Aldana
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O.T-193
 Proyecto: EPS "Diseño de una Pavimentación de Concreto y un Sistema de Alcantarillado Sanitario y Pluvial para las Colonias Plan Grande, El Pino y Villa San José, Zona 10 Villa Nueva, Guatemala"
 Ubicación: Villa Nueva, Guatemala
 Descripción del suelo: Arena Limosa Color Café Oscuro
 Fecha: martes, 17 de noviembre de 2015

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d (Lb/pt ³)			
1	10	21.50	80.44	90.4	0.00	12.06
2	30	21.50	85.20	95.8	0.33	17.85
3	65	21.50	88.06	99.0	0.41	19.63



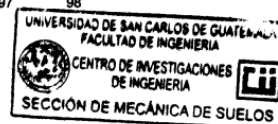
Observaciones: Muestra proporcionado por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Pablo Christian De León Rodríguez
DIRECTOR a.i. CHUSAC

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



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 Investigaciones de Ingeniería.