



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS,
SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, octubre de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y
DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS,
SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MANUEL JERÓNIMO ARÉVALO CABALLEROS
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Ángel Roberto Sic García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha abril de 2012.



Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros



Guatemala, 15 de julio de 2013
Ref.EPS.DOC.746.07.13

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Merck Cos.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros** con carné No. **199919286**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA"**.

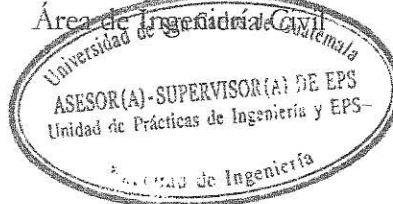
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



Guatemala, 07 de octubre de 2013

Ref.EPS.D.714.10.13

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

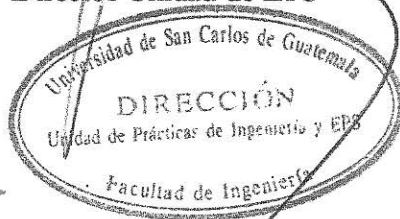
Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Juan Merck Cos
Director Unidad de EPS

JMC/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 septiembre de 2013

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

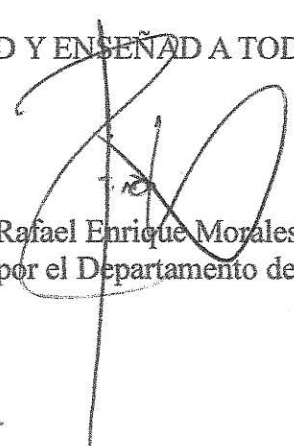
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros, con Carnet No. 199919286, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

Más 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
Guatemala, Escuela de Ingeniería Civil
4 de septiembre de 2013

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

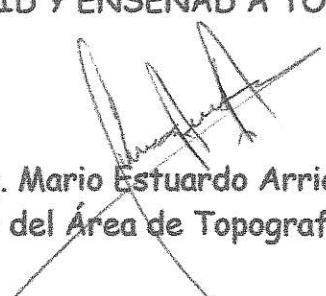
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
TRANSPORTES
USAC

bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua






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. Ángel Roberto Sic García y del Coordinador de E.P.S. Ing. Juan Merck Cos, al trabajo de graduación del estudiante Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, octubre 2013

/bbdeb.

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 DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, octubre de 2013

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Virgen María

San Judas Tadeo

Mis padres Jerónimo Arévalo Alvarado y Maribel Caballeros García.

Mis hermanos Paola, Wendy, David Arévalo Caballeros y a mi hermana que descansa en el cielo.

Mis abuelas Paula García y Jesús Marroquín.

Mis familiares Tíos y primos.

Mis amigos

AGRADECIMIENTOS A:

Dios

Por concederme el don de sabiduría y entendimiento para poder finalizar mi carrera profesional, gracias por ser la luz que guía mi vida e ilumina mi mente, por darme la vida y la salud para poder alcanzar este triunfo y este sueño tan anhelado de ser ingeniero, gracias por darme la fuerza de levantarme en los momentos difíciles y de angustia, y así poder llegar a este día, mil gracias por escuchar mis oraciones.

Virgen María

Por darme la bendición y la protección de madre, acompañándome siempre y guiándome por un buen camino.

San Judas Tadeo

Por ser mi fiel intercesor.

Mis padres

De quienes el deseo y la ilusión ha sido convertirme en una persona de bien, dándome una de las mejores herencias de la vida, que es la educación y demostrándome que con esfuerzo y dedicación lograré todo lo que me proponga. Gracias por darme la oportunidad de estudiar esta carrera profesional, por sus consejos, sacrificio y apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios, tanto moral como económicamente. Gracias a todo eso he llegado a realizar su sueño de verme convertido en un profesional, gracias por su paciencia en todos estos años de mi carrera. Por eso y más... gracias.

Mis hermanos

Por su cariño, ayuda y apoyo a lo largo de mi vida.

Mi familia en general

Por sus palabras de aliento, consejos y sus buenos deseos, que de una u otra manera estuvieron pendientes y apoyándome a lo largo de mis estudios.

Mis compañeros y amigos

Por darme el ánimo de seguir adelante, por haber compartido su amistad y apoyo, por todos los momentos de penas y alegrías que compartimos juntos en este reto.

Mi asesor de tesis

Ing. Ángel Sic, por brindarme su apoyo y conocimientos durante el desarrollo de este trabajo de graduación

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE SÍMBOLOS	XIII
GLOSARIO	XXI
RESUMEN.....	XXVII
OBJETIVOS.....	XXIX
INTRODUCCIÓN	XXXI
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	1
1.1. Características físicas	1
1.1.1. Localización y colindancias	1
1.1.2. Ubicación geográfica.....	1
1.1.3. Topografía.....	2
1.1.4. Clima	2
1.1.5. Tipo de vivienda	3
1.1.6. Población actual.....	4
1.2. Características de infraestructura	8
1.2.1. Servicios públicos	9
1.3. Características socioeconómicas.....	9
1.3.1. Actividad económica	10
1.3.2. Idioma y religión	12
1.3.3. Organización de la comunidad.....	12
1.3.4. Condiciones sanitarias	12
1.4. Identificación de necesidades	13
1.4.1. Priorización de necesidades	13

1.4.1.1.	Necesidad de sistemas para la evacuación de aguas residuales para la colonia Las Margaritas sectores II y III.....	13
1.4.1.2.	Necesidad de un pavimento rígido para la colonia Las Margaritas sectores II y III.....	14
2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS SECTORES II Y III SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.....	15
2.1.	Descripción del proyecto	15
2.1.1.	Características físicas del lugar	15
2.1.2.	Especificaciones técnicas	16
2.2.	Estudios de topografía.....	16
2.2.1.	Levantamiento planimétrico	16
2.2.2.	Levantamiento altimétrico	17
2.3.	Consideraciones de diseño	17
2.3.1.	Selección de ruta	18
2.3.2.	Desfogue o punto de descarga	19
2.3.3.	Vida útil.....	19
2.3.4.	Período de diseño.....	20
2.3.5.	Dotación de agua potable	20
2.3.5.1.	Factor de retorno	20
2.3.6.	Población actual	21
2.3.7.	Población futura.....	21
2.3.8.	Caudal sanitario.....	22
2.3.8.1.	Caudal domiciliar	22
2.3.8.2.	Caudal comercial e industrial.....	24

	2.3.8.3.	Caudal de infiltración.....	24
	2.3.8.4.	Caudal por conexiones ilícitas.....	25
	2.3.8.5.	Caudal medio.....	26
	2.3.8.6.	Factor de caudal medio.....	26
	2.3.9.	Factor de flujo a factor de Hardmond.....	27
	2.3.9.1.	Caudal de diseño.....	28
	2.3.10.	Tasa de crecimiento.....	29
2.4.		Criterios de diseño.....	30
	2.4.1.	Diámetro de tuberías.....	31
	2.4.2.	Pendientes.....	31
	2.4.3.	Coeficientes de rugosidad.....	32
	2.4.4.	Velocidades máximas y mínimas.....	32
	2.4.5.	Cotas Invert.....	33
	2.4.6.	Profundidades de las tuberías.....	35
	2.4.7.	Tirante del flujo.....	35
	2.4.8.	Relaciones hidráulicas.....	35
2.5.		Obras complementarias.....	37
	2.5.1.	Conexiones domiciliarias.....	37
	2.5.2.	Cajas de registro o candela domiciliar.....	37
	2.5.3.	Tuberías secundarias.....	38
	2.5.4.	Pozos de visita.....	38
2.6.		Diseño hidráulico: ejemplo del proceso de diseño hidráulico del alcantarillado sanitario.....	39
2.7.		Propuesta tratamiento de aguas residuales.....	50
	2.7.1.	Fosas sépticas.....	51
	2.7.2.	Pozos de absorción.....	51
2.8.		Presupuesto.....	52
2.9.		Cronograma de ejecución.....	53

2.10.	Estudio financiero	54
2.10.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	55
2.10.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	56
2.11.	Operaciones y mantenimiento de la red	56
2.11.1.	Línea central	57
2.11.2.	Pozos de visita.....	59
2.11.3.	Conexión domiciliar	60
2.12.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	61
2.12.1.	Identificación de impactos ambientales	62
2.12.2.	Análisis de riesgo y planes de contingencia	64
2.12.2.1.	Análisis de riesgo.....	64
2.12.2.2.	Plan de contingencia.....	64
2.12.3.	Plan de contingencia para los sistemas de alcantarillado sanitario	65
3.	DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.....	67
3.1.	Descripción del proyecto	67
3.2.	Estudio preliminar	67
3.3.	Definición de pavimentos.....	67
3.3.1.	Tipos de pavimentos.....	68
3.3.1.1.	Pavimento rígido	68
3.4.	Elementos constitutivos de los pavimentos	69
3.4.1.	Subrasante	69
3.4.2.	Capa de subbase.....	70
3.4.3.	Capa de base	70
3.4.4.	Superficie de rodadura	70

3.5.	Levantamiento topográfico preliminar	72
3.5.1.	Planimetría	73
3.5.2.	Altimetría	74
3.5.3.	Secciones transversales	76
3.6.	Cálculo topográfico preliminar.....	77
3.6.1.	Cálculo planimétrico.....	77
3.6.2.	Cálculo altimétrico.....	78
3.6.3.	Cálculo de secciones transversales	79
3.6.4.	Cálculo de curvas de nivel	81
3.7.	Toma de muestras del suelo.....	81
3.7.1.	Ensayo de los límites de Atterberg.....	82
3.7.2.	Ensayo de granulometría	83
3.7.3.	Ensayo de compactación (Proctor modificado)	84
3.7.4.	Ensayo valor de soporte del suelo (CBR)	85
3.8.	Análisis de resultados	86
3.9.	Diseño geométrico de la carretera	87
3.9.1.	Curvas horizontales	87
3.9.2.	Curvas verticales.....	95
3.10.	Diseño de la subrasante	99
3.10.1.	Cálculo de áreas de las secciones transversales..	101
3.11.	Movimiento de tierras.....	102
3.11.1.	Cálculo de volúmenes.....	103
3.12.	Drenajes.....	106
3.12.1.	Principios de diseño	106
3.12.1.1.	Intensidad de lluvia.....	106
3.12.1.2.	Coeficiente de escorrentía	107

3.12.2.	Diseño de canales abiertos.....	108
3.12.2.1.	Fórmula de Manning.....	111
3.12.2.2.	Diseño de cunetas laterales.....	112
3.12.3.	Cálculo del drenaje transversal.....	117
3.13.	Diseño del pavimento rígido	118
3.13.1.	Análisis de tránsito.....	118
3.13.2.	Período de diseño.....	119
3.13.3.	Clasificación de tránsito.....	119
3.13.4.	Espesor de la subbase	120
3.13.5.	Espesor de la base	120
3.13.6.	Espesor de la capa de rodadura.....	121
3.13.6.1.	Procedimiento de cálculo.....	121
3.13.7.	Diseño de la mezcla de concreto.....	128
3.14.	Resultados y diseño final.....	133
3.15.	Sección típica	133
3.16.	Elaboración de planos planta - perfil.....	134
3.17.	Presupuesto	134
3.17.1.	Integración de costos unitarios	135
3.18.	Cronograma de ejecución.....	137
3.19.	Estudio financiero	138
3.19.1.	Valor Presente Neto (VPN).....	138
3.19.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	140
3.20.	Estudio de Impacto Ambiental (EIA).....	141
3.20.1.	Identificación de impactos ambientales	141

3.20.2.	Análisis de riesgo y planes de contingencia.....	144
3.20.2.1.	Análisis de riesgo	144
3.20.2.2.	Plan de contingencia	144
3.20.2.3.	Plan de contingencia en construcción	145
3.20.2.4.	Localización y preparación del sitio...	146
CONCLUSIONES		147
RECOMENDACIONES		149
BIBLIOGRAFÍA		151
APÉNDICES		153
ANEXOS		159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Localización del municipio de San Juan Sacatepéquez	2
2.	VPN alcantarillado sanitario, colonia Las Margaritas	55
3.	Límites de Atterberg.....	82
4.	Elementos de una curva horizontal.....	88
5.	Definición del grado de curvatura (G)	89
6.	Datos para cálculo de curva horizontal	90
7.	Curva vertical cóncava.....	96
8.	Curva vertical convexa.....	97
9.	Cálculo de primera curva vertical.....	98
10.	Detalle de secciones transversales típicas	102
11.	Sección natural del terreno	103
12.	Esquema de prisma irregular	104
13.	Medidas finales de la cuneta	116
14.	Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos.....	124
15.	Esquema de la sección típica a utilizar	134
16.	VPN pavimento rígido, colonia Las Margaritas	138

TABLAS

I.	Población total del municipio de San Juan Sacatepéquez	4
II.	Censos de población	29
III.	Promedio de tasas de crecimiento.....	30
IV.	Factores de rugosidad para diferentes materiales.....	32

V.	Criterios de colocación de pozos.....	39
VI.	Parámetros de diseño	40
VII.	Datos de entrada para tramo inicial de PV-1 a PV-2.....	40
VIII.	Datos de entrada para tramo intermedio de PV-2 a PV-2A.....	46
IX.	Presupuesto, colonia Las Margaritas, sectores II y III	53
X.	Cronograma, colonia Las Margaritas sectores II y III	54
XI.	Libreta de campo de planimetría colonia Las Margarita	73
XII.	Libreta de altimetría.....	75
XIII.	Libreta de campo de secciones transversales.....	76
XIV.	Cálculo planimétrico	77
XV.	Cálculo altimétrico	79
XVI.	Cálculo de secciones transversales	80
XVII.	Resultados del ensayo de límites de Atterberg	83
XVIII.	Resultado del ensayo de granulometría	84
XIX.	Resultado del ensayo proctor modificado.....	84
XX.	Clasificación del suelo	85
XXI.	Resultado del ensayo CBR.....	85
XXII.	Resultados de ensayos de laboratorio de suelos	86
XXIII.	Valores de K para curvas verticales	96
XXIV.	Movimiento de tierras tramo 1, colonia Las Margaritas	105
XXV.	Resumen de movimiento de tierras para la colonia Las Margaritas.....	106
XXVI.	Intensidad de lluvia para Guatemala	107
XXVII.	Cálculo de la esorrentía promedio	108
XXVIII.	Relaciones geométricas de los canales abiertos.....	110
XXIX.	Tránsito promedio diario para la colonia Las Margaritas	119
XXX.	Categoría de carga por eje.....	122
XXXI.	Tipo de suelo de la subrasante y valores aproximados de la constante K.....	125

XXXII.	Pavimento con juntas y agregados de trabe	127
XXXIII.	Datos para diseño de mezclas, para una resistencia a la compresión de 4 000 PSI	129
XXXIV.	Resultados finales del diseño del pavimento.....	133
XXXV.	Presupuesto pavimento rígido colonia Las Margaritas	136
XXXVI.	Cronograma de ejecución, pavimento rígido, sectores II y III, colonia Las Margaritas, San Juan Sacatepéquez.....	137
XXXVII.	Cálculo de TIR.....	140

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H_{pozo}	Altura de pozo
H_{final}	Altura final de pozos de visita
H_{inicial}	Altura inicial de pozos de visita
AC	Área de Corte
AR	Área de Relleno
A_g	Área de sección transversal gruesa
A	Área factible para conectar ilícitamente
PCA	Asociación de Cemento Portland
BM	Banco de marca
CM	Carga muerta
CV	Carga viva

Q	Caudal a sección llena
q	Caudal a sección parcialmente llena
Q_{com}	Caudal comercial
q_d	Caudal de diseño
Q_{inf}	Caudal de infiltración
Q_{dom}	Caudal domiciliar
Q_{med}	Caudal medio
cm	Centímetro
C	Coeficiente de escorrentía
n	Coeficientes de rugosidad de Manning
C_f	Cota final de terreno
C_o	Cota inicial del terreno
CIE	Cota Invert de Entrada
CIS	Cota Invert de Salida

CM	Cuerda Máxima
Δ	Delta
ϵ_s	Deformación unitaria a compresión del concreto
dH	Distancia Horizontal a ejes de pozos de visita
So	Espaciamiento de confinamiento
Est	Estación
E	External
fqm	Factor de caudal medio
f_{flujo}	Factor de flujo
F_i	Factor de infiltración
\emptyset	Factor de reducción de resistencia
FR	Factor de Retorno
FS	Factor de Seguridad
°C	Grados centígrados

G	Grado de curvatura
Hab	Habitantes
h/m	Hombres/mujeres
I	Intensidad de lluvia
kg	Kilogramo
km	Kilometro
l	Litro
PSI	Libras por pulgada cuadrada
LC	Límite de Contracción
Lc	Longitud de curva
Lcv	Longitud de curva vertical
LL	Límite Líquido
LP	Límite Plástico
L_T	Longitud de tubería

L_t	Longitud total
m	Metro
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
K	Módulo de reacción de la subrasante
MR	Módulo de ruptura del concreto
$M_{m\acute{a}x}$	Momento máximo
M_{ux}	Momento mayorado sobre el eje X
M_{uy}	Momento mayorado sobre el eje Y
OM	Ordenada media
S_{tub}	Pendiente de tubería
S%	Pendiente del terreno
%	Porcentaje
Puc	Peso unitario del concreto
PRA	Public Road Administration

q_a	Presión de contacto admisible
q_{máx}	Presión de diseño máxima
q_{mín}	Presión de diseño mínima
PC	Principio de Curva
plg	Pulgada
R	Radio
R_h	Radio hidráulico
f'_c	Resistencia a compresión del concreto
V_s	Resistencia a cortante proporcionada por el refuerzo a corte
k	Rigidez
s	Segundos
ST	Sub Tangente
r	Tasa de crecimiento
ton	Tonelada

TPD	Tránsito Promedio Diario
TPDC	Tránsito Promedio Diario de Camiones
CBR	Valor Soporte del suelo (<i>California Bearing Ratio</i>)
V	Velocidad a sección llena
v	Velocidad a sección parcialmente llena
Viv	Viviendas
Vol	Volumen

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials.
ACI 318	Instituto Americano del Concreto (por sus siglas en inglés). Comité 318: Reglamento Estructural para Edificaciones.
Adobe	Masa de barro, mezclados o no con paja, moldeada en forma de ladrillo y secada al sol.
Alcantarillado sanitario	Sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales.
Ángulo	Es la menor o mayor abertura que forman entre si 2 líneas o 2 planos que se cortan. Las líneas que forman el ángulo se llaman lados y el punto de encuentro, vértice. Su mayor o menor abertura se mide en grados.
Asfalto	Es la destilación del petróleo crudo. Puede realizarse por vapor o por aire. La destilación por vapor da excelentes asfaltos para pavimentos.
ASTM	Sociedad Americana de ensayos y materiales

ASTM	Asociación Americana para pruebas y materiales (por sus siglas en inglés).
Balasto	Es el material selecto que se coloca sobre la subrasante terminada de una carretera, el cual se compone de un material bien graduado, es decir que, consta de material fino y grueso con el objeto que sirva de superficie de rodadura.
Base	Están constituídas por una capa de material seleccionado, de granulometría y espesor determinado, que se construye sobre la subbase.
Capacidad de carga	Esfuerzo máximo por unidad de área que el suelo puede soportar, antes que ocurra la falla por cortante.
Caudal	Volumen de agua que pasa en una sección de flujo por unidad de tiempo.
Clinómetro	Instrumento para medir la inclinación de un plano.
Composición estratigráfica	Se refiere a las diferentes capas o estratos sucesivos que constituyen un suelo.
Concéntrico	Que tiene el mismo centro de un objeto o figura.

Concreto	Es el resultado de la mezcla de un aglomerante (generalmente cemento), arena, grava y agua que al fraguar y endurecer adquiere una resistencia similar a la de las mejores piedras naturales.
Coordenadas	Son distancias que sirven para determinar la posición de un punto y los ejes o planos a que se refieren aquellas líneas.
Corte	Es la excavación que se realiza en el terreno de conformidad al trazo de la carretera. Se realiza a media ladera o en trinchera.
Cota de terreno	Altura de un punto del terreno referido a un nivel determinado.
Cota Invert	Distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior de la tubería.
CSU	Clasificación Sistema Unificado
Cuneta	Zanja lateral paralela al eje de la carretera construido entre los extremos de los hombros y el pie de los taludes. Su sección transversal es variable, siendo comúnmente de forma triangular, trapezoidal o cuadrada.
Dotación	Agua consumida por un habitante durante un día.

Drenajes	Sistema que controla las condiciones de flujo de agua en terracerías, condiciones de estabilidad en cortes, terraplenes y pavimentos.
Elemento estructural	Es cada una de las partes en que puede dividirse una estructura a efectos de su diseño.
Esbeltez	Relación que existe entre la sección transversal de un elemento y su longitud.
Espaciamiento	Separación del refuerzo transversal de un elemento.
Estación	Cualquiera de los puntos de un terreno en que miden ángulos o distancias.
Estadal	Complemento del equipo de medición topográfica que consiste en una escala graduada de varios metros de longitud.
Estrado de suelo	Capa de suelo aproximadamente paralela a la superficie del mismo, con propiedades especiales producidas durante su formación, que la distingue de otras capas adyacentes.
Estructura	Es la unidad resistente constituida por una diversidad de materiales que tiene como objetivo soportar una variedad de cargas.

Excentricidad	Parámetro que determina el grado de desviación entre 2 puntos de referencia.
Falla súbita	Falla de tipo frágil, acompañada de deformaciones de pequeña magnitud antes del colapso total o parcial.
Fluencia	Deformación brusca que se produce cuando un material está sometido a un esfuerzo constante.
Límite líquido	Porcentaje de contenido de agua, con el que el suelo cambia de estado líquido a plástico.
Límite plástico	Porcentaje de contenido de agua, con el que el suelo cambia de estado plástico a estado semisólido.
Manto freático	Manto de agua subterránea que se localiza entre 2 capas de suelos relativamente permeables.
Muestra	Porción pequeña de un suelo que permite considerarla como representativa del mismo.
Pavimento rígido	Debido a su resistencia a flexión, distribuye las cargas sobre un área extensa de la subrasante, teniendo como revestimiento una losa de concreto.
Pendiente	Inclinación respecto de una línea horizontal.

Perfil	Representación gráfica del corte o sección perpendicular del terreno o trazo.
Plataforma	Modificación por corte y relleno del terreno natural para tener una superficie plana.
Pozo de visita	Obra que facilita el acceso para la inspección y limpieza de las tuberías.
Proctor	Determina la humedad óptima con que un suelo puede alcanzar su máxima densidad posible.
Rasante	Es el nivel de la superficie de rodamiento de una carretera o camino.
Retracción	Disminución del volumen del concreto durante el proceso de fraguado del mismo.
SCU	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Teodolito	Instrumento para medir ángulos.
Tratamiento	Conjunto de operaciones que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas.
Vida útil de la estructura	Período durante el cual, una estructura es capaz de mantener el nivel requerido de resistencia.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, es el resultado obtenido del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) realizado en el municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, el cual tuvo como objetivo proporcionar una solución técnica - profesional a la problemática de servicios básicos y de infraestructura de la colonia Las Margaritas. Como lo define el plan de trabajo del EPS, el trabajo de investigación se dividió en 3 fases o etapas: de investigación, de servicio técnico profesional y de docencia.

El capítulo 1, contiene la fase de investigación, donde se desarrolló una investigación monográfica y un diagnóstico acerca de las necesidades del municipio de San Juan Sacatepéquez; lo que permitió una priorización objetiva en la elección de los proyectos que se planificaron. El capítulo 2 es parte de la fase de servicio técnico profesional, contiene los criterios y procedimientos de cálculo para el diseño y planificación del proyecto de alcantarillado sanitario para la colonia Las Margaritas. El capítulo 3 resume el procedimiento necesario para el diseño del pavimento rígido para los sectores II y III de la colonia Las Margaritas, resultados de ensayos de laboratorio, presupuesto y cronograma respectivo.

Por último, la fase de docencia comprendió la capacitación de los empleados e integrantes del COCODE de la comunidad, sobre el mantenimiento preventivo y operación que se debe llevar a cabo a los distintos proyectos desarrollados en el trabajo del EPS, con el fin de garantizar un correcto funcionamiento a la largo de la vida útil con que fueron diseñados.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo del municipio de San Juan Sacatepéquez, aportando proyectos y soluciones viables a los problemas y necesidades que el municipio presenta, beneficiando a la población y mejorando su calidad de vida.

Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos y de infraestructura del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala.
2. Identificar la opción que mejor se adecue a las características particulares, tanto para el diseño del alcantarillado sanitario como para el pavimento rígido.
3. Mejorar las condiciones de saneamiento de los habitantes de la colonia Las Margaritas, disminuyendo la contaminación que es el foco de muchas enfermedades.
4. Contribuir con el crecimiento y avance de las condiciones de vida de los habitantes de la colonia Las Margaritas, con el desarrollo y plusvalía del lugar a través del diseño y planificación del pavimento rígido de los sectores II y III de dicha colonia.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado, desarrollado por estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, pretende aportar un apoyo profesional al desarrollo de las comunidades guatemaltecas, en cuanto a proyectos de infraestructura y de servicios básicos se refiere. Mediante los conocimientos adquiridos durante la formación académica de los estudiantes a lo largo de su carrera, en conjunto con la asesoría de ingenieros civiles con varios años de experiencia que coordinan la Unidad del EPS.

Luego del diagnóstico realizado, con base en los aspectos sociales, económicos, técnicos y culturales, de las necesidades del municipio de San Juan Sacatepéquez, sobresale la priorización de sistemas adecuados para la evacuación de aguas residuales, ya que en la actualidad la mayoría de comunidades no cuentan con ningún tipo de sistema de evacuación, por lo que existe un alto porcentaje de enfermedades causadas por la contaminación. También, es importante conocer el bajo índice de desarrollo que tienen estas comunidades por la falta de accesibilidad a sus trabajos y transporte de sus mercaderías al lugar de comercio, por el deterioro de sus calles y carreteras en tiempo de invierno, todo esto debido a la falta de un pavimento rígido.

Con estos antecedentes se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario y pavimento rígido para la colonia Las Margaritas sectores II y III que cuenta con una longitud de 2 400 metros.

Durante el desarrollo del trabajo de investigación se expondrán los criterios, procedimientos de cálculo, presupuestos, cronogramas de ejecución y los respectivos juegos de planos de cada proyecto. Que en resumen es el apoyo profesional que se le brindó a la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, específicamente a la colonia Las Margaritas con el estudio.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

1.1. Características físicas

El municipio de San Juan Sacatepéquez es parte del departamento de Guatemala, cuenta con municipalidad de segunda categoría y con un área aproximada de 287 kilómetros cuadrados.

1.1.1. Localización y colindancias

Situado a 32 kilómetros de la capital, se llega por la ruta nacional 5, colinda al norte con Granados (Baja Verapaz), al este con San Raymundo y San Pedro Sacatepéquez (Guatemala), al sur con San Pedro Sacatepéquez, al oeste con San Martín Jilotepeque y Tejar (Chimaltenango), y Santo Domingo Xenacoj (Sacatepéquez).

1.1.2. Ubicación geográfica

El municipio de San Juan Sacatepéquez está ubicado a 1 845,10 metros sobre el nivel del mar, según el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Con una latitud de 14°43'02", y una longitud de 90°38'34".

Figura 1. Localización del municipio de San Juan Sacatepéquez



Fuente: <http://www.miblogchapin.com>. Consulta: 17 de noviembre de 2012.

1.1.3. Topografía

La topografía del municipio de San Juan Sacatepéquez es bastante irregular. Cuenta con numerosas montañas, pendientes y hondonadas y escasas planicies. Las montañas del municipio se encuentran cubiertas de vegetación verde y exuberante.

1.1.4. Clima

El clima de la región es templado durante casi todo el año, ya que se encuentra sumergido dentro de las cadenas montañosas y así es protegida de grandes fluctuaciones climáticas. Existen 2 estaciones bien marcadas, estación lluviosa de mayo a octubre y estación seca, pero más fría, de noviembre a abril.

La estación meteorológica más cercana al municipio de San Juan Sacatepéquez es la estación Suiza Contenta que se encuentra ubicada en la finca del mismo nombre, localizada en el municipio de San Lucas Sacatepéquez, con una latitud de 14°37'01", longitud de 90°39'30" y a una altura de dos 105 metros sobre el nivel del mar.

De esta estación, según datos del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) para el último año reportado se tiene que: la precipitación promedio anual es de 1 406,5 milímetros (para el 2010), la evaporación promedio anual es de 3,5 milímetros (para el 2005), la temperatura media promedio anual es de 16,1 grados centígrados (para el 2006), la temperatura máxima promedio anual es de 22,90 grados centígrados (para el 2010), la temperatura mínima promedio anual es de 9,4 grados centígrados (para el 2010), la temperatura máxima absoluta promedio anual es de 29,0 grados centígrados (para el 2010), y a la temperatura mínima absoluta promedio anual es de 0,0 grados centígrados (para el 2010).

1.1.5. Tipo de vivienda

Las viviendas del área urbana son de construcción tradicional con mampostería simple y en su mayoría poseen las siguientes características: muros de block, techo de lámina y/o de terraza, piso de concreto y piso de granito; una minoría tiene muros de adobe o bajareque y techo de teja. En el área rural, aproximadamente la mitad de las viviendas es de mampostería simple con block, losa de concreto, piso concreto; la otra mitad está construida con adobe, bajareque, lámina galvanizada y madera.

1.1.6. Población actual

La población actual en el municipio de San Juan Sacatepéquez es de 152 583 habitantes. El 49 por ciento de la población es de género masculino, mientras que el 51 por ciento representa el femenino.

Tabla I. Población total del municipio de San Juan Sacatepéquez

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
San Juan Sacatepéquez	Pueblo	10 420	6,83%
Comunidad de Ruiz	Aldea	8 248	5,41%
Estancia Grande	Aldea	1 983	1,30%
Comunidad de Zet	Aldea	1 986	1,30%
.Montúfar	Aldea	1 150	0,75%
Mejía	Aldea	2 349	1,54%
Montúfar	Aldea	2 077	1,36%
Suacite	Aldea	2 376	1,56%
Sacsuy	Aldea	2 437	1,60%
Cerro Alto	Aldea	533	0,35%
La Ladrillera	Asentamiento	679	0,45%
Concues	Caserío	49	0,03%
Cruz de Apan	Caserío	922	0,60%
Chuaxan	Caserío	993	0,65%
Las Arcadias	Caserío	244	0,16%
Villas de Carranza	Caserío	370	0,24%
Los Turuy	Caserío	117	0,08%
San Francisco Las Lomas	Caserío	679	0,45%
Los Caneles	Caserío	554	0,36%
Patzanes	Caserío	2 241	1,47%

Continuación de la tabla I.

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
Los Encuentros	Caserío	225	0,15%
Los Guates	Caserío	1 364	0,89%
Los Cos	Caserío	527	0,35%
Los Sequenes	Caserío	471	0,31%
Los Chajopnes	Caserío	472	0,31%
Los Quelex	Caserío	1 251	0,82%
Los Ajvix	Caserío	1 814	1,19%
Los Sabanes	Caserío	649	0,43%
Lo de Carranza	Caserío	1 690	1,11%
Los Siney	Caserío	1 792	1,17%
Los Sajquil	Caserío	1 032	0,68%
Los Cux	Caserío	819	0,54%
Los Pajoc	Caserío	3 258	2,14%
Patanil	Caserío	186	0,12%
Pasajoc	Caserío	1 667	1,09%
Pachum	Caserío	488	0,32%
Pachalí	Caserío	2 227	1,46%
Ruyalbuit	Caserío	2 266	1,49%
Sajcavilla	Caserío	6 923	4,54%
San Antonio Las Trojas 2	Caserío	440	0,29%
Santa Rosa	Caserío	599	0,39%
San Matías	Caserío	599	0,39%
Asunción Chivoc	Caserío	2 071	1,36%
Concepción	Caserío	220	0,14%

Continuación de la tabla I.

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
Cerro Candelaria	Caserío	627	0,41%
Los Curupos	Caserío	384	0,25%
San Antonio Las Trojas	Caserío	2 854	1,87%
Royalhuit Cerro Alto	Caserío	1 757	1,15%
Los Pirires	Caserío	734	0,48%
Pasuj	Caserío	90	0,06%
Los Saquies	Caserío	241	0,16%
Los Robles III y IV	Colonia	707	0,46%
San Juan Panorama	Colonia	377	0,25%
San Juaneros I y II	Colonia	1 342	0,88%
Villa Hermosa I	Colonia	344	0,23%
Villa Hermosa	Colonia	272	0,18%
Condado Sacatepéquez	Colonia	215	0,14%
Linda Vista I y II	Colonia	3 040	1,99%
Las Margaritas	Colonia	231	0,15%
La Trinidad camino de San Pedro	Colonia	2 791	1,83%
Villas del Quetzal	Colonia	472	0,31%
Colinas I, II y III	Colonia	2 665	1,75%
Ciudad Quetzal	Colonia	2 840	1,86%
Villa Juárez II	Colonia	505	0,33%
San Francisco del Bosque	Colonia	491	0,32%
Bella Vista	Colonia	161	0,11%
Las Fuentes	Colonia	2 179	1,43%
Las Vistas	Colonia	1 397	0,92%
Linda Vista III y IV	Colonia	1 227	0,80%

Continuación de la tabla I.

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
Ciudad Gótica	Colonia	2 014	1,32%
Bosques de San Juan	Colonia	97	0,06%
La Económica	Colonia	4 378	2,87%
Santa Ana Los Pinos	Colonia	90	0,06%
Lomas de San Pedro	Colonia	172	0,11%
Villa Verde	Colonia	1 935	1,27%
Bendición de Dios	Colonia	2 879	1,89%
San Jorge Suacite	Colonia	130	0,09%
El Carmen	Colonia	170	0,11%
Colonia Alemana San Juan Sacatepéquez	Colonia	412	0,27%
Colonia Las Maravillas	Colonia	56	0,04%
Bosques del Ensueño	Colonia	96	0,06%
Cañadas de San Juan	Colonia	1 128	0,74%
Lantana	Colonia	104	0,07%
Monte Carmelo	Colonia	1 592	1,04%
Anexo Villa Juárez	Colonia	302	0,20%
Residenciales Quetzal	Colonia	435	0,29%
Jardines de San Gabriel	Colonia	215	0,14%
San Juanero IV	Colonia	236	0,15%
Villa de Los Cencerros	Colonia	325	0,21%
Chiseg	Finca	5 495	3,60%
Concepción El Pilar I	Finca	3 039	1,99%
Concepción El Pilar II	Finca	1 889	1,24%
Los Quequexques	Finca	71	0,05%

Continuación de la tabla I.

Lugar Poblado	Categoría	Población total	Porcentaje
Lo de Gómez	Finca	210	0,14%
Las Palmas	Finca	821	0,54%
Pasajab	Finca	128	0,08%
Buena Vista San José	Finca	151	0,10%
Santa Fe	Finca	2 076	1,36%
San Francisco Lo de Molina	Finca	165	0,11%
Lo de Lodon	Finca	168	0,11%
El Edén	Finca	1 140	0,75%
Estancia de la Virgen del Rosario	Finca	316	0,21%
San Miguel	Finca	26	0,02%
San José Lo de Ortega	Finca	617	0,40%
Población Total		152 583	100,00%

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), XI censo de población.

1.2. Características de infraestructura

La carretera que conduce de la capital de Guatemala hacia el municipio de San Juan Sacatepéquez, atravesando primero por el municipio de San Pedro ambos del departamento de Guatemala, es la ruta nacional 5 con una distancia aproximada de 32 kilómetros totalmente asfaltada. Las carreteras hacia las aldeas y caseríos son en su mayoría de terracería.

1.2.1. Servicios públicos

La cabecera del municipio de San Juan Sacatepéquez cuenta con todos los servicios básicos de agua potable, alumbrado público, drenajes, rastros, extracción de basura. Además cuenta varias escuelas, institutos, colegios, academias, puesto de salud, unidad asistencial, un templo católico, un templo en el calvario, servicios de bancos privados, cooperativa de ahorros y créditos, bomberos, un mercado, municipalidad, farmacias, gasolineras, transporte público, cementerio general, clínicas médicas, sanatorios, policía nacional civil y en el centro de la población un hermoso parque colonial con título de plaza Cataluña.

1.3. Características socioeconómicas

San Juan Sacatepéquez fue asentado en la región de Yampuc, en una hondonada conocida como Pajul. Fue fundado el 02 de julio de 1568 por el Fraile Dominic Fray Benito de Villacañas, quien fue el pionero en la evangelización de estos pueblos, siendo el primer cura doctrinero en radicarse en este lugar y empezar a construir el templo y ordenar el pueblo.

Después del tercer traslado de la capital a la nueva Guatemala de la Asunción, en 1821, para la elección de diputados constituyentes de las Provincias Unidas de Guatemala, el municipio de San Juan pertenecía al departamento de Sacatepéquez, hasta 1878, posteriormente paso a pertenecer, junto con San Raymundo, y San Pedro Sacatepéquez al departamento de Guatemala por su cercanía a la capital, pero el apellido se podría decir de Sacatepéquez ya no se lo quitaron, por ello se explica que teniendo el nombre de Sacatepéquez no pertenecen al departamento de Sacatepéquez.

1.3.1. Actividad económica

Entre las industrias principales, la escala relativamente significativa es la producción de telas típicas y en algunos momentos el ladrillo, y últimamente la industrial de la tapicería y de la carpintería que se ha desarrollado grandemente, sobre todo en los últimos años.

- Agricultura: a San Juan Sacatepéquez se le denomina: la Tierra de las Flores por su alta producción de flores, fincas agrícolas, viveros de floricultura, producción de arveja china, tomate, ejote, chile pimiento, manzana California, membrillo, pera, durazno, jocote amarillo, legumbres, entre otros. Las cuales son vendidas en la cabecera municipal, ciudad capital, interior de la república, Centro América, Estados Unidos y Europa.
- Tejidos: los tejidos son elaborados en su mayoría por la mujer adulta, elaborados en casa y por lo general se distribuyen en el mismo pueblo. Existen varios telares de estilo antiguo y telares pequeños manuales, los que utilizan en su mayoría las mujeres para elaborar las telas de sus trajes típicos, como güipiles, fajas, tapados, cargadores, gorros de niños y otros.
- Transporte: actualmente se cuenta con aproximadamente 100 buses extra-urbanos, quienes prestan su servicio todos los días a partir de las 4:00 a.m. culminando la jornada con el ingreso de buses a las 10:00 p.m. Las aldeas cuentan con su propio transporte y horario, adecuado a las necesidades de cada comunidad.

- Industria del mueble: es floreciente la industria del mueble en San Juan Sacatepéquez, en donde hay artesanos de muebles finos en madera y excelentes tapiceros que con su experiencia y trabajo cubren toda la ciudad capital, e incluso fabrican muebles para exportación.
- Floricultura: es otra de las industrias más importantes en San Juan Sacatepéquez, porque se exportan flores hacia mercados de Estados Unidos, México, Europa y Asia.
- Minería: minas de mármol, arena, piedra para la industria de la construcción.
- Artesanías típicas: se fabrican utensilios de arcilla, pitas y lazos de maguey, la industria del maguey y del canasto es floreciente porque además se fabrican objetos de mimbre, caña, bambú y caña de castilla.
- Turismo: para atender el turismo local así como a los visitantes nacionales y extranjeros, San Juan Sacatepéquez cuenta con paseos, balnearios, piscinas, entre otros. Las ruinas de Mixco Viejo están en jurisdicción de San Martín Jilotepeque, pero el acceso más cercano es por San Juan Sacatepéquez. El nacimiento del río Motagua en la cuenca del límite entre San Juan Sacatepéquez, Baja Verapaz y El Quiché.

La economía de San Juan Sacatepéquez, además de su producción agrícola, floricultura, la industria del mueble, artesanía, producción de leche y crema, están basada en las remesas de dólares que reciben de familiares residentes en los Estados Unidos.

1.3.2. Idioma y religión

El idioma predominante es el castellano aunque la lengua materna es el kaqchiquel que cada día reduce su cantidad de hablantes. La mayoría de la población profesa la religión católica y evangélica.

1.3.3. Organización de la comunidad

La organización política del municipio está dividida en aldeas, caseríos, fincas y algunos asentamientos. La administración de este municipio está a cargo de la municipalidad. La corporación municipal está integrada por un alcalde municipal, síndicos, empleados municipales y alcaldes auxiliares nombrados por el alcalde municipal.

Cada comunidad cuenta con un Comité Comunitario de Desarrollo (COCODE), que es el encargado de representarla ante la municipalidad.

1.3.4. Condiciones sanitarias

En el área urbana, todas las viviendas cuentan con servicio de agua potable, y de drenaje sanitario; en su mayoría, poseen servicios sanitarios lavables. En el área rural, algunas viviendas cuentan con servicio de agua potable domiciliar, mientras que otras tienen servicio de llena cántaros. Una minoría recolecta agua de nacimientos y quebradas; no todas las viviendas poseen servicios sanitarios lavables. Muchas tienen letrinas (pozos ciegos) y en muchos de los casos no se cuenta con ninguno de estos servicios y se producen las descargas a cielo abierto. Finalmente el agua sucia no tratada llega a los ríos en donde entra en contacto directo con niños y adultos que se

surten de ella para bañarse, lavar, regar plantas comestibles y su consumo personal.

1.4. Identificación de necesidades

En general el municipio de San Juan Sacatepéquez tiene una gran necesidad, en cuanto a proyectos de infraestructura y de servicios básicos se refiere. Ya que la mayoría de sus aldeas y principalmente los caseríos tienen un nivel de vida precario, debido a que no cuentan con todos los servicios básicos necesarios, entre los más importantes se puede mencionar: agua potable, electricidad, drenajes, transporte, etc. Tampoco cuentan con edificios adecuados para que puedan servir como centros de salud o escuelas.

1.4.1. Priorización de necesidades

Con base en la investigación monográfica y al diagnóstico sobre las necesidades del municipio de San Juan Sacatepéquez; permitió priorizar 2 aspectos sobresalientes, los cuales se describen a continuación:

1.4.1.1. Necesidad de sistemas para la evacuación de aguas residuales para la colonia Las Margaritas sectores II y III

Por la falta de un plan de educación sanitaria, se presenta en estas comunidades, problemas causados por los desechos humanos que sin un tratamiento apropiado, representan un peligro de infección parasítica (mediante el contacto directo con la materia fecal), hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea (mediante la contaminación de la fuente de agua y la comida).

Es por esta razón que se debe analizar los beneficios para la salud humana y la disminución en el porcentaje de contaminación de las potenciales fuentes públicas de agua potable. Con la implementación de un adecuado sistema de recolección y transporte de las aguas residuales.

Aun cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en el punto de descarga para otras comunidades aguas abajo. Por esta razón un buen sistema de recolección de aguas residuales es obsoleto si no se plantea la necesidad de tratarla antes de descargarla al cuerpo receptor.

1.4.1.2. Necesidad de un pavimento rígido para la colonia Las Margaritas sectores II y III

En virtud que la situación de los sectores mencionados es precaria, surge la necesidad de mejorar el acceso a las calles de dicha colonia evitando lodo y zanjas causadas por la lluvia en tiempos de invierno.

Este proyecto será de beneficio porque se evitará la erosión del suelo y se ayudará a disminuir las infecciones respiratorias causadas por el polvo en tiempo de verano.

Además, la población contará con un acceso adecuado para trasladarse y transportar sus diversos productos, que los ayuden al progreso social, cultural y económico. También podrán contar con una comunicación ideal para con los vecinos y comunidades aledañas a estos.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS SECTORES II Y III SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

2.1. Descripción del proyecto

Se diseñó y planificó el sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Las Margaritas sectores II y III del municipio de San Juan Sacatepéquez, con base en las normas generales del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), las cuales permiten un diseño conservador que ha demostrado tener resultados satisfactorios dentro de la práctica de diseño usual en las comunidades rurales de Guatemala. Se utilizarán 2 125 metros de tubería de PVC norma ASTM 3034, 56 pozos de de visita hechos en obra con alturas desde 1,40 a 8,00 metros. El desfogue final será hacia un área de tratamiento, previo a su disposición final en el cuerpo receptor. El proyecto tiene la finalidad de satisfacer las necesidades de aproximadamente 270 familias.

2.1.1. Características físicas del lugar

Actualmente la colonia Las Margaritas cuenta con tres sectores de los cuales se seleccionaron los sectores II y III para realizar el proyecto, ya que estos no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario. Ambos sectores suman una longitud topográfica de 2 400 metros, estos se unificaran en el sistema de alcantarillado sanitario para el desfogue en una sola área de tratamiento de aguas residuales.

2.1.2. Especificaciones técnicas

El proyecto consiste en el diseño y la planificación del sistema de alcantarillado sanitario (red principal de colectores, pozos de visita y conexiones domiciliarias).

El sistema de alcantarillado sanitario es un sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas de origen doméstica, comercial e industrial. Pero además se contemplan aportes mínimos de tipo pluvial debido a las conexiones ilícitas hechas al sistema, y aportes de infiltración a través de la longitud de la tubería por la presencia de infiltración del suelo a la tubería especialmente en las juntas.

2.2. Estudios de topografía

Todo levantamiento topográfico debe tomar en cuenta el área edificada y la de desarrollo futuro, incluyendo la localización exacta de calles y todas aquellas estructuras naturales y artificiales que guarden relación con el problema a resolver e influyan en el diseño. Tanto el levantamiento topográfico de la comunidad como en los correspondientes a las líneas de descarga, se tendrán en cuenta las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones y depresiones. Para cumplir con lo anterior se realizó un levantamiento topográfico de primer orden que conlleva 2 actividades de campo: planimetría y altimetría.

2.2.1. Levantamiento planimétrico

La planimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos que tienden a conseguir la representación a escala

de todos los detalles del terreno sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve y se representa en una proyección horizontal.

El método que se utilizó en el proyecto es el de conservación de azimut y radiaciones por medio de un teodolito digital, para generar una poligonal abierta y detallar la forma de las calles.

2.2.2. Levantamiento altimétrico

La altimetría es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura o cota de cada punto respecto a un plano de referencia. Por medio de la altimetría se logra representar el relieve del terreno o eje de la poligonal abierta. El método que se utilizó para representar las cotas de los proyectos es la nivelación geométrica o diferencial por medio de nivel de precisión.

Es muy importante tomar elevaciones:

- En todos los cruces de calles.
- A distancia no mayor de 20,00 metros.
- De todos los puntos en que haya cambio de pendiente del terreno.
- De todos los lechos de quebradas, puntos salientes del terreno y depresiones.
- De las alturas máximas y mínimas del agua en el caudal o cuerpo de agua en el que se proyecte efectuar la descarga.

2.3. Consideraciones de diseño

Los sistemas de alcantarillado consisten en una serie de tuberías y estructuras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales y la escorrentía superficial producida por la lluvia.

Estos sistemas se clasifican según el tipo de agua que conduzcan:

- Alcantarillado sanitario: es el sistema de recolección diseñado para llevar exclusivamente aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.
- Alcantarillado pluvial: es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la lluvia.
- Alcantarillado combinado: es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales y las aguas de lluvia.

El tipo de alcantarillado que se ha de usar depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. En general en poblaciones que no cuenten con ningún sistema de alcantarillado, se proyectarán sistemas de alcantarillado del cual están excluidos los caudales de agua de lluvia provenientes de calles, techos y otras superficies. Es por ello que se opta por utilizar un sistema solo para aguas residuales.

2.3.1. Selección de ruta

El trazo de la red del alcantarillado sanitario consiste en determinar la ruta que seguirán las aguas residuales, de tal manera que el conjunto de colectores logren trabajar como un sistema de flujo libre (sección parcialmente llena) por

gravedad. A continuación se consideran algunos aspectos de importancia en el trazo de la red:

- Iniciar el recorrido de los puntos que tengan las cotas más altas y dirigir el flujo hacia las cotas más bajas.
- Para el diseño, se debe seguir la pendiente del terreno, con esto se evitará una excavación profunda y disminuir así costos de excavación.
- Evitar dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.
- Acumular los caudales mayores en tramos en los cuales la pendiente del terreno es pequeña y evitar de esta manera que a la tubería se le dé otra pendiente ya que se tendría que colocar la tubería más profunda.
- El trazo de la ruta del proyecto se hizo en el centro de todas las calles y con estaciones no mayores a 100,00 metros.

2.3.2. Desfogue o punto de descarga

Se define el concepto descarga (o cuerpo receptor), a cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final. La ubicación del lugar destinado a la descarga del sistema de alcantarillado sanitario será en un terreno de gran extensión, sin ningún uso actual ubicado en la zona baja de la comunidad, de tal manera que no dañe ningún tipo de abastecimiento de agua utilizado por los habitantes, por medio de las redes de flujo subterránea (pozos artesanales).

2.3.3. Vida útil

La vida útil de un sistema de alcantarillado, es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable, se puede proyectar un período de 30 a 40 años según (INFOM), a partir de la fecha de su construcción.

2.3.4. Período de diseño

En general el período de diseño es un criterio que adopta el diseñador según sea la conveniencia del proyecto y se debe dejar un margen de 2 años adicionales por motivos de gestión para obtener el financiamiento y el tiempo que lleve su construcción. El sistema de alcantarillado sanitario se proyectó a 30 años.

2.3.5. Dotación de agua potable

La dotación está relacionada íntimamente con la demanda que necesita una población específica, para satisfacer sus necesidades primarias. Esto significa que dotación, es la cantidad de agua que necesita un habitante en un día, para satisfacer sus demandas biológicas. Es por esta razón que la dimensional de la dotación viene dada en litros por habitante por día.

La dotación está en función de la categoría de la población que será servida, y varía de 50 a 300 litros por habitante por día. Para la comunidad en estudio se estimó una dotación de 120 litros por habitante por día por ser área rural.

2.3.5.1. Factor de retorno

En las viviendas el agua tiene diferentes usos. Todos esos usos han sido cuantificados por diferentes instituciones, como la Asociación Guatemalteca de Ingenieros Sanitaristas y Ambientales, y la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, las cuales han establecido datos en lo referente a factores de consumo de agua como: lavado de utensilios, baños, preparación de alimentos, lavado de ropa, bebidas, que se dirige directamente al sistema de alcantarillado.

Con base en lo anterior, se estima que del total de agua que se consume dentro de las viviendas, aproximadamente un 70 al 90 por ciento se descarga al drenaje, lo cual constituye el caudal domiciliar.

Debido a las actividades de los habitantes y al uso del que le dan al agua, se utilizó un factor de retorno del 85 por ciento.

2.3.6. Población actual

El diseño de una red de alcantarillado sanitario, se debe adecuar a un funcionamiento eficaz, actualmente la colonia cuenta con 1956 habitantes, basándose en una encuesta realizada.

2.3.7. Población futura

Realizando una proyección de la población futura que determinará el aporte de caudales al sistema al final del período de diseño. Para estimar la población futura se puede hacer uso de alguno de los siguientes métodos:

- Incremento aritmético: este método asume que la tasa de crecimiento es constante, o sea que la población varía linealmente con el tiempo, definiéndose este método a través de una línea recta.
- Incremento geométrico: este método se representa gráficamente por una curva de interés compuesto, se asume que la población crece a una misma tasa promedio en cada unidad de tiempo; es aplicable a períodos largos lo que desde el punto de vista demográfico se identifica más con el comportamiento real de la población.
- Incremento exponencial: este método aplica una curva de tipo exponencial, donde se asume una tasa de crecimiento que se aplica a la población en cada infinitésimo de tiempo.

Para calcular la cantidad de habitantes que se beneficiarán al final del período de diseño, se aplicó el método del incremento geométrico, por ser el método que más se adapta al crecimiento real de la población en el medio, que hace uso de la siguiente fórmula:

$$P_f = P_o \times (1 + r)^n$$

Donde:

P_f = población futura [hab]

P_o = población inicial [hab]

r = tasa de crecimiento [decimal]

n = período de diseño [años]

2.3.8. Caudal sanitario

Previo al diseño hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario, es necesario determinar los distintos caudales que circularan a través de los colectores. A partir de este punto se enfocarán los cálculos por motivos de ilustrar el procedimiento de cálculo de un sistema de alcantarillado sanitario, en la colonia Las Margaritas.

2.3.8.1. Caudal domiciliar

Es la cantidad de agua que se desecha de las viviendas por consumo interno hacia el colector principal, estando relacionada directamente con el suministro de agua potable en cada hogar.

Se calcula utilizando el factor de retorno que ya se mencionó, como sigue:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{\text{No}_{\text{Hab}} \times \text{Dot} \times \text{FR}}{86\,400}$$

Donde:

Q_{dom} = caudal domiciliar [l/s]

No_{Hab} = número de habitantes

Dot = dotación [l/hab/día]

FR = factor de retorno

Basándose en una encuesta realizada para La colonia las Margaritas, la población actual es de 1 956 habitantes. Recordando que se asumió una dotación para el área rural de 120 litros por habitante por día y un factor de retorno del 85 por ciento, se procede a determinar el caudal domiciliar como sigue:

$$Q_{\text{dom}} = \frac{1\,956 \times 120 \times 0,85}{86\,400} = 2,31 \text{ l/s}$$

2.3.8.2. Caudal comercial e industrial

Como su nombre indica, es el agua de los desechos de las edificaciones comerciales e industriales. La dotación comercial varía entre 600 y 3000 litros por comercio por día, dependiendo el tipo de comercio o industria.

$$Q_{\text{com}} = \frac{\text{Dot} \times \text{No}_{\text{com}}}{86\,400}$$

Donde:

Q_{com} = caudal comercial [l/s]

Dot = dotación comercial [l/com/día]

No_{com} = número de comercios

Debido a que en las comunidades no existe actualmente ningún tipo de comercio o industria, ni se tiene pensado que en el futuro se pudieran presentarse, no se tomará en cuenta.

2.3.8.3. Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el drenaje, el cual depende de las profundidades del nivel freático del agua, del tipo de tubería utilizada, de la permeabilidad del terreno, el tipo de junta, de la calidad de mano de obra utilizada y de la supervisión técnica de la construcción.

El cálculo del caudal de infiltración se mide de la siguiente forma: litros diarios por hectáreas o litros diarios por kilómetros de tubería instalada, incluyendo la longitud de las conexiones domiciliarias.

Se define mediante la siguiente expresión:

$$Q_{inf} = \frac{F_i \times L_T}{86\,400}$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración [l/s]

F_i = factor de infiltración (15 000 – 18 000) [l/km/día]

L_T = longitud de la tubería [km]

Tomando en cuenta que el diseño se utilizará tubería de PVC norma ASTM D3034, que por ser un material impermeable no tendría que presentarse infiltración de agua, se considerará un pequeño porcentaje del caudal de infiltración a causa de la unión entre tuberías, tomando un 5 por ciento del caudal domiciliar.

2.3.8.4. Caudal por conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario. Se calcula como un porcentaje del total de conexiones, como una función del área de techos y patios, y de su permeabilidad, así como de la intensidad de lluvia.

$$Q_{ci} = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Donde:

Q_{ci} = caudal por conexiones ilícitas [m^3/s]

C = coeficiente de escorrentía [adimensional]

I = intensidad de lluvia [mm/h]

A = área que es factible conectar ilícitamente [ha]

Claro está que para un área con una variedad extensa de coeficientes de escorrentía, debido a que las calles no están pavimentadas y que la mayoría de casas tiene poca área techada con patios de tierra, será muy difícil determinar que coeficiente se utilizará en cada tramo. Es por eso que existe el método dado por el INFOM, el cual especifica que se tomará el 10 por ciento del caudal domiciliar por concepto de aguas de lluvia que se conecten por error al sistema, sin embargo en áreas donde no hay drenaje pluvial se podrá utilizar un valor más alto que podría ser hasta un 30 por ciento.

2.3.8.5. Caudal medio

Es la suma de todos los caudales provenientes de las industrias, comercios, viviendas, conexiones ilícitas y de infiltración, descartando todo aquel caudal que no contribuya al sistema; se obtiene su valor de la siguiente fórmula:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{inf} + Q_{ci}$$

Con los cálculos anteriores se obtiene el caudal medio como sigue:

$$Q_{med} = 2,31 + (0,05 \times 2,31) + (0,30 \times 2,31) = 3,12 \text{ l/s}$$

2.3.8.6. Factor de caudal medio

Es el factor relacionado con la aportación media de agua (caudal medio) por persona, se debe mantener en un rango mínimo de 0,002 y un máximo de 0,005. Se puede determinar con la siguiente relación del caudal medio y el número de habitantes de la comunidad.

$$fqm = \frac{Q_{med}}{No_{Hab}} \leftrightarrow 0,002 \leq fqm \leq 0,005$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio [l/s]

fqm = factor de caudal medio

No_{Hab} = número de habitantes

Se tiene que para el diseño hidráulico de la colonia Las Margaritas es:

$$fqm = \frac{Q_{med}}{No_{Hab}} = \frac{3,12}{1\ 956} = 0,00159 \leftrightarrow \text{usar mín} = 0,002$$

2.3.9. Factor de flujo a factor de Hardmond

El factor de flujo instantáneo o factor de Harmond, es un factor de seguridad que depende del número de habitantes a servir. El valor del factor de flujo instantáneo no es constante en todo el alcantarillado sanitario ya que este depende de la población acumulada de cada tramo del sistema.

Este factor actúa principalmente en las horas de máximo aporte al sistema de alcantarillado sanitario. La expresión matemática para calcularlo es la siguiente:

$$F_{\text{flujo}} = \frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \leftrightarrow F_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

F_{flujo} = factor de flujo instantáneo o factor de Harmond

P = población [miles de habitantes]

Según la normativa del Colegio de Ingenieros de Guatemala (CIG), sección 2.6.3, el factor de flujo debe mantenerse dentro del siguiente rango:

$$1,5 \leq F_{\text{flujo}} \leq 5$$

2.3.9.1. Caudal de diseño

Es el que se determina para establecer qué cantidad de caudal puede transportar el sistema en cualquier punto en todo el recorrido de la red, siendo éste el que establecerá las condiciones hidráulicas.

Debe calcularse para cada tramo del sistema, de acuerdo a la siguiente fórmula y no debe tomarse menor que 0,40 litros por segundo.

$$q_d = f_{qm} \times F_{\text{flujo}} \times \text{No}_{\text{Hab}}$$

Donde:

q_d = caudal de diseño [l/s]

f_{qm} = factor de caudal medio [adimensional]

F_{flujo} = factor de flujo [adimensional]

No_{Hab} = número de habitantes

2.3.10. Tasa de crecimiento

Debido a la falta de información oficial, se tomará el siguiente criterio para calcular un valor pertinente para la tasa de crecimiento poblacional a utilizar:

Se utilizarán los datos de los censos de población proporcionados por el INE, para el municipio de San Juan Sacatepéquez. Despejando la fórmula para el incremento geométrico de la población se podrá obtener la tasa de crecimiento como sigue:

$$P_f = P_o \times (1 + r)^n \leftrightarrow r = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_o}} - 1$$

Los datos de población del INE desde 1950 al 2002, se muestran en la siguiente tabla:

Tabla II. Censos de población

Año	Población
1950	28 380
1964	35 594
1973	43 116
1981	49 848
1994	88 766
2002	152 583

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE).

Recordando que se proyectó un período de diseño de 30 años, se necesita saber la tasa de crecimiento con un intervalo de tiempo similar. Tomando los años de 1950 a 1981 se obtiene un intervalo de tiempo de 31 años, y de 1973 a 2002 se obtiene 29 años. Con el promedio de las tasas de crecimiento de ambos grupos, se pudo obtener una tasa de crecimiento específica bastante acertada para el municipio de San Juan Sacatepéquez. Los valores obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III. **Promedio de tasas de crecimiento**

Intervalo de tiempo (años)	Tasa de crecimiento (%)	Promedio de tasas de crecimiento (%)
1 950 a 1 981	2,55	3,50
1 973 a 2 002	4,45	

Fuente: elaboración propia.

Por lo anterior, se decide que la tasa de crecimiento poblacional a usar será: $r = 3,50$ por ciento.

2.4. Criterios de diseño

Para el diseño de la red de alcantarillado sanitario se utilizarán fórmulas que son utilizadas generalmente en el campo de la ingeniería, utilizando también los factores necesarios para garantizar un perfecto funcionamiento del sistema.

2.4.1. Diámetro de tuberías

Según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM), el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8 pulgadas para tubos de concreto o de 6 pulgadas para tubería de PVC. Aun cuando el cálculo hidráulico dé como resultado un diámetro menor a éstos.

2.4.2. Pendientes

Se recomienda que la pendiente utilizada en el diseño sea la pendiente que tenga el terreno natural, de esta forma se evitará el sobre costo por excesiva excavación, siempre y cuando cumpla con las relaciones hidráulicas y las velocidades permisibles. La forma de determinar la pendiente natural del terreno es la siguiente:

$$S_t = \left(\frac{C_o - C_f}{dH} \right) \times 100$$

Donde:

S_t = pendiente del terreno [%]

C_o = cota inicial del terreno [m]

C_f = cota final del terreno [m]

dH = distancia horizontal entre la cota inicial y la cota final [m]

2.4.3. Coeficientes de rugosidad

La rugosidad es un valor que se determina en forma experimental, además es adimensional, expresa que tan lisa es la superficie de la tubería interna. Manejando parámetros de rugosidad para diferentes materiales y diámetros, ya estipulados por instituciones que regula la construcción de alcantarillados sanitarios y entre ellos podemos mencionar:

Tabla IV. Factores de rugosidad para diferentes materiales

Material	Factor de rugosidad
Tubo de concreto diámetro menor de 24"	0,011 - 0,016
Tubo de concreto diámetro mayor de 24"	0,013 - 0,018
Tubo de asbesto cemento	0,009 - 0,011
Tubería de PVC	0,006 - 0,011

Fuente: elaboración propia.

2.4.4. Velocidades máximas y mínimas

La velocidad de flujo está determinada por la pendiente, tipo y diámetro de la tubería que se utilice, y tiene que estar comprendida dentro del siguiente rango para evitar problemas de sedimentación y desgaste por abrasión.

$$0,60 \text{ m/s} \leq v_{\text{diseño}} \leq 3,00 \text{ m/s}$$

2.4.5. Cotas Invert

Se denomina Cota Invert, a la distancia existente entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interno de la tubería, debe verificarse que la Cota Invert sea al menos igual a la que asegure el recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Para calcularlas, se toma como base la pendiente del terreno y la distancia entre pozos, y deben seguirse las siguientes reglas para el cálculo de las Cota Invert de salida en tramos continuos:

- Caso 1: cuando llega una tubería y sale otra de igual diámetro, la Cota Invert de salida (CIS) será como mínimo 0,03 metros por debajo de la Cota Invert de entrada (CIE).
- Caso 2: cuando llega una tubería y sale otra de distinto diámetro, la diferencia entre Cotas Invert será, como mínimo, a la diferencia de los diámetros por debajo de la CIE.
- Caso 3: cuando llega más de una tubería y sale solo una, y todas son de igual diámetro, la diferencia entre Cotas Invert será, como mínimo, 0,03 metros por debajo de la CIE más baja.
- Caso 4: cuando llega más de una tubería, y sale una sola, y son de distintos diámetros, la diferencia entre Cotas Invert será, como mínimo, la diferencia de los diámetros por debajo de la CIE más baja, para la situación más crítica que resulte de haber comparado cada diámetro de tubería de entrada con el de salida.

Las Cotas Invert de los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

- Cota Invert de salida

Para los tramos iniciales en la red, se obtiene restando la cota del terreno menos la altura del pozo.

$$CIS = C_t - H_{\min}$$

Para los tramos continuos se obtiene al restarle a la Cota Invert de entrada del tramo anterior, la condición específica que se presente, de acuerdo a los cuatro casos particulares explicados anteriormente.

$$CIS = CIE_{\text{ant}} - \text{Cond}$$

- Cota Invert de entrada

Es la cota final del tramo en diseño, se obtiene con la siguiente expresión:

$$CIE = CIS - \left(\frac{S_{\text{tub}} \times dH_p}{100} \right)$$

Donde:

CIS = Cota Invert de salida [m]

CIE = Cota Invert de entrada [m]

C_t = cota del terreno [m]

H_{\min} = altura mínima de pozo [m]

S_{tub} = pendiente de la tubería [%]

dH_p = distancia horizontal entre pozos [m]

Cond = condición de Cota Invert en tramo continuo (ver sección 2.4.5)

2.4.6. Profundidades de las tuberías

La profundidad mínima del coronamiento de la tubería con respecto a la superficie del terreno será de 1,20 metros.

Cuando la altura del coronamiento de la tubería principal resulte a una profundidad mayor de 3,00 metros bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre la principal para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

2.4.7. Tirante del flujo

La altura del tirante del flujo, deberá ser mayor que el 10 por ciento del diámetro de la tubería y menor que el 75 por ciento; estos parámetros aseguran el funcionamiento del sistema como un canal abierto y la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos. El tirante máximo del flujo a transportar, lo da la relación de tirantes d/D , en donde “d” es la altura del flujo y “D” es el diámetro interior de la tubería.

2.4.8. Relaciones hidráulicas

Los colectores de cualquier tipo de alcantarillado se diseñan para trabajar a flujo libre por gravedad. Tradicionalmente se diseña bajo condiciones de flujo uniforme, tomando como base de cálculo la ecuación de Manning para canales abiertos y cerrados a sección llena, sin importar cuál sea su geometría:

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

Para conductos circulares la ecuación de Manning para obtener la velocidad a sección llena se transforma de la siguiente manera:

$$V = \frac{0,03429}{n} \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

V = velocidad a sección llena [m/s]

n = coeficiente de rugosidad de Manning

D = diámetro [plg]

S = pendiente de la tubería [%]

Por lo tanto según la ecuación de continuidad el caudal a sección llena dentro del colector queda determinado de la siguiente manera:

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q = caudal a sección llena del colector [m³/s]

A = área de la sección transversal del colector [m²]

V = velocidad a sección llena [m/s]

Para realizar el cálculo de los colectores de manera que trabajen a sección parcialmente llena, de deben conocer los valores de caudal y velocidad de la tubería, y relacionarlas por medio de las tablas de relaciones hidráulicas existentes o interpolando en la gráfica conocida como curva del banano.

2.5. Obras complementarias

Por obras complementarias se describen los elementos básicos que constituyen la red de alcantarillado para que el proyecto funcione adecuadamente, los cuales se describen a continuación:

2.5.1. Conexiones domiciliarias

Éstas tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al colector principal. Ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o en T en cada lote edificado, o en cada lugar donde haya que conectar un drenaje doméstico.

2.5.2. Cajas de registro o candela domiciliar

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros. Si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas; éstos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al sistema de alcantarillado central. La altura mínima de la candela será de un metro.

2.5.3. Tuberías secundarias

La conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual tiene un diámetro mínimo de 6 pulgadas en tubería de concreto y de 4 pulgadas en tubería de PVC, debe tener una pendiente mínima de 2 por ciento, a efecto de evacuar adecuadamente los desechos.

La conexión con el colector principal se hará en el medio diámetro superior y a un ángulo de 45 grados aguas abajo. Al realizar el diseño del alcantarillado deben considerarse las alturas en las cuales se encuentran las casas con relación a la tubería principal y con esto no profundizar demasiado la conexión domiciliar, aunque en algunos casos esto resulta imposible por la topografía del terreno, debiendo considerar otras formas de realizar dicha conexión.

2.5.4. Pozos de visita

Los pozos de visita o cámaras de inspección son estructuras cilíndricas cuya unión a la superficie se hace en forma tronco-cónica.

El diámetro del cilindro es generalmente de 1,20 metros y en la superficie tiene una tapadera de diámetro igual a 0,60 metros. Adicionalmente en la base del cilindro se localiza la cañuela, la cual es la encargada de hacer la transición entre un colector y otro, la cual será construida de concreto de 210 kilogramos sobre centímetros cuadrado. La tapadera tiene como fin permitir la realización de las labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías, así como proveer al sistema de una adecuada ventilación, para lo cual tiene varios orificios.

Tabla V. **Criterios de colocación de pozos**

Condición	Criterio
Toda intercepción de colectores	-----
Comienzo de cada tramo	-----
Todo cambio de sección o diámetro de los colectores	-----
Todo cambio de dirección o de pendiente	-----
Distancias no mayores de 100 metros	Al usar diámetros hasta de 24 pulgadas
Distancias no mayores de 300 metros	Al usar diámetros mayores de 24 pulgadas

Fuente: elaboración propia.

El cilindro y la reducción tronco-cónica serán construidos en mampostería con ladrillos tayuyos de 6,5 x 11 x 23 centímetros y su colocación será en posición de punta. En el fondo se hará una losa de concreto.

Las caídas en los pozos de visita (disipadores de energía) son necesarias cuando la diferencia entre Cotas Invert de entrada y salida sea superior a 0,75 metros.

2.6. Diseño hidráulico: ejemplo del proceso de diseño hidráulico del alcantarillado sanitario

Actualmente existen 270 viviendas y se consideró que el promedio de habitantes por vivienda es de 6. El diseño hidráulico para el sistema de alcantarillado sanitario está regido por los siguientes parámetros:

Tabla VI. **Parámetros de diseño**

Parámetros	Valor	Unidades
Densidad de población	6	[Hab/Viv]
Tasa de crecimiento poblacional	3,50	[%]
Período de diseño	30	[años]
Diámetro mínimo	6	[plg]
Factor de flujo	$1,5 \leq F_{\text{flujo}} \leq 5$	-
Caudal de diseño mínimo	0,40	[l/s]
Relación de tirantes hidráulicos	$0,10 \leq d/D \leq 0,75$	-
Rugosidad de Manning	0,010	-
Velocidad de diseño mínima	0,60	[m/s]
Velocidad de diseño máxima	3,00	[m/s]
Profundidad mínima de pozo	1,40	[m]
Diámetro mínimo de pozo	1,20	[m]

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Datos de entrada para tramo inicial de PV-1 a PV-2**

De PV-1	$C_t = 100,00 \text{ m}$
A PV-2	$C_t = 92,989 \text{ m}$
Distancia a ejes de PV	$dH_p = 45,47 \text{ m}$
Viviendas locales	5 Viv
Viviendas acumuladas	0 Viv

Fuente: elaboración propia.

- Pendiente del terreno

$$S_t = \left(\frac{C_o - C_f}{Dh} \right) \times 100 = \left(\frac{100,00 - 92,989}{45,47} \right) \times 100 = 15,42 \%$$

- Viviendas actuales

$$\text{Locales} = 5 \text{ Viv}$$

$$\text{Acumuladas} = \text{anteriores} + \text{locales} = 0 + 5 = 5 \text{ Viv}$$

- Habitantes

$$\text{Actuales: } D_p \times \text{viv}_{\text{acum}}$$

$$\text{Actuales : } P_o = 6 \times 5 = 30 \text{ hab}$$

$$\text{Futuros: } P_f = P_o \times (1 + r)^n$$

$$\text{Futuros: } P_f = 30 \times (1 + 0,0350)^{30} = 85 \text{ Hab}$$

- Factor de flujo instantáneo o de Harmond

$$F_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

Donde:

F_{flujo} = factor de flujo instantáneo o factor de Harmond

P = población [miles de habitantes]

- Actual

$$f_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{30}{1\,000}}} = 4,35 \rightarrow 1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \rightarrow \text{OK}$$

- Futuro

$$f_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{85}{1\,000}}} = 4,26 \rightarrow 1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \rightarrow \text{OK}$$

- Caudal de diseño

- Actual

$$q_d = f_{qm} \times f_{\text{flujo}} \times P_o$$

$$q_d = 0,002 \times 4,35 \times 30 = 0,261 \rightarrow \text{usar } q_{\text{min}} = 0,40 \text{ l/s}$$

- Futuro

$$q_d = f_{qm} \times f_{\text{flujo}} \times P_f$$

$$q_d = 0,002 \times 4,26 \times 85 = 0,7246 \rightarrow \text{OK}$$

- Valores hidráulicos a sección llena

Se propone una pendiente de tubería del 15,84 por ciento y un diámetro de 6 pulgadas, que posteriormente serán chequeados para que cumplan los rangos de velocidad y tirantes de diseño aceptados.

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429}{n} \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = \frac{0,03429}{0,010} \times 6^{2/3} \times 0,1584^{1/2} = 4,51 \text{ m/s}$$

- Caudal

El caudal se define por la ecuación de continuidad de la siguiente manera:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 4,51 \times 5,067 \times 10^{-4} \times 6^2 = 0,0822 \text{ m}^3/\text{s} = 82,20 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\text{Actual : } \frac{q_{d,\text{actual}}}{Q} = \frac{0,400}{82,20} = 0,0049$$

$$\text{Futuro : } \frac{q_{d,\text{futuro}}}{Q} = \frac{0,7246}{82,20} = 0,0088$$

Interpolando los datos anteriores en los valores de la tabla de relaciones hidráulicas, presentadas en el anexo A, se obtiene que:

$$\begin{array}{l}
 \text{Actual} \\
 \text{Futuro}
 \end{array}
 \left\{ \begin{array}{l}
 v/V = 0,2640 \\
 d/D = 0,0525 \\
 \\
 v/V = 0,3120 \\
 d/D = 0,0675
 \end{array} \right.
 \begin{array}{l}
 v/V = \text{relación de velocidades} \\
 v = \text{velocidad a sección parcialmente llena} \\
 V = \text{velocidad a sección llena} \\
 d/D = \text{relación de tirantes} \\
 d = \text{tirante a sección parcialmente llena} \\
 D = \text{tirante a sección llena}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \\
 \\
 \text{,donde:} \\
 \\
 \\
 \\
 \end{array}$$

En ambos casos, la relación de tirantes es menor a 0,75.

- Velocidades de diseño

- Actual:

$$v = 0,2640 \times V = 0,2640 \times 4,51 = 1,19 \text{ m/s} \rightarrow \text{OK}$$

- Futuro:

$$v = 0,3120 \times V = 0,3120 \times 4,51 = 1,41 \text{ m/s} \rightarrow \text{OK}$$

- Cotas Invert
 - Cota Invert de salida

Por ser tramo inicial se utiliza la siguiente fórmula:

$$CIS = Ct - H_{\min}$$

$$CIS = 100,00 - 1,40 = 98,600 \text{ m}$$

- Cota Invert de entrada

$$CIE = CIS - \left(\frac{S_{\text{tub}} \times dH_p}{100} \right)$$

$$CIE = 98,600 - \left[\frac{15,84 \times (45,47 - 1,20)}{100} \right] = 91,587 \text{ m}$$

- Altura de pozos

$$H_{\text{inicial}} = Ct - CIS = 100,00 - 98,600 = 1,40 \text{ m}$$

$$H_{\text{final}} = Ct - CIE = 92,989 - 91,587 = 1,40 \text{ m}$$

Ambas alturas están dentro de los límites de 1,40 metros y un máximo de 8,00 metros.

Tabla VIII. **Datos de entrada para tramo intermedio de PV-2 a PV-2A**

De PV-2	$C_t = 92,989 \text{ m}$
A PV-2A	$C_t = 93,826 \text{ m}$
Distancia a ejes de PV	$dH_p = 47,13 \text{ m}$
Viviendas locales	5 viv

Fuente: elaboración propia.

- Pendiente del terreno

$$S_t = \left(\frac{C_o - C_f}{Dh} \right) \times 100 = \left(\frac{92,989 - 93,826}{23,69} \right) \times 100 = - 3,53 \%$$

- Viviendas actuales

Locales = 5 Viv

Acumuladas = anteriores + locales = 5 + 5 = 10 Viv

- Habitantes

Actuales: $D_p \times \text{viv}_{\text{acum}}$

Actuales : $P_o = 6 \times 10 = 60 \text{ hab}$

Futuros: $P_f = P_o \times (1 + r)^n$

Futuros: $P_f = 60 \times (1 + 0,0350)^{30} = 169 \text{ Hab}$

- Factor de flujo instantáneo o de Harmond

- Actual

$$f_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{60}{1000}}} = 4,30 \rightarrow 1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \rightarrow \text{OK}$$

- Futuro

$$f_{\text{flujo}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{169}{1000}}} = 4,17 \rightarrow 1,5 \leq f_{\text{flujo}} \leq 5 \rightarrow \text{OK}$$

- Caudal de diseño

- Actual

$$q_d = f_{qm} \times f_{\text{flujo}} \times P_o$$
$$q_d = 0,002 \times 4,30 \times 60 = 0,52 \text{ l/s} \rightarrow \text{OK}$$

- Futuro

$$q_d = f_{qm} \times f_{\text{flujo}} \times P_f$$
$$q_d = 0,002 \times 4,17 \times 169 = 1,41 \text{ l/s} \rightarrow \text{OK}$$

- Valores hidráulicos a sección llena

Se propone una pendiente de tubería del 1,85 por ciento y un diámetro de 6 pulgadas, que posteriormente serán chequeados para que cumplan los rangos de velocidad y tirantes de diseño aceptados.

- Velocidad a sección llena

$$V = \frac{0,03429}{n} \times D^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$V = \frac{0,03429}{0,010} \times 6^{2/3} \times 0,0185^{1/2} = 1,54 \text{ m/s}$$

- Caudal

El caudal se define por la ecuación de continuidad de la siguiente manera:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,54 \times 5,067 \times 10^{-4} \times 6^2 = 0,02809 \text{ m}^3/\text{s} = 28,091 \text{ l/s}$$

- Relaciones hidráulicas

$$\text{Actual : } \frac{q_{d,\text{actual}}}{Q} = \frac{0,51}{28,09} = 0,0184$$

$$\text{Futuro : } \frac{q_{d,\text{futuro}}}{Q} = \frac{1,41}{28,09} = 0,0502$$

Interpolando los datos anteriores en los valores de la tabla de relaciones hidráulicas, presentadas en el anexo A, se obtiene que:

$$\begin{array}{l}
 \text{Actual} \left\{ \begin{array}{l} v/V = 0,3880 \\ d/D = 0,0950 \end{array} \right. \\
 \text{Futuro} \left\{ \begin{array}{l} v/V = 0,5220 \\ d/D = 0,1525 \end{array} \right.
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 v/V = \text{relación de velocidades} \\
 v = \text{velocidad a sección parcialmente llena} \\
 V = \text{velocidad a sección llena} \\
 , \text{donde: } d/D = \text{relación de tirantes} \\
 d = \text{tirante a sección parcialmente llena} \\
 D = \text{tirante a sección llena}
 \end{array}$$

En ambos casos, la relación de tirantes es menor a 0,75.

- Velocidades de diseño

- Actual:

$$v = 0,3880 \times V = 0,3880 \times 1,54 = 0,60 \text{ m/s} \rightarrow \text{OK}$$

- Futuro:

$$v = 0,5220 \times V = 0,5220 \times 1,54 = 0,80 \text{ m/s} \rightarrow \text{OK}$$

- Cotas Invert

- Cota Invert de salida

Tramo de continuidad, con diámetros de tubería iguales en entrada y salida:

$$\text{CIS} = 91,587 - 0,03 = 91,557 \text{ m}$$

- Cota Invert de entrada

$$\text{CIE} = \text{CIS} - \left(\frac{S_{\text{tub}} \times dH_p}{100} \right)$$

$$\text{CIE} = 91,557 - \left[\frac{1,85 \times (23,69 - 1,20)}{100} \right] = 91,141 \text{ m}$$

- Altura de pozos

$$H_{\text{inicial}} = C_t - \text{CIS} = 92,989 - 91,557 = 1,43 \text{ m}$$

$$H_{\text{final}} = C_t - \text{CIE} = 93,826 - 91,141 = 2,68 \text{ m}$$

Ambas alturas están dentro de los límites de 1,40 metros y un máximo de 8,00 metros.

El procedimiento de diseño es un proceso iterativo, y el resultado del mismo se presenta resumido en las tablas del anexo.

2.7. Propuesta tratamiento de aguas residuales

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario están diseñados para retirar de las aguas residuales los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables que se encuentran suspendidos, mediante el proceso físico de sedimentación. La actividad biológica en esta etapa tiene poca importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir lo suficiente la velocidad de las aguas, para que puedan sedimentarse los sólidos que representan la materia tanto orgánica como inorgánica susceptible de degradación. Debido a las condiciones del lugar, el tipo de tratamiento primario que mejor se adapta es la fosa séptica y el pozo de absorción.

2.7.1. Fosas sépticas

Una fosa séptica es un contenedor hermético cerrado en donde se acumulan las aguas negras y donde se les da un tratamiento primario, separando los sólidos de las aguas negras. Elimina los sólidos al acumular las aguas negras en el tanque y al permitir que parte de los sólidos, se asienten en el fondo del tanque mientras que los sólidos que flotan (aceites y grasas) suben a la parte superior. Para darles tiempo a los sólidos a asentarse, el tanque debe retener las aguas negras por lo menos 24 horas. Algunos de los sólidos se eliminan del agua, algunos se digieren y otros se quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque.

2.7.2. Pozos de absorción

Pueden sustituir o ser complementarios al campo de oxidación. Consiste en excavaciones de pozos con diámetro y profundidad variable, en estos el agua se infiltra por paredes y piso que deberán ser tomados permeables. Se recomienda llenar de grava a una altura aproximada de un metro para lograr una buena distribución de agua al fondo.

El campo de absorción permite el tratamiento final y la distribución de las aguas negras. Un sistema convencional consiste en tuberías perforadas rodeadas de materiales, tales como grava y pedazos de llanta cubiertos de tela geotextil y suelo arcilloso. Para tratar las aguas negras, este sistema depende mucho del suelo donde los microorganismos ayudan a eliminar la materia orgánica, los sólidos y los nutrientes que permanecen en el agua. Mientras que el efluente fluye continuamente hacia el suelo, los microbios que digieren los componentes de las aguas negras forman una capa biológica.

La capa reduce el movimiento del agua por el suelo y ayuda a evitar que el área debajo de la capa se sature. El agua debe correr por el suelo el cual no deberá estar saturado para que los microbios que se encuentran allí y en la capa puedan ingerir los desperdicios y los nutrientes del efluente. El césped que cubre el sistema de campo de absorción también usa los nutrientes y el agua para crecer.

2.8. Presupuesto

Para la elaboración del presupuesto de la red de alcantarillado sanitario, se usó la integración de costos unitarios, los cuales multiplicándolos a los valores obtenidos de la cuantificación, dan como resultado el costo real de cada renglón de trabajo. Este costo debe ser incrementado por el factor de indirectos para luego obtener el precio total de cada renglón. Los costos de la mano de obra y de los precios de los materiales fueron obtenidos de la base de datos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

Tabla IX. **Presupuesto, colonia Las Margaritas, sectores II y III**

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO						
PROYECTO: Red de Alcantarillado Sanitario las Margaritas						FECHA:
UBICACIÓN: Colonia Las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea Lo de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.						jul-12
No.	Descripción de Renglon	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglon	Porcentaje de Incidencia
1	REPLANTEO	2.02	km	Q 1 980.00	Q 4 006.49	0.19%
2	COLECTOR DE Ø 6"	2125.00	ml	Q 440.76	Q 936 615.00	43.52%
3	COLECTOR DE Ø 8"	0.00	ml	-	-	0.00%
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	9.00	Unidad	Q 5 307.62	Q 47 768.59	2.22%
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	33.00	Unidad	Q 10 084.41	Q 332 785.66	15.46%
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	11.00	Unidad	Q 15 702.73	Q 172 729.99	8.03%
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 8.00	3.00	Unidad	Q 21 640.68	Q 64 922.04	3.02%
8	CONEXIONES DOMICILIARES	270.00	Unidad	Q 2 197.12	Q 593 222.67	27.57%
				PRECIO DEL PROYECTO	Q 2 152 050.44	100.00%

Fuente: elaboración propia.

2.9. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución indica el avance físico de cada renglón en tiempo, considerando en el mismo los rendimientos de trabajo promedio para cada actividad. El rendimiento de trabajo es el tiempo medio que demora un grupo de obreros asignados para la construcción de algún renglón específico.

Estos rendimientos de trabajo que fueron adquiridos con el tiempo, por supervisores de obras que han tomado tiempos medios de avance de cada actividad existente en el ámbito de la construcción, fueron obtenidos de la base de datos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

Tabla X. Cronograma, colonia Las Margaritas sectores II y III

CRONOGRAMA DE EJECUCION																											
PROYECTO: SISTEMA ALCANTARILLADO SANITARIO																											
COLONIA LAS MARGARITAS, CIUDAD QUETZAL, ALDEA LO DE MEJÍA																											
SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.																											
No.	ACTIVIDAD	COSTO DIRECTO (INCLUYE IVA)	MES	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																							
				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
				SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	REPLANTEO	Q 4 006.49	Programado Ejecutado	█																							
2	COLECTOR DE Ø 6"	Q 936 615.00	Programado Ejecutado					█				█				█											
3	COLECTOR DE Ø 8"	Q -	Programado Ejecutado					█				█				█											
4	POZOS DE VISITA 1.40 A 2.00	Q 47 768.59	Programado Ejecutado					█				█				█											
5	POZOS DE VISITA 2.01 A 4.00	Q 332 785.66	Programado Ejecutado									█				█											
6	POZOS DE VISITA 4.01 A 6.00	Q 172 729.99	Programado Ejecutado									█				█											
7	POZOS DE VISITA 6.01 A 8.00	Q 64 922.04	Programado Ejecutado					█				█				█				█							
8	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 593 222.67	Programado Ejecutado													█				█							
Costo Total del Proyecto		Q 2 152 050.44																									

Fuente: elaboración propia.

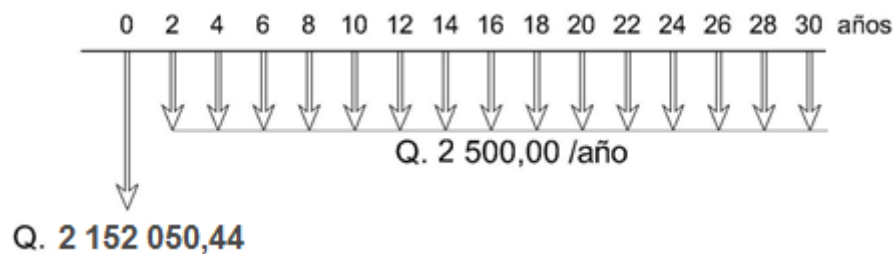
2.10. Estudio financiero

En todo proyecto de ámbito social o de prestación de servicios a la comunidad el estudio económico que involucra el conocimiento del flujo de efectivo, ingresos y egresos, de un proyecto no puede ser utilizado directamente. Sin embargo, se demostrará la inexistencia de un criterio de evaluación de proyectos desde el punto de vista financiero.

2.10.1. Valor Presente Neto (VPN)

Este tipo de proyecto no genera ningún tipo de ingresos ni rentabilidad debido a que es un proyecto de beneficio social y no existe ninguna tasa de interés que de un VPN positivo. Para efectos de cálculo se supone un gasto por concepto de operación y mantenimiento del sistema de Q. 2 500,00 al año y una tasa de interés del 12 por ciento. Con ayuda de la siguiente gráfica y la inversión inicial total del proyecto para la colonia Las Margaritas sectores II y III se procede a realizar los cálculos.

Figura 2. **VPN alcantarillado sanitario, colonia Las Margaritas**



Fuente: elaboración propia.

El VPN se define como:

$$\text{VPN} = \text{VPB} - \text{VPC}$$

Donde:

VPN = valor presente neto

VPB = valor presente de beneficio

VPC = valor presente de costo

$$VPN = 0 - 2\,152\,050,44 - 2\,500,00 \times \left[\frac{(1 + 0,12)^{30} - 1}{0,12 \times (1 + 0,12)^{30}} \right]$$

$$VPN = - 2\,172\,188,40$$

Como el VPN es negativo, en proyectos de inversión indicaría que no existe ganancia alguna al final del período de vida, y debería rechazarse. Pero como es un proyecto de beneficio social se busca apoyo económico sin interés de retribución alguna.

2.10.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno se define como la tasa de interés a la cual se recupera la inversión inicial de un proyecto, sin pérdidas ni ganancias. Para el caso de un proyecto de beneficio social no se puede calcular debido a que no existe ningún cobro por el servicio prestado a los beneficiarios a lo largo del período de vida del proyecto, con el cual se pueda recuperar la inversión inicial.

En conclusión el proyecto de drenaje sanitario no es rentable desde el punto de vista económico, pero es indispensable para la población, ya que con la construcción del mismo se contrarresta las enfermedades de tipo gastrointestinal y de otros tipos en estas comunidades.

2.11. Operaciones y mantenimiento de la red

A medida que el tiempo transcurre se produce el envejecimiento de los sistemas de alcantarillado; el riesgo de deterioro, obstrucciones y derrumbes se convierten en una consideración muy importante. Por esta razón las municipalidades en todo el país están haciendo esfuerzos para mejorar de antemano el nivel de desempeño de sus sistemas de alcantarillado.

La limpieza y la inspección de los colectores de agua residual son fundamentales para el mantenimiento y funcionamiento correcto del sistema.

La responsabilidad de operación y mantenimiento del sistema será responsabilidad de los vecinos de la comunidad, proponiendo un tiempo no mayor a los tres meses para realizar las labores de inspección del sistema. A continuación se describen las principales actividades de operación y mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema de alcantarillado sanitario.

2.11.1. Línea central

Las inspecciones de rutina de los colectores son beneficiosas para evitar bloqueos severos. El mantenimiento preventivo, es necesario para el correcto funcionamiento del sistema de alcantarillado.

- Posibles problemas
 - Tubería parcialmente tapada
 - Tubería totalmente tapada
- Soluciones y reparaciones
- Prueba de reflejo: consiste en colocar una linterna en un pozo de visita y chequear el reflejo de la misma en el siguiente pozo de visita, si no es percibido claramente existe un taponamiento parcial, y si no se percibe en lo absoluto significa que existe un taponamiento total.

- Solución: se vierte agua en el pozo de visita a presión, luego se hace de nuevo la prueba de reflejo y se verifica si el taponamiento se despejó y deja ver claramente el reflejo.
- Prueba de corrimiento de flujo: se vierte una cantidad determinada de agua en un pozo de visita y se verifica el corrimiento del agua en el siguiente pozo y que la corriente sea normal. Si es un corrimiento muy lento existe un taponamiento parcial y si no sale nada de agua en el pozo es que existe un taponamiento total.
 - Solución: al no lograrse despejar el taponamiento por medio de la presión de agua, se introduce una guía para localizarlo y se procede a excavar para descubrir la tubería y sacar la basura o tierra que provoca el taponamiento y luego reparar la tubería.

En países con más recursos económicos y tecnológicos, las alcantarillas también son inspeccionadas, a veces, pasando pequeñas cámaras de televisión a través de ellas, lo cual permite un examen en primer plano de las uniones y la detección de cualquier rompimiento u otro daño, así como la localización de bloqueos.

2.11.2. Pozos de visita

Al inspeccionar los pozos de visita, se puede constatar que no existan lodos ni desechos acumulados en el pozo que puedan obstruir el paso de las aguas negras. Se procede a quitar los lodos y residuos para dar paso libre a las aguas. Verificar que el pozo de visita se encuentre en buen estado, revisar el brocal de arriba, los escalones que estén en buen estado para que el inspector pueda bajar sin problema al pozo; si está en mal estado, repararlos o en su caso cambiarlos por unos nuevos.

Las tapaderas de los pozos de visita deben de estar en su lugar y sin grietas por el paso de vehículos, cambiarlas por nuevas para garantizar la protección al sistema.

- Posibles problemas
 - Acumulación de residuos y lodos
 - Deterioro del pozo
 - Tapadera del pozo en mal estado

2.11.3. Conexión domiciliar

Las conexiones de agua de lluvia provocan que se saturen las tuberías, ya que no fueron diseñadas para llevar esta agua. Además de estos problemas de diseño, existen otros que se enlistan a continuación:

- Posibles problemas
 - Tapadera de la candela está en mal estado
 - Tubería parcialmente tapada

- Tubería totalmente tapada
- Conexiones de agua de lluvia en la tubería
- Soluciones y reparaciones
 - Reparar la tapadera de la candela o en su defecto cambiarla por una nueva, ya que de no hacerlo corre peligro de que se introduzca tierra y basura a la tubería y provocar taponamientos en la misma. La tubería parcialmente tapada puede ser provocada por la introducción de basura o tierra en ésta, se verifica en la candela que cuando se vierte agua, no corra libremente. Se vierte una cantidad suficiente de agua de forma brusca para que el taponamiento se despeje y corra el agua sin mayor problema.
 - Si la tubería está totalmente tapada, no corre nada de agua en la tubería y se estanca en la candela, se vierte una cantidad de agua de forma brusca para que el taponamiento sea despejado. Si el taponamiento persiste, introducir una guía metálica para tratar de quitar el taponamiento y luego introducir nuevamente una cantidad de agua para que el taponamiento desaparezca.
 - Si persiste el problema se introduce nuevamente la guía, se verifica la distancia en donde se encuentra el taponamiento, marcar sobre la calle en donde se ubica el taponamiento; luego excavar en el lugar marcado, descubrir el tubo para poder destaparlo y repararlo para que las aguas corran libremente.

2.12. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

La evaluación o Estudio de Impacto Ambiental, es un mecanismo científico-técnico que se utiliza para analizar aspectos físico-biológicos o culturales del ambiente en el que se desarrolle una acción o un proyecto.

El impacto ambiental producido por la ejecución, operación o cese de un proyecto de desarrollo determinado, debe ser evaluado a priori, con el fin de establecer medidas correctivas necesarias para eliminar o mitigar los efectos (impactos) adversos, proponer opciones, acciones, un programa de control y fiscalización (seguimiento) y un programa de recuperación ambiental.

El EIA debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Garantizar que todos los factores ambientales relacionados con el proyecto o acción hayan sido considerados.
- Determinar impactos ambientales adversos significativos, de tal manera que se propongan las medidas correctivas o de mitigación que eliminen estos impactos y los reduzcan a un nivel, ambientalmente aceptable.
- Establecer un programa de control y seguimiento que permita medir las posibles desviaciones entre la situación real al poner en marcha el proyecto, de tal forma que se puedan incorporar nuevas medidas correctivas o de mitigación.
- Facilitar la elección de la mejor opción ambiental de la acción propuesta.

2.12.1. Identificación de impactos ambientales

Para iniciar una evaluación de impacto ambiental, se debe identificar todos los posibles impactos que se puedan dar sobre el medio ambiente circundante al proyecto que se esté evaluando. La metodología más utilizada es por medio de matrices de identificación y evaluación.

- Alteración de la calidad del aire por emisión de partículas y gases

Las actividades de construcción del proyecto afectarán el aire en forma negativa de bajo impacto y de corta duración, debido a la generación de basura y polvo provenientes del zanjeo y de la preparación de mezclas de concreto y otras.

Los olores no tendrán alteraciones significativas durante la construcción del proyecto, sin embargo, en la fase de operación del sistema de tratamiento si se alterarán los olores en el área de la descarga. Los niveles sonoros serán impactados en forma temporal por la actividad de la construcción y del transitar de los vehículos pesados.

- Actividades de procesos erosivos y de sedimentación

Los impactos principales identificados sobre el recurso suelo serán temporales y de baja magnitud, se darán principalmente en la etapa de construcción. Las áreas más afectadas serán las calles en donde se hará el zanjeo para la colocación de la tubería. Los efectos serán por la erosión del suelo, cambios en su estructura y textura. La tubería central de conducción de drenajes no permitirá fugas provocadas por mala instalación, las cuales puedan contaminar el suelo adyacente.

- Afectación de la calidad de cuerpos de aguas superficiales y subterráneas

Las aguas subterráneas en el área del proyecto podrán sufrir alteraciones si existen fugas en el sistema y el nivel freático está ubicado a una pequeña profundidad. Si el punto de descarga es hacia un río, las aguas residuales de no ser tratadas con anterioridad afectarán a otras comunidades aguas abajo.

- Afectación del paisaje

El paisaje recibirá un impacto significativo y beneficioso, ya que tendrá un cambio completo en cuanto el proyecto inicie su operación, especialmente por la eliminación de aguas estancadas de uso domiciliar, que se observan en las calles, ríos y otras. Este impacto por ser positivo no será evaluado.

- Pérdida de cobertura vegetal y hábitat de fauna

Habrà un impacto poco significativo sobre la flora y fauna en general del área del proyecto, ya que se realizarán los trabajos de zanjeo, instalación de tubería y construcción de los pozos de visita sobre el eje de las calles y callejones que en la actualidad son todos de terracería.

- Afectación del medio cultural y socioeconómico

El componente ambiental más beneficiado se prevé que sea el aspecto socioeconómico, muy significativo y de larga duración, en las fases de construcción y especialmente en la operación del proyecto.

Estos impactos influirán directamente en la calidad de vida de la población beneficiada, mejorando el entorno de la comunidad y el efecto de la relación hombre – naturaleza, al contar con un sistema adecuado para la disposición de las aguas residuales. Además, se puede destacar que dicho proyecto podrá generar fuentes de empleo temporal. Este impacto por ser positivo no será evaluado.

2.12.2. Análisis de riesgo y planes de contingencia

El objetivo y la necesidad de evaluar el riesgo ambiental, surge de la importancia de proteger y mejorar el entorno ambiental humano. Los estudios de riesgo no tan solo deben comprender la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como un plan de emergencia interno.

2.12.2.1. Análisis de riesgo

Los riesgos que puede generar el funcionamiento del proyecto, no se prevé que sean de gran magnitud, debido al tipo de proyecto, al volumen y su ubicación. Sin embargo, la ocurrencia de fenómenos naturales puede afectar el buen funcionamiento del mismo.

2.12.2.2. Plan de contingencia

Es el plan descriptivo de las medidas a tomar como respuesta a situaciones de emergencia derivadas del desarrollo de un proyecto o actividad. Este plan en términos generales debe contener:

- Proporcionar los mecanismos necesarios para la toma de decisiones en caso de ocurrencia de eventos imprevistos.
- Disponer de una rápida y efectiva respuesta en el caso de que signifiquen un riesgo para la salud y el ambiente.
- Definir los recursos humanos, equipos y materiales necesarios para el control, recolección y disposición de las posibles sustancias o desechos provocados por el evento.

2.12.3. Plan de contingencia para los sistemas de alcantarillado sanitario

Para reducir los impactos negativos que el proyecto pueda provocar al ambiente circundante, se deberán tomar las medidas de contingencia y mitigación necesarias, entre estas se deben estar las siguientes consideraciones:

- Trabajar de forma ordenada y por fases todos los tramos de la red de alcantarillado sanitario, para ir dejando conforme al avance terminado y limpio el entorno en que se trabajó.
- Disponer de un área adecuada para almacenar los desechos sólidos generado por las actividades de la construcción, para posteriormente trasladarlos a un deposito sanitario municipal.
- Señalizar adecuadamente el área en que se esté trabajando y de influencia del proyecto, desde el inicio de su construcción hasta su finalización para evitar posibles accidentes.

- Capacitar al personal sobre el tema de seguridad industrial, haciendo énfasis en el uso de equipo de protección y el respeto a las normas de seguridad internas del proyecto.
- Rociar con agua los sectores de excavación, así como las vías no asfaltadas a ser transitadas por vehículos pesados, para minimizar el volumen de partículas suspendidas.
- Tener la supervisión adecuada y pruebas de funcionamiento para evitar las posibles fugas de agua en las juntas de las tuberías y en los pozos de visita.
- Disponer de un adecuado tratamiento a las aguas servidas recolectadas a lo largo del sistema antes de verterlo al cuerpo receptor estipulado.

3. DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS, SECTORES II Y III, MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

3.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño de pavimento rígido para las principales calles de la colonia Las Margaritas, sector II y III, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. La longitud es de 1 865 kilómetros, con un ancho de 7 metros, y consta de 13 055 metros cuadrados de pavimento rígido, incluyendo cunetas revestidas.

Se realizaron los estudios topográficos, toma de muestra de suelos, y ensayos de laboratorio respectivos, así como el juego planos y presupuesto.

3.2. Estudio preliminar

Consiste en obtener la información necesaria para poder diseñar los tramos a pavimentar. La información la constituye el levantamiento topográfico y toma de muestras del suelo.

3.3. Definición de pavimentos

Lo constituye una estructura cuya función fundamental es distribuir las cargas al suelo subyacente, de manera que pueda soportarla sin falla o deformación excesiva. Comprende la Subbase, base y carpeta de rodadura en las cuales se apoya.

Las condiciones que debe reunir un pavimento son una superficie lisa, no resbaladiza, que resista la intemperie y que proteja al suelo de la pérdida de sus propiedades por la exposición al sol, lluvia y el frío.

3.3.1. Tipos de pavimentos

De acuerdo con la forma como se distribuyen las cargas sobre la subrasante, se definen 2 tipos de pavimento: pavimento rígido y pavimento flexible. Para efectos de éste estudio integramos lo correspondiente a pavimento rígido.

3.3.1.1. Pavimento rígido

Es una losa de concreto que descansa sobre el suelo de fundación o subrasante, su objetivo principal es transmitir las cargas que genera el tránsito sobre ella de una manera proporcional sobre el suelo. Asimismo, protege el suelo de los efectos del clima y de las cargas sobre el mismo.

El pavimento soporta y distribuye la carga en una presión unitaria lo suficientemente disminuida para estar dentro de la capacidad del suelo que constituye la capa de apoyo, reduciendo la tendencia a la formación de fallas.

Los pavimentos rígidos consisten en una mezcla de cemento portland, arena de río, agregado grueso y agua, tendido en una sola capa y pueden o no incluir, según la necesidad, la capa de Subbase y base, que al aplicarles cargas rodantes no se deflecten perceptiblemente, y al unir todos los elementos antes mencionados, constituyen una losa de concreto, de espesor, longitud y ancho variable.

Los pavimentos de concreto están sujetos a los esfuerzos siguientes:

- Esfuerzos abrasivos causados por las llantas de los vehículos
- Esfuerzos de compresión y tensión que resultan de la deflexión de las losas bajo las cargas de las ruedas
- Esfuerzos de compresión y tensión, debidos a la combadura del pavimento por efectos de los cambios de temperatura

3.4. Elementos constitutivos de los pavimentos

Los elementos básicos del pavimento, ya sea rígido o flexible, son 4 principales, que generalmente están presentes en proyectos carreteros, los cuales se describen brevemente a continuación:

3.4.1. Subrasante

Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura del pavimento y que se extiende hasta una profundidad en que no le afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

La sub rasante tiene como función servir para la fundación del pavimento, después de haber sido terminado el movimiento de tierras, y que una vez compactada y afinada, tiene las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos de diseño.

3.4.2. Capa de subbase

Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas del tránsito, de tal manera que el suelo de Sub rasante las pueda soportar, y absorba las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la base.

La Sub base está constituida de cantidades y variedades de suelos, ya sea en su estado natural o mejorado. Una de sus funciones fundamentales es la de romper la capilaridad de la terracería y drenar el agua proveniente de la base, controlando o eliminando los cambios de volumen, elasticidad o plasticidad perjudiciales que pudiera tener el material de la sub-rasante. Un pavimento rígido puede prescindir de esta capa.

3.4.3. Capa de base

Es la capa formada por la combinación de piedras y grava, con arena y suelo en su estado natural, clasificados con trituración parcial para constituir la base integrante de un pavimento; está constituida de materiales seleccionados con granulometría y espesor determinado. Su función primordial es resistir los cambios de temperatura, humedad y desintegración por abrasión producidos por el tránsito, y tener mayor capacidad soporte que las sub bases.

3.4.4. Superficie de rodadura

En pavimentos rígidos está constituida de losas de concreto de cemento portland simple o reforzado, diseñada de tal manera que soporte las cargas del tránsito. Constituye el área por donde circulan los vehículos y peatones.

Es necesario que tengan otros elementos, no estructurales, para proteger tanto ésta capa como las inferiores, como juntas de dilatación longitudinales y transversales rellenas con material para su impermeabilización, bordillos, cunetas, o bien un sistema de alcantarillado pluvial, para el drenaje correcto del agua que pueda acumular en su superficie. Ésta debe tener las siguientes funciones:

- Proveer un valor soporte elevado, para que resista muy bien las cargas concentradas que provienen de ruedas pesadas, trabajando a flexión para la distribución uniforme al material existente debajo.
- Textura superficial poco resbaladiza aun cuando se encuentre húmeda, salvo que esté cubierta con lodo, aceite y otro material deslizante.
- Proteger la superficie sobre la cual está construido el pavimento de los efectos destructivos del tránsito.
- Prevenir a la superficie de la penetración del agua.
- Buena visibilidad, por su color claro, proporcione mayor seguridad al tránsito nocturno.
- Resistencia al desgaste, con poca producción de partículas de polvo.

3.5. Levantamiento topográfico preliminar

El levantamiento topográfico utilizado fue de primer orden, utilizando teodolito digital con una precisión de 20 segundos, y nivel de precisión con estatal. El levantamiento se realizó sobre una carretera existente y consiste en una poligonal abierta, formada por ángulos y tangentes, donde se deberá establecer lo siguiente:

- Punto de partida
- Azimut o rumbo de salida
- Kilometraje de salida
- Cota de salida o banco de marca (B.M.)

Al realizar este levantamiento se debe tener cuidado, tanto para tener un grado de precisión razonable en la marcación y recopilación de la información, en su entorno natural como artificial. Dicho entorno se reduce a los accidentes que pudieran afectar la localización final, como barrancos, ubicación de viviendas, límites de propiedades y puntos obligados, por donde deberá pasar la carretera.

Para cada levantamiento preliminar se debe tomar en el campo: levantamiento planimétrico, que incluya radiaciones, referencias y trazo de eje preliminar, levantamiento altimétrico, que incluya la nivelación del tránsito y eje preliminar con sus secciones transversales.

3.5.1. Planimetría

El trazo de planimetría se realizó por medio del método de conservación del azimut, en cada estación se colocó un trompo, y referenciado con bases de concreto, para localizarlo con facilidad. Para determinar el rumbo de partida se realizó referenciando a un norte magnético utilizando una brújula.

En intersección de rectas se colocó una estación y se midió el ángulo o delta; las distancias se midieron con cinta métrica.

El caminamiento se establece basándose en una carretera existente, todos los datos se anotaron en la libreta de planimetría. La tabla siguiente resume una parte del trabajo de campo.

Tabla XI. **Libreta de campo de planimetría colonia Las Margarita**

EST	PO	AZIMUT			D.H.	DESCRIPCIÓN
E-1	E-2	159	57	50	45,471	E-2
	1.01	69	6	40	6,574	RAD-1.01
	1.02	70	2	0	21,887	RAD-1.02
	1.03	17	55	0	12,000	C-1.03
	1.04	79	17	10	6,374	RAD-1.04
	1.05	74	31	20	21,588	C-1.05
E-2	E-3	72	35	45	67,598	E-3
	2.01	20	41	15	6,371	RAD-2.01
	2.02	23	24	40	7,313	RAD-2.02
	2.03	37	54	55	9,743	C-2.03
	2.04	48	24	35	13,670	RAD-2.04
	2.05	51	42	30	13,339	POSTE-2.05

Continuación de la tabla XI.

EST	PO	AZIMUT			D.H.	DESCRIPCIÓN
E-3	E-4	71	0	25	32,520	E-4
	3,01	281	56	35	11,840	C-3,01
	3,02	291	28	20	9,253	RAD-3,02
	3,03	315	37	0	6,633	C-3,03
	3,04	352	15	20	6,032	RAD-3,04
	3,05	28	16	20	8,500	C-3,05
E-4	E-5	72	13	30	46,505	E-5
	4,01	336	16	40	5,260	C-4,01
	4,02	347	38	5	5,239	RAD-4,02
	4,03	23	54	20	6,999	C-4,03
	4,04	40	53	5	10,000	RAD-4,04
	4,05	48	55	10	13,188	C-4,05
E-4	E-5	72	13	30	46,505	E-5

Fuente: elaboración propia.

3.5.2. Altimetría

La nivelación se efectuó tomando diferencias de nivel a cada 20 metros sobre el eje central, esto se realiza por el método de nivelación diferencial, dejando referencias de BM, (bancos de marca o controles de nivel) a cada 100 metros. Todos los datos de la nivelación se anotaron en la libreta de niveles como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XII. **Libreta de altimetría**

EST	[+] VISTA ATRÁS	H.I.	[-] VISTA DELANTE	P.V.	COTA [Z]	OBSERVACIONES
B.M.-01	1,476	101,476			100	B.M S/carretera Principal
1.1			1,534		99,942	RAD-1.01
1.2			1,678		99,798	RAD-1.02
1.3			1,82		99,656	C-1.03
1.4			1,525		99,951	RAD-1.04
1.5			1,143		100,333	C-1.05
PV1	0,19	98,234		3,432	98,044	Punto de vuelta #1
PV2	0,11	94,715		3,629	94,605	Punto de vuelta #2
E2			1,726		92,986	Estación #2
2.1			1,33		93,385	RAD-2.01
2.2			1,472		93,243	RAD-2.02
2.3			1,643		93,072	C-2.03
2.4			1,665		93,05	RAD-2.04
2.5			1,665		93,05	POSTE-2.05
PV3	3,764	98,371		0,108	94,607	Punto de vuelta #3
PV4	1,065	99,351		0,085	98,286	Punto de vuelta #4
E3			0,8		98,551	Estación #3
3.1			1,514		97,837	C-3.01
3.2			1,31		98,041	RAD-3.02
3.3			1,209		98,142	C-3.03
3.4			1,048		98,303	RAD-3.04
3.5			0,97		98,381	C-3.05

Fuente: elaboración propia.

3.5.3. Secciones transversales

En las estaciones de la línea central se trazaron perpendiculares, haciendo un levantamiento de 5 metros a cada lado de la línea central; la longitud de las secciones varió de acuerdo con el terreno o criterio del topógrafo. Dentro de estos datos se incluyeron las orillas de caminos, casas, localización de drenajes transversales, puentes y características de las construcciones que se encuentran dentro del caminamiento. Una fracción de la libreta de campo, se muestra en la tabla siguiente:

Tabla XIII. **Libreta de campo de secciones transversales**

Libreta de secciones transversales					
LADO DERECHO		EJE CENTRAL	LADO IZQUIERDO		
Distancia desde el eje central		Caminamiento	Distancia desde el eje central		
Lectura		Lectura	Lectura		
3,50 m	1,40 m	0+000	1,69 m	3,13 m	
1,66	1,62	1,43	1,30	1,53	
3,78 m	1,67 m	0+020	1,65 m	3,25 m	
1,05	0,94	1,66	1,45	1,48	
2,13 m	0,87 m	0+040	1,33 m	4,46 m	5,80 m
1,25	1,46	1,50	1,65	1,25	1,27
2,13 m	1,34 m	0+060	1,07 m	2,93 m	4,31 m
1,36	1,45	1,36	1,27	1,30	1,20
3,83 m	1,88 m	0+080	1,78 m	3,83 m	4,92 m
1,75	1,57	1,90	1,68	1,71	1,63
4.20 m	2.20 m	0+100	2.44 m	4.20 m	
1,14	1,02	1,16	1,17	1,10	

Fuente: elaboración propia.

3.6. Cálculo topográfico preliminar

Se conoce así al trabajo de gabinete que consiste en procesar, esquematizar y comprender la información recopilada en el trabajo topográfico de campo. Al igual que el trabajo de campo, se clasifica en cálculo planimétrico y altimétrico, y se describen brevemente a continuación.

3.6.1. Cálculo planimétrico

Con la información recopilada en campo, se realiza el cálculo de cada PI, teniendo la estación, azimut, distancia, coordenadas totales y descripción de cada punto. A manera de ejemplo se presentan los resultados del cálculo planimétrico para una fracción del primer tramo.

Tabla XIV. Cálculo planimétrico

EST	P.O.	AZIMUT			D.H.	COORD. Y	COORD. X	DESCRIPCIÓN
		°	'	''				
INICIAL						100,000	100,000	E1
E-1	E-2	159	57	50	45,471	57,281	115,579	E-2
	1.01	69	6	40	6,574	102,344	106,142	RAD-1.01
	1.02	70	2	0	21,887	107,474	120,572	RAD-1.02
	1.03	17	55	0	12,000	111,418	103,691	C-1.03
E-2	E-3	72	35	45	67,598	77,500	180,082	E-3
	2.01	20	41	15	6,371	63,241	117,830	RAD-2.01
	2.02	23	24	40	7,313	63,992	118,485	RAD-2.02
	2.03	37	54	55	9,743	64,967	121,566	C-2.03

Continuación de la tabla XIV.

EST	P.O.	AZIMUT			D.H.	COORD. Y	COORD. X	DESCRIPCIÓN
		°	'	"				
E-3	E-4	71	0	25	32,520	88,084	210,832	E-4
	3.01	281	56	35	11,840	79,950	168,498	C-3.01
	3.02	291	28	20	9,253	80,887	171,471	RAD-3.02
	3.03	315	37	0	6,633	82,241	175,443	C-3.03
E-4	E-5	72	13	30	46,505	102,281	255,117	E-5
	4.01	336	16	40	5,260	92,900	208,716	C-4.01
	4.02	347	38	5	5,239	93,202	209,710	RAD-4.02
	4.03	23	54	20	6,999	94,483	213,668	C-4.03
E-5	E-6	72	16	20	47,130	116,632	300,009	E-6
	5.01	282	26	55	10,466	104,537	244,897	C-5.01
	5.02	289	1	15	7,422	104,700	248,100	POSTE-5.02
	5.03	294	18	15	7,833	105,505	247,978	RAD-5.03

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Cálculo altimétrico

Este cálculo se desarrolla con base en la nivelación diferencial. El procedimiento para el cálculo de las cotas del eje central y radiaciones es el siguiente:

- Se asume una cota inicial de 100.
- Las elevaciones se calculan como se muestra en la tabla XV.
- Para el ploteo de los puntos se consideran las coordenadas totales X, Y, Z y descripción.

Tabla XV. **Cálculo altimétrico**

EST	P.O.	COORD. Y	COORD. X	COORD. Z	DESCRIPCIÓN
	INICIAL	100,000	100,000	100,000	E-1
E-1	E-2	57,281	115,579	92,989	E-2
	1.01	102,344	106,142	99,942	RAD-1.01
	1.02	107,474	120,572	99,798	RAD-1.02
	1.03	111,418	103,691	99,656	C-1.03
E-2	E-3	77,500	180,082	98,551	E-3
	2.01	63,241	117,830	93,385	RAD-2.01
	2.02	63,992	118,485	93,243	RAD-2.02
	2.03	64,967	121,566	93,072	C-2.03
E-3	E-4	88,084	210,832	98,126	E-4
	3.01	79,950	168,498	97,837	C-3.01
	3.02	80,887	171,471	98,041	RAD-3.02
	3.03	82,241	175,443	98,142	C-3.03
E-4	E-5	102,281	255,117	96,724	E-5
	4.01	92,900	208,716	98,126	C-4.01
	4.02	93,202	209,710	98,039	RAD-4.02
	4.03	94,483	213,668	98,039	C-4.03
E-5	E-6	116,632	300,009	94,669	E-6

Fuente: elaboración propia.

3.6.3. **Cálculo de secciones transversales**

El cálculo de las secciones transversales se realizó de acuerdo a la nivelación del eje central, seccionando el mismo a cada 20 metros.

Cada sección fue nivelada en una franja de 5 metros de cada lado del eje central, para determinar el volumen de corte y relleno. El método de cálculo consiste en tomar lecturas a la derecha e izquierda con clinómetro o nivel de precisión en el estatal para luego calcular cotas de los puntos referenciados con respecto del eje principal, para determinar la cota vertical del terreno y conocer pendientes de la sub rasante.

Tabla XVI. **Cálculo de secciones transversales**

Libreta de secciones transversales						
LADO IZQUIERDO		EJE CENTRAL		LADO DERECHO		
Distancia desde el eje central		Caminamiento		Lectura desde el eje central		
3,50 m	1,40 m	Estación	0+00	1,69 m	3,13 m	
1,66	1,62	Desnivel	1,43	1,30	1,53	
99,77	99,81	Cota	100	100,13	99,90	
3,78 m	1,67 m	Estación	0+20	1,65 m	3,25 m	
1,05	0,94	Desnivel	1,61	1,45	1,48	
96,96	97,07	Cota	96,40	96,56	96,53	
2,13 m	0,87 m	Estación	0+40	1,33 m	4,46 m	5,80 m
1,25	1,46	Desnivel	1,48	1,65	1,25	1,27
94,48	94,27	Cota	94,25	94,08	94,48	94,46
2,13 m	1,34 m	Estación	0+60	1,07 m	2,93 m	4,31 m
1,36	1,45	Desnivel	1,36	1,27	1,30	1,20
93,70	93,61	Cota	93,70	93,79	93,76	93,86
3,83 m	1,88 m	Estación	0+80	1,78 m	3,83 m	4,92 m
1,75	1,57	Desnivel	1,79	1,68	1,70	1,65
93,89	94,07	Cota	93,85	93,96	93,94	93,99

Continuación de la tabla XVI.

Libreta de secciones transversales						
LADO IZQUIERDO		EJE CENTRAL		LADO DERECHO		
Distancia desde el eje central		Caminamiento		Lectura desde el eje central		
4,20 m	2,20 m	Estación	0+100	2,44 m	4,20 m	-----
1,14	1,02	Desnivel	1,15	1,17	1,10	-----
97,66	97,78	Cota	97,65	97,63	97,70	-----
2,95 m	1,65 m	Estación	0+120	1,70 m	4,20 m	-----
0,97	1,08	Desnivel	1,195	1,23	1,26	-----
98,875	98,765	Cota	98,65	98,615	98,585	-----
2,86 m	1,76 m	Estación	0+140	1,60 m	3,54 m	-----
1,185	1,22	Desnivel	1,355	1,39	1,235	-----
98,255	98,22	Cota	98,085	98,05	98,205	-----

Fuente: elaboración propia.

3.6.4. Cálculo de curvas de nivel

Las curvas de nivel se calculan con los datos obtenidos de las secciones transversales. El procedimiento consiste en interpolar los valores de las curvas con cotas enteras utilizando el método de relación de triángulos semejantes. Las curvas de nivel se interpolan a cada metro, cumpliendo con los principios que no deben cruzarse entre sí y que deben ser equidistantes.

3.7. Toma de muestras del suelo

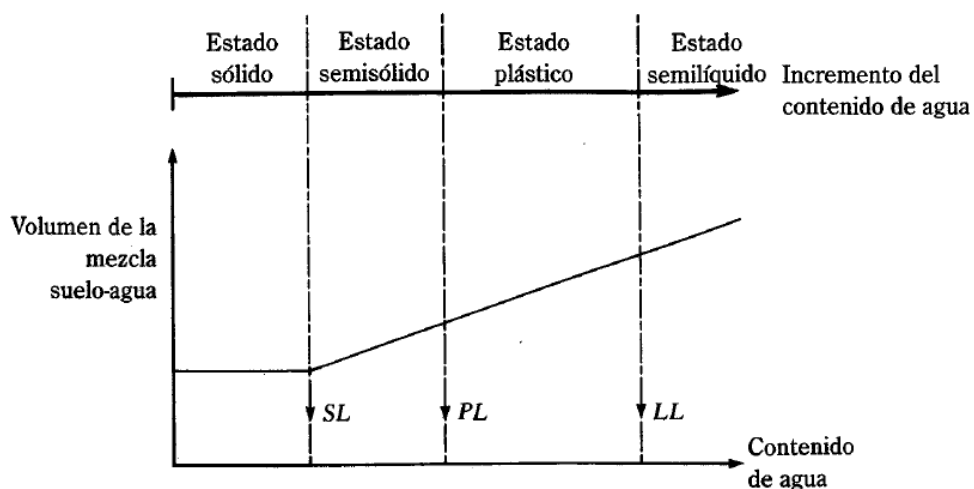
Para la determinación del diseño de pavimento y diseño de las estructuras que intervienen en ella, es necesario conocer las características del suelo.

En este caso particular se realizó un muestreo en pozo a cielo abierto, en la cual se hizo una perforación de un metro cuadrado y aproximadamente 60 centímetros de profundidad, en donde se extrajeron aproximadamente 100 kilogramos de suelo, para luego realizar los ensayos correspondientes. La perforación se realizó en las estaciones 0+0100, 0+500 y 0+800.

3.7.1. Ensayo de los límites de Atterberg

Para conocer la plasticidad de un suelo se hace uso de los límites de Atterberg. Ensayo desarrollado por el científico sueco Albert Mauritz Atterberg, quien por medio de ellos separó los cuatro estados de consistencia de los suelos coherentes: estado sólido, semisólido, plástico y líquido, como se muestra en la figura siguiente:

Figura 3. Límites de Atterberg



Fuente: DAS, Braja M. Principios de ingeniería de cimentaciones. p. 16.

Luego de realizados los ensayos de laboratorio de límites de consistencia en la muestra inalterada obtenida, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla siguiente:

Tabla XVII. **Resultados del ensayo de límites de Atterberg**

Límite líquido (%)	Índice plástico (%)	Descripción del suelo *CSU = Clasificación sistema Unificado
44,3	12,6	Arcilla limo arenosa color café CL

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

3.7.2. Ensayo de granulometría

Este ensayo consiste en una serie de tamices de diferentes aberturas. Estas aberturas van desde el tamiz de 1 pulgada hasta el número 200. El proceso consiste en tomar aproximadamente 1 500 gramos de material, previamente secado al sol o secado al horno, luego, se coloca en la parte superior de la serie de tamices, se tamiza el materia para luego obtener el porcentaje de material retenido en cada uno de ellos. La fórmula para conocer el porcentaje de material retenido es:

$$\% \text{ RET} = \frac{\text{PSR}}{\text{PTS}} \times 100$$

Donde:

% RET = porcentaje de suelo retenido

PSR = peso de suelo retenido [kg]

PTS = peso total de suelo [kg]

Los porcentajes de material retenido por cada tamiz se especifican en la tabla siguiente:

Tabla XVIII. **Resultado del ensayo de granulometría**

Tamiz	% Retenido	% Pasa
3/4"	0,00	100,00
#4	1,80	98,20
#10	5,30	94,70
#40	16,10	83,90
#200	40,00	60,00

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

3.7.3. **Ensayo de compactación (Proctor modificado)**

Con este ensayo se determina el peso volumétrico de un suelo que ha sido compactado con diferentes niveles de humedad, para así determinar la humedad óptima del material para una compactación idónea. Los ensayos del ensayo de proctor modificado se resumen en la tabla siguiente:

Tabla XIX. **Resultado del ensayo proctor modificado**

% Humedad	P.U.S.
24,80	77,40
28,80	82,90
30,90	84,70
32,90	83,80
35,00	80,00

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

3.7.4. Ensayo valor de soporte del suelo (CBR)

El ensayo del CBR mide la resistencia al esfuerzo de corte en condiciones determinadas de humedad y compactación. El CBR se determina cuando un pistón, de una carga determinada, se introduce en una muestra de suelo. El empleo que se le puede dar al suelo ensayado se puede ver en la tabla siguiente:

Tabla XX. **Clasificación del suelo**

CBR	Clasificación
0 a 5	Sub rasante muy mala
5 a 10	Sub rasante mala
10 a 20	Sub rasante regular a buena
20 a 30	Sub rasante muy buena
30 a 50	Sub base muy buena
50 a 80	Base buena
80 a 100	Base muy buena

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería. Manual de laboratorio de mecánica de suelos.

Los datos del ensayo de expansión y el CBR, se indican a continuación:

Tabla XXI. **Resultado del ensayo CBR**

No. Golpes	% Compactación	% Expansión	% CBR
10	84,00	1,00	5,0
30	93,50	1,76	9,0
65	100,00	1,30	33,0

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII).

3.8. Análisis de resultados

El suelo de la calle que circunda la colonia Las Margaritas, San Juan Sacatepéquez, se clasifica como una arcilla limo arenosa color café. Por su CBR es considerado un suelo apropiado para utilizarlo como subrasante, por su grado de compactación y relativa humedad que necesita para alcanzar dicha compactación. Se aplicará a dicho tramo una base de material selecto.

También es de hacer notar que su porcentaje de expansión es del 1,76 por ciento a 30 golpes, el cual está dentro del rango aceptable para una Sub base dado que no excede el 2 por ciento.

El resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio se detalla a continuación:

Tabla XXII. **Resultados de ensayos de laboratorio de suelos**

Ensayo	Resultados	Norma (AASHTO)
Clasificación	Arcilla limo arenosa color café	(*) CSU = Clasificación sistema unificado
Compactación proctor	84,70	T-180
% Humedad óptima	30,90	*****
% De CBR a 95% de compactación	14,20	T-193
% De expansión	1,76	*****
% De límite líquido	44,30	T-89
% De índice de plasticidad	12,60	T-90
% Pasa tamiz No. 200	60,00	T-27
% Pasa tamiz No. 4	98,20	*****

Fuente: elaboración propia.

3.9. Diseño geométrico de la carretera

El diseño geométrico es el proceso por el cual se plasma el trazo de la ruta del camino, cumpliendo con las condicionantes propias del lugar. En este proyecto, las condiciones topográficas existentes, y factores como el nivel de las casas construidas, los puntos de intersección con carreteras existentes, y drenajes, limitan el diseño óptimo de pendientes y curvas, debiéndose ajustar el diseño de la mejor manera al trazo existente.

Sin embargo, se presentan a continuación las generalidades del diseño geométrico.

3.9.1. Curvas horizontales

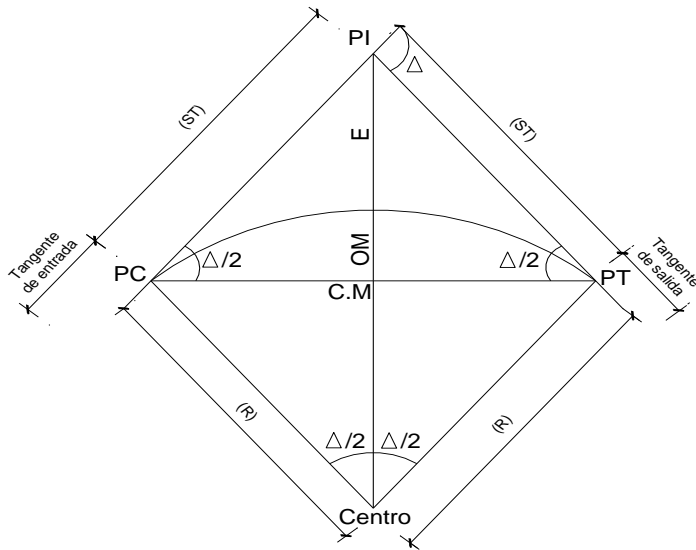
Se llama curva circular horizontal, al arco de circunferencia del alineamiento horizontal que une 2 tangentes.

Para el cálculo de las curvas se toma como referencia la línea de topografía de la carretera existente, considerando puntos obligados; se toma como base un radio mínimo de 10,00 metros, clasificando la carretera según la Dirección General de Caminos como tipo D montañosa y con una velocidad de diseño de 40 kilómetros por hora.

Para el cálculo de los elementos de curva es necesario tener las distancias entre puntos de intersección (PI), los deltas (Δ) y el grado de curvatura (G).

La figura siguiente, esquematiza una curva horizontal, e indica sus elementos básicos que definen su geometría.

Figura 4. Elementos de una curva horizontal



Fuente: elaboración propia.

Donde:

G = grado de curvatura

R = radio

LC = longitud de curva

ST = Sub tangente

Δ = delta

OM = ordenada media

CM = cuerda máxima

E = external

PC = principio de curva

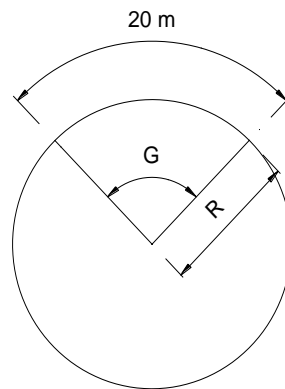
PI = punto de inflexión

PT = principio de tangente

- Grado de curvatura (G)

Es el ángulo central que subtiende un arco de circunferencia de 20 metros, de esta definición se obtienen las fórmulas de los diferentes elementos de una curva horizontal circular.

Figura 5. **Definición del grado de curvatura (G)**



Fuente: elaboración propia.

$$\frac{G}{360} = \frac{20}{2\pi R}$$

$$R = \frac{1\,145,915}{G}$$

$$G = \frac{1\,145,915}{R}$$

Donde:

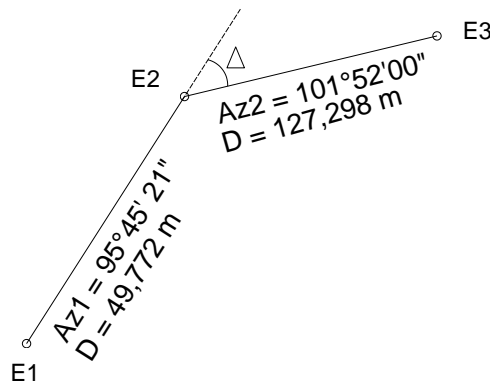
R = radio de curva horizontal

G = grado de curvatura

Debido a que el grado de curvatura y el radio de una curva horizontal dependen uno del otro, existen especificaciones para carreteras que enumeran una serie de radios para distintos grados de curvatura, considerando las velocidades de diseño, el tipo de carretera y las deflexiones.

Se ejemplificará el procedimiento de diseño para una curva del trazo geométrico del pavimento de la colonia Las Margaritas. Los datos que se tienen para la deducción de los elementos de la curva son los siguientes:

Figura 6. Datos para cálculo de curva horizontal



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de delta

$$\Delta = Az_2 - Az_1$$

$$\Delta = (101^{\circ} 52' 00'') - (95^{\circ} 45' 21'')$$

$$\Delta = 06^{\circ} 06' 39''$$

- Grado de curvatura

Se utiliza un radio de 40 metros para ajustarse lo más posible a las condiciones topográficas existentes, respetando linderos de casas y alturas de las mismas.

$$G = \frac{1\,145,915}{40}$$

$$G = 28,647^\circ$$

- Longitud de Curva (LC)

Es la distancia, siguiendo la curva, desde el principio de curva (PC), hasta el principio de tangente (PT).

$$LC = \frac{(20 \times \Delta)}{G}$$

$$LC = \frac{20 \times (06^\circ 06' 39'')}{28^\circ 38' 52''}$$

$$LC = 4,266 \text{ m}$$

- Sub Tangente (ST)

Es la distancia entre el principio de curva (PC) y el punto intersección (PI) o entre el punto de intersección (PI) y el principio de tangente (PT).

$$ST = R \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$ST = 40 \times \tan\left(\frac{06^\circ 06' 39''}{2}\right)$$

$$ST = 2,135 \text{ m}$$

- Cuerda Máxima (CM)

Es la distancia, en línea recta, desde el principio de curva (PC) al principio de tangente (PT).

$$CM = 2 \times R \times \text{sen}\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$CM = 2 \times 40 \times \text{sen}\left(\frac{06^\circ 06' 39''}{2}\right)$$

$$CM = 4,264 \text{ m}$$

- External (E)

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

$$E = R \times \sec\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

$$E = 40 \times \sec\left(\frac{06^\circ 06' 39''}{2}\right)$$

$$E = 0,057 \text{ m}$$

- Ordenada Media (OM)

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

$$OM = R \times \left[1 - \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)\right]$$

$$OM = 40 \times \left[1 - \cos\left(\frac{06^\circ 06' 39''}{2}\right)\right]$$

$$OM = 0,057 \text{ m.}$$

- Principio de Curva (PC)

Se calcula restando a la estación o caminamiento del punto de intersección (PI), el valor de la Sub tangente (ST).

$$PC = (PI - ST)$$

$$PC = (0 + 49,78) - 2,135$$

$$PC = 0 + 47,64$$

- Principio de Tangente (PT)

Se calcula sumando al principio de curva (PC) el valor de la longitud de curva (LC). De manera general, se tiene:

$$PC_n = PT_{n-1} + TG_n$$

$$PT_n = PC_n + LC_n$$

Para la primera curva se tiene:

$$PT = PC + LC$$

$$PT = (0 + 47,64) + 4,266$$

$$PT = 0 + 51,91$$

3.9.2. Curvas verticales

En la altimetría del trazo geométrico de carreteras, se estudian las curvas verticales, que pueden ser cóncavas o convexas.

La finalidad de una curva vertical es proporcionar suavidad al cambio de pendiente. Estas curvas pueden ser circulares o parabólicas, aunque la más usada en nuestro país por la Dirección General de Caminos, es la parabólica simple, debido a su facilidad de cálculo y a su gran adaptación a las condiciones del terreno. Las especificaciones para curvas verticales dadas por esta institución, están en función de la diferencia algebraica de pendientes y de la velocidad de diseño.

Al momento de diseñar las curvas verticales deben tenerse en cuenta las longitudes de éstas, para evitar traslapes entre curvas, dejando también la mejor visibilidad posible a los conductores.

En el diseño de carreteras para áreas rurales, se ha normalizado entre los diseñadores, usar como longitud mínima de curva vertical la que sea igual a la velocidad de diseño. Lo anterior reduce considerablemente los costos del proyecto, ya que las curvas amplias conllevan grandes movimientos de tierra.

Las longitudes mínimas de curvas verticales se calculan mediante la siguiente fórmula.

$$LCV = K \times A$$

Donde:

K = constante que depende de las velocidades de diseño

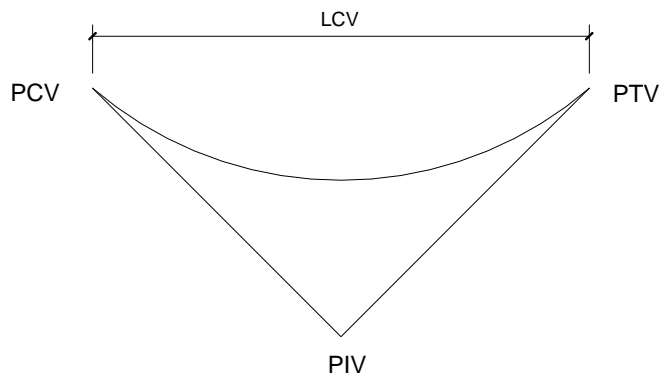
A = diferencia algebraica de pendientes

Tabla XXIII. Valores de K para curvas verticales

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

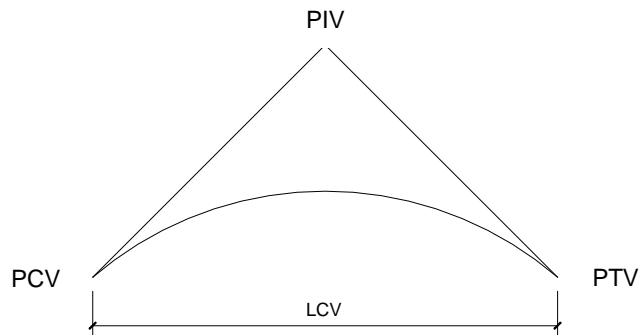
Fuente: departamento de carreteras, Dirección General de Caminos.

Figura 7. Curva vertical cóncava



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. **Curva vertical convexa**



Fuente: elaboración propia.

Donde:

PCV = principio de curva vertical

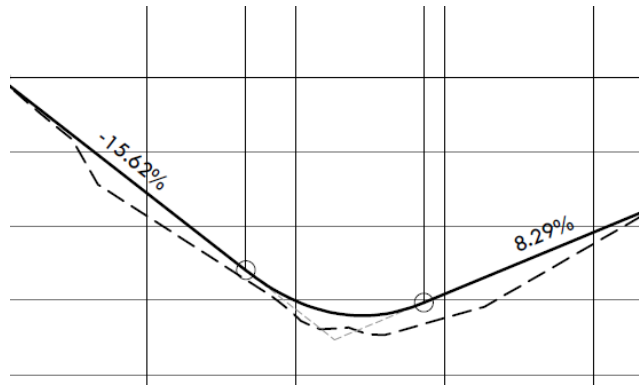
PIV = punto de intersección vertical

PTV = principio de tangente vertical

Para efectos del presente trabajo de graduación, se deben respetar los alineamientos horizontales y verticales de las viviendas existentes, debido a que es un área poblada en toda su extensión. Se ejemplificará el procedimiento de cálculo para la primera curva vertical, con los siguientes datos:

- PIV = 0+033,24
- Elevación = 94,81 m
- $\%P_{ent} = -15,62\%$
- $\%P_{sal} = 8,29\%$
- $K = 1$ (curva cóncava)
- Velocidad: 10 km/h

Figura 9. **Cálculo de primera curva vertical**



Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de curva vertical

$$A = \%P_{\text{sal}} - \%P_{\text{ent}}$$
$$A = 8,29 - (-15,62)$$
$$A = 23,91$$

La longitud de curva se define como:

$$LCV = K \times A$$
$$LCV = 1 \times 23,91$$
$$LCV = 23,91 \text{ m}$$

3.10. Diseño de la subrasante

La sub rasante es la línea trazada en perfil que define las cotas de corte o relleno que conformarán las pendientes del terreno. A lo largo de su trayectoria, la sub rasante queda debajo de la subbase, base y capa de rodadura en proyectos de pavimento, y debajo del balasto en proyectos de terracería.

La subrasante define el volumen del movimiento de tierras, el que a su vez se convierte, generalmente, en el reglón más costoso en la ejecución. Por esta razón, un buen criterio para diseñarla es obtener la subrasante más económica. Es necesario indicar que el relleno genera más costo que el corte. Al diseñar la subrasante es recomendable usar pendientes máximas en tramos cortos.

En la mayoría de los casos el criterio técnico y el económico se encuentran en contradicción, en el presente caso, se trata de un camino rural con pendientes que exceden las permitidas (del 14 al 18 por ciento) por encontrarse sobre puntos obligados (viviendas, puentes, transversales, barrancos); esta pendiente se debe respetar para la obtención de una carretera transitable, en toda época del año, que será el criterio que dominará sobre los anteriores.

Para calcular la subrasante, es necesario disponer de una sección típica del pavimento. La sección típica que se utilizará será de 7 metros; el alineamiento horizontal del tramo, el perfil longitudinal del mismo, las secciones transversales, las especificaciones y criterios que regirán el diseño, deben apegarse a los puntos topográficos obligados, principalmente las viviendas existentes.

A continuación se exponen los criterios para diseñar la sub rasante en diferentes tipos de terrenos:

- Terrenos llanos: son aquellos cuyo perfil, tiene pendientes longitudinales pequeñas y uniformes a la par de pendientes transversales escasas. En este tipo de terreno, la Subrasante se debe diseñar en relleno con pendientes paralelas al terreno natural, con una elevación suficiente para dar cabida a las estructuras del drenaje transversal y además de esto quedar a salvo de la humedad del suelo.
- Terrenos ondulados: son aquellos que poseen pendientes oscilantes entre el 5 y 12 por ciento. La subrasante de estos terrenos se debe diseñar buscando cámaras balanceadas en tramos no mayores de 500 metros. También se debe tener presente no exceder las pendientes mínimas y máximas permitidas por las especificaciones.
- Terrenos montañosos: su perfil obliga a grandes movimientos de tierras, las pendientes generalmente son las máximas permitidas por las especificaciones. En proyectos carreteros para el área rural, las pendientes pueden ser mayores que las máximas permitidas por las especificaciones, y esto se da debido a que los principios que rigen estos caminos, son los de proveer acceso al menor costo.

El presente proyecto se encuentra ubicado en una zona montañosa, por lo que los criterios para el diseño de la subrasante, se apegan a los utilizados en estos terrenos.

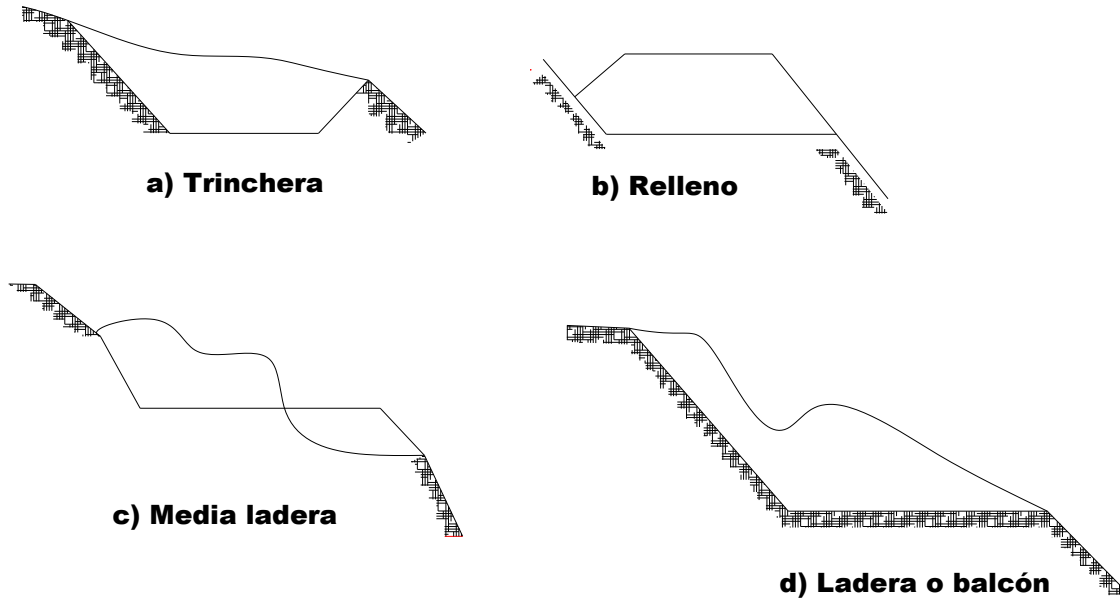
3.10.1. Cálculo de áreas de las secciones transversales

La sección transversal es el perfil obtenido sobre una perpendicular al alineamiento principal de una ruta dada o establecida. Permite observar las dimensiones de sus elementos, influye fundamentalmente en la superficie que ocupa, en los costos de su construcción, conservación y explotación.

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada al tránsito. De acuerdo a la topografía predominará un tipo de sección transversal que será típica para esos tramos:

- Trinchera: este caso se da cuando toda la sección del tramo carretero se encuentra en corte.
- Relleno: como su nombre lo dice, es cuando el tramo se compone totalmente de relleno de material.
- Media ladera: cuando se combina transversalmente el corte y el relleno.
- Ladera o balcón: la sección está toda en corte, con el borde exterior de la subcorona coincidiendo con el terreno.

Figura 10. **Detalle de secciones transversales típicas**



Fuente: elaboración propia.

3.11. **Movimiento de tierras**

Para calcular el área de corte o relleno, se utilizó software adecuado (AutoCAD Civil3D) y se realiza el chequeo respectivo mediante el método analítico, por lo que se tuvo que asignar coordenadas totales a los vértices del polígono de la sección transversal; después de identificar los vértices del polígono, se aplicó el método de determinantes para encontrar el área, utilizando la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\sum(X_n \times Y_{n+1}) - \sum(Y_n \times X_{n+1})}{2}$$

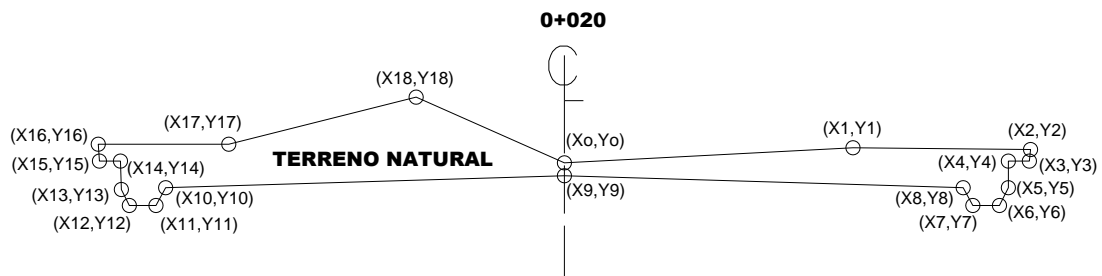
Donde:

X_n, Y_n = coordenadas totales de la sección transversal

A = área de la sección transversal

La siguiente figura esquematiza de manera general el procedimiento para el cálculo del área de corte y relleno en cada sección transversal del alineamiento horizontal.

Figura 11. **Sección natural del terreno**

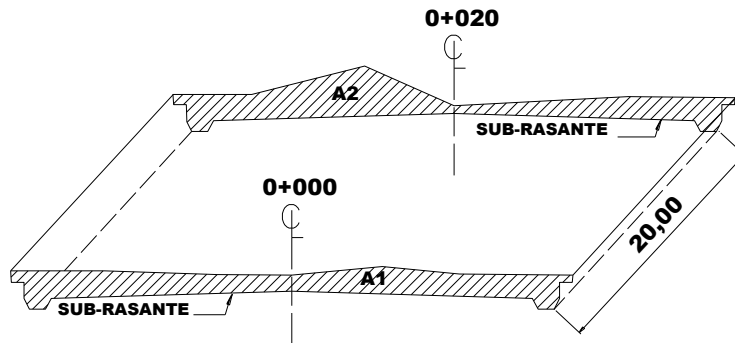


Fuente: elaboración propia.

3.11.1. Cálculo de volúmenes

Después de determinar las áreas de las secciones transversales, se constituye, en un lado, de un prisma de terreno que debe rellenarse o cortarse. Asumiendo que el terreno se comporta de manera uniforme entre las 2 estaciones, se calcula un promedio de sus áreas y se multiplica por la distancia horizontal entre ellas, para obtener los volúmenes de corte y de relleno en ese tramo.

Figura 12. Esquema de prisma irregular



Fuente: elaboración propia.

$$V = \left(\frac{A1 + A2}{2} \right) \times D$$

Donde:

A1 = área de la sección no.1 [m²]

A2 = área de la sección no.2 [m²]

D = distancia entre estaciones [m]

Cuando en un extremo la sección tenga solo área de corte y en el otro solamente de relleno, debe calcularse una distancia de paso, donde teóricamente el área pasa de corte a relleno, esto se obtiene por medio de la interpolación de las 2 áreas en la distancia entre ellas y de acuerdo a las fórmulas siguientes.

$$VC = \frac{C}{2} \times d_1 \quad \therefore \quad d_1 = \frac{C}{C + R} \times D$$

$$VR = \frac{R}{2} \times d_2 \quad \therefore \quad d_2 = \frac{R}{C + R} \times D$$

Donde:

VC = volumen de corte [m³]

VR = volumen de relleno [m³]

R = área de relleno [m²]

C = área de corte [m²]

D = distancia entre estaciones [m]

A continuación se presenta una tabla con el cálculo del movimiento de tierras correspondiente al primer tramo y tabla de resumen generada por software:

Tabla XXIV. **Movimiento de tierras tramo 1, colonia Las Margaritas**

Estación	Áreas [m ²]		Volúmenes [m ³]		Vol. Acumulado [m ³]	
	Relleno	Corte	Relleno	Corte	Relleno	Corte
0 + 000	0,00	2,79	0,00	0,00	0,00	0,00
0 + 020	3,76	0,51	37,64	33,03	37,64	33,03
0 + 040	0,53	0,69	40,63	12,76	78,28	45,79
0 + 060	3,55	0,00	26,33	0,00	118,02	48,05
0 + 080	0,35	0,30	38,97	3,02	156,99	51,07
0 + 100	0,00	3,59	3,45	38,89	160,45	89,96
0 + 120	0,00	4,01	0,00	75,92	160,45	165,88
0 + 140	0,00	5,09	0,00	90,98	160,45	256,86
0 + 160	0,00	5,72	0,00	108,85	160,45	364,91
0 + 180	0,00	5,78	0,00	114,94	160,45	479,85
0 + 200	0,00	3,11	0,00	88,92	160,45	568,77
0 + 220	0,01	2,23	0,05	53,47	160,50	622,25
0 + 240	0,06	0,80	0,63	30,30	161,12	652,55

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXV. **Resumen de movimiento de tierras para la colonia Las Margaritas**

Tramo	Largo [m]	Ancho [m]	Área [m²]	Corte [m³]	Relleno [m³]
No.1	280	9	2 520,00	1 392,21	22,30
No.2	520	9	3 120,00	1 849,93	53,70
No.3	364	9	3 276,00	1 265,23	39,49
No.4	300	9	1 800,00	1 310,86	22,85
TOTAL	1 464,00		10 716,00	5 818,23	138,34

Fuente: elaboración propia.

3.12. Drenajes

El drenaje tiene la finalidad de desalojar el agua de escorrentía, o de flujo superficial, rápida y controladamente hasta su disposición final. Se recomienda colocar los drenajes transversales, en las curvas cóncavas y en las intersecciones de calles para la derivación de los caudales.

3.12.1. Principios de diseño

Los principios de diseño dependen de las características propias de la región: intensidad de lluvia, pendientes, coeficientes de escorrentía y la excavación de sección a construir.

3.12.1.1. Intensidad de lluvia

Para el diseño del drenaje longitudinal, se consideran los valores proporcionados por los estudios hidrológicos realizados por el Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH), y se detalla a continuación:

Tabla XXVI. **Intensidad de lluvia para Guatemala**

I = intensidad de lluvia para Guatemala	2 años	5 años	10 años	20 años
I = intensidad	$\frac{2838}{t + 18}$	$\frac{3706}{t + 22}$	$\frac{4204}{t + 23}$	$\frac{4604}{t + 24}$

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

3.12.1.2. **Coefficiente de escorrentía**

Debido a la variabilidad de superficies involucradas en el diseño del pavimento, es necesario utilizar un factor de escorrentía que pueda ser razonable y sea representativo de las superficies involucradas.

Se podrá obtener un coeficiente de escorrentía promedio para el cálculo del caudal de diseño, para esto se utilizará la siguiente fórmula.

$$\bar{C} = \frac{\sum(C \times A)}{\sum A}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía para la superficie

\bar{C} = coeficiente de escorrentía promedio

A = área de superficie [Ha]

La siguiente tabla resume el cálculo del valor de escorrentía promedio a utilizarse en el diseño del pavimento:

Tabla XXVII. **Cálculo de la escorrentía promedio**

Áreas tributarias	C	A [Ha]	C × A
Techos	0,30	0,15	0,045
Calles pavimentadas	0,75	0,072	0,054
Calle de terracería	0,25	0,30	0,075
Tierra cultivada	0,20	0,075	0,015
Calles a pavimentar	0,90	0,24	0,216
	$\Sigma =$	0,837	0,405

Fuente: elaboración propia.

Por lo tanto, se obtiene un valor de escorrentía promedio de:

$$\bar{C} = \frac{0,405}{0,837} = 0,484$$

3.12.2. Diseño de canales abiertos

Los canales son conductos en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera.

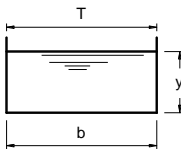
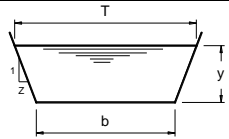
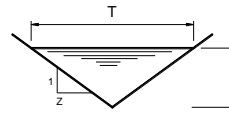
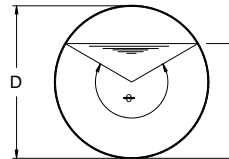
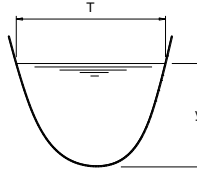
Los canales pueden ser naturales (ríos o arroyos) o artificiales (construidos por el hombre). Dentro de estos últimos pueden incluirse aquellos conductos cerrados que trabajan parcialmente llenos (alcantarillas y tuberías).

La sección transversal de un canal natural es, generalmente, de forma irregular y varía de un lugar a otro. Los canales artificiales usualmente se diseñan con formas geométricas regulares, los más comunes son los siguientes:

- Canales de secciones abiertas
 - Sección trapezoidal: se usa siempre en canales de tierra y canales revestidos.
 - Sección rectangular: se emplea para acueductos de madera, para canales excavados en roca y para canales revestidos.
 - Sección triangular: se usa para cunetas revestidas en las carreteras, también en canales pequeños, fundamentalmente por facilidad de trazo. También se emplean revestidos, como alcantarillas de las carreteras.
 - Sección parabólica: se emplea para canales revestidos y es la forma que toman aproximadamente muchos canales naturales y canales viejos de tierra.

Las distintas secciones indicadas anteriormente, relacionan su geometría a los aspectos hidráulicos que se utilizarán en el diseño posterior de las cunetas, tal como se indica en la tabla siguiente:

Tabla XXVIII. Relaciones geométricas de los canales abiertos

Sección	Área hidráulica	Perímetro mojado (P)	Radio hidráulico (R)	Espejo de agua (T)
 <p>Rectangular</p>	$b \times y$	$b + 2y$	$\frac{by}{b + 2y}$	b
 <p>Trapezoidal</p>	$(b + zy) \times y$	$b + 2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{(b + zy) \times y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$	$b + 2zy$
 <p>Triangular</p>	zy^2	$2y\sqrt{1 + z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1 + z^2}}$	$2zy$
 <p>Circular</p>	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta) \times D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$\left(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}\right) \times \frac{D}{4}$	$\left(\frac{\text{sen}\frac{\theta}{2}}{\frac{\theta}{2}}\right) \times D$ ó $2\sqrt{y \times (D - y)}$
 <p>Parabólico</p>	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T}{3T + 8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Fuente: Instituto de Fomento Municipal (INFOM).

3.12.2.1. Fórmula de Manning

En 1889 el ingeniero irlandés Robert Manning presentó una fórmula para C, que da valores de velocidad en la fórmula de Chezy muy aceptables, por lo que ha sido comúnmente adoptada. La fórmula de Manning es:

$$C = \frac{C_m}{n} \times R^{1/6}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía

C_m = para el sistema internacional es igual a 1

R = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad de Manning

Sustituyendo el valor C en la ecuación de Chezy por la ecuación de Manning se tiene:

$$V = \frac{C_m}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

El caudal (Q) para flujo uniforme y permanente, aplicando la fórmula de Manning, y por continuidad es:

$$Q = A \times \left(\frac{1}{n} \right) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

Donde:

A = área hidráulica [m²]

R = radio hidráulico [m]

S = pendiente [%]

n = coeficiente de rugosidad de Manning

3.12.2.2. Diseño de cunetas laterales

El procedimiento para el diseño de la cuneta lateral que se necesita para transportar el caudal de la escorrentía pluvial, se basa en los conceptos de diseño mencionados en la sección anterior. El diseño se resume a continuación:

- Coeficiente de rugosidad de Manning
 - Material: concreto
 - Rugosidad: 0,017

- Pendiente media

Para el tramo 1, se obtuvo una pendiente promedio de 15 por ciento.

- Fórmula de intensidad de lluvia para la ciudad de Guatemala para un periodo de retorno de 10 años.

$$I = \frac{4\,204}{t + 23}$$

Por ser un tramo inicial, el INFOM recomienda que el tiempo de concentración (t) sea de 12 minutos.

$$I = \frac{4\,204}{12 + 23} = 120,114 \text{ mm/h}$$

- Cálculo de caudal de diseño

Para calcular este caudal se utilizó la fórmula del método racional, la cual se describe a continuación:

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

Donde:

Q = caudal [m³]

I = intensidad de lluvia [mm/h]

C = coeficiente de escorrentía [adimensional]

A = área de la cuenca [Ha]

Según los cálculos de la sección 3.12.1 de este documento, se tiene que el coeficiente de escorrentía (C) es 0,484; la intensidad de lluvia (I) es de 120,114 milímetros por hora; y el área tributaria es de 0,837 hectáreas.

Sustituyendo estos valores en la fórmula del método racional, se tiene:

$$Q = \frac{0,484 \times 120,114 \times 0,837}{360}$$

$$Q = 0,135 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Fórmula de Manning

De la tabla XXVIII se tiene que el radio hidráulico de la sección trapezoidal óptima es:

$$R_h = \frac{(b + zy) y}{b + 2y\sqrt{1 + z^2}}$$

Se asume conservadoramente que el radio hidráulico será el correspondiente a la mitad del tirante “y”. Por tanto, despejando “b” en función de “y”, conociendo que $z = 0,5$, se tiene:

$$\frac{y}{2} = \frac{(b + 0,5y) y}{b + 2y\sqrt{1 + 0,5^2}}$$

$$b = 1,236y$$

- Calculando el área en términos de y (tirante)

$$A = (b + zy) y$$

Donde:

A = área hidráulica [m²]

b = 1,236y

Z = 0,50

Sustituyendo valores:

$$A = (1,236y + 0,5y) \times y$$

$$A = 1,736y^2$$

Sustituyendo valores en la fórmula de Manning, y resolviendo para "y":

$$Q = A \times \left(\frac{1}{n}\right) \times R^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$0,135 = \frac{1}{0,017} \times \left[\frac{(1,236 + 0,5y) y}{1,236y + (2y\sqrt{1 + 0,5^2})} \right]^{2/3} \times \left(\frac{15}{100}\right)^{1/2} \times 1,736y^2$$

$$y = 0,174 \text{ m}$$

Sustituyendo valores en b:

$$b = 1,236y$$

$$b = 1,236 \times 0,174$$

$$b = 0,215 \text{ m}$$

- Cálculo del espejo de agua (T)

De la tabla XXVIII, para una sección trapezoidal, el espejo de agua (T) mínimo requerido es:

$$T = b + 2zy$$

$$T = 0,215 + (2 \times 0,5 \times 0,174)$$

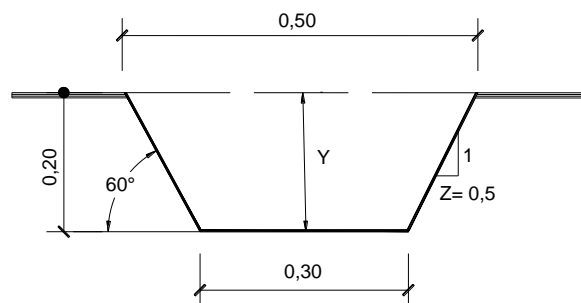
$$T = 0,388 \text{ m}$$

- Medidas finales de la cuneta

Las dimensiones calculadas anteriormente, son las mínimas requeridas, por lo que por razones constructivas las dimensiones finales de la cuneta serán:

- $b = 0,30 \text{ m}$
- $y = 0,20 \text{ m}$
- $T = 0,50 \text{ m}$

Figura 13. **Medidas finales de la cuneta**



Fuente: elaboración propia.

3.12.3. Cálculo del drenaje transversal

El objetivo principal de este elemento de la carretera, es evitar que el agua de lluvia proveniente del área que genera el caudal que desfoga hacia la parte baja de la cuenca, en el sentido perpendicular a la carretera no pase por la estructura de la misma.

Del diseño de la cuneta se tiene que el caudal es de 0,1351 metros cúbicos por segundo. Para determinar el diámetro de la tubería, se utilizará la fórmula de Manning, considerando una pendiente del 2 por ciento, y un coeficiente de rugosidad de 0,013 para la tubería PVC ASTM D-1784 (reforzado); se resuelve la ecuación para el diámetro requerido, de la manera siguiente:

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

$$D = \left(\frac{0,135 \times 0,013 \times 4^{5/3}}{0,02^{1/2} \times \pi} \right)^{3/8}$$

$$D = 0,299 \text{ m}$$

- Área de descarga

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

$$A = \frac{\pi \times 0,299^2}{4}$$

$$A = 0,07 \text{ m}^2$$

Se propone utilizar tubería de 18 pulgadas de diámetro (0,457 metros), lo que proporciona un área de 0,16 metros cuadrados, suficiente para cumplir con el área requerida por el cálculo anterior.

3.13. Diseño del pavimento rígido

El pavimento es una estructura que descansa sobre la Subrasante o terreno de fundación, conformada por las diferentes capas de Subbase, base y carpeta de rodadura. Tiene como objetivo distribuir las cargas unitarias de tránsito sobre el suelo para disminuir su esfuerzo, proporcionando una superficie de rodadura suave para los vehículos y que proteja el suelo de los efectos adversos del clima, los cuales afectan su resistencia y durabilidad.

3.13.1. Análisis de tránsito

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

- TPD: tránsito promedio diario en ambas direcciones de todos los vehículos.
- TPDC: tránsito promedio diario de camiones en ambas direcciones, carga por eje de camiones.

El TPDC puede expresarse como un porcentaje de TPD, o como un valor independiente. El dato del TPD se obtiene de contadores especiales de tránsito o por cualquier otro método de conteo. El TPDC sólo excluye camiones de seis llantas y unidades simples o combinaciones de tres ejes o más.

Como no se incluyen p anes, *pick-ups*, o algún otro cam n de 2 ejes y cuatro llantas, el número permisible de camiones de todo tipo, tiene que ser mayor que el TPDC tabulado para calles y carreteras secundarias.

3.13.2. Período de diseño

El período de diseño para una carretera varía dependiendo, generalmente, de aspectos económicos. Un período de diseño muy largo podría incrementar los costos, a tal punto que sea mejor, económicamente, construir otro dispositivo durante este período. De esta forma se invertiría menos en 2 dispositivos cuyos períodos de diseño sumen el período del primer dispositivo. En este proyecto de infraestructura se va a adoptar un período de diseño de 20 años, y con este dato se diseñará el pavimento.

3.13.3. Clasificación de tránsito

Para determinar el TPD en la vía a pavimentar, se hizo un conteo de vehículos que circulan por esta, dando como resultado los datos que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla XXIX. **Tránsito promedio diario para la colonia Las Margaritas**

Tipo de vehículo	TPD
Pick-Ups	275
Camiones	20
Automóviles	95
Motocicletas	60
TPD TOTAL	450

Fuente: elaboración propia.

3.13.4. Espesor de la subbase

Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de sub rasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la subbase. La subbase debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

La sub base es la primera capa de pavimento y está constituida por una capa de material selecto o estabilizado, de un espesor compactado, según la condición y características de los suelos existentes en la subrasante, en ningún caso menor que 10 ni mayor que 70 centímetros.

Para el presente proyecto no se utilizará subbase, ya que el terreno de fundación o natural, según los resultados de laboratorio presenta condiciones aceptables según la clasificación de suelos.

3.13.5. Espesor de la base

La base es necesaria para prevenir el efecto de succión, pero además incrementa la capacidad soporte del pavimento, situación que se aprovecha con el objeto de poder reducir el espesor de la losa.

Para este proyecto se propone una base de material selecto, con un espesor de 10 centímetros. Este material posee la capacidad de obtener un alto grado de compactación, y provee impermeabilidad hacia la subrasante, con lo que se reducen en gran porcentaje las probabilidades de deformación de la misma.

3.13.6. Espesor de la capa de rodadura

Para el diseño del pavimento rígido se utilizó el método simplificado de la Portland Cement Association (PCA), en donde se han elaborado tablas basadas en distribuciones de cargas para diferentes categorías de calle y carreteras. Estas tablas están formuladas para un período de diseño de 20 años y contemplan un factor de seguridad de carga. Este factor de seguridad es de 1; 1,1; 1,2; 1,3 y 1,4 para las categorías 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

El procedimiento de este método consta de tres pasos:

- Clasificar la vía a pavimentar según su tráfico en función de las cargas por eje y determinar el Tránsito Pesado Promedio Diario (TPPD).
- Determinar el módulo de reacción k de la subrasante para determinar la condición de apoyo y espesor de base.
- Determinar el espesor de la losa de concreto con ayuda de los datos anteriores y el uso de la tabla correspondiente a la categoría de la carretera.

3.13.6.1. Procedimiento de cálculo

Basándose en lo descrito en las secciones precedentes, se ejemplificará de manera general el procedimiento a seguir para el diseño del pavimento rígido bajo los criterios del PCA.

- Categoría de carga por eje

Se obtuvo la identificación de la categoría en la tabla XXX, donde se consideraron más de 400 vehículos, según el conteo que se hizo en la colonia las Margaritas, tomándose el TPPD como un 3 por ciento del TPDA, en ambas direcciones:

$$0,03 \times 450 = 13,5$$

La identificación final de la carretera es la categoría 1, ya que es un área rural, dando una carga por eje máxima de 22 000 libras.

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

Categoría Carga de Eje	Descripción	Tráfico			Máxima de eje [kips]	
		TPD	TPD-C		Eje simple	Eje Tandem
			%	Por día		
1	Calles residenciales, carretera rural no secundaria	200-800	1 - 3	Hasta 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales o secundarias, calles arterias y carreteras primarias	700-5 000	5 - 18	40 - 1 000	26	44

Continuación de la tabla XXX.

Categoría Carga de Eje	Descripción	Tráfico			Máxima de eje [kips]	
		TPD	TPD-C		Eje simple	Eje Tandem
			%	Por día		
3	Calles arterias y carreteras primarias. Autopistas e interdepartamentales urbanas y rurales	2 pistas 3 000 - 12 000	8 -	500 -	30	52
		4 Pistas 3 000 – 50 000	30	5 000		
4	Calles arterias, carreteras primarias y autopistas. Interestatales urbanas y rurales	2 pistas 3 000 - 20 000	8 -	1 500 -	22	60
		4 pistas 3 000 – 15 000	30	8 000		

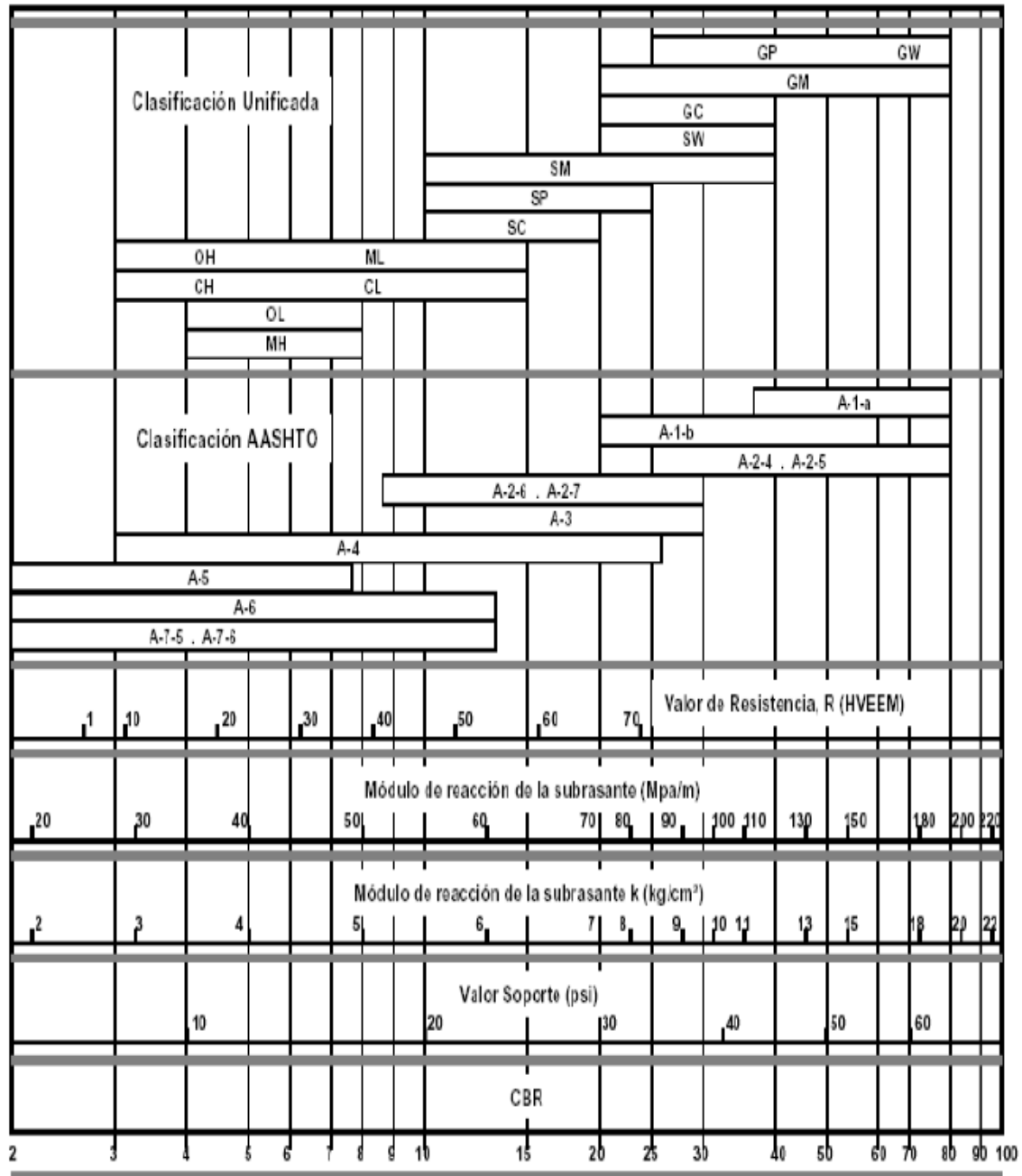
Fuente: elaboración propia.

- Determinar el valor K

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

Este módulo puede ser determinado por un ensayo en sitio, pero dadas las condiciones se logró determinar este módulo de reacción por medio de la figura 14 que está en función del CBR.

Figura 14. Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos



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

La forma de utilizar el nomograma es situarse en la parte inferior en la zona de CBR, y ubicarse en el punto que corresponda al CBR, del suelo de la subrasante, el suelo de la subrasante tiene un CBR, promedio de 15 por ciento según los resultados del laboratorio, una vez ubicado el valor del CBR, en el nomograma se procede a ir hacia arriba en la zona del módulo de reacción de la subrasante K, para determinarlo se situó en el valor de 15 por ciento en la zona de CBR, y se pudo observar en la figura que el módulo de reacción de la Sub rasante es de 6,4 kilogramos por centímetro cúbico aproximadamente.

Una vez conocido el módulo de reacción K se procedió a encontrar la condición de apoyo de la sub rasante con la ayuda de la tabla XXXI, que sitúa al pavimento dentro de una condición de apoyo muy alto. La correlación indicada en la gráfica verifica la Clasificación Sistema Unificado C.S.U., lo que hace aceptable la aproximación.

Tabla XXXI. **Tipo de suelo de la subrasante y valores aproximados de la constante K**

Tipo de suelo	Apoyo	Rango de valores de K [kg/cm³]
Suelos de grano fino en los cuales predominan las partículas de limo y arcilla.	Bajo	2 – 3
Arena y mezclas de arena y grava con cantidades moderadas de limo y arcilla.	Medio	3 – 4
Arena y mezcla de arena y grava relativamente libres de finos plásticos.	Alto	4 – 6
Sub bases tratadas con cemento.	Muy alto	6 – 11

Fuente: WESTERGAARD, H.N. Comportamiento de esfuerzos en caminos de concreto. p. 49.

- Módulo de ruptura del concreto

Diversos estudios indican que puede considerarse entre el 15 y 18 por ciento de la resistencia a compresión del concreto. El f_c del concreto a utilizar tiene un valor de 281 kilogramos por centímetro cuadrado (4 000 libras por pulgada cuadrada).

$$MR = 0,15 \times 281$$

$$MR = 42,15 \text{ kg/cm}^2$$

- Espesor de la carpeta de rodadura

Dado que el tramo carretero corresponde a la categoría 1, de carga por eje la tabla que le corresponde para determinar el espesor de la losa de concreto según el método de la PCA simplificado es la tabla XXXII, esta tabla presenta los valores de TPPD permisibles para esta categoría de vía.

Debido a que la condición de apoyo del terreno es alto, según la tabla XXXII se procede a ubicarse en la columna que corresponde a la condición de apoyo del terreno muy alto ubicada del lado izquierdo de la tabla, por no incluir bordillo, luego se precede a ubicarse en la parte que corresponde a un módulo de ruptura de 42 kilogramos sobre centímetro cuadrado, el cual fue el módulo de ruptura asumido para el concreto de este pavimento, observando así que el espesor de losa que resistirá el TPPD de 13 estimado, está entre 14 y 15 centímetros, sin embargo, por facilidad de construcción se propone 15 centímetros de espesor.

Tabla XXXII. **Pavimento con juntas y agregados de trabe**

MR [kg/cm ²]	Sin hombros de concreto o bordillo				Con hombros de concreto o bordillo			
	Espesor de losa [cm]	Apoyo del terreno natural o de Sub base			Espesor de losa [cm]	Apoyo del terreno natural o de Sub base		
		Bajo	Medio	Alto		Bajo	Medio	Alto
46					10		0,20	0,90
	11,50			0,10	11,50	2	8	25
	12,50	0,10	0,80	3	12,50	30	130	330
	14,00	3	15	45	14,50	320		
	15,00	40	160	430				
	16,50	330						
42	12,50		0,10	0,40	10,00			0,10
	14,00	0,50	3	9	11,50	0,20	1	5
	15,00	8	36	98	12,50	6	27	75
	16,50	76	300	760	14,50	73	290	730
	17,80	520			15,00	610		
39	14,00	0,10	0,30	1	11,50		0,20	0,60
	15,00	1	6	18	12,50	0,80	4	13
	16,50	13	60	160	14,00	13	57	150
	17,80	110	400		15,00	130	480	
	19,00	620						

Fuente: WESTERGAARD, H.N. Comportamiento de esfuerzos en caminos de concreto. p. 51.

- Juntas transversales

Las juntas transversales son determinadas por la norma AASHTO 93, la cual indica que no debe exceder a 2 veces el espesor en pulgadas a su espaciamiento en pies, en este caso el espesor es de 6 pulgadas, entonces su espaciamiento entre juntas será de 12 pies lo que es equivalente a 3,65 metros. Entonces las juntas transversales se harán a cada 3 metros. La pendiente del bombeo será del 2 por ciento.

3.13.7. Diseño de la mezcla de concreto

El procedimiento del diseño de mezcla, se realiza por volumen, el cual es teórico, y luego se debe realizar una equivalencia en peso, para facilidad constructiva. El diseño de la mezcla de concreto se realizará con las siguientes condiciones:

- Resistencia requerida: 4 000 psi
- Tamaño máximo de agregado: 1 plg
- Módulo de finura de agregado fino: 2,6 – 2,9
- Asentamiento para pavimento de concreto: 5 – 7,5 cm

Se procede a definir la relación agua/cemento (w/c) para la mezcla. Ya que el asentamiento es de 5 a 7,5 centímetros y el tamaño máximo del agregado grueso es de 1 pulgada, corresponde una relación w/c de 0,49, según la tabla XXXIII.

Tabla XXXIII. **Datos para diseño de mezclas, para una resistencia a la compresión de 4 000 PSI**

Resistencia media requerida a los 28 días [PSI]	Tamaño máximo del agregado [plg]	Concentración de pasta (w/c)	Agua en litros para los distintos asentamientos indicados en cm	% de agregado fino Vol. Abs./agr. Total
			5 - 10	M.F. 2,6 – 2,9
4 000	3/4	0,49	182	42
	1	0,49	171	39
	1 ½	0,49	166	37

Fuente: elaboración propia.

- **Peso del cemento**

Según la tabla anterior, la cantidad de agua necesaria para un metro cúbico de concreto es 171 litros. Por lo tanto, el peso del cemento para una proporción de agua/cemento igual a 0,49 es:

$$C = \frac{171}{0,49} = 348,98 \text{ kg/m}^3$$

El peso unitario del concreto se compone de la sumatoria de los pesos del cemento, agua y agregados, de la siguiente manera:

$$\text{PUC} = \text{C} + \text{A} + \text{Ag}$$

Donde:

PUC = peso unitario del concreto [kg/m^3]

C = peso del cemento [kg/m^3]

A = peso del agua

Ag = peso de agregados (fino y grueso)

De estos datos se conoce el peso del agua, del cemento y el peso unitario del concreto, por lo que falta definir el peso de los agregados; así, despejando la fórmula se obtiene:

$$\text{Ag} = \text{PUC} - \text{C} - \text{A}$$

$$\text{Ag} = 2\,400 - 348,98 - 171$$

$$\text{Ag} = 1895,02 \text{ kg}/\text{m}^3$$

- Peso de los agregados

Se obtienen los porcentajes de cada agregado fino, según la tabla XXXIII, los cuales son:

- Agregado fino: 39%
- Agregado grueso: 61%

Entonces, se multiplica el peso del agregado por cada porcentaje para obtener pesos separados de arena y piedrín, de la siguiente manera:

$$A_f = 1\,895,02 \times 0,39 = 739,06 \text{ kg/m}^3$$

$$A_g = 1\,895,02 \times 0,61 = 1\,155,96 \text{ kg/m}^3$$

De esta manera se obtienen todos los pesos de los componentes de la mezcla de concreto para un metro cúbico, los cuales son:

- C = 348,98 kg
- A_f = 739,06 kg
- A_g = 1 155,96 kg
- W = 171 kg

El diseño teórico se define en función de las proporciones, tomando como referencia la unidad de cemento.

$$\frac{\text{cemento}}{\text{cemento}} : \frac{\text{arena}}{\text{cemento}} : \frac{\text{piedrín}}{\text{cemento}} : \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$$

$$\frac{348,98}{348,98} : \frac{739,06}{348,98} : \frac{1\,155,96}{348,98} : \frac{171}{348,98}$$

El resultado del diseño teórico es el siguiente:

$$1 : 2,12 : 3,31 : 0,49$$

- **Peso específico de los materiales**
 - Peso específico del agregado fino = 1 400 kg/m³
 - Peso específico del agregado grueso = 1 600 kg/m³
 - Peso específico del cemento = 42,50 kg

- **Cuantificación de materiales para 1 metro cúbico de concreto 4 000 libras por pulgada cuadrada.**
 - Cemento: 348,98 / 42,5 = 8,21 sacos
 - Agregado fino: 739,06 / 1 400 = 0,53 m³
 - Agregado grueso: 1 155,96 / 1 600 = 0,72 m³

- **Proporción volumétrica**
 - Cemento: 1 saco = 1 pie³ = 0,0283 m³
 - Agregado fino: (2,12 × 42,5)/1 400 = 0,0644 m³
 - Agregado grueso: (3,31 × 42,5)/1 600 = 0,0879 m³

$$\frac{\text{cemento}}{\text{cemento}} : \frac{\text{arena}}{\text{cemento}} : \frac{\text{piedrín}}{\text{cemento}} : \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$$

$$\frac{0,0283}{0,0283} : \frac{0,0644}{0,0283} : \frac{0,0879}{0,0283}$$

El resultado del diseño volumétrico es el siguiente:

$$1 : 2,27 : 3,11$$

3.14. Resultados y diseño final

En la siguiente tabla, se muestra los resultados obtenidos para el diseño final del pavimento rígido, bajo las consideraciones mencionadas en las secciones precedentes:

Tabla XXXIV. **Resultados finales del diseño del pavimento**

Categoría de carretera	1
Espesor de la base	10 cm
Resistencia del concreto	281 kg/cm ²
Módulo de la reacción de la sub-rasante	3,5 kg/cm ³
Módulo de ruptura del concreto	42,15 kg/cm ²

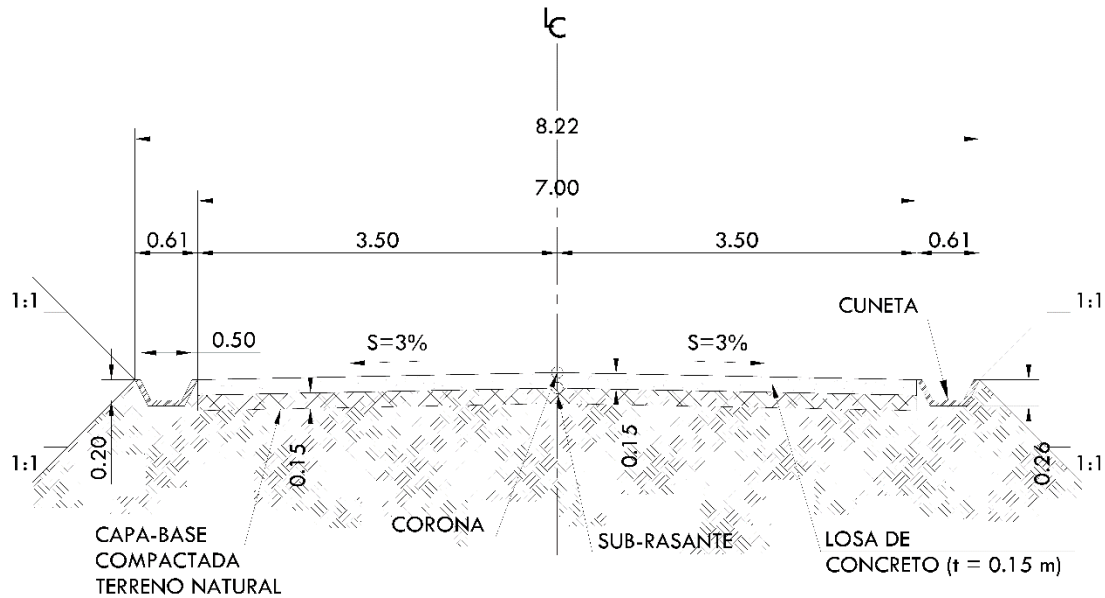
Fuente: elaboración propia.

Con los datos de la tabla anterior, se determinó, por el método simplificado de la PCA, que el espesor final del pavimento es de 15 centímetros.

3.15. Sección típica

En la figura siguiente se muestra un esquema de la sección típica a utilizar en la construcción del pavimento. Se considera cuneta en ambos lados de la carretera, y bombeo del 3 por ciento hacia ambos lados.

Figura 15. **Esquema de la sección típica a utilizar**



Fuente: elaboración propia.

3.16. **Elaboración de planos planta - perfil**

Para la ejecución del presente proyecto se elaboraron planos de la planta perfil, utilizando la escala 1/1 000 horizontalmente y en el sentido vertical la escala 1/100, los planos se adjuntan en el anexo.

3.17. **Presupuesto**

Para la elaboración del presupuesto del pavimento de los sectores II y III de la colonia Las Margaritas, San Juan Sacatepéquez se usó la integración de costos unitarios, los cuales multiplicándolos a los valores obtenidos de la cuantificación, dan como resultado el costo real de cada renglón de trabajo.

Este costo debe ser incrementado por el factor de indirectos para luego obtener el precio total de cada renglón. Los costos de la mano de obra y de los precios de los materiales fueron obtenidos de la base de datos de la Dirección Municipal de Planificación (DMP).

3.17.1. Integración de costos unitarios

Se presentan los cuadros de renglones unitarios utilizados para la elaboración del presupuesto del proyecto respectivo (ver anexo).

Tabla XXXV. Presupuesto pavimento rígido colonia Las Margaritas

RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO	
PROYECTO: Pavimento rígido Las Margaritas, sector II y III	FECHA:
UBICACIÓN: Colonia Las Margaritas, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.	nov-12

No.	Descripción de Renglón	Cantidad	Unidad	Costo / Unitario	Total Renglón	Porcentaje de Incidencia
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	Replanteo Topográfico	2.00	km	Q 5 016.00	Q 10 032.00	0.28%
1.2	Limpieza y chapeo	2.00	Ha	Q 5 775.00	Q 11 550.00	0.32%
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
2.1	Excavación no clasificada	661.00	m ³	Q 45.03	Q 29 767.19	0.83%
2.2	Excavación no clasificada de desperdicio	4505.00	m ³	Q 77.22	Q 347 889.96	9.66%
3	PAVIMENTO RÍGIDO					
3.1	Reacondicionamiento de la sub-rasante	13755.00	m ²	Q 47.33	Q 651 083.66	18.07%
3.2	Base de selecto	1375.50	m ³	Q 202.62	Q 278 703.81	7.74%
3.3	Pavimento de concreto hidráulico	14000.00	m ²	Q 127.01	Q 1 778 108.20	49.35%
4	OBRAS COMPLEMENTARIAS					
4.1	Cuneta de concreto	3960.00	m	Q 122.50	Q 485 086.18	13.46%
4.2	Drenaje transversal	1.00	unidad	Q 10 604.66	Q 10 604.66	0.29%
PRECIO DEL PROYECTO					Q 3 602 825.67	100.00%

Fuente: elaboración propia.

3.18. Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución indica el avance físico de cada renglón en tiempos, ligados a rendimientos de trabajo. El rendimiento de trabajo es el tiempo medio que demora un grupo de obreros asignados para la construcción de algún renglón específico.

Tabla XXXVI. **Cronograma de ejecución, pavimento rígido, sectores II y III, colonia Las Margaritas, San Juan Sacatepéquez**

CRONOGRAMA DE EJECUCION FÍSICA Y FINANCIERA
 PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO
 COLONIA LAS MARGARITAS, CIUDAD QUETZAL, ALDEA LO DE MEJÍA
 SAN JUAN SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.

No.	ACTIVIDAD	COSTO DIRECTO (INCLUYE IVA)	MES	AVANCE DE TRABAJO (SEMANAS)																							
				MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1.1	Replanteo topográfico	Q 10 032.00	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Week 1]																							
1.2	Limpieza y chapeo	Q 11 550.00	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Weeks 2-4]																							
2.1	Excavacion no clasificada	Q 29 767.19	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Weeks 6-8]																							
2.2	Excavación no clasificada de desperdicio	Q 347 889.96	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Weeks 7-9]																							
3.1	Reacondicionamiento de la subrasante	Q 651 083.66	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Weeks 9-12]																							
3.2	Base de selecto	Q 278 703.81	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Weeks 11-14]																							
3.3	Pavimento de concreto hidráulico	Q 1 778 108.20	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Weeks 13-18]																							
4.1	Cuneta de concreto	Q 485 086.18	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Weeks 17-24]																							
4.2	Drenaje transversal	Q 10 604.66	Programado Ejecutado	[Gantt bar: Weeks 15-21]																							
Monto mensual				Q 15 807.00	Q 257 546.43	Q 776 969.38	Q 1 327 408.54	Q 840 548.15	Q 245 194.25																		
Monto mensual				Q 15 807.00	Q 273 353.43	Q 1 050 322.81	Q 2 377 731.35	Q 3 218 279.51	Q 3 602 825.67																		

Fuente: elaboración propia.

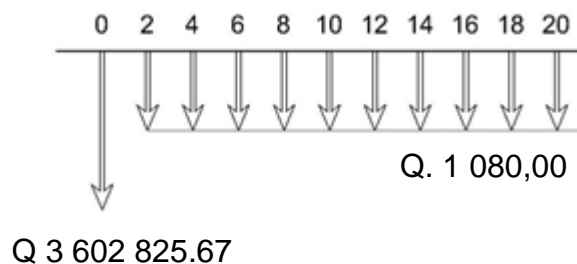
3.19. Estudio financiero

En todo proyecto de ámbito social o de prestación de servicios a la comunidad el estudio económico que involucra el conocimiento del flujo de efectivo, ingresos y egresos, de un proyecto no puede ser utilizado directamente. Sin embargo, se demostrará la inexistencia de un criterio de evaluación de proyectos desde el punto de vista financiero.

3.19.1. Valor Presente Neto (VPN)

Este tipo de proyecto no genera ningún tipo de ingresos ni rentabilidad debido a que es un proyecto de beneficio social y no existe ninguna tasa de interés que de un VPN positivo. Para efectos de cálculo se supone un gasto por concepto de operación y mantenimiento de Q. 1 080,00 al año y una tasa de interés del 12 por ciento. Con ayuda de la siguiente gráfica y la inversión inicial total del proyecto para la colonia Las Margaritas sectores II y III se procede a realizar los cálculos.

Figura 16. **VPN pavimento rígido, colonia Las Margaritas**



Fuente: elaboración propia.

El VPN se define como:

$$\text{VPN} = \text{VPB} - \text{VPC}$$

Donde:

VPN = valor presente neto

VPB = valor presente de beneficio

VPC = valor presente de costo

El valor presente se define en función de la tasa de interés, inversión inicial, vida útil y anualidades de la siguiente manera:

$$\text{VPx} = A \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n} \right]$$

Donde:

VPx = valor presente de beneficio o de costo

A = valor de anualidad

i = tasa de interés [decimal]

n = vida útil del proyecto

Considerando que el proyecto no tiene ingresos anuales, por ser de carácter social, se considera que el VPB = 0. El valor presente neto se calcula como:

$$\text{VPN} = 0 - 3\,602\,825,67 - 1\,080,00 \times \left[\frac{(1+0,12)^{20} - 1}{0,12 \times (1+0,12)^{20}} \right]$$

$$\text{VPN} = -3\,987\,213,45$$

Como el VPN es negativo, en proyectos de inversión indicaría que no existe ganancia alguna al final del período de vida, y debería rechazarse. Pero como es un proyecto de beneficio social se busca apoyo económico sin interés de retribución alguna.

3.19.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna de retorno se define como la tasa de interés a la cual se recupera la inversión inicial de un proyecto, sin pérdidas ni ganancias.

Para tener constancia numérica, se calculará una TIR para el proyecto aunque su valor no represente nada real. Se tomarán los siguientes valores:

Tabla XXXVII. Cálculo de TIR

TASA DE INTERÉS (i)	VPN
- 20 %	600 000,00
- 15 %	200 000,00
- 10 %	- 500 000,00
12 %	- 4 805 889,41

Fuente: elaboración propia.

Adviértase que el cambio de signo ocurre entre las tasas de -10 a -15 por ciento, por lo que interpolando entre las mismas, se obtiene la tasa interna de retorno para la cual VPN = 0. Con un simple cálculo, se obtiene que la tasa de interés a la que esto ocurre es -13,57 por ciento. Por lo tanto:

$$\text{TIR} = -13,57 \%$$

Nótese que una tasa de interés negativa no indica nada real, y por lo tanto se justifica la inexistencia de un valor para la TIR.

En conclusión el proyecto de pavimentación de los sectores II y III no es rentable desde el punto de vista económico, pero es importante para la población, debido a que mejorará la calidad de vida de los habitantes del sector, mejorando la movilidad y ayudando al desarrollo económico de la región.

3.20. Estudio de Impacto Ambiental (EIA)

La evaluación o estudio de impacto ambiental, es un mecanismo científico-técnico que se utiliza para analizar aspectos físico-biológicos o culturales del ambiente en el que se desarrolle una acción o un proyecto.

El impacto ambiental producido por la ejecución, operación o cese de un proyecto de desarrollo determinado, debe ser evaluado a priori, con el fin de establecer medidas correctivas necesarias para eliminar o mitigar los efectos (impactos) adversos, proponer opciones, acciones, un programa de control y fiscalización (seguimiento) y un programa de recuperación ambiental.

3.20.1. Identificación de impactos ambientales

Para iniciar una evaluación de impacto ambiental, se debe identificar todos los posibles impactos que se puedan dar sobre el medio ambiente circundante al proyecto que se esté evaluando. Pueden existir impactos positivos y negativos, siendo estos:

- Impactos ambientales negativos
 - Impactos negativos sobre el aire: las actividades de construcción del proyecto afectarán el aire en forma negativa de baja magnitud y de corta duración, debido a la generación de polvo proveniente de la fase de movimiento de tierras y de la preparación de mezclas de concreto y otras. Los olores no tendrán alteraciones significativas debido a la construcción del proyecto. Los niveles sonoros serán afectados en forma temporal y con una magnitud mediana debido a la actividad de la construcción y del transitar de los vehículos.
 - Impactos negativos sobre el suelo: los impactos principales identificados sobre el suelo serán temporales y de baja magnitud, se darán principalmente en la etapa de construcción. El área afectada será únicamente el área de construcción del proyecto, los efectos serán por la erosión del suelo, sedimentos generados, cambios en su estructura y textura.
 - Impactos negativos sobre aguas subterráneas: las aguas subterráneas en el área del proyecto no sufrirán alteraciones por infiltración y drenajes de aguas usadas; el nivel freático no será alterado ni contaminado durante la construcción y operación del proyecto.
 - Impactos negativos sobre la flora: se identificaron impactos poco significativos sobre la flora en general del área del proyecto, tanto en la fase de construcción, como de operación del proyecto. No se prevén impactos negativos en la flora del área circundante.

- Impactos negativos sobre el medio circundante: el impacto más significativo que se identificó es la dificultad para el tránsito de personas y vehículos durante la etapa de construcción del proyecto, este impacto será temporal y de mediana magnitud. Se prevén otros impactos menores y poco significativos, como la posible acumulación de escombros y desechos sólidos dentro y fuera del área de construcción.
- Impactos ambientales positivos
 - Impactos positivos sobre el paisaje: el paisaje recibirá un impacto positivo permanente, de gran magnitud y beneficio por la construcción del nuevo proyecto, la ejecución y operación del pavimento rígido en la colonia Las Margaritas, mejorará significativamente la infraestructura general; además el paisaje en el área circundante al proyecto mejorara notablemente.
 - Impactos positivos sobre el medio cultural y socioeconómico: el mayor impacto ambiental del proyecto será el aspecto socioeconómico, el cual será positivo, muy significativo y de larga duración, durante las fases de construcción y especialmente en la operación del proyecto, estos impactos positivos influirán directamente en la calidad de vida de la población beneficiada, mejorando el entorno de la comunidad y el efecto de la relación hombre – naturaleza, al contar con proyectos de infraestructura que permitan el desarrollo adecuado de sus actividades sociales, educativas y recreativas. Además, se puede destacar que el

proyecto podrá generar fuentes de empleo temporal, beneficiando la economía y el comercio de la colonia.

3.20.2. Análisis de riesgo y planes de contingencia

El objetivo y la necesidad de evaluar el riesgo ambiental, surge de la importancia de proteger y mejorar el entorno ambiental humano. Los estudios de riesgo no tan solo deben comprender la evaluación de la probabilidad de que ocurran accidentes que involucren a los materiales peligrosos, sino también la determinación de las medidas para prevenirlos, así como un plan de emergencia interno.

3.20.2.1. Análisis de riesgo

Los riesgos que puede generar el funcionamiento del proyecto, no se prevé que sean de gran magnitud, debido al tipo de proyecto, al volumen y su ubicación. Sin embargo, la ocurrencia de fenómenos naturales puede afectar el buen funcionamiento del mismo.

3.20.2.2. Plan de contingencia

Es el plan descriptivo de las medidas a tomar como respuesta a situaciones de emergencia, derivadas del desarrollo de un proyecto o actividad. Este plan en términos generales debe contener:

- Proporcionar los mecanismos necesarios para la toma de decisiones en caso de ocurrencia de eventos imprevistos.
- Disponer de una rápida y efectiva respuesta en el caso de que signifiquen un riesgo para la salud y el ambiente.

- Definir los recursos humanos, equipos y materiales necesarios para el control, recolección y disposición de las posibles sustancias o desechos provocados por el evento.

3.20.2.3. Plan de contingencia en construcción

A modo de reducir los impactos negativos que el proyecto provocará sobre el medio ambiente circundante se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Proteger y cerrar el área de construcción de los proyectos, de manera que se minimicen los efectos negativos sobre las áreas circundantes.
- Disponer los desechos sólidos y cualquier desperdicio generado, en un lugar adecuado dentro de la construcción, para posteriormente ser trasladado a un vertedero o relleno sanitario municipal.
- Evitar el derrame de cualquier líquido o sustancia nociva para la salud de los habitantes y el medio ambiente en general.
- Proteger las áreas verdes aledañas a los proyectos, a manera de conservarlas en buenas condiciones y en su estado natural.
- Señalizar adecuadamente el área circundante y de influencia de cada proyecto, desde el inicio de su construcción hasta su finalización.
- El uso de maquinaria se restringirá a horario diurno, mientras que se limitará la fase de movimiento de tierras a la estación seca.

- Capacitar al personal sobre el tema de seguridad industrial, haciendo énfasis en el uso del equipo de protección y el respeto a las normas de seguridad internas de cada proyecto.

3.20.2.4. Localización y preparación del sitio

Durante el movimiento de tierra debe buscarse el acomodamiento más adecuado del sitio donde se harán los depósitos de tierra, controlando que estos sean asentados en áreas donde no se provoquen deslaves indeseados por escorrentía superficial.

- Debe existir un ingeniero de planta que supervise constantemente los procesos de movimientos de tierra.
- Se deben colocar letrinas y basureros provisionales, en el área de construcción de tal manera que los trabajadores, no contaminen los alrededores, siendo esto de suma necesidad y obligatorio.
- Deben tomarse en cuenta todas las medidas de seguridad necesarias de acuerdo con el manual de seguridad e higiene de la construcción, para que los trabajadores de la construcción y los maquinistas sean más educados para evitarles la mayor cantidad de accidentes.

CONCLUSIONES

1. El Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) es la única herramienta de proyección social de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos capaz de mostrar al estudiante la realidad nacional en cuanto a infraestructura, servicios y calidad de vida. Su objetivo principal es el aporte del conocimiento adquirido en los años de estudios superiores para la planificación de proyectos de desarrollo comunitario que coadyuven a solventar la problemática actual e inmediata de una comunidad.
2. La construcción del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia Las Margaritas sectores II y III, mejorará las condiciones sanitarias y urbanísticas de cada sector, eliminando la contaminación producida por las aguas servidas descargadas a cielo abierto, siendo este el foco de muchas enfermedades gastrointestinales que afectan directamente sus habitantes.
3. El proyecto de pavimentación, será de gran beneficio para los pobladores de la colonia Las Margaritas, porque se evitará la erosión del suelo y se ayudará a disminuir las infecciones respiratorias causadas por el polvo en tiempo de verano. Además, la población contará con un acceso adecuado para trasladarse y transportar sus diversos productos, que ayudara al progreso social, cultural y económico. También podrán contar con una comunicación ideal para con los vecinos y comunidades aledañas a estos.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala:

1. Asignar un orden de prioridades a los proyectos planificados, para realizarlos en un marco de tiempo real, donde se puedan conjugar las necesidades de cada comunidad con la factibilidad a corto plazo para su realización.
2. Que los materiales de construcción que se usen en la ejecución de cada proyecto sean de buena calidad, respetando las especificaciones de los mismos establecidas en los planos.
3. Garantizar una supervisión técnica durante la ejecución de los proyectos, que debe estar a cargo de un profesional de la ingeniería civil, con el fin de optimizar los recursos y maximizar los beneficios de los proyectos.
4. Realizar un estudio por un ingeniero sanitaria, para la implementación de un sistema de tratamiento de las aguas residuales recolectadas por el sistema de alcantarillado sanitario, para poder descargar las aguas tratadas al cuerpo receptor cumpliendo las normas establecidas para ello.
5. Seleccionar y capacitar al personal encargado del mantenimiento preventivo de los proyectos ejecutados, con el fin de garantizar el buen funcionamiento durante su vida útil.

BIBLIOGRAFÍA

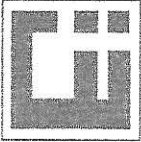
1. CANTER, Larry. *Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto*. 2a ed. España: McGraw-Hill, 1998. 841 p.
2. CARRERA RIEPELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de ingeniería sanitaria* 2. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1989. 135 p.
3. CRESPO VILLALAZ, Carlos. *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México D.F.: Limusa, 2004. 650 p.
4. DAS, Braja. *Principios de ingeniería de cimentaciones*. 5a ed. México D.F.: Thomson, 2006. 766 p.
5. Ingenieros Consultores de Centro América. *Especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes para la República de Guatemala*. Guatemala: ICCA, 2001. 275 p.
6. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales para diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2001. 25 p.
7. PÉREZ, Augusto René. *Metodología de actividades para el diseño de carreteras*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. 1989. 122 p.

APÉNDICES

1. Tabla de relaciones hidráulicas

q/Q	d/D	v/V	a/A
1,056900	0,9800	1,062	0,99522
1,065600	0,9700	1,075	0,99126
1,071400	0,9600	1,086	0,98658
1,073500	0,9500	1,094	0,98130
1,074100	0,9400	1,101	0,97554
1,074900	0,9300	1,109	0,96922
1,074200	0,9200	1,116	0,96252
1,070100	0,9100	1,120	0,95541
1,065500	0,9000	1,124	0,94796
1,060300	0,8900	1,128	0,94014
1,054100	0,8800	1,131	0,93202
1,047400	0,8700	1,134	0,92361
1,047400	0,8600	1,136	0,91491
1,031000	0,8500	1,138	0,90594
1,021400	0,8400	1,139	0,89672
1,009660	0,8300	1,139	0,88644
1,000450	0,8200	1,140	0,87759
1,000450	0,8100	1,140	0,87759
0,989060	0,8000	1,140	0,86760
0,970150	0,7900	1,140	0,85101
0,953210	0,7800	1,139	0,83688
0,939420	0,7700	1,137	0,82623
0,926340	0,7600	1,136	0,81544
0,912300	0,7500	1,134	0,80450
0,897340	0,7400	1,132	0,79340
0,883840	0,7300	1,130	0,78219
0,867910	0,7200	1,126	0,77079
0,853760	0,7100	1,124	0,75957
0,837410	0,7000	1,120	0,74769
0,821330	0,6900	1,116	0,73596
0,805230	0,6800	1,112	0,72413
0,789130	0,6700	1,108	0,71221
0,773390	0,6600	1,104	0,70053
0,755100	0,6500	1,098	0,68770
0,739470	0,6400	1,094	0,67593
0,722690	0,6300	1,089	0,66363
0,705370	0,6200	1,083	0,65131
0,688760	0,6100	1,078	0,63892

2. Resultado del estudio de suelos para el proyecto de pavimento rígido de la colonia Las Margaritas, sectores II y III



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



INFORME No. 0343 S.S.

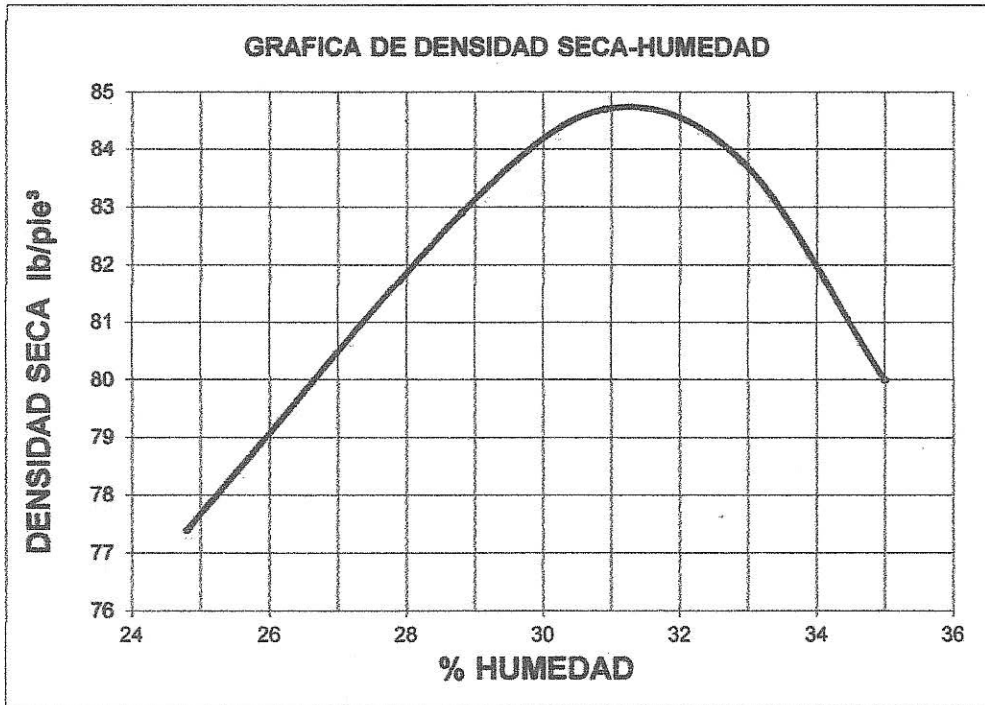
O.T. No.: 31,197

Interesado: Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros
Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN.

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

Proyecto: EPS- Pavimento Rígido para la Colonia las Margaritas, Sectores II y III, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Ubicación: San Juan Sacatepequez, Guatemala
Fecha: 30 de mayo del 2013



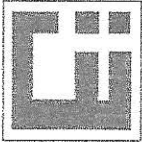
Descripción del suelo: Arcilla limo arenosa color café
 Densidad seca máxima γ_d : 1,357 Kg/m³ 84.7 lb/ft³
 Humedad óptima Hop.: 31.3 %
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
 DIRECTORA a.i CII/USAC

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



INFORME No.: 0346 S.S.

O.T.: 31,197

Interesado: Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27,

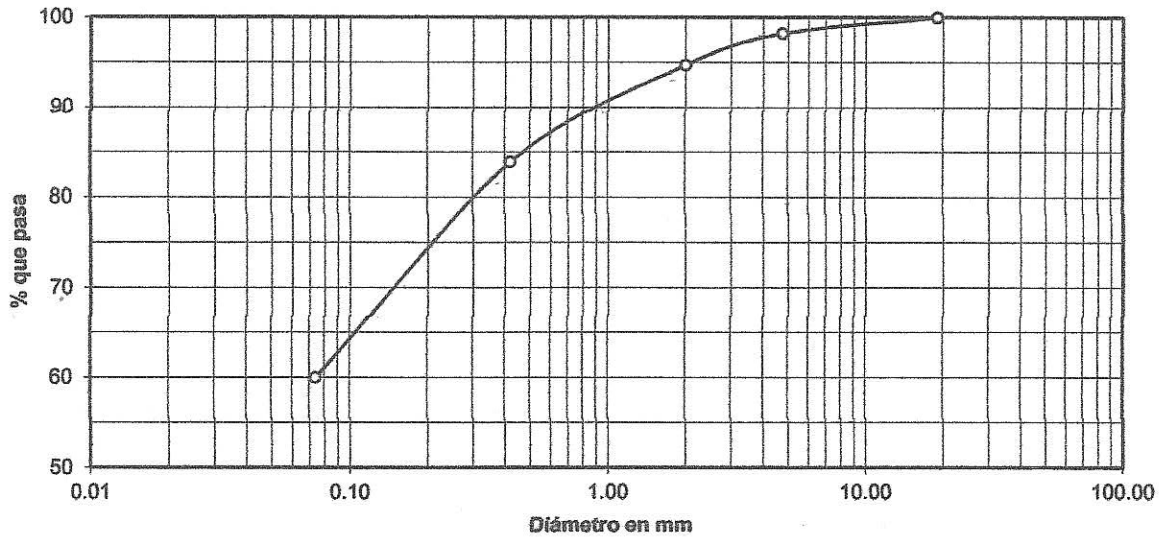
Proyecto: EPS- Pavimento Rígido para la Colonia las Margaritas, Sectores II y III, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Lugar: San Juan Sacatepéquez, Guatemala

Fecha: 29 de mayo del 2013

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	98.20
10	2.00	94.70
40	0.42	83.90
200	0.074	60.00

% de Grava: 1.80
% de Arena: 38.20
% de Finos: 60.00



Descripción del suelo: Arcilla Limo Arenosa Color Café

Clasificación: S.C.U.: CL

P.R.A.: A-7-5

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Vo. Bo.:

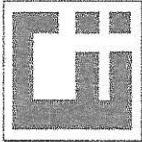
Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
DIRECTORA a.i CII/USAC

Atentamente,

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

Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

SECCION
MECANICA DE SUELOS
UNIVERSIDAD DE INGENIERIA - USAC



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



INFORME No.: 0344 S.S.

O.T. No.: 31,197

Interesado: Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros

Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.)

Norma: A.A.S.H.T.O.T-193

Proyecto: EPS- Pavimento Rígido para la Colonia las Margaritas, Sectores II y III, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

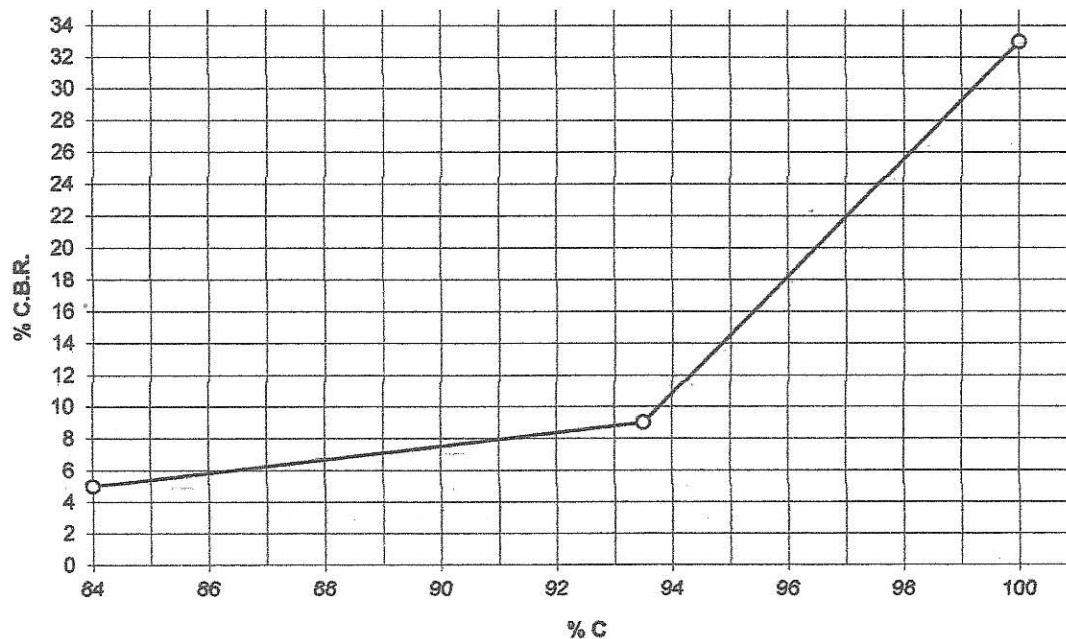
Ubicación: San Juan Sacatepéquez, Guatemala

Descripción del suelo: Arcilla limo arenosa color café

Fecha: 30 de mayo del 2013

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	γ_d b/pie ³)			
1	10	31.30	78.3	84.0	1.00	5.0
2	30	31.30	80.0	93.5	1.76	9.0
3	65	31.30	84.6	100.0	1.30	33.0

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

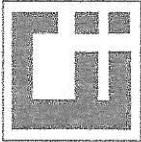


Atentamente,

Vo. Bo.:


 Inga. Dilma Yanet Mejicanos Uol
 DIRECTORA a.i CH/USAC


 Ing. Omar Enrique Medrano Mendez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos



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



INFORME No. 0345 S. S

O.T.: 31,197

Interesado: Manuel Jerónimo Arévalo Caballeros
 Proyecto: EPS- Pavimento Rígido para la Colonia las Margaritas, Sectores II y III, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.
 Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
 Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: San Juan Sacatepequez, Guatemala

FECHA: 30 de mayo del 2013

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	44.3	12.6	CL	Arcilla Limo Arenosa Color Café

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones:

Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.


 Inga. Diina Yaney Mejicanos Jol
 DIRECTORA a.i CII/USAC


 Ing. Omar Enrique Médrano Méndez
 Jefe Sección Mecánica de Suelos

ANEXOS

1. Integración de costos unitarios para el proyecto de pavimento rígido de la colonia Las Margaritas, sectores II y III

No RENGLÓN	1.1
DESCRIPCIÓN	REPLANTEO TOPOGRÁFICO
CANTIDAD ESTIMADA	2,00
UNIDAD	km

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MATERIAL				
Herramientas	2,00	km	Q 300,00	Q 600,00
MANO DE OBRA				
Replanteo	2,00	km	Q 3 500,00	Q 7 000,00
COSTO DIRECTO			Q	7 600,00
COSTO INDIRECTO			Q	2 432,00
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	10 032,00
PRECIO UNITARIO				Q 5 016,00

No RENGLÓN	1.2
DESCRIPCIÓN	LIMPIEZA Y CHAPEO
CANTIDAD ESTIMADA	2,00
UNIDAD	Ha

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA				
Ayudantes	25,00	días	Q 97,81	Q 2 445,25
EQUIPO				
Cortadora de pita (4 unidades)	10,00	días	Q 590,00	Q 5 900,00
Equipos varios	10,00	días	Q 15,00	Q 150,00
SUB-CONTRATOS				
Fletes	25,00	viaje	Q 350,00	Q 8 750,00
COSTO DIRECTO			Q	8 750,00
COSTO INDIRECTO			Q	2 800,00
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	11 550,00
PRECIO UNITARIO				Q 5 775,00

Continuación del anexo 1.

No RENGLÓN	2.1
DESCRIPCIÓN	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA
CANTIDAD ESTIMADA	661
UNIDAD	m³

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
SUB-CONTRATOS				
Patrol (2 unidades)	45,00	hora	Q 250,02	Q 11 250,90
Pipa de agua	3,00	dia	Q 850,00	Q 2 550,00
Vibrocompactadora (2 unidades)	50,00	hora	Q 175,00	Q 8 750,00
COSTO DIRECTO			Q	22 550,90
COSTO INDIRECTO			Q	7 216,29
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	29 767,19
PRECIO UNITARIO				Q 45,03

No RENGLÓN	2.2
DESCRIPCIÓN	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA DE DESPERDICIO
CANTIDAD ESTIMADA	4 505
UNIDAD	m³

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
SUB-CONTRATOS				
Retroexcavadora	234,00	hora	Q 275,00	Q 64 350,00
Tractor D-6	145,00	hora	Q 425,40	Q 61 683,00
Fletes	1 146,00	viaje	Q 120,00	Q 137 520,00
COSTO DIRECTO			Q	263 553,00
COSTO INDIRECTO			Q	84 336,96
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	347 889,96
PRECIO UNITARIO				Q 80,08

Continuación del anexo 1.

No RENGLÓN	3.1
DESCRIPCIÓN	REACONDICIONAMIENTO DE SUBRASANTE
CANTIDAD ESTIMADA	13 755,00
UNIDAD	m²

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
SUB-CONTRATOS				
Patrol (2 unidades)	1 010,00	hora	Q 250,02	Q 252 520,20
Pipa de agua	66,00	dia	Q 850,00	Q 56 100,00
Vibrocompactadora (2 unidades)	1 055,00	hora	Q 175,00	Q 184 625,00
COSTO DIRECTO			Q	493 245,20
COSTO INDIRECTO			Q	157 838,46
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	651 083,66
PRECIO UNITARIO				Q 47.33

No RENGLÓN	3.2
DESCRIPCIÓN	BASE DE SELECTO
CANTIDAD ESTIMADA	1 375,00
UNIDAD	m³

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
Acondionamiento del material	1 375,00	m ³	Q 11,00	Q 15 125,00
MATERIALES				
Material selecto	1 375,00	m ³	Q 125,00	Q 171 875,00
SUB-CONTRATOS				
Acarreo de material	1 375,00	m ³	Q 17,50	Q 24 062,50
COSTO DIRECTO			Q	211 062,50
COSTO INDIRECTO			Q	67 540,00
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	278 602,50
PRECIO UNITARIO				Q 202,620

Continuación del anexo 1.

No RENGLÓN	3.3
DESCRIPCIÓN	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO
CANTIDAD ESTIMADA	14 000,00
UNIDAD	m²

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
Corte y sello	14 000,00	m ²	Q 7,40	Q 103 600,00
Colocar y quitar formaleta	24 500,00	m	Q 1,50	Q 36 750,00
Prep, Y fundición de concreto	18 865,00	m ³	Q 20,00	Q 377 300,00
MATERIALES				
Arena	1 011,00	m ³	Q 80,36	Q 81 243,96
Piedrín	1 349,00	m ³	Q 133,93	Q 180 671,57
Cemento	23 166,00	saco	Q 42,86	Q 992 894,76
Antisol	731,00	varilla	Q 40,18	Q 29 371,58
EQUIPO				
Concreteira	1 754,28	m ³	Q 25,00	Q 43 857,00
Vibrador	1 754,28	m ³	Q 10,00	Q 17 542,80
Equipos varios	98,00	dia	Q 15,00	Q 1 470,00
COSTO DIRECTO			Q	1 347 051,67
COSTO INDIRECTO			Q	431 056,53
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	1 778 108,20
			PRECIO UNITARIO	Q 127,00

Continuación del anexo 1.

No RENGLÓN	4.1
DESCRIPCIÓN	CUNETAS DE CONCRETO
CANTIDAD ESTIMADA	3 960,00
UNIDAD	m

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA				
Armadura	3 960,00	m ²	Q 3,20	Q 12 672,00
Colocar y quitar formaleta	3 960,00	m	Q 1,50	Q 5 940,00
Prep. Y fundición de concreto	2 339,07	m ³	Q 20,00	Q 46 781,40
MATERIALES				
Arena	163,00	m ³	Q 80,36	Q 13 098,68
Piedrín	217,00	m ³	Q 133,93	Q 29 062,81
Cemento	3 732,00	saco	Q 42,86	Q 159 953,52
Hierro 3/8"	4 550,00	varilla	Q 19,22	Q 87 451,00
Alambre de amarre	700,00	lb	Q 4,46	Q 3 122,00
EQUIPO				
Concretera	194,92	m ³	Q 25,00	Q 4 873,00
Vibrador	194,92	m ³	Q 10,00	Q 1 949,20
Equipos varios	65,00	dia	Q 15,00	Q 975,00
COSTO DIRECTO			Q	367 489,53
COSTO INDIRECTO			Q	117 596,65
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	485 086,18
			PRECIO UNITARIO	Q 122,49

Continuación del anexo 1.

No RENGLÓN	4.2
DESCRIPCIÓN	DRENAJE TRANSVERSAL
CANTIDAD ESTIMADA	1.00
UNIDAD	UNIDAD

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA				
Trazo y nivelación	13,00	m ³	Q 5,00	Q 65,00
Zanjeo	20,94	m ³	Q 100,00	Q 2 094,00
Colocación de tubos de concreto	9,00	unidad	Q 50,80	Q 457,20
Armadura	6,10	m ²	Q 29,80	Q 181,78
Colocar y quitar formaleta	144,00	m	Q 1,50	Q 216,00
Prep, Y fundición de concreto	0,67	m ³	Q 250,00	Q 167,50
Fundición de concreto ciclópeo	1,80	m ³	Q 300,00	Q 540,00
Tallado	18,10	m ²	Q 39,50	Q 714,95
MATERIALES				
Arena	0,71	m ³	Q 80,36	Q 57,40
Piedrín	0,71	m ³	Q 133,93	Q 95,66
Cemento	11,79	saco	Q 42,86	Q 505,14
Hierro 3/8"	14,00	varilla	Q 19,22	Q 269,08
Hierro 1/4"	1,00	varilla	Q 8,62	Q 8,62
Alambre de amarre	3,00	lb	Q 4,46	Q 13,38
Tubo PVC 18"	2,00	unidad	Q 976,00	Q 1 952,00
Tabla 1" x 12" x 10'	4,00	pie tablar	Q 5,75	Q 23,00
Regla de 2" x 3" x 10'	3,00	pie tablar	Q 5,75	Q 17,25
Clavo	1,00	lb	Q 4,45	Q 4,45
EQUIPO				
Concreteira	1,34	m ³	Q 25,00	Q 33,55
Vibrador	1,34	m ³	Q 10,00	Q 13,42
Equipos varios	3,00	dia	Q 15,00	Q 45,00
COSTO DIRECTO			Q	8 033,83
COSTO INDIRECTO			Q	2 570,83
COSTO TOTAL DE RENGLÓN			Q	10 604,66
			PRECIO UNITARIO	Q 10 604,661

Fuente: elaboración propia.

2. Memoria de cálculo hidráulico del alcantarillado sanitario de la colonia Las Margaritas, sectores II y III

No.	ESTADO	DE	A	COTAS DE TERRENO		DH	SI	VIVIENDA		POBLACION		f qm	FACTOR DE FLUJO		q [l/s]		Φ	S
		PV	PV	INICIAL	FINAL	[m]	[%]	LOCAL	ACUM.	ACT.	ACUM.	[l/s/hab]	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	[plg]	[%]
1	INICIAL	1	2	100.000	92.989	45.471	15.42%	5	5	30	85	0.0020	4.3547	4.2622	0.4000	0.7246	6	15.84%
2		2	2A	92.989	93.826	23.690	-3.53%	5	10	60	169	0.0020	4.2980	4.1738	0.5158	1.4107	6	1.85%
3	INICIAL	4	3	98.126	98.551	32.520	-1.31%	8	8	48	135	0.0020	4.3183	4.2056	0.4146	1.1355	6	2.23%
4		3	2A	98.551	93.826	43.910	10.76%	4	12	72	203	0.0020	4.2800	4.1457	0.6163	1.6831	6	8.36%
5		2A	14	93.826	90.738	66.640	4.63%	1	23	138	388	0.0020	4.2026	4.0284	1.1599	3.1260	6	2.71%
6		14	13	90.738	91.100	56.911	-0.64%	9	32	192	539	0.0020	4.1545	3.9572	1.5953	4.2659	6	0.72%
7		13	12	91.100	90.199	61.016	1.48%	7	39	234	657	0.0020	4.1224	3.9103	1.9293	5.1381	6	0.61%
8		12	11	90.199	89.759	41.725	1.05%	5	44	264	741	0.0020	4.1016	3.8802	2.1656	5.7504	6	0.54%
9		11	10	89.759	87.421	65.389	3.58%	12	56	336	944	0.0020	4.0570	3.8160	2.7263	7.2046	6	3.45%
10		10	9A	87.421	89.187	42.640	-4.14%	2	58	348	977	0.0020	4.0502	3.8065	2.8189	7.4379	6	0.45%
11		9A	98	89.187	88.370	12.731	6.42%	0	58	348	977	0.0020	4.0502	3.8065	2.8189	7.4379	6	0.45%
12	INICIAL	4	5	98.126	96.724	46.505	3.01%	12	12	72	203	0.0020	4.2800	4.1457	0.6163	1.6831	6	3.09%
13		5	6	96.724	94.669	47.130	4.36%	12	24	144	405	0.0020	4.1967	4.0196	1.2087	3.2559	6	4.41%
14		6	7	94.669	92.329	36.031	6.49%	8	32	192	539	0.0020	4.1545	3.9572	1.5953	4.2659	6	6.64%
15		7	8	92.329	90.925	25.565	5.49%	8	40	240	674	0.0020	4.1181	3.9040	1.9767	5.2626	6	5.63%
16		8	9	90.925	89.398	25.904	5.89%	5	45	270	758	0.0020	4.0976	3.8744	2.2127	5.8735	6	6.06%
17		9	98	89.398	88.370	17.738	5.80%	0	45	270	758	0.0020	4.0976	3.8744	2.2127	5.8735	6	6.04%
18	INICIAL	18	17	87.573	88.308	30.329	-2.42%	4	4	24	68	0.0020	4.3695	4.2858	0.4000	0.5829	6	2.30%
19		17	16	88.308	87.964	35.004	0.98%	11	15	90	253	0.0020	4.2558	4.1090	0.7660	2.0792	6	1.30%
20		16	98	87.964	88.370	15.265	-2.66%	0	15	90	253	0.0020	4.2558	4.1090	0.7660	2.0792	6	1.30%
21		98	20	88.370	86.723	42.651	3.86%	6	124	744	2089	0.0020	3.8792	3.5710	5.7722	14.9197	6	0.80%
22		20	21	86.723	85.733	26.739	3.70%	4	128	768	2156	0.0020	3.8710	3.5602	5.9459	15.3516	6	0.85%
23	INICIAL	24	23	81.770	82.840	34.680	-3.09%	8	8	48	135	0.0020	4.3183	4.2056	0.4146	1.1355	6	2.29%
24		23	22	82.840	84.403	33.008	-4.74%	7	15	90	253	0.0020	4.2558	4.1090	0.7660	2.0792	6	1.30%
25		22	21	84.403	85.733	31.654	-4.20%	4	19	114	320	0.0020	4.2276	4.0664	0.9639	2.6025	6	1.10%
26	INICIAL	25	21	84.199	85.733	31.174	-4.92%	3	3	18	51	0.0020	4.3864	4.3130	0.4000	0.4399	6	2.29%
27		21	29	85.733	84.370	34.890	3.91%	6	156	936	2628	0.0020	3.8183	3.4906	7.1479	18.3466	6	1.20%
28		29	30	84.370	83.181	33.876	3.51%	5	161	966	2712	0.0020	3.8096	3.4793	7.3602	18.8716	6	1.25%
29	INICIAL	31	30	82.442	83.181	30.962	-2.39%	2	2	12	34	0.0020	4.4067	4.3458	0.4000	0.4000	6	2.29%
30		30	37	83.181	80.865	34.455	6.72%	7	170	1020	2863	0.0020	3.7944	3.4596	7.7407	19.8096	6	1.40%
31		37	38	80.865	78.157	33.34	8.12%	4	174	1044	2931	0.0020	3.7879	3.4510	7.9091	20.2296	6	1.99%
32	INICIAL	40	39	77.696	78.853	37.360	-3.10%	10	10	60	169	0.0020	4.2980	4.1738	0.5158	1.4107	6	1.84%
33		39	38	78.853	78.157	33.430	2.08%	3	13	78	219	0.0020	4.2716	4.1334	0.6664	1.8104	6	1.50%
34	INICIAL	42	41	75.343	76.901	32.500	-4.79%	7	7	42	118	0.0020	4.3294	4.2232	0.4000	0.9967	6	2.20%
35		41	38	76.901	78.157	28.940	-4.34%	1	8	48	135	0.0020	4.3183	4.2056	0.4146	1.1355	6	2.20%
36		38	45	78.157	75.943	33.447	6.62%	5	200	1200	3369	0.0020	3.7476	3.3991	8.9941	22.9033	6	1.60%
37		45	46	75.943	73.590	35.293	6.67%	4	204	1224	3436	0.0020	3.7417	3.3917	9.1597	23.3076	6	1.65%
38	INICIAL	48	47	72.829	73.630	32.543	-2.46%	6	6	36	102	0.0020	4.3415	4.2412	0.4000	0.8652	6	2.20%
39		47	46	73.630	73.590	31.520	0.13%	1	7	42	118	0.0020	4.3294	4.2232	0.4000	0.9967	6	2.20%
40	INICIAL	49	46	71.590	73.590	61.527	-3.25%	8	8	48	135	0.0020	4.3183	4.2056	0.4146	1.1355	6	2.20%
41		46	51	73.590	71.596	31.198	6.39%	3	222	1332	3739	0.0020	3.7163	3.3594	9.9001	25.1217	6	2.00%
42		51	52	71.596	68.962	36.083	7.30%	7	229	1374	3857	0.0020	3.7068	3.3475	10.1863	25.8222	6	2.40%
43	INICIAL	54	53	67.702	68.287	32.585	-1.80%	4	4	24	68	0.0020	4.3695	4.2858	0.4000	0.5829	6	2.20%
44		53	52	68.287	68.962	32.014	-2.11%	2	6	36	102	0.0020	4.3415	4.2412	0.4000	0.8652	6	2.20%
45	INICIAL	55	52	68.480	68.962	32.713	-1.47%	4	4	24	68	0.0020	4.3695	4.2858	0.4000	0.5829	6	2.20%
46		52	58	68.962	66.662	34.392	6.69%	6	245	1470	4126	0.0020	3.6859	3.3212	10.8365	27.4069	6	2.40%
47		58	59	66.662	65.545	34.000	3.29%	6	251	1506	4228	0.0020	3.6783	3.3117	11.0790	28.0036	6	2.50%
48	INICIAL	60	59	65.363	65.545	34.348	-0.53%	3	3	18	51	0.0020	4.3864	4.3130	0.4000	0.4399	6	2.20%
49	INICIAL	61	59	64.089	65.545	31.488	-4.62%	2	2	12	34	0.0020	4.4067	4.3458	0.4000	0.4000	6	2.20%
50		59	62	65.545	64.532	33.807	3.00%	4	260	1560	4379	0.0020	3.6672	3.2979	11.4416	28.8827	6	2.65%
51		62	63	64.532	64.024	34.180	1.49%	6	266	1596	4480	0.0020	3.6599	3.2889	11.6824	29.4681	6	2.75%
52	INICIAL	65	64	63.017	63.497	17.350	-2.77%	3	3	18	51	0.0020	4.3864	4.3130	0.4000	0.4399	6	2.20%
53		64	63	63.497	64.024	33.806	-1.56%	0	3	18	51	0.0020	4.3864	4.3130	0.4000	0.4399	6	2.20%
54	INICIAL	66	63	61.993	64.024	33.050	-6.15%	1	1	6	17	0.0020	4.4335	4.3895	0.4000	0.4000	6	2.20%
55		63	67	64.024	60.664	65.000	5.17%	0	270	1620	4548	0.0020	3.6551	3.2829	11.8427	29.8611	6	3.00%
56		67	68	60.664	55.839	40.000	12.06%	0	270	1620	4548	0.0020	3.6551	3.2829	11.8427	29.8611	6	3.15%

Continuación del anexo 2.

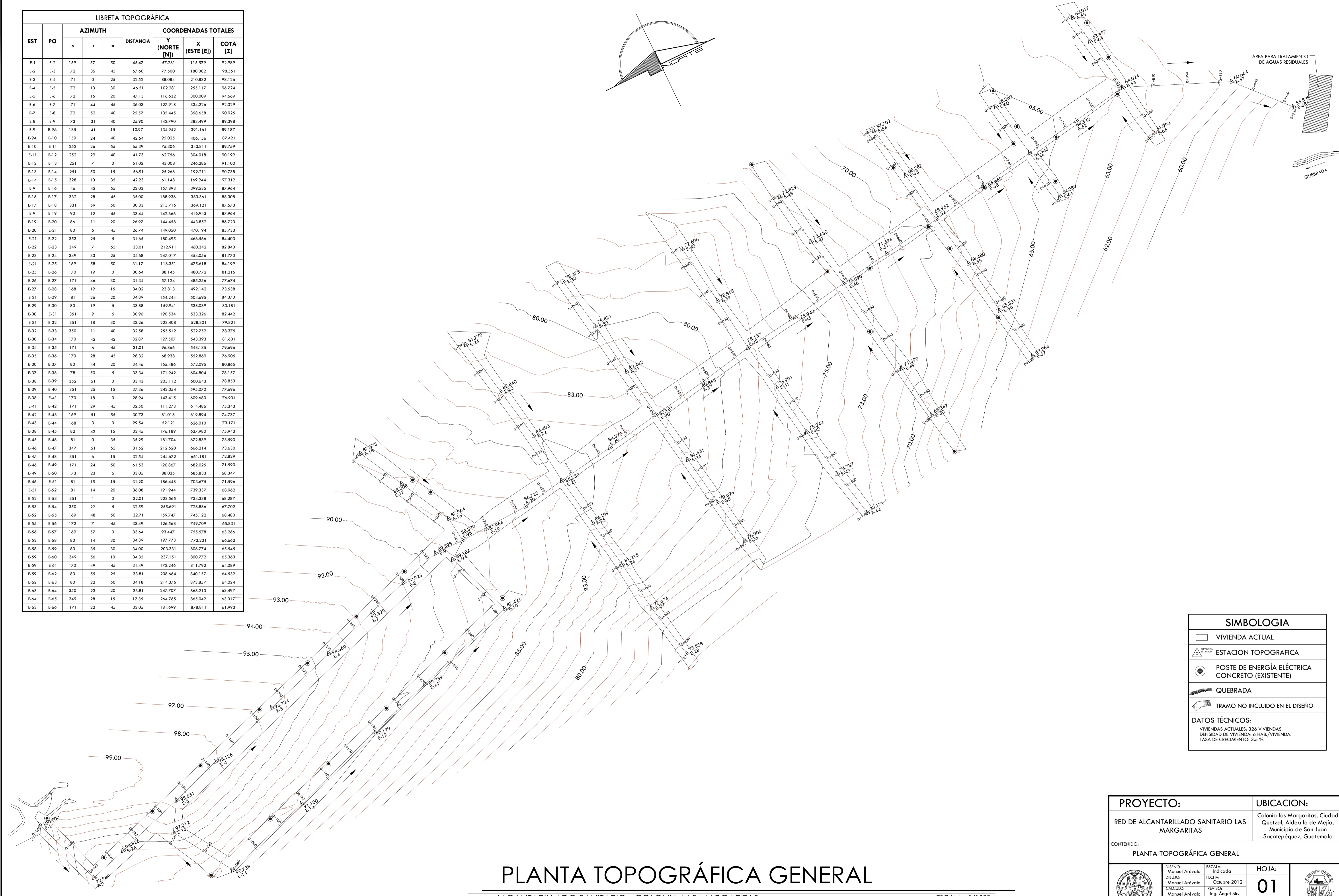
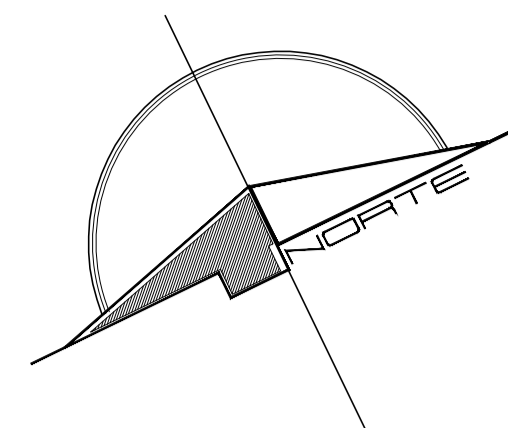
No.	ESTADO	DE	A	RELACION q/Q		RELACION d/Φ		RELACION v/V		v [m/s]		COTAS INVERT		ALTURA DE POZO [m]	
		PV	PV	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	ACT.	FUT.	CIS	CIE	INICIAL	FINAL
1	INICIAL	1	2	0.0049	0.0088	0.0525	0.0675	0.2640	0.3120	1.19	1.41	98.600	91.587	1.40	1.40
2		2	2A	0.0184	0.0502	0.0950	0.1525	0.3880	0.5220	0.60	0.80	91.557	91.141	1.43	2.68
3	INICIAL	4	3	0.0134	0.0368	0.0825	0.1325	0.3550	0.4790	0.60	0.81	96.726	96.028	1.40	2.52
4		3	2A	0.0103	0.0282	0.0725	0.1175	0.3270	0.4440	1.07	1.45	95.998	92.427	2.55	1.40
5		2A	14	0.0341	0.0919	0.1275	0.2100	0.4680	0.6330	0.87	1.18	91.111	89.338	2.71	1.40
6		14	13	0.0910	0.2433	0.2050	0.3400	0.6240	0.8300	0.60	0.80	89.308	88.907	1.43	2.19
7		13	12	0.1196	0.3186	0.2350	0.3900	0.6760	0.8910	0.60	0.79	88.877	88.512	2.22	1.69
8		12	11	0.1427	0.3789	0.2600	0.4300	0.7160	0.9340	0.60	0.78	88.482	88.263	1.72	1.50
9		11	10	0.0711	0.1878	0.1850	0.3000	0.5870	0.7760	1.23	1.63	88.233	86.019	1.53	1.40
10		10	9A	0.2033	0.5365	0.3100	0.5300	0.7900	1.0230	0.60	0.78	85.989	85.802	1.43	3.38
11		9A	9B	0.2033	0.5365	0.3100	0.5300	0.7900	1.0230	0.60	0.78	85.771	85.719	3.42	2.65
12	INICIAL	4	5	0.0170	0.0464	0.0925	0.1475	0.3810	0.5110	0.76	1.02	96.726	95.326	1.40	1.40
13		5	6	0.0279	0.0751	0.1150	0.1900	0.4390	0.5960	1.04	1.42	95.296	93.271	1.43	1.40
14		6	7	0.0300	0.0801	0.1200	0.1950	0.4500	0.6050	1.31	1.77	93.241	90.928	1.43	1.40
15		7	8	0.0403	0.1074	0.1375	0.2250	0.4900	0.6590	1.32	1.77	90.898	89.526	1.43	1.40
16		8	9	0.0435	0.1155	0.1425	0.2300	0.5010	0.6690	1.40	1.87	89.496	87.999	1.43	1.40
17		9	9B	0.0436	0.1157	0.1425	0.2300	0.5010	0.6690	1.39	1.86	87.969	86.970	1.43	1.40
18	INICIAL	18	17	0.0128	0.0186	0.0800	0.0950	0.3480	0.3880	0.60	0.67	86.173	85.503	1.40	2.80
19		17	16	0.0325	0.0883	0.1250	0.2050	0.4630	0.6240	0.60	0.81	85.473	85.034	2.83	2.93
20		16	9B	0.0325	0.0883	0.1250	0.2050	0.4630	0.6240	0.60	0.81	85.004	84.821	2.96	3.55
21		9B	20	0.3124	0.8074	0.3900	0.6900	0.8910	1.1160	0.90	1.13	84.791	84.459	3.58	2.26
22		20	21	0.3122	0.8061	0.3900	0.6900	0.8910	1.1160	0.93	1.17	84.429	84.212	2.29	1.52
23	INICIAL	24	23	0.0133	0.0363	0.0825	0.1325	0.3550	0.4790	0.61	0.82	80.370	79.603	1.40	3.24
24		23	22	0.0325	0.0883	0.1250	0.2050	0.4630	0.6240	0.60	0.81	79.573	79.160	3.27	5.24
25		22	21	0.0445	0.1202	0.1450	0.2350	0.5070	0.6760	0.60	0.80	79.130	78.795	5.27	6.94
26	INICIAL	25	21	0.0128	0.0141	0.0800	0.0850	0.3480	0.3610	0.60	0.62	82.799	82.113	1.40	3.62
27		21	29	0.3160	0.8111	0.3900	0.6900	0.8910	1.1160	1.11	1.38	78.765	78.361	6.97	6.01
28		29	30	0.3187	0.8172	0.3900	0.6900	0.8910	1.1160	1.13	1.41	78.331	77.922	6.04	5.26
29	INICIAL	31	30	0.0128	0.0128	0.0800	0.0800	0.3480	0.3480	0.60	0.60	81.042	80.360	1.40	2.82
30		30	37	0.3167	0.8104	0.3900	0.6900	0.8910	1.1160	1.19	1.50	77.892	77.427	5.29	3.44
31		37	38	0.2715	0.6944	0.3600	0.6200	0.8560	1.0830	1.37	1.73	77.397	76.757	3.47	1.40
32	INICIAL	40	39	0.0184	0.0503	0.0950	0.1550	0.3880	0.5280	0.60	0.81	76.296	75.631	1.40	3.22
33		39	38	0.0263	0.0716	0.1125	0.1850	0.4320	0.5870	0.60	0.81	75.601	75.117	3.25	3.04
34	INICIAL	42	41	0.0131	0.0325	0.0825	0.1250	0.3550	0.4630	0.60	0.78	73.943	73.254	1.40	3.65
35		41	38	0.0135	0.0371	0.0825	0.1325	0.3550	0.4790	0.60	0.80	73.224	72.614	3.68	5.54
36		38	45	0.3443	0.8768	0.4100	0.7300	0.9130	1.1300	1.31	1.62	72.584	72.068	5.57	3.87
37		45	46	0.3453	0.8788	0.4100	0.7300	0.9130	1.1300	1.33	1.64	72.038	71.476	3.90	2.11
38	INICIAL	48	47	0.0131	0.0282	0.0825	0.1175	0.3550	0.4440	0.60	0.75	71.429	70.739	1.40	2.89
39		47	46	0.0131	0.0325	0.0825	0.1250	0.3550	0.4630	0.60	0.78	70.709	70.042	2.92	3.55
40	INICIAL	49	46	0.0135	0.0371	0.0825	0.1325	0.3550	0.4790	0.60	0.80	70.190	68.863	1.40	4.73
41		46	51	0.3390	0.8602	0.4100	0.7200	0.9130	1.1260	1.46	1.80	68.833	68.233	4.76	3.36
42		51	52	0.3184	0.8071	0.3900	0.6900	0.8910	1.1160	1.56	1.96	68.203	67.366	3.39	1.60
43	INICIAL	54	53	0.0131	0.0190	0.0825	0.0975	0.3550	0.3930	0.60	0.66	66.302	65.612	1.40	2.68
44		53	52	0.0131	0.0282	0.0825	0.1175	0.3550	0.4440	0.60	0.75	65.582	64.904	2.71	4.06
45	INICIAL	55	52	0.0131	0.0190	0.0825	0.0975	0.3550	0.3930	0.60	0.66	67.080	66.387	1.40	2.58
46		52	58	0.3387	0.8566	0.4100	0.7200	0.9130	1.1260	1.60	1.98	64.874	64.077	4.09	2.58
47		58	59	0.3393	0.8576	0.4100	0.7200	0.9130	1.1260	1.63	2.02	64.047	63.227	2.61	2.32
48	INICIAL	60	59	0.0131	0.0144	0.0825	0.0850	0.3550	0.3610	0.60	0.61	63.963	63.234	1.40	2.31
49	INICIAL	61	59	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	62.689	62.023	1.40	3.52
50		59	62	0.3403	0.8591	0.4100	0.7200	0.9130	1.1260	1.68	2.08	61.993	61.129	3.55	3.40
51		62	63	0.3410	0.8602	0.4100	0.7200	0.9130	1.1260	1.72	2.12	61.099	60.192	3.43	3.83
52	INICIAL	65	64	0.0131	0.0144	0.0825	0.0850	0.3550	0.3610	0.60	0.61	61.617	61.262	1.40	2.24
53		64	63	0.0131	0.0144	0.0825	0.0850	0.3550	0.3610	0.60	0.61	61.232	60.514	2.27	3.51
54	INICIAL	66	63	0.0131	0.0131	0.0825	0.0825	0.3550	0.3550	0.60	0.60	60.593	59.892	1.40	4.13
55		63	67	0.3311	0.8348	0.4000	0.7000	0.9020	1.1200	1.77	2.20	59.862	57.948	4.16	2.72
56		67	68	0.3230	0.8144	0.4000	0.6900	0.9020	1.1160	1.81	2.24	55.662	54.440	5.00	1.40

Fuente: elaboración propia.

3. Planos constructivos alcantarillado sanitario de la colonia Las Margaritas, sectores II y III

4. Planos constructivos pavimento rígido de la colonia Las Margaritas, sectores II y III

LIBRETA TOPOGRÁFICA									
EST	PO	AZIMUTH			DISTANCIA	COORDENADAS TOTALES			COTA [Z]
		°	'	"		Y (NORTE [N])	X (ESTE [E])		
E-1	E-2	159	57	50	45.47	57.281	115.579	92.989	
E-2	E-3	72	35	45	67.60	77.500	180.082	98.551	
E-3	E-4	71	0	25	32.52	88.084	210.832	98.126	
E-4	E-5	72	13	30	46.51	102.281	255.117	96.724	
E-5	E-6	72	16	20	47.13	116.632	300.009	94.669	
E-6	E-7	71	44	45	36.03	127.918	334.226	92.329	
E-7	E-8	72	52	40	25.57	135.445	358.658	90.925	
E-8	E-9	73	31	40	25.90	142.790	383.499	89.398	
E-9	E-9A	135	41	15	10.97	134.942	391.161	89.187	
E-9A	E-10	159	24	40	42.64	95.025	406.156	87.421	
E-10	E-11	252	26	55	65.39	75.306	343.811	89.759	
E-11	E-12	252	29	40	41.73	62.756	304.018	90.199	
E-12	E-13	251	7	0	61.02	43.008	246.286	91.100	
E-13	E-14	251	50	15	56.91	25.268	192.211	90.738	
E-14	E-15	328	10	35	42.23	61.148	169.944	97.312	
E-9	E-16	46	42	55	22.03	157.893	399.535	87.964	
E-16	E-17	332	28	45	35.00	188.936	383.361	88.308	
E-17	E-18	331	59	50	30.33	215.715	369.121	87.573	
E-9	E-19	90	12	45	33.44	142.666	416.943	87.964	
E-19	E-20	86	11	20	26.97	144.458	443.852	86.723	
E-20	E-21	80	6	45	26.74	149.050	470.194	85.733	
E-21	E-22	353	25	5	31.65	180.495	466.566	84.403	
E-22	E-23	349	7	55	33.01	212.911	460.342	82.840	
E-23	E-24	349	33	25	34.68	247.017	454.056	81.770	
E-21	E-25	169	58	50	31.17	118.351	475.618	84.199	
E-25	E-26	170	19	0	30.64	88.145	480.772	81.215	
E-26	E-27	171	46	30	31.34	57.124	485.256	77.674	
E-27	E-28	168	19	15	34.02	23.813	492.142	73.538	
E-21	E-29	81	26	20	34.89	154.244	504.495	84.370	
E-29	E-30	80	19	5	33.88	159.941	538.089	83.181	
E-30	E-31	351	9	5	30.96	190.534	533.326	82.442	
E-31	E-32	351	18	30	33.26	223.408	528.301	79.821	
E-32	E-33	350	11	40	32.58	255.512	522.752	78.375	
E-30	E-34	170	42	42	32.87	127.507	543.393	81.631	
E-34	E-35	171	6	45	31.01	96.866	548.185	79.696	
E-35	E-36	170	28	45	28.32	68.938	552.869	76.905	
E-30	E-37	80	44	20	34.66	165.486	572.095	80.865	
E-37	E-38	78	50	5	33.34	171.942	604.804	78.157	
E-38	E-39	352	51	0	33.43	205.112	600.643	78.853	
E-39	E-40	351	25	15	37.36	242.054	595.070	77.696	
E-38	E-41	170	18	0	28.94	143.415	609.680	76.901	
E-41	E-42	171	29	45	32.50	111.273	614.486	75.343	
E-42	E-43	169	51	55	30.73	81.018	619.894	74.737	
E-43	E-44	168	3	0	29.54	52.121	626.010	73.171	
E-38	E-45	82	42	15	33.45	176.189	637.980	75.943	
E-45	E-46	81	0	35	35.29	181.704	672.839	73.590	
E-46	E-47	347	51	55	31.52	212.520	666.214	73.630	
E-47	E-48	351	6	15	32.54	244.672	661.181	72.829	
E-46	E-49	171	24	50	61.53	120.867	682.025	71.590	
E-49	E-50	173	23	5	33.05	88.035	685.833	68.347	
E-46	E-51	81	15	15	31.20	186.448	703.675	71.596	
E-51	E-52	81	14	20	36.08	191.944	739.337	68.962	
E-52	E-53	351	1	0	32.01	223.565	734.338	68.287	
E-53	E-54	350	22	5	32.59	255.691	728.886	67.702	
E-52	E-55	169	48	50	32.71	159.747	745.122	68.480	
E-55	E-56	172	7	45	33.49	126.568	749.709	65.831	
E-56	E-57	169	57	0	33.64	93.447	755.578	63.266	
E-52	E-58	80	14	30	34.39	197.773	773.231	66.662	
E-58	E-59	80	35	30	34.00	203.331	806.774	65.545	
E-59	E-60	349	56	10	34.35	237.151	800.772	65.363	
E-59	E-61	170	49	45	31.49	172.246	811.792	64.089	
E-59	E-62	80	55	25	33.81	208.664	840.157	64.532	
E-62	E-63	80	22	50	34.18	214.376	873.857	64.024	
E-63	E-64	350	23	20	33.81	247.707	868.213	63.497	
E-64	E-65	349	28	15	17.35	264.765	865.042	63.017	
E-63	E-66	171	22	45	33.05	181.699	878.811	61.993	



SIMBOLOGIA

- VIVIENDA ACTUAL
- ESTACION TOPOGRAFICA
- POSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONCRETO (EXISTENTE)
- QUEBRADA
- TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO

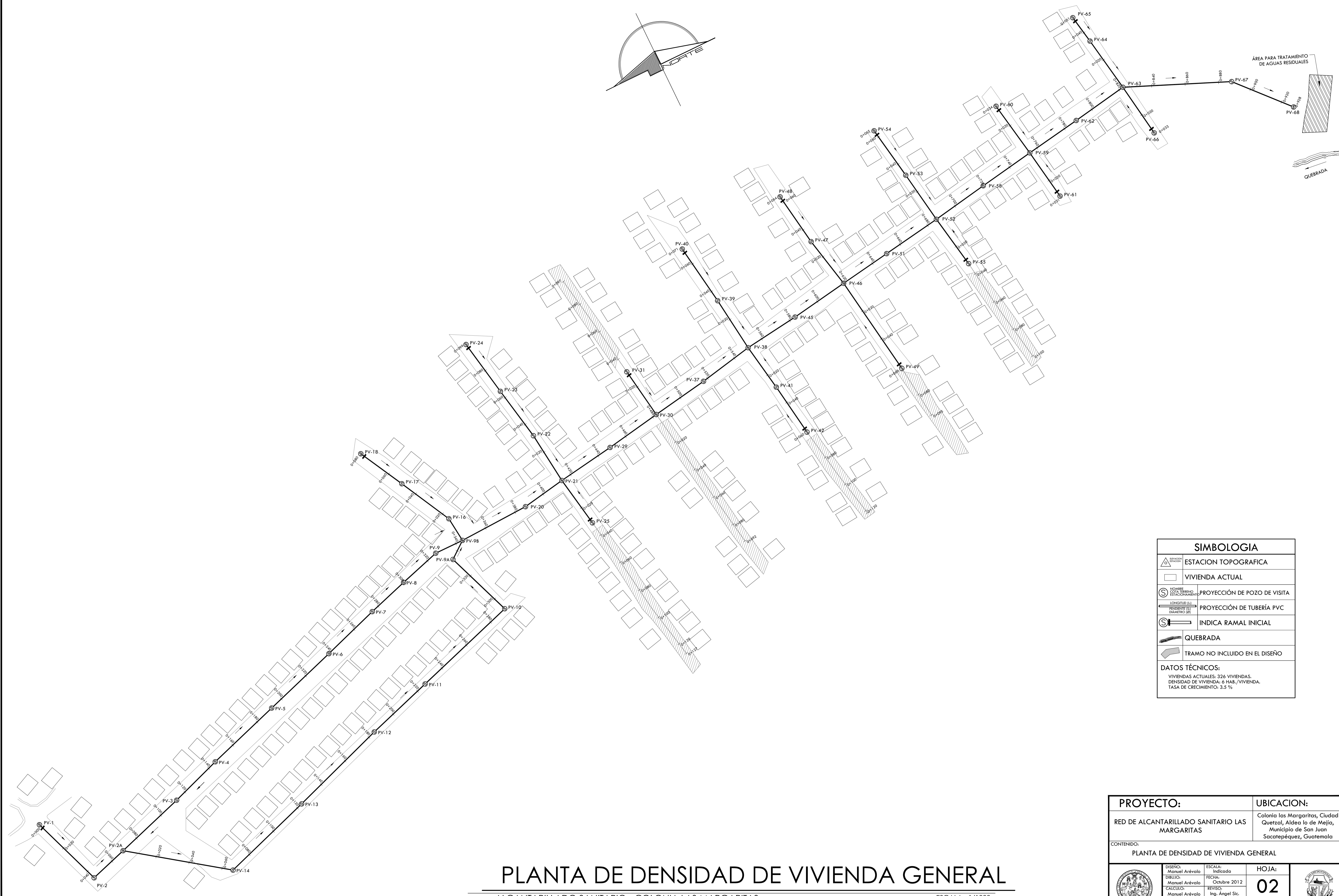
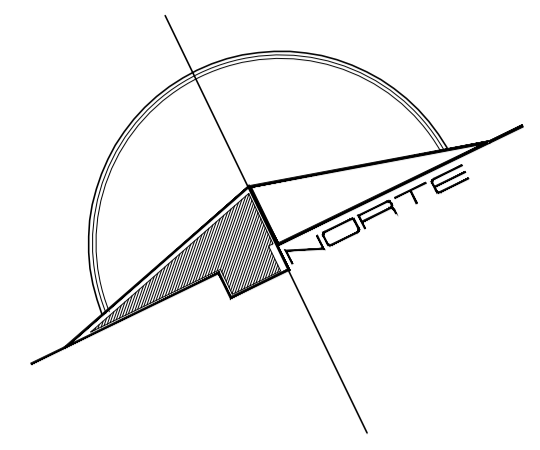
DATOS TÉCNICOS:
 VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 6 HAB./VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

ESCALA: 1/1000

PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS MARGARITAS		UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO: PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL			
DISEÑO: Manuel Arévalo DIBUJO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Octubre 2012 REVISO: Ing. Angel Sic	HOJA:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)
		f. Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.	
f. V.o.Ba. D.M.P.		DE:	06



SIMBOLOGIA	
	ESTACION TOPOGRAFICA
	VIVIENDA ACTUAL
	PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
	PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
	INDICA RAMAL INICIAL
	QUEBRADA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO

DATOS TÉCNICOS:
 VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 6 HAB./VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA GENERAL

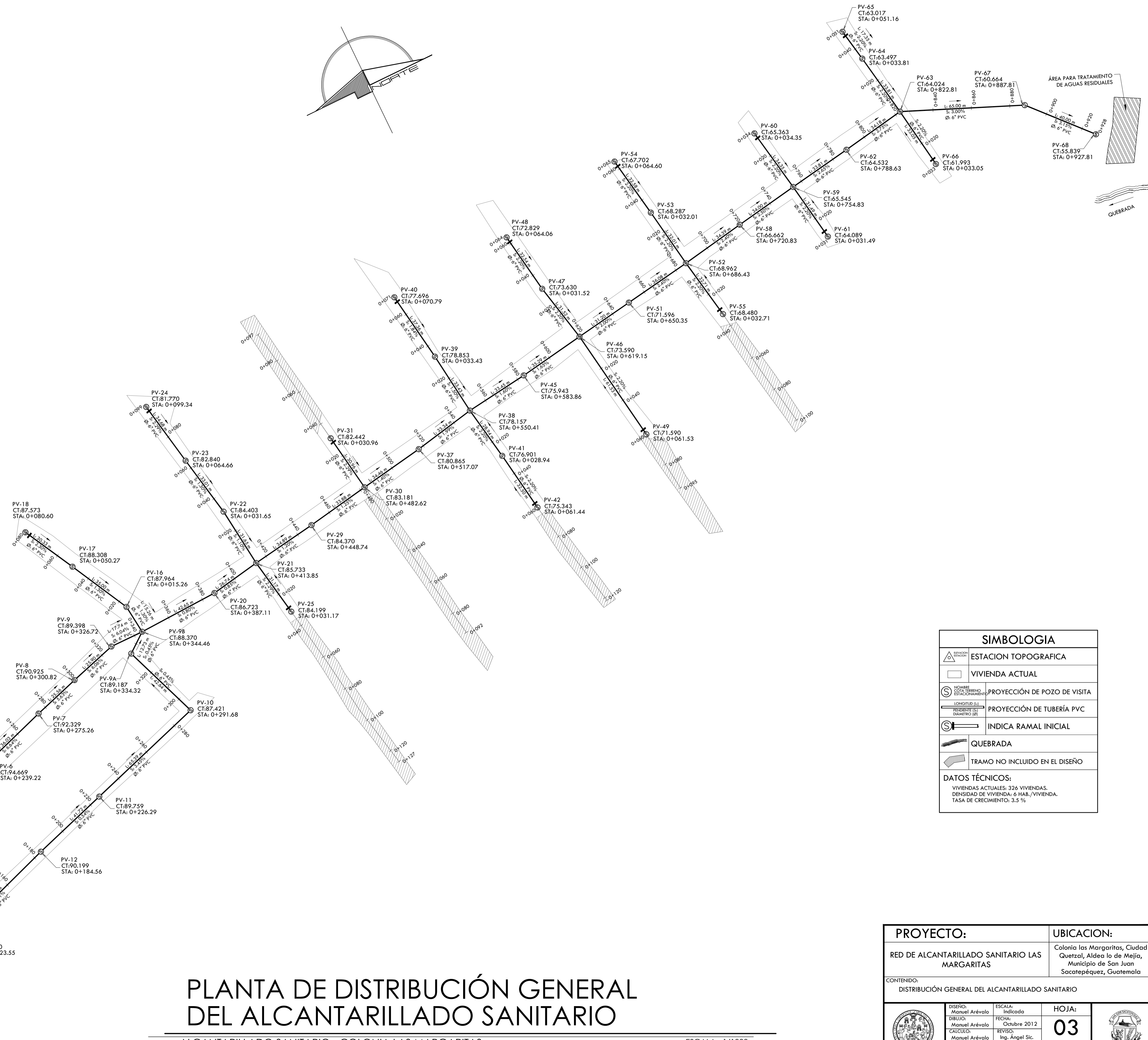
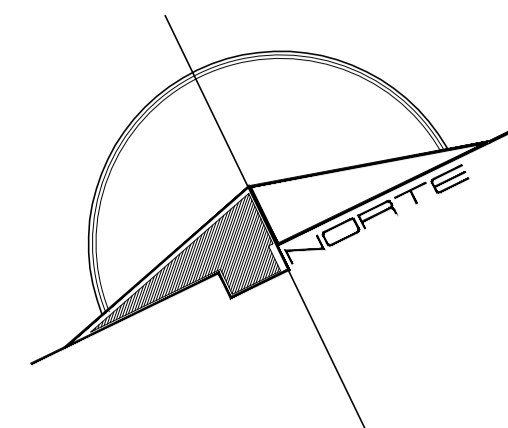
ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

ESCALA: 1/1000

PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS MARGARITAS		UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejia, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO: PLANTA DE DENSIDAD DE VIVIENDA GENERAL			
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA LIBRECCION PROFESIONAL SUPERVISADO (E.F.S.)	DISEÑO: Manuel Arévalo DIBUJO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Octubre 2012 REVISO: Ing. Angel Sic	HOJA: 02 DE: 06
	Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.		 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.) V.o.B.o. D.M.P.

TABLA DE POZOS DE VISITA				
PV	COTA DE TERRENO [m]	COTAS INVERT DE ENTRADA [m]	COTAS INVERT DE SALIDA [m]	ALTURA DE POZO [m]
PV-1	100.000		98.600	1.40
PV-2	92.989	91.587	91.557	1.43
PV-2A	93.826	92.427	91.111	2.71
PV-3	98.551	96.028	95.998	2.55
PV-4	98.126	96.726	96.726	1.40
PV-5	96.724	95.326	95.296	1.43
PV-6	94.669	93.271	93.241	1.43
PV-7	92.329	90.928	90.898	1.43
PV-8	90.925	89.526	89.496	1.43
PV-9	89.398	87.999	87.969	1.43
PV-9A	89.187	85.801	85.771	3.42
PV-9B	88.370	86.970	84.821	3.58
PV-10	87.421	86.018	85.988	1.43
PV-11	89.759	88.262	88.232	1.53
PV-12	90.199	88.511	88.481	1.72
PV-13	91.100	88.906	88.876	2.22
PV-14	90.738	89.338	89.307	1.43
PV-16	87.964	85.034	85.004	2.96
PV-17	88.308	85.503	85.473	2.84
PV-18	87.573		86.173	1.40
PV-20	86.723	84.459	84.429	2.29
PV-21	85.733	84.212	82.113	6.97
PV-22	84.403	79.160	79.130	5.27
PV-23	82.840	79.603	79.573	3.27
PV-24	81.770		80.370	1.40
PV-25	84.199		82.799	1.40
PV-29	84.370	78.361	78.331	6.04
PV-30	83.181	77.922	77.892	5.29
PV-31	82.442		81.042	1.40
PV-37	80.865	77.427	77.396	3.47
PV-38	78.157	76.757	75.117	5.57
PV-39	78.853	75.631	75.601	3.25
PV-40	77.696		76.296	1.40
PV-41	76.901	73.254	73.224	3.68
PV-42	75.343		73.943	1.40
PV-45	75.943	72.068	72.038	3.90
PV-46	73.590	71.476	70.042	4.76
PV-47	73.630	70.739	70.709	2.92
PV-48	72.829		71.429	1.40
PV-49	71.590		70.190	1.40
PV-51	71.596	68.233	68.203	3.39
PV-52	68.962	67.366	64.904	4.09
PV-53	68.287	65.612	65.582	2.71
PV-54	67.702		66.302	1.40
PV-55	68.480		67.080	1.40
PV-58	66.662	64.077	64.047	2.62
PV-59	65.545	63.227	62.234	3.55
PV-60	65.363		63.963	1.40
PV-61	64.089		62.689	1.40
PV-62	64.532	61.129	61.099	3.43
PV-63	64.024	60.192	60.514	4.16
PV-64	63.497	61.262	61.232	2.27
PV-65	63.017		61.617	1.40
PV-66	61.993		60.593	1.40
PV-67	60.664	57.948	55.662	5.00
PV-68	55.839	54.440		1.40

TABLA DE TUBERIAS						
DE PV	A PV	DISTANCIA [m]	PENDIENTE [%]	Ø TUBERÍA [pulg]	NO. TUBOS	
PV-1	PV-2	45.47	1.584%	6	8	
PV-2	PV-2A	23.69	1.85%	6	4	
PV-2A	PV-14	66.64	2.71%	6	11	
PV-3	PV-2A	43.91	8.36%	6	7	
PV-4	PV-5	46.50	3.09%	6	8	
PV-4	PV-3	32.52	2.23%	6	5	
PV-5	PV-6	47.13	4.41%	6	8	
PV-6	PV-7	36.03	6.64%	6	6	
PV-7	PV-8	25.56	5.63%	6	4	
PV-8	PV-9	25.90	6.06%	6	4	
PV-9	PV-9B	17.74	6.04%	6	3	
PV-9A	PV-9B	12.73	0.45%	6	2	
PV-9B	PV-20	42.65	0.80%	6	7	
PV-10	PV-9A	42.64	0.45%	6	7	
PV-11	PV-10	65.39	3.45%	6	11	
PV-12	PV-11	41.72	0.54%	6	7	
PV-13	PV-12	61.02	0.61%	6	10	
PV-14	PV-13	56.91	0.72%	6	9	
PV-16	PV-9B	15.26	1.30%	6	3	
PV-17	PV-16	35.00	1.30%	6	6	
PV-18	PV-17	30.33	2.30%	6	5	
PV-20	PV-21	26.74	0.85%	6	4	
PV-21	PV-29	34.89	1.20%	6	6	
PV-22	PV-21	31.65	1.10%	6	5	
PV-23	PV-22	33.01	1.30%	6	5	
PV-24	PV-23	34.68	2.29%	6	6	
PV-25	PV-21	31.17	2.29%	6	5	
PV-29	PV-30	33.88	1.25%	6	6	
PV-30	PV-37	34.46	1.40%	6	6	
PV-31	PV-30	30.96	2.29%	6	5	
PV-37	PV-38	33.34	1.99%	6	5	
PV-38	PV-45	33.45	1.60%	6	5	
PV-39	PV-38	33.43	1.50%	6	5	
PV-40	PV-39	37.36	1.84%	6	6	
PV-41	PV-38	28.94	2.20%	6	5	
PV-42	PV-41	32.50	2.20%	6	5	
PV-45	PV-46	35.29	1.65%	6	6	
PV-46	PV-51	31.20	2.00%	6	5	
PV-47	PV-46	31.52	2.20%	6	5	
PV-48	PV-47	32.54	2.20%	6	5	
PV-49	PV-46	61.53	2.20%	6	10	
PV-51	PV-52	36.08	2.40%	6	6	
PV-52	PV-58	34.39	2.40%	6	6	
PV-53	PV-52	32.01	2.20%	6	5	
PV-54	PV-53	32.58	2.20%	6	5	
PV-55	PV-52	32.71	2.20%	6	5	
PV-58	PV-59	34.00	2.50%	6	6	
PV-59	PV-62	33.81	2.65%	6	6	
PV-60	PV-59	34.35	2.20%	6	6	
PV-61	PV-59	31.49	2.20%	6	5	
PV-62	PV-63	34.18	2.75%	6	6	
PV-63	PV-67	65.00	3.00%	6	11	
PV-64	PV-63	33.81	2.20%	6	6	
PV-65	PV-64	17.35	2.20%	6	3	
PV-66	PV-63	33.05	2.20%	6	5	
PV-67	PV-68	40.00	3.15%	6	7	



SIMBOLOGIA

- ESTACION TOPOGRAFICA
- VIVIENDA ACTUAL
- PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
- PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
- INDICA RAMAL INICIAL
- QUEBRADA
- TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO

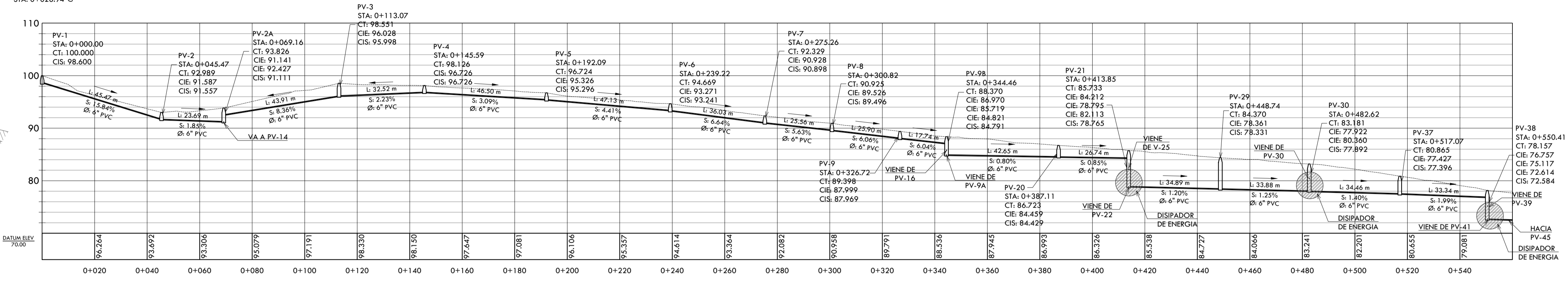
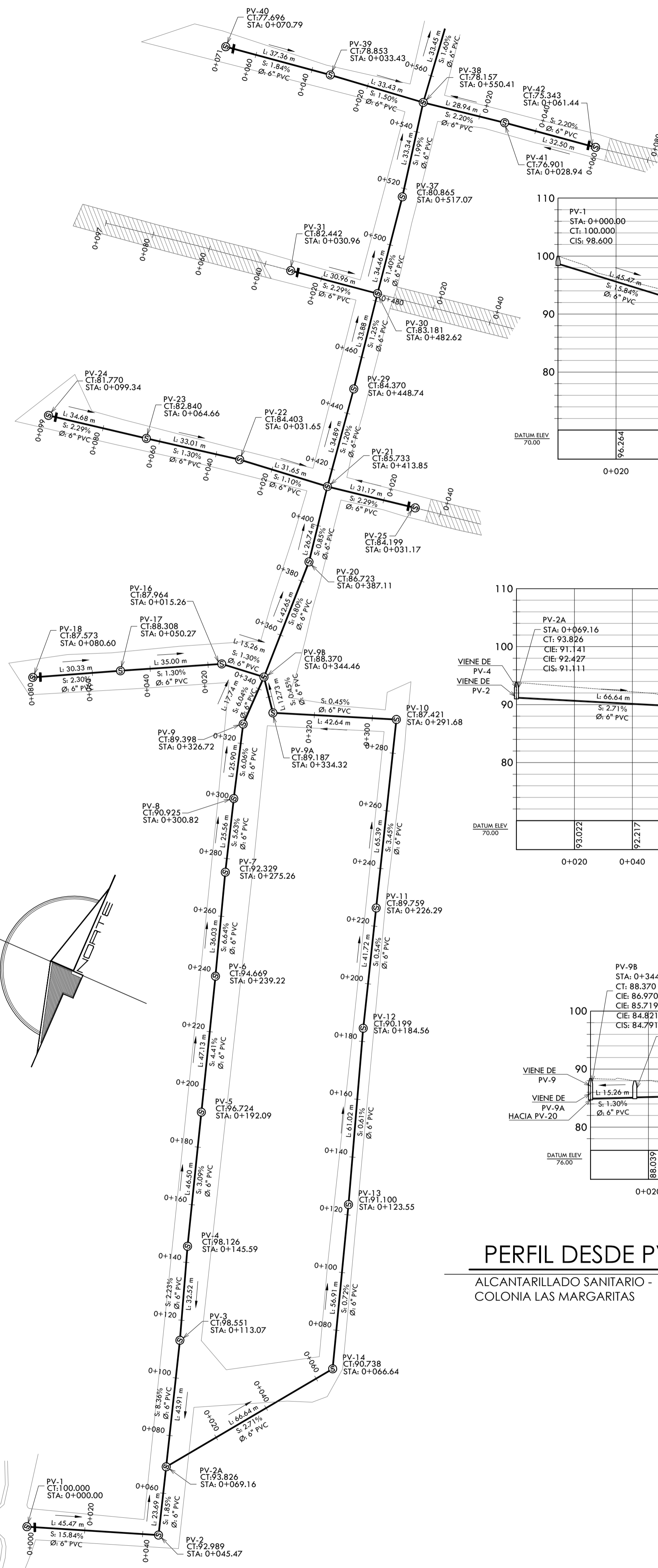
DATOS TÉCNICOS:
 VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 6 HAB./VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN GENERAL DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

ESCALA: 1/1000

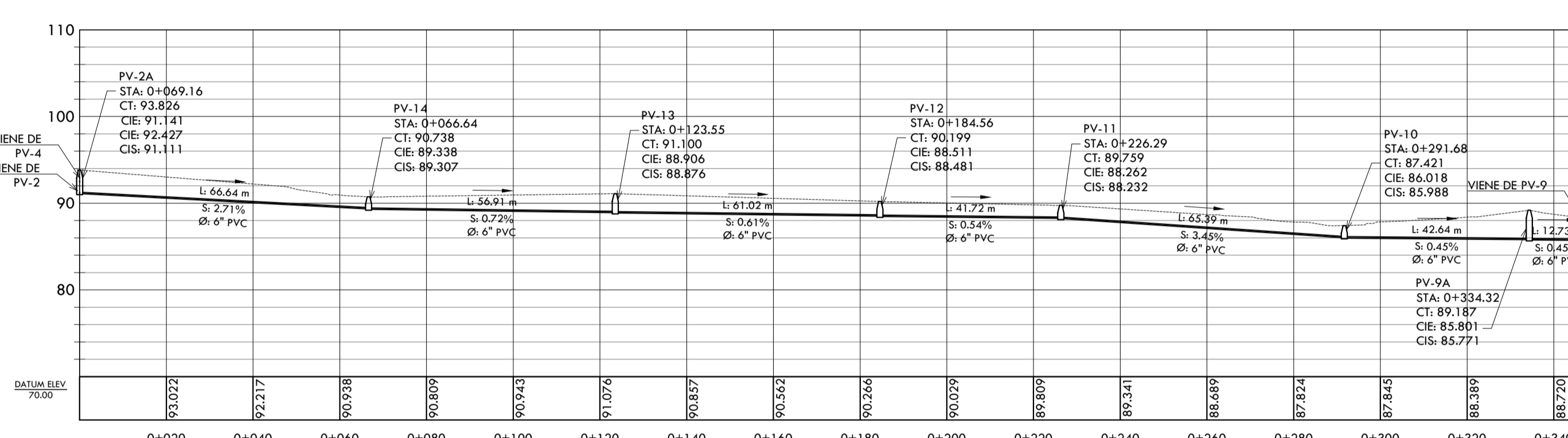
PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS MARGARITAS		UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO: DISTRIBUCIÓN GENERAL DEL ALCANTARILLADO SANITARIO			
DISEÑO: Manuel Arévalo DIBUJO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Octubre 2012 REVISO: Ing. Angel Sic	HOJA:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)
		DE:	
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.		06	
f. V.o.Ba. D.M.P.			



PERFIL DESDE PV-1 A PV-38

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

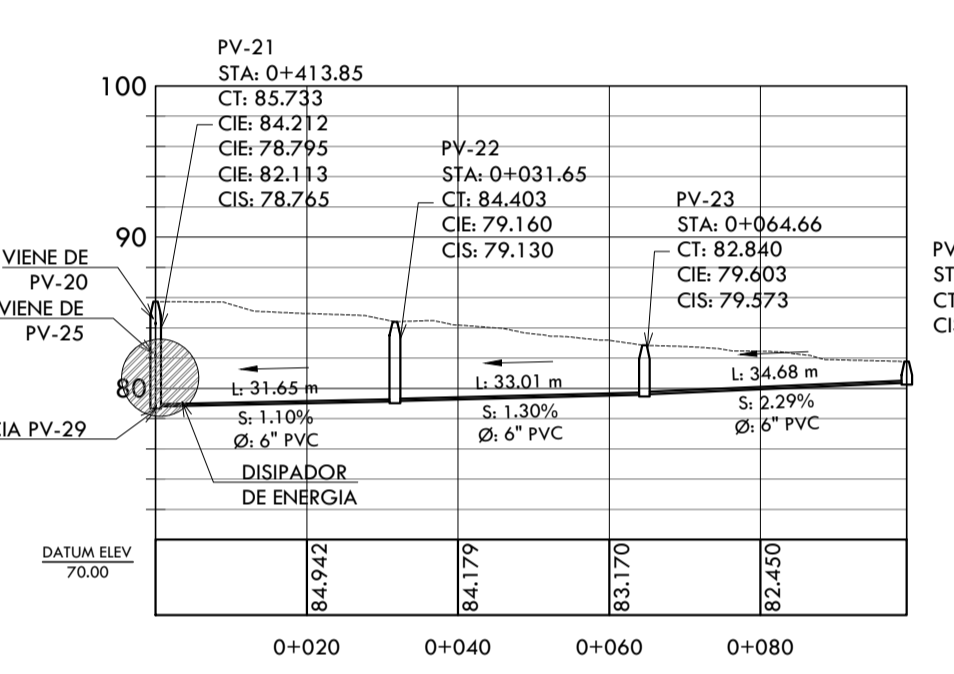
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-3 A PV-9B

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

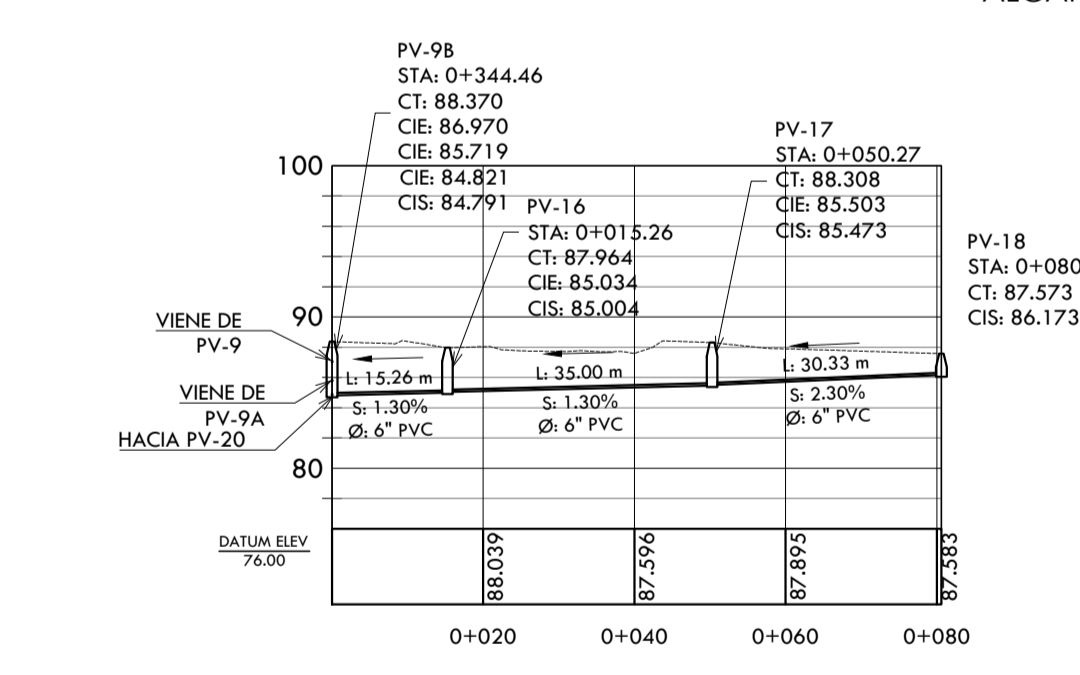
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-24 A PV-21

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

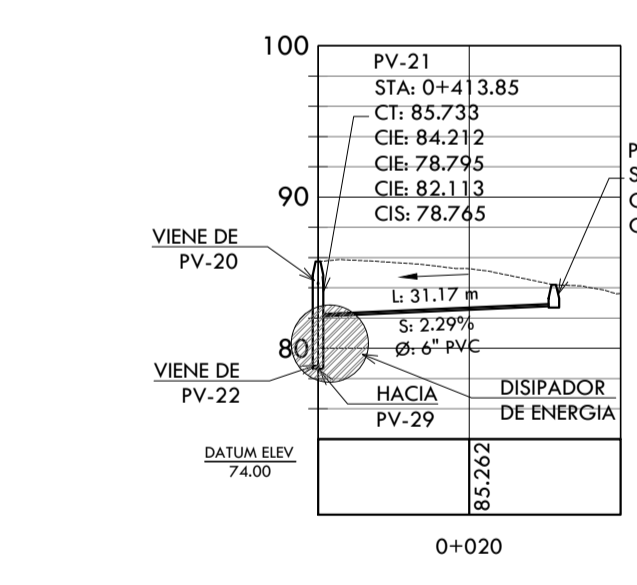
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-18 A PV-9B

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

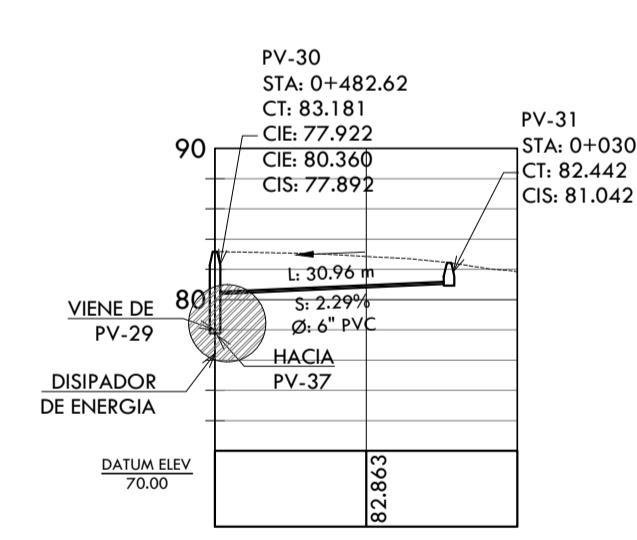
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-25 A PV-21

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

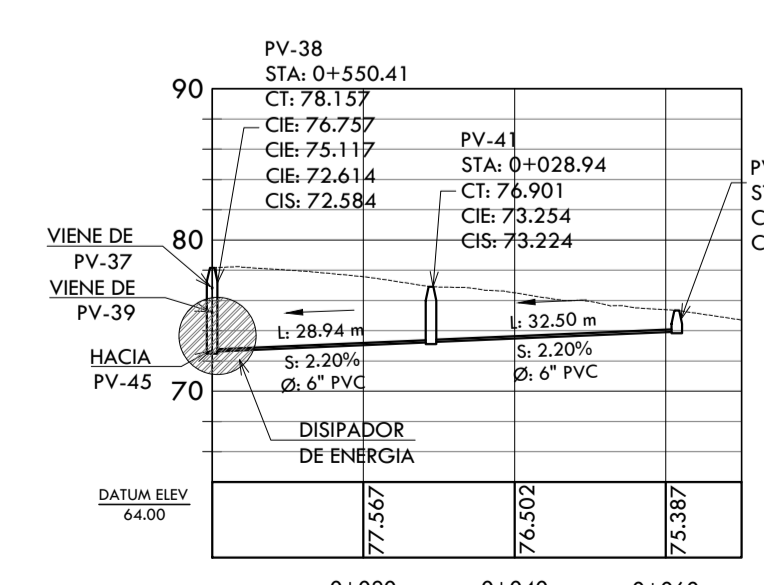
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-31 A PV-30

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

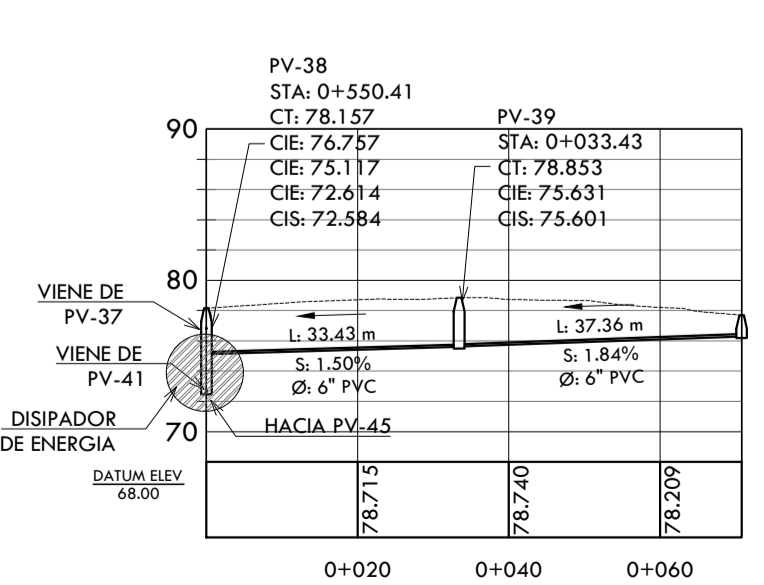
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-42 A PV-38

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-40 A PV-38

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

PLANTA DE PV-1 A PV-29

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS

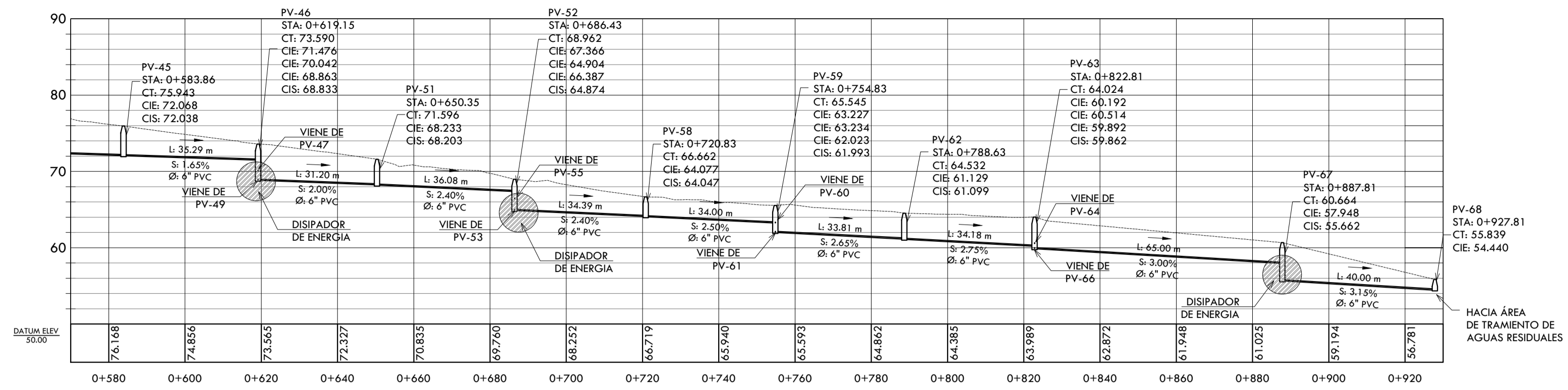
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

SIMBOLOGIA	
	PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
	PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
	INDICA RAMAL INICIAL
STA	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT	COTA DE LA RASANTE DEL TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA LA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	QUEBRADA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO
	L = LONGITUD HORIZONTAL (m) S = PENDIENTE DE LA TUBERÍA (%) Ø = DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (plg)

PROYECTO:	UBICACION:
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS MARGARITAS	Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala

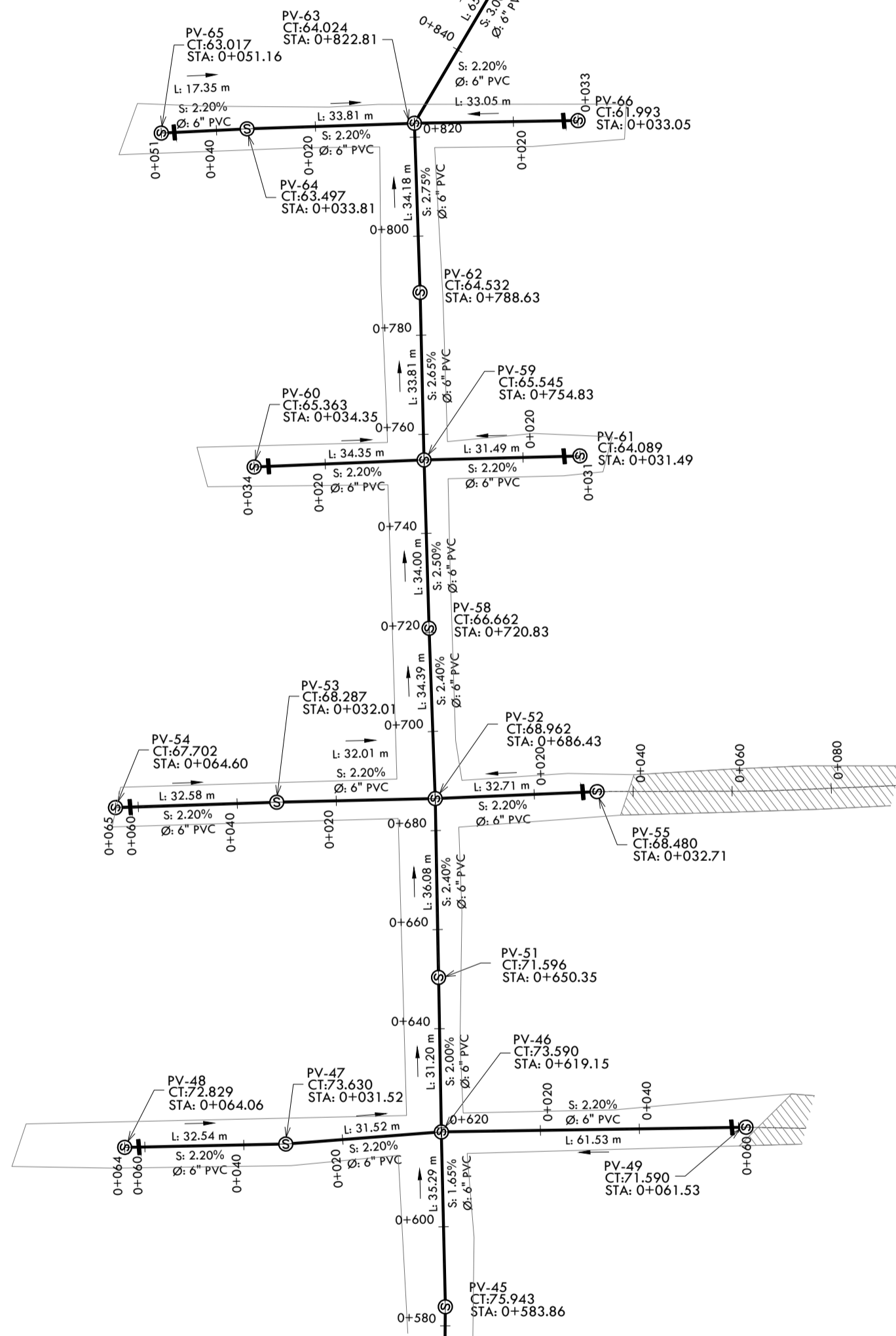
CONTENIDO:	PLANTA PERFIL DE PV-1 A PV-38; DE PV-3 A PV-9B; DE PV-18 A PV-9B; PLANTA PERFIL DE PV-24 A PV-21; DE PV-25 A PV-21; DE PV-31 A PV-30; PLANTA PERFIL DE PV-42 A PV-38; DE PV-40 A PV-38
-------------------	--

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA (SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO)	DISEÑO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Octubre 2012 REVISOR: Ing. Angel Sic	HOJA: 04 DE: 06
	Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.		MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.) Vo.Ba. DMP



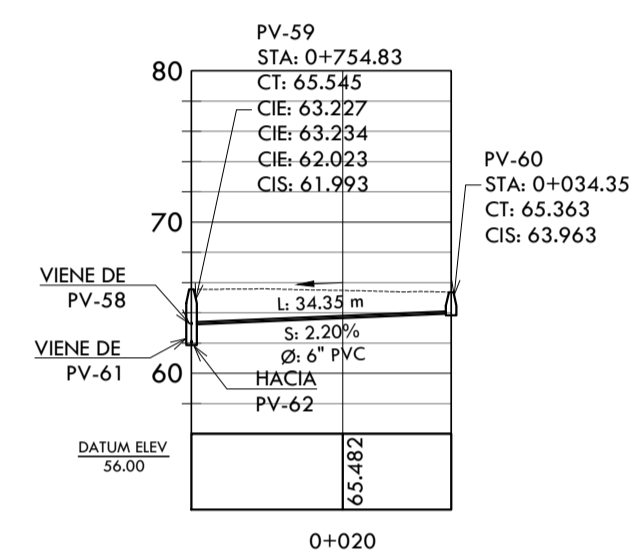
PERFIL DESDE PV-45 A PV-68

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
TRAMO PRINCIPAL HACIA ÁREA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



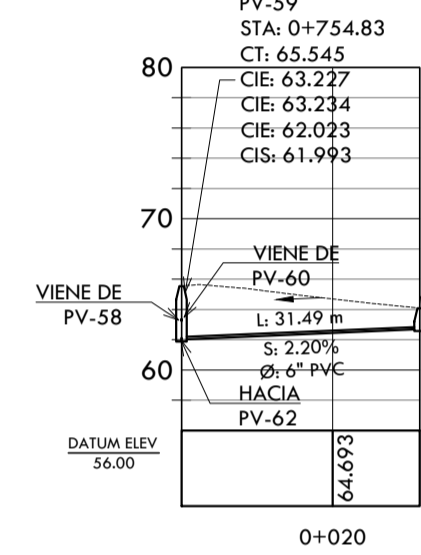
PLANTA DE PV-45 A PV-68

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



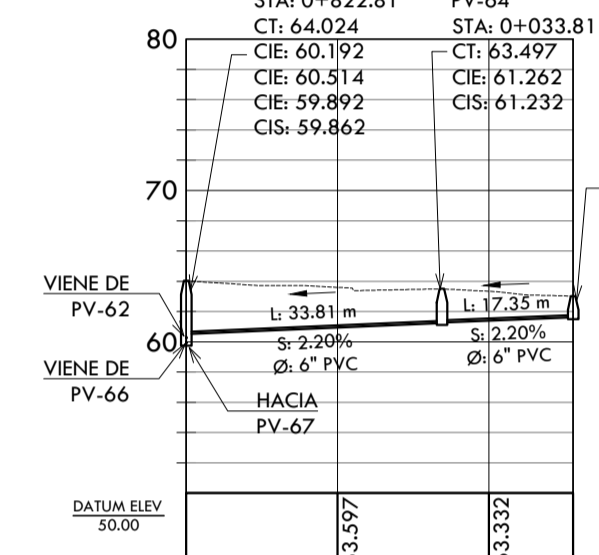
PERFIL DESDE PV-60 A PV-59

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



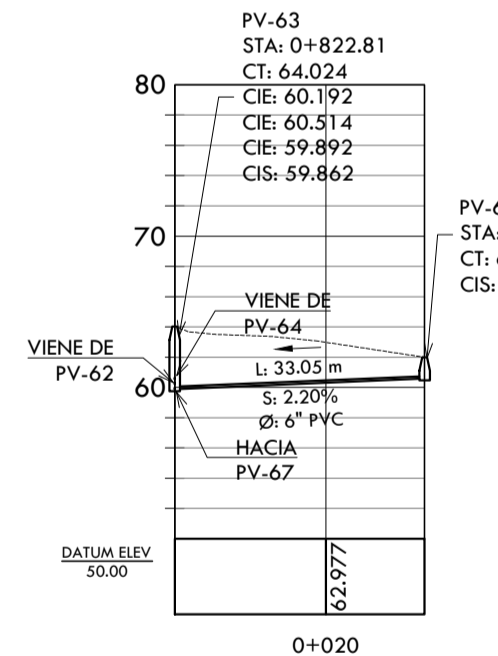
PERFIL DESDE PV-61 A PV-59

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



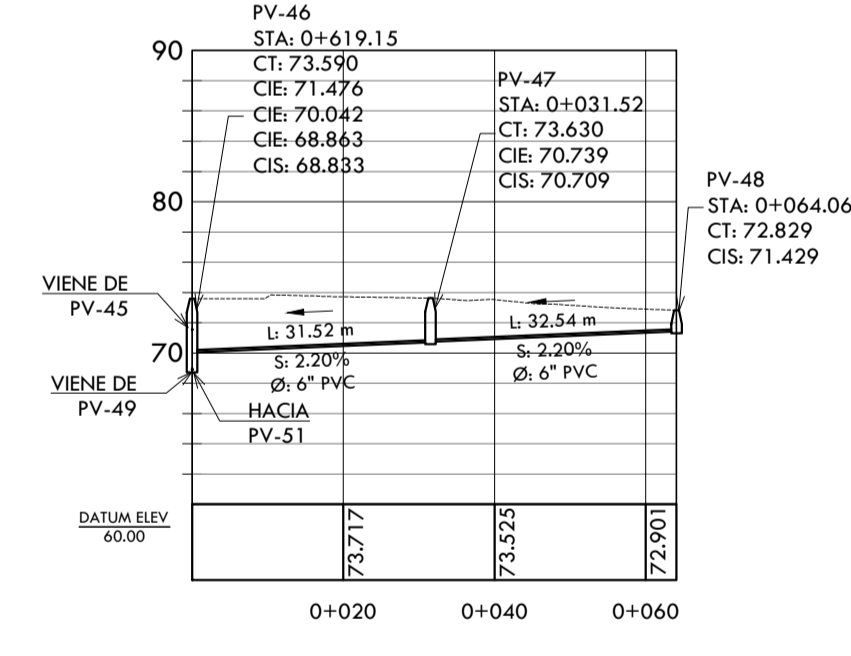
PERFIL DESDE PV-65 A PV-63

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



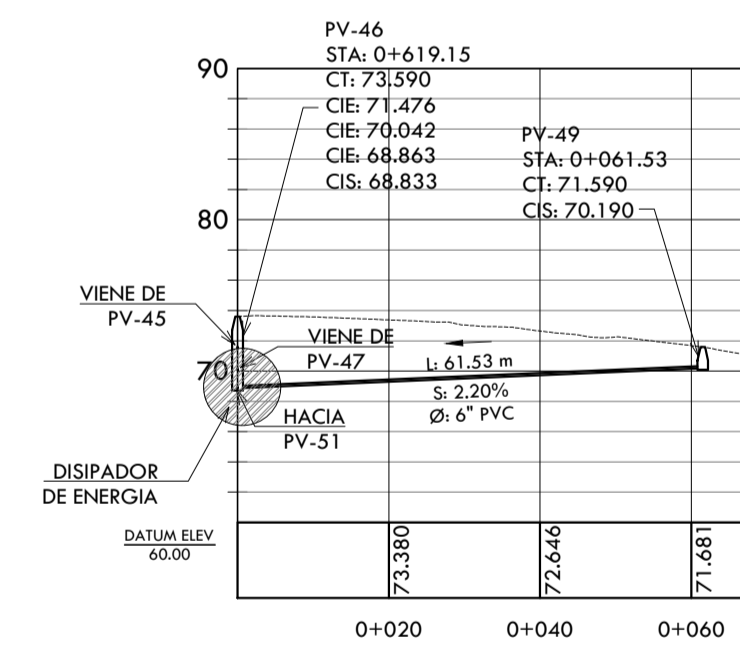
PERFIL DESDE PV-66 A PV-63

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



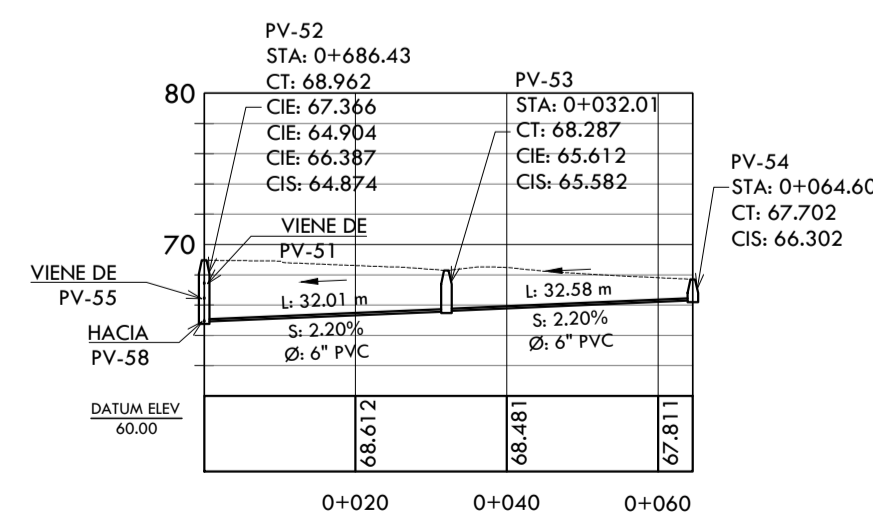
PERFIL DESDE PV-48 A PV-46

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



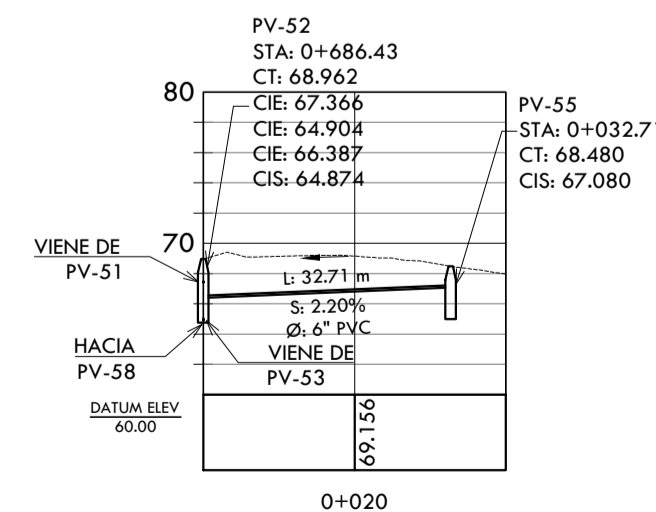
PERFIL DESDE PV-49 A PV-46

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-54 A PV-52

ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500



PERFIL DESDE PV-55 A PV-52

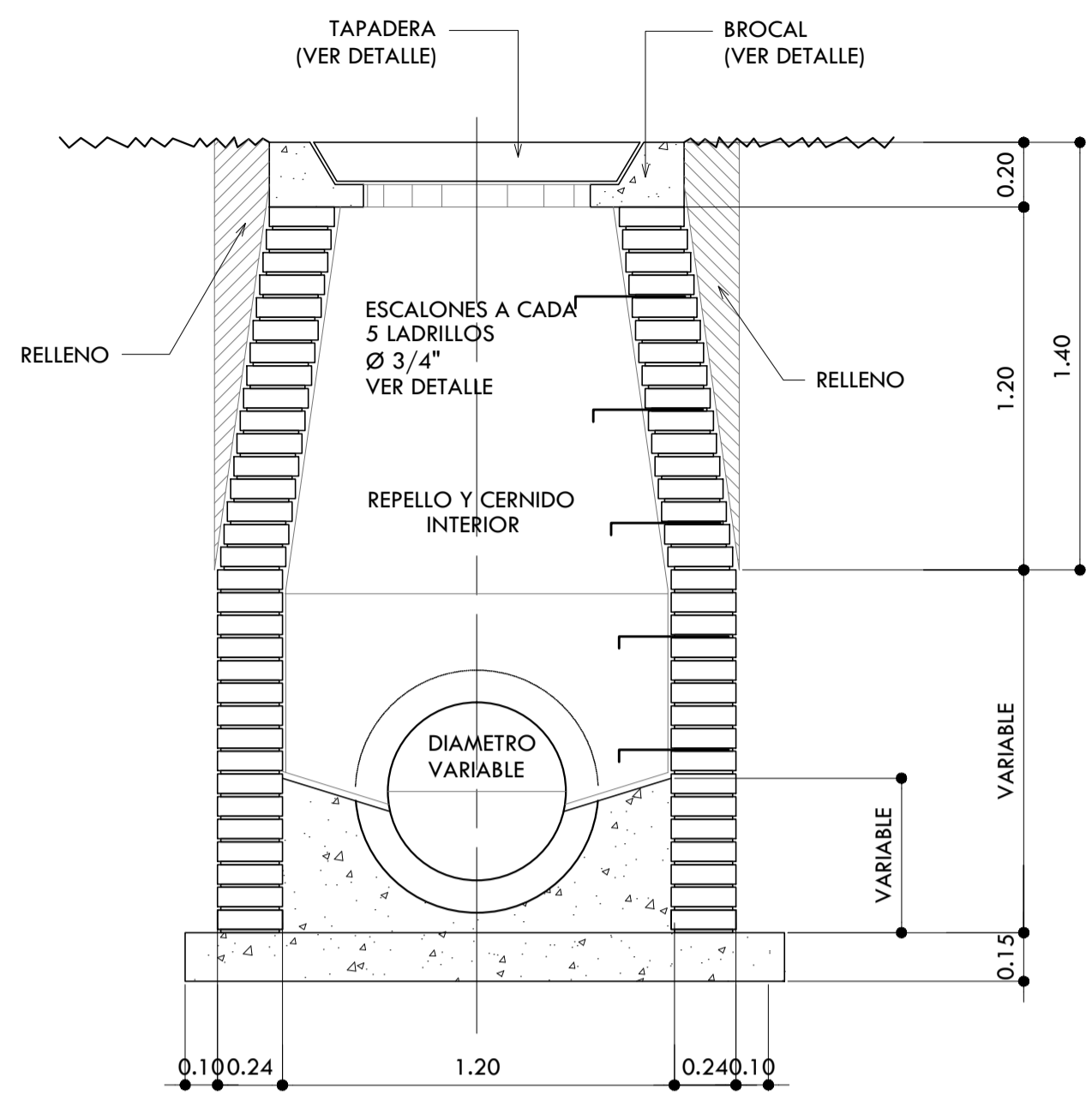
ALCANTARILLADO SANITARIO - COLONIA LAS MARGARITAS
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000
ESCALA VERTICAL: 1/500

SIMBOLOGIA	
	PROYECCIÓN DE POZO DE VISITA
	PROYECCIÓN DE TUBERÍA PVC
	INDICA RAMAL INICIAL
STA	ESTACIONAMIENTO DEL EJE
CT	COTA DE LA RASANTE DEL TERRENO
CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
CIS	COTA INVERT DE SALIDA
	INDICA LA DIRECCIÓN DEL FLUJO
	QUEBRADA
	TRAMO NO INCLUIDO EN EL DISEÑO
	L = LONGITUD HORIZONTAL (m) S = PENDIENTE DE LA TUBERÍA (‰) Ø = DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (pulg)

PROYECTO: RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS MARGARITAS	UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala
CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE PV-45 A PV-68; DE PV-60 A PV-59; DE PV-61 A PV-59 PLANTA PERFIL DE PV-65 A PV-63; DE PV-66 A PV-63; DE PV-48 A PV-46 PLANTA PERFIL DE PV-49 A PV-46; DE PV-54 A PV-52; DE PV-55 A PV-52	
DISEÑO: Manuel Arévalo FECHA: Octubre 2012 REVISÓ: Ing. Angel Sic.	ESCALA: Indicada HOJA: 05 DE: 06
f. Ing. Ángel Roberto Sic-García Asesor-Supervisor EPS.	f. Vo.Ba. DMP

DETALLE DE POZOS

DETALLE TÍPICO

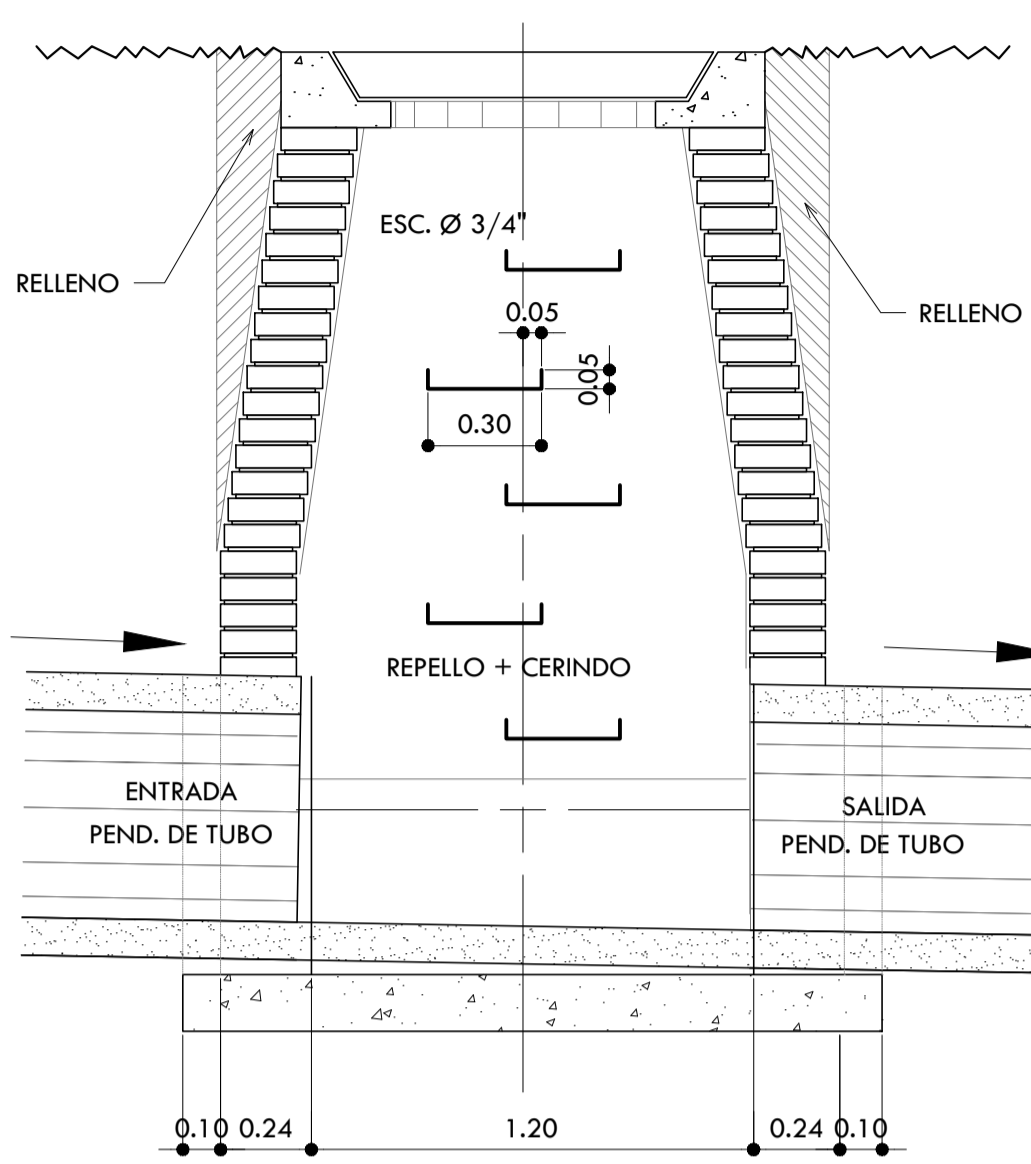


SECCIÓN A - A'

ESCALA: 1/20

DETALLE DE POZOS

DETALLE TÍPICO DE POZO CON 3 ENTRADAS

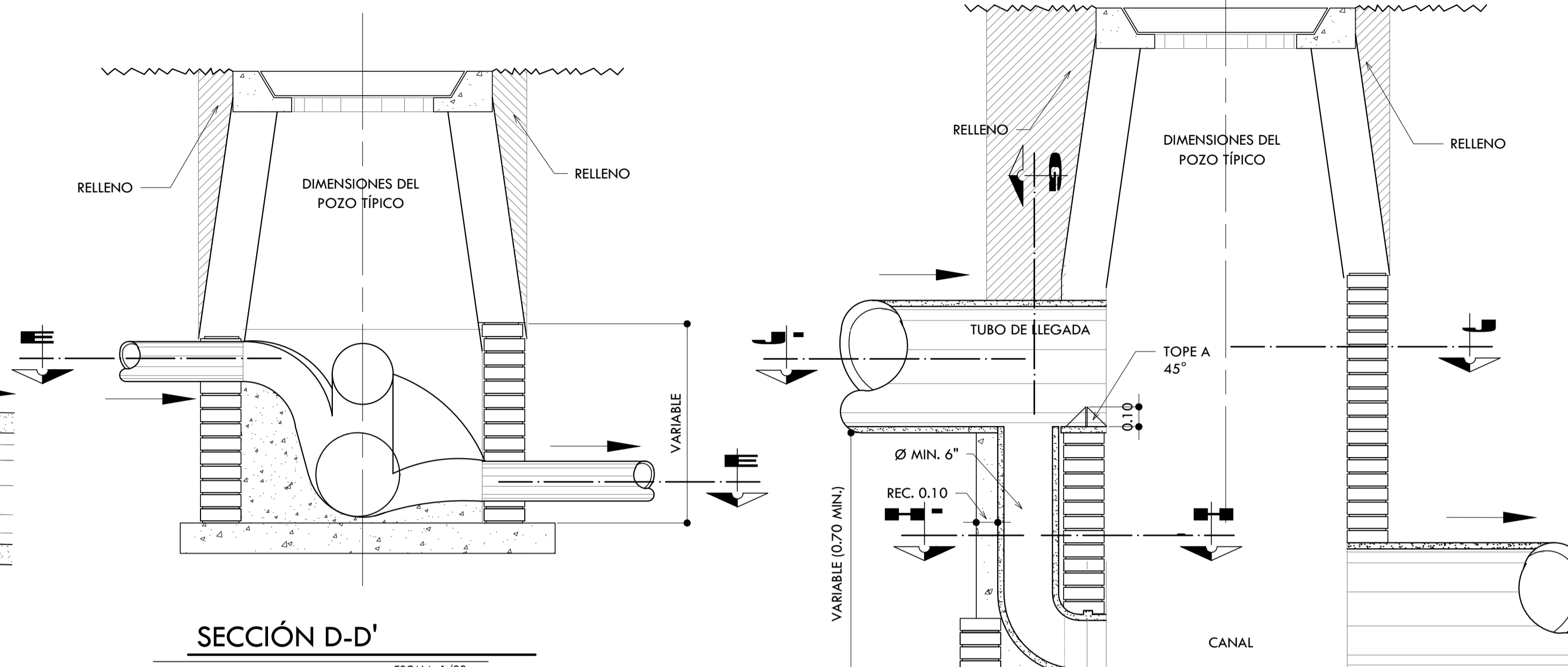


SECCIÓN B - B'

ESCALA: 1/20

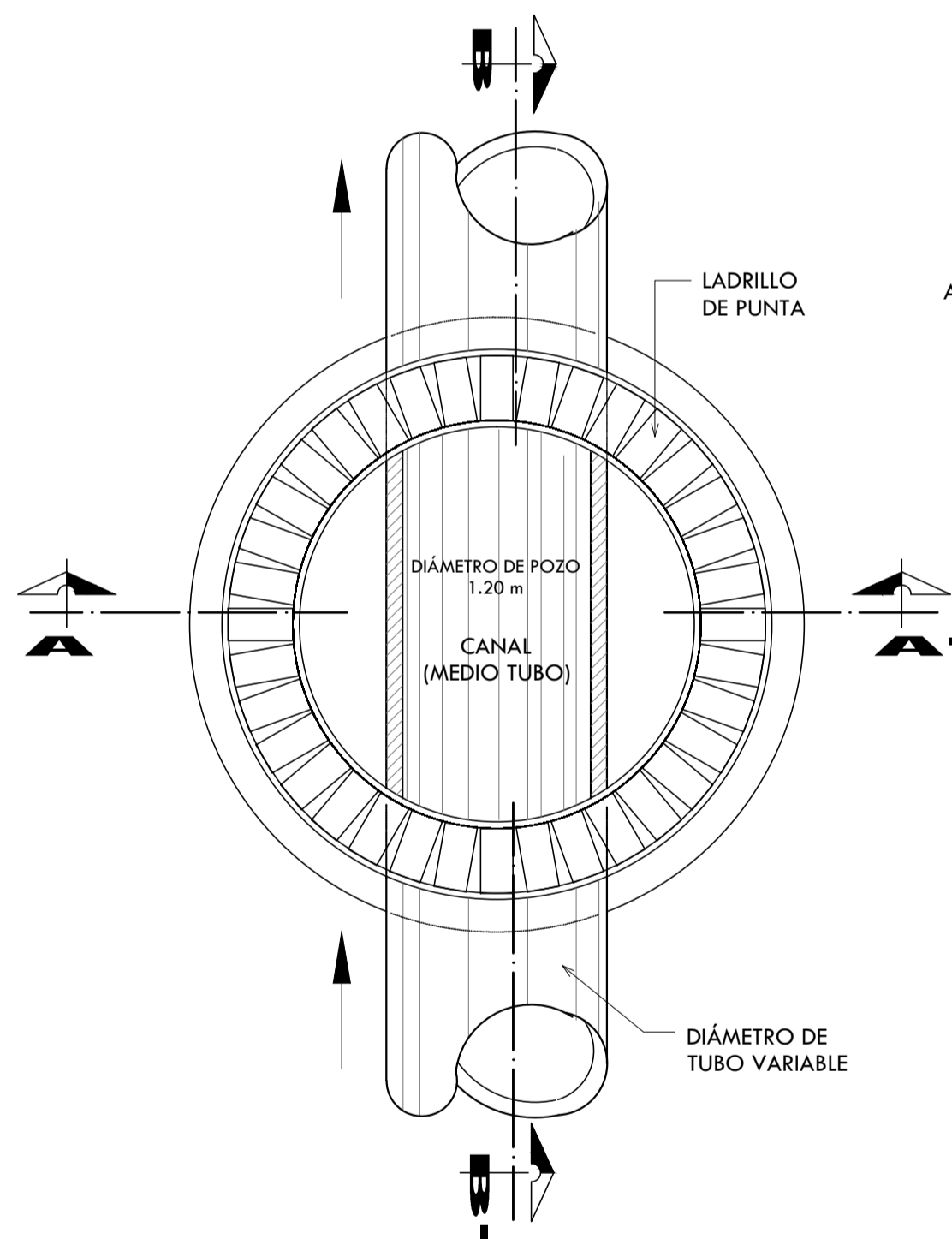
DETALLE DE POZOS

DETALLE TÍPICO DE POZO CON CAÍDA MAYOR A 0.70 m



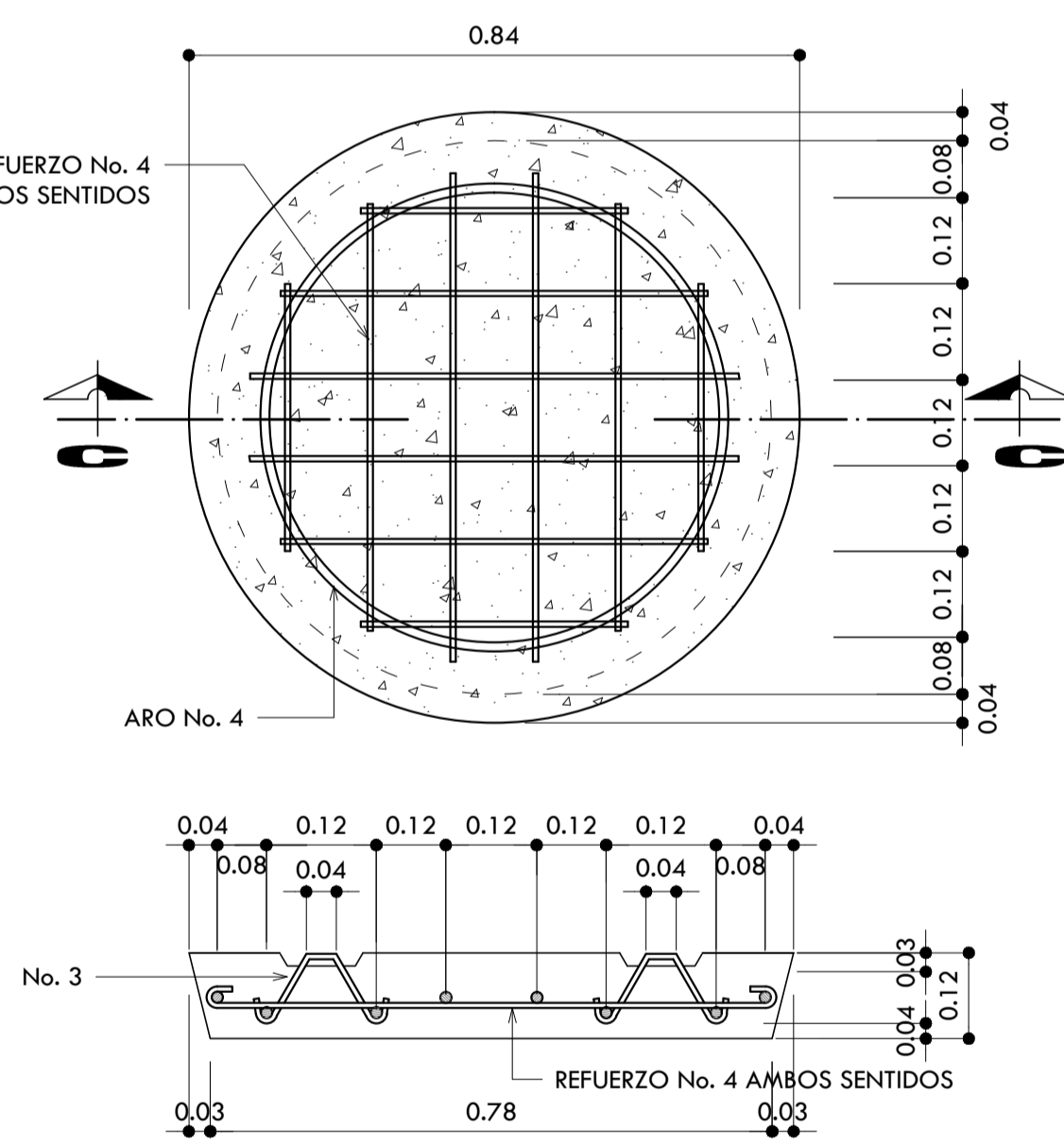
SECCIÓN F - F'

ESCALA: 1/20



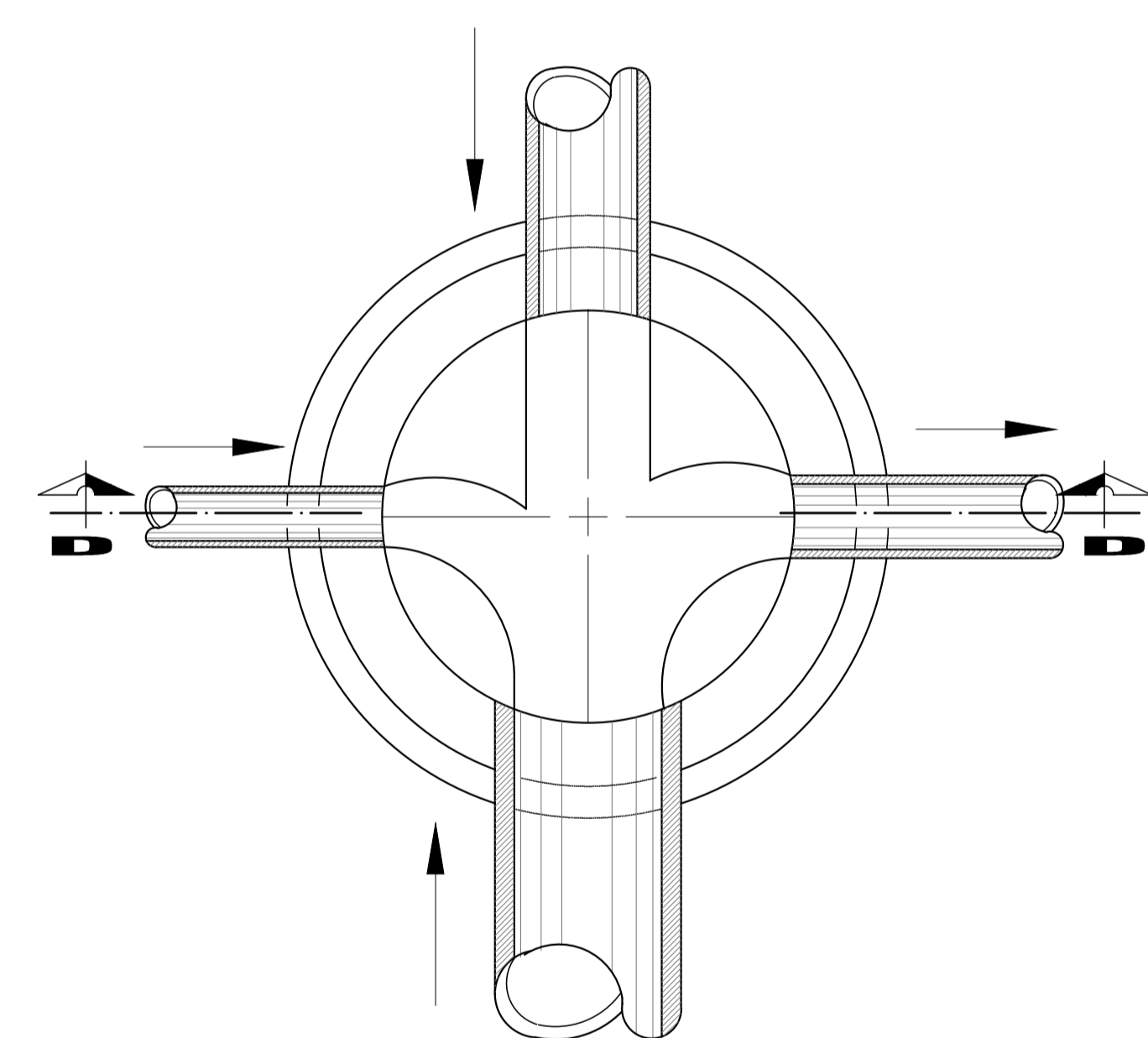
PLANTA DE POZO DE VISITA

ESCALA: 1/20



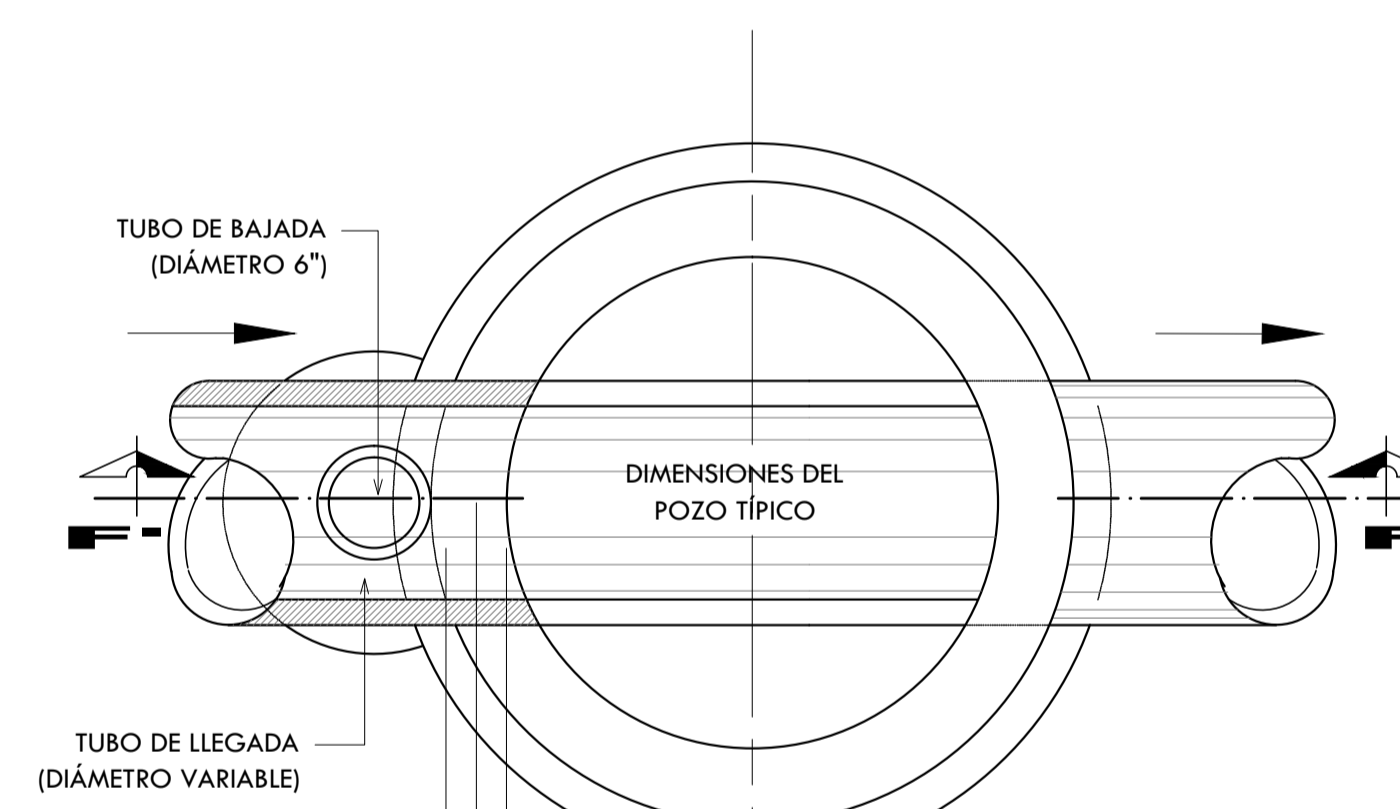
DETALLE DE TAPADERA

ESCALA: 1/10



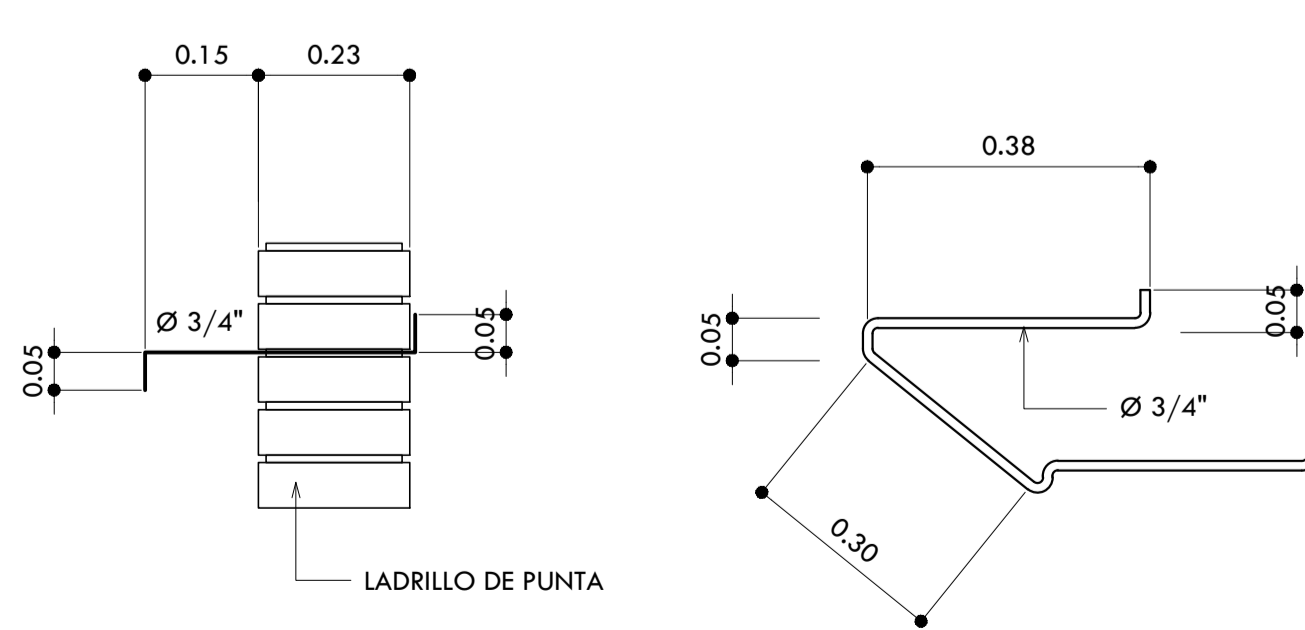
SECCIÓN E - E'

ESCALA: 1/20



SECCIÓN J - J'

ESCALA: 1/20

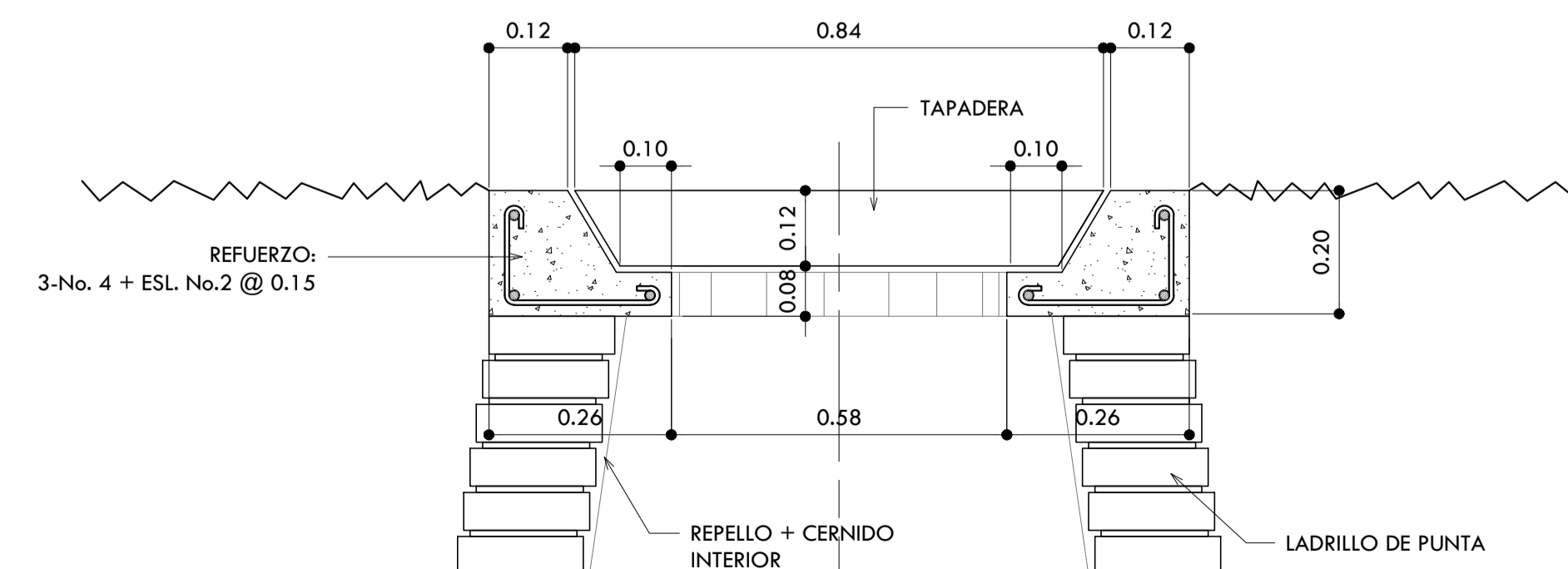


DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA: 1/10

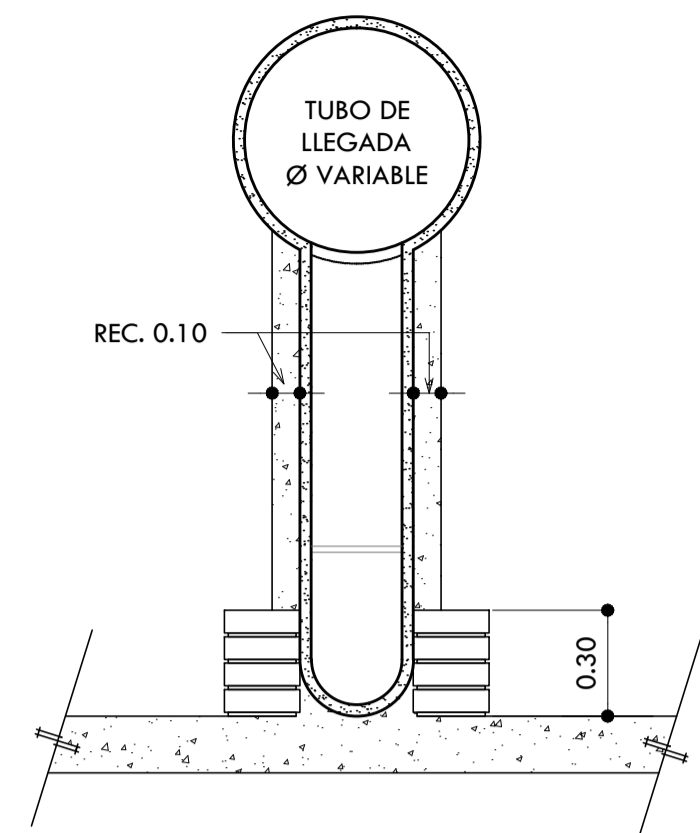
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ PROPORCIÓN 1:2:3.5.
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO CON PROPORCIÓN 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN USARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES ACI ANTES DE SU INSTALACIÓN.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ $f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
6. LA TUBERÍA DE CAÍDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 24" SERÁ DE 8", PARA COLECTORES MAYORES DE 24" SERÁ DE 12".



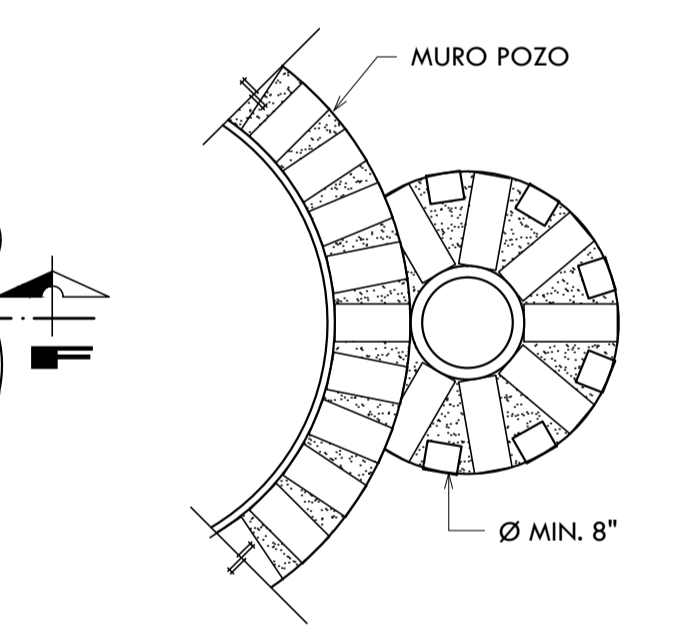
DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA: 1/10



SECCIÓN G - G'

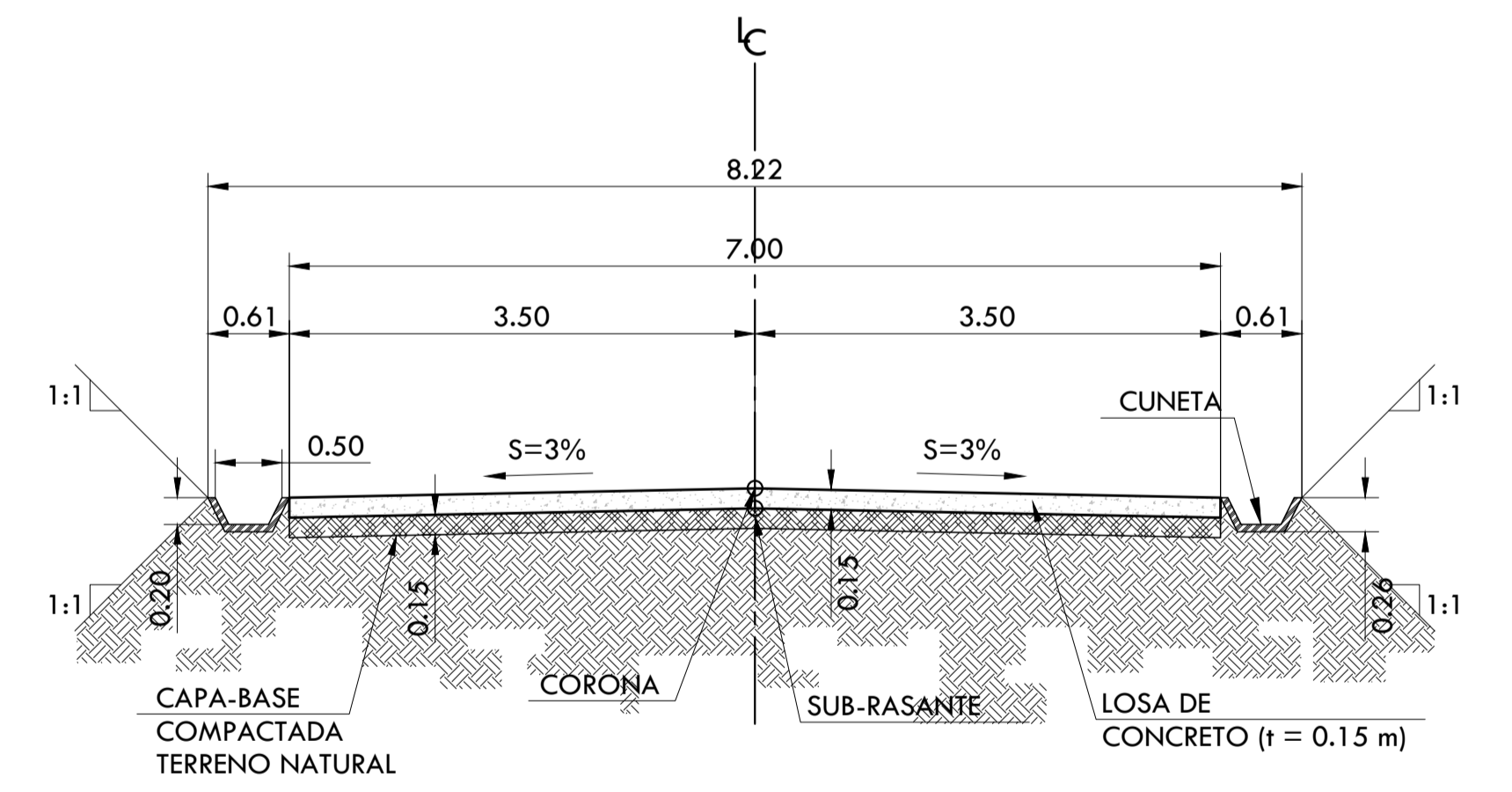
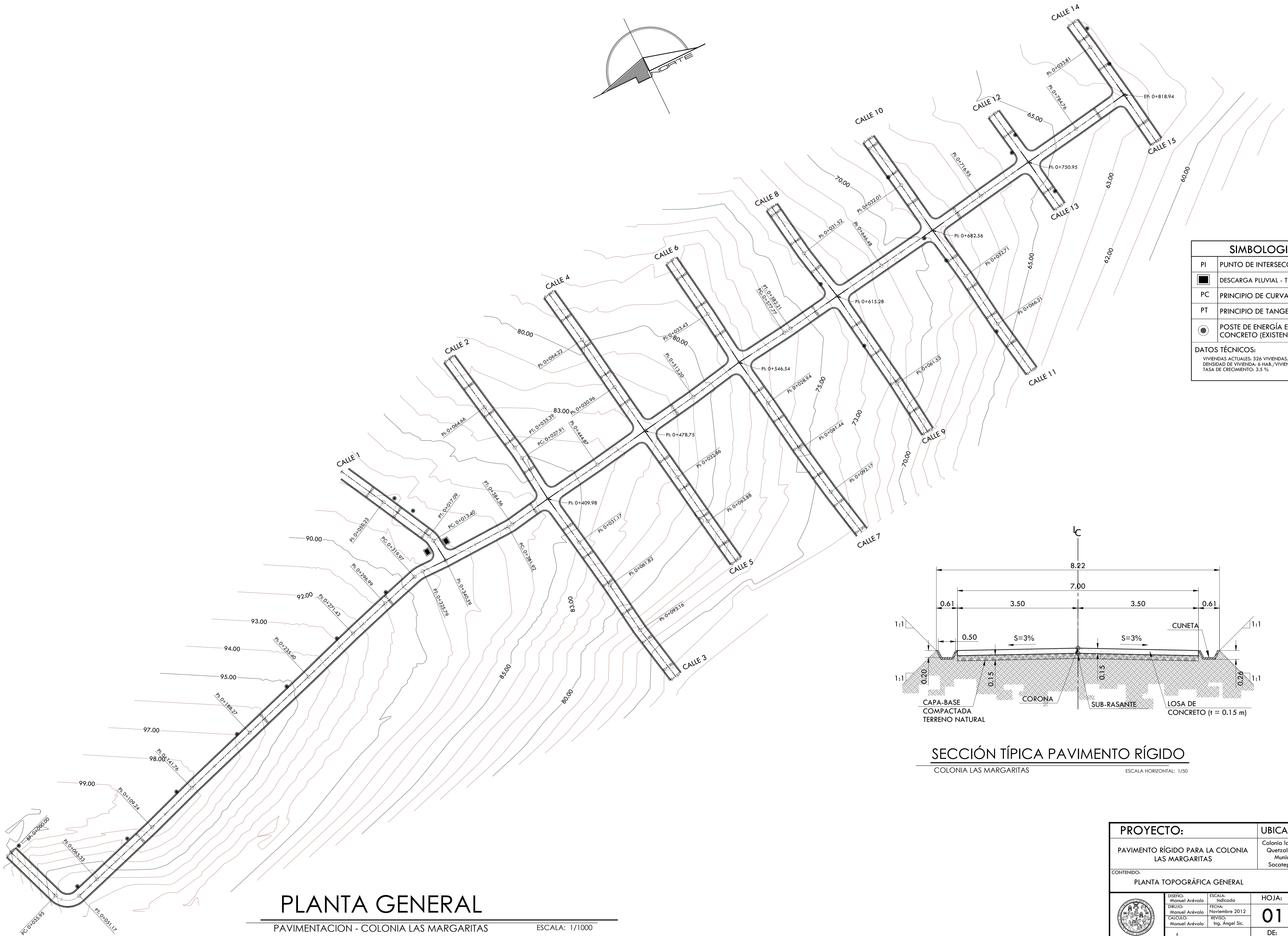
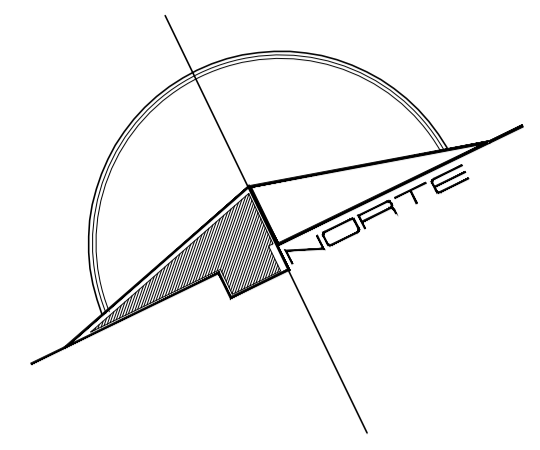
ESCALA: 1/20



SECCIÓN H - H'

ESCALA: 1/20

PROYECTO:		UBICACION:	
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO LAS MARGARITAS		Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejia, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO:			
DETALLES TÍPICOS GENERALES DE POZOS DE VISITA			
	DISEÑO: Manuel Arévalo DIBUJO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Octubre 2012 REVISOR: Ing. Angel Sic	HOJA: 06 DE:
	Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.		
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA (SERVICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.F.S.))		MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)	
V.O. D.M.P.		V.O. D.M.P.	



SECCIÓN TÍPICA PAVIMENTO RÍGIDO
COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/50

PLANTA GENERAL
PAVIMENTACION - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA: 1/1000

PROYECTO:		UBICACION:	
PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS		Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO:			
PLANTA TOPOGRÁFICA GENERAL			
DISEÑO: Manuel Arévalo DIBUJO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Noviembre 2012 REVISO: Ing. Angel Sic	HOJA:	MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)
		f. Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.	
f. V.o.Ba. DMP		DE:	08

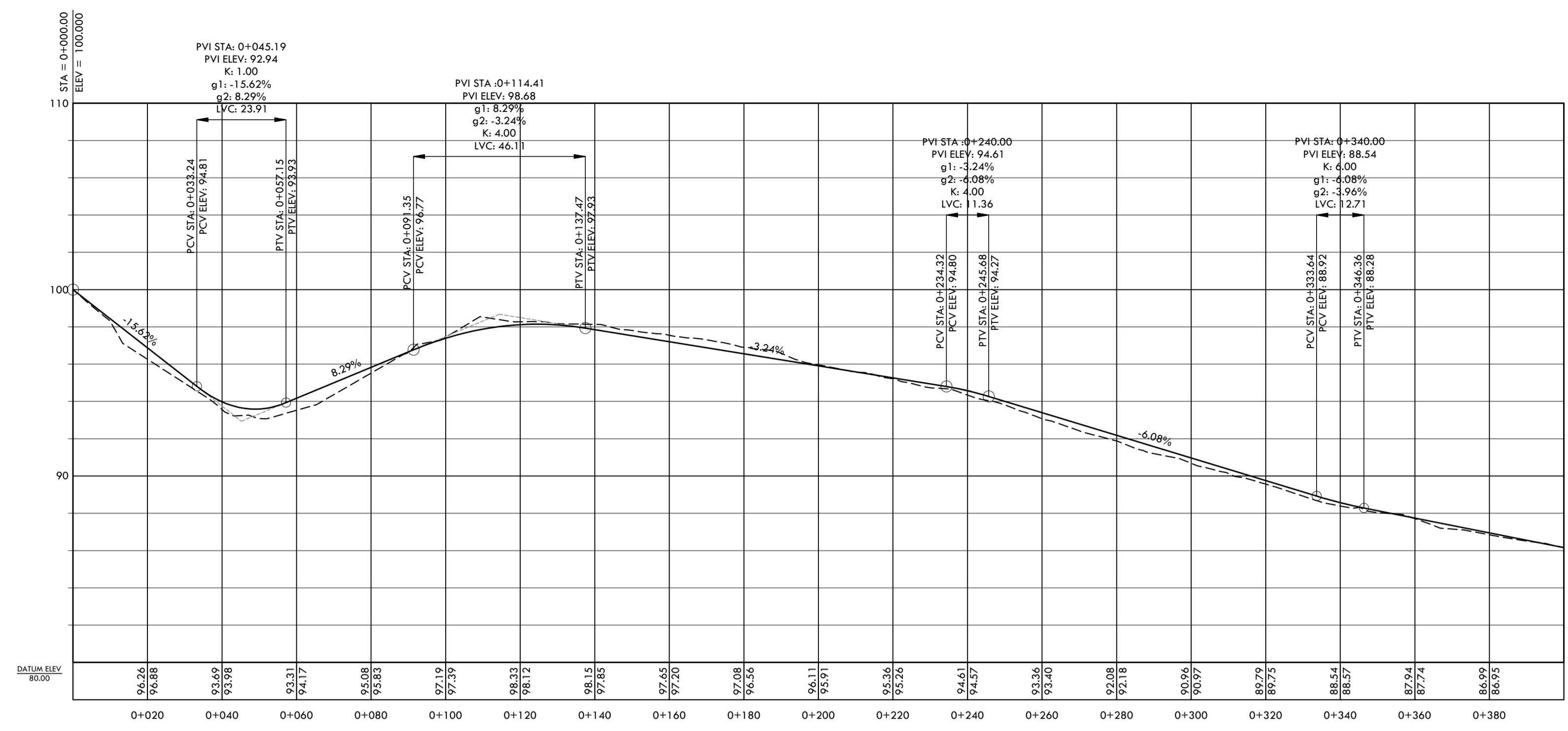
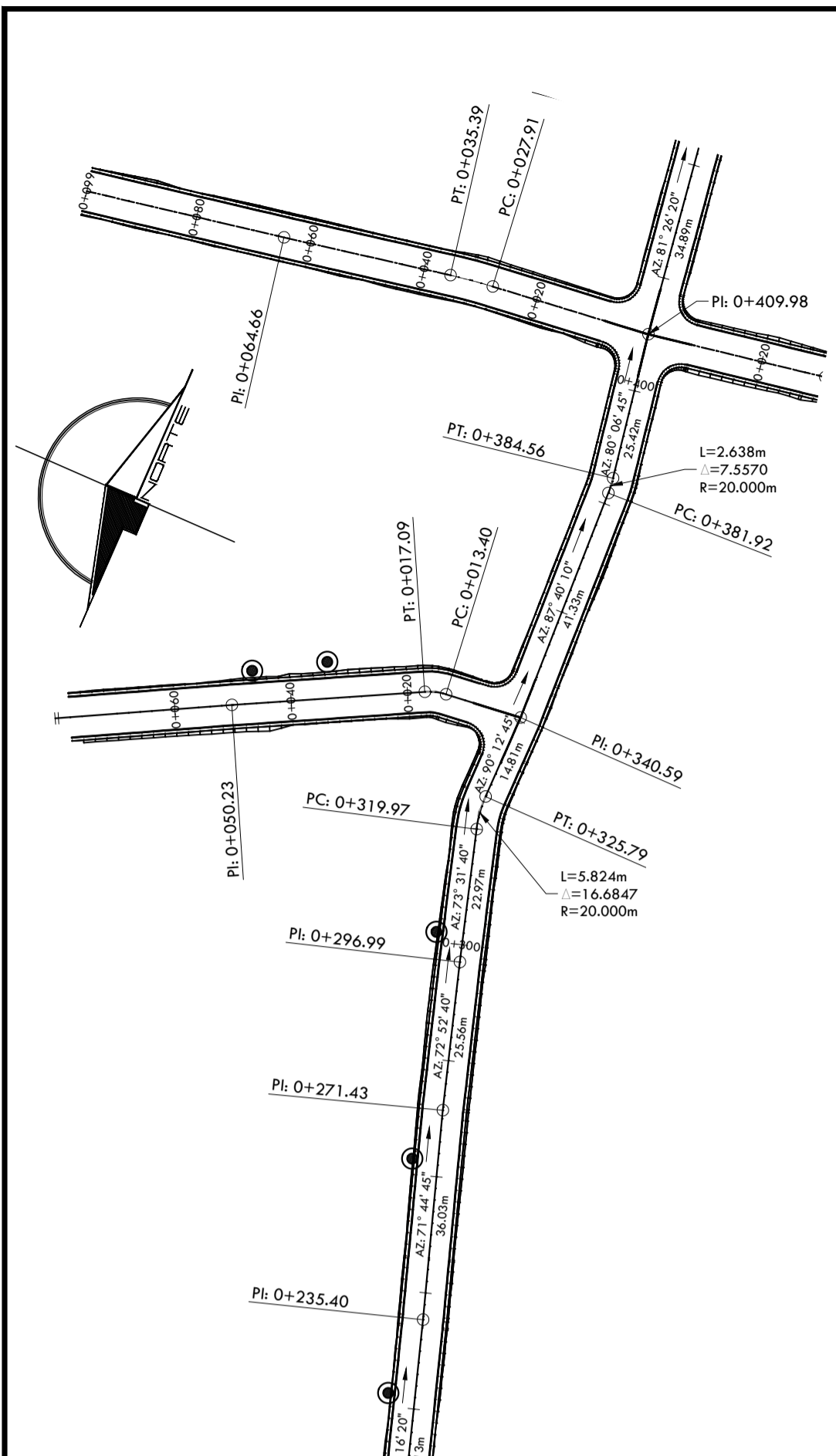


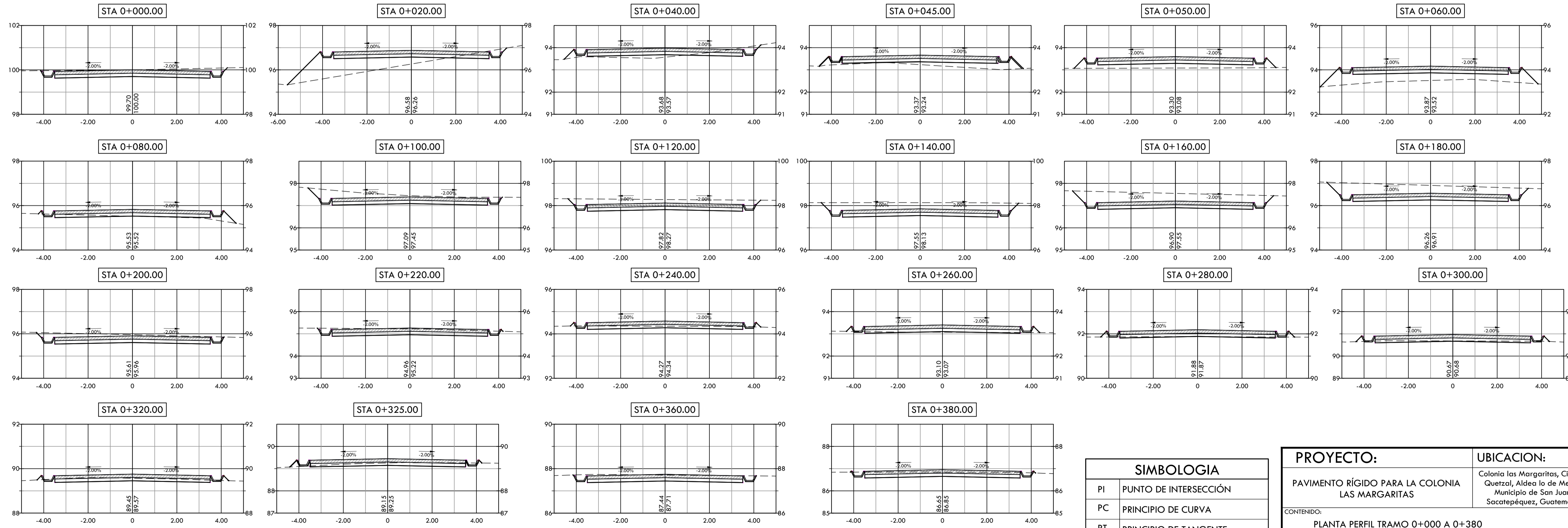
TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+000.00	0.00	2.79	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	3.76	0.51	37.64	33.03	37.64	33.03
0+040.00	0.53	0.69	40.63	12.76	78.28	45.79
0+045.00	1.43	0.00	5.10	2.26	83.38	48.05
0+050.00	1.73	0.00	8.32	0.00	91.70	48.05
0+060.00	3.55	0.00	26.33	0.00	118.02	48.05
0+080.00	0.35	0.30	38.97	3.02	156.99	51.07
0+100.00	0.00	3.59	3.45	38.89	160.45	89.96
0+120.00	0.00	4.01	0.00	75.92	160.45	165.88
0+140.00	0.00	5.09	0.00	90.98	160.45	256.86
0+160.00	0.00	5.72	0.00	108.05	160.45	364.91
0+180.00	0.00	5.78	0.00	114.94	160.45	479.85
0+200.00	0.00	3.11	0.00	88.92	160.45	568.77
0+220.00	0.01	2.23	0.05	53.47	160.50	622.25
0+240.00	0.06	0.80	0.63	30.30	161.12	652.55
0+260.00	0.16	0.12	2.17	9.21	163.30	661.76
0+280.00	0.13	0.16	2.93	2.83	166.23	664.58
0+300.00	0.11	0.37	2.44	5.25	168.67	669.83
0+320.00	0.08	1.02	1.89	13.91	170.55	683.74
0+325.00	0.10	0.91	0.47	4.80	171.02	688.54
0+340.00	0.00	3.48	0.76	33.21	171.79	721.75
0+360.00	0.00	2.41	0.01	58.65	171.79	780.40
0+380.00	0.01	1.78	0.07	41.87	171.86	822.27

PERFIL DESDE 0+000 A 0+380

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200

PLANTA DE 0+000 A 0+380

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



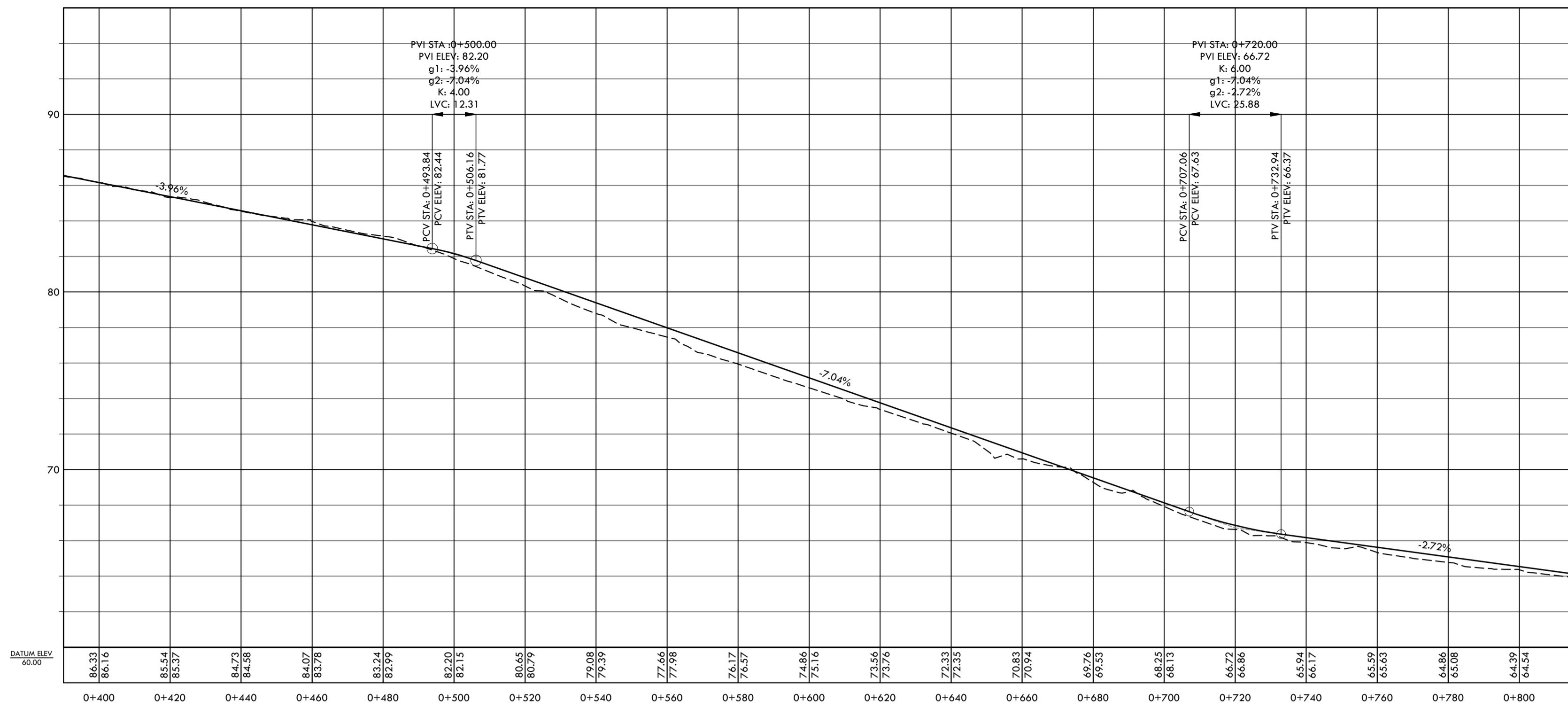
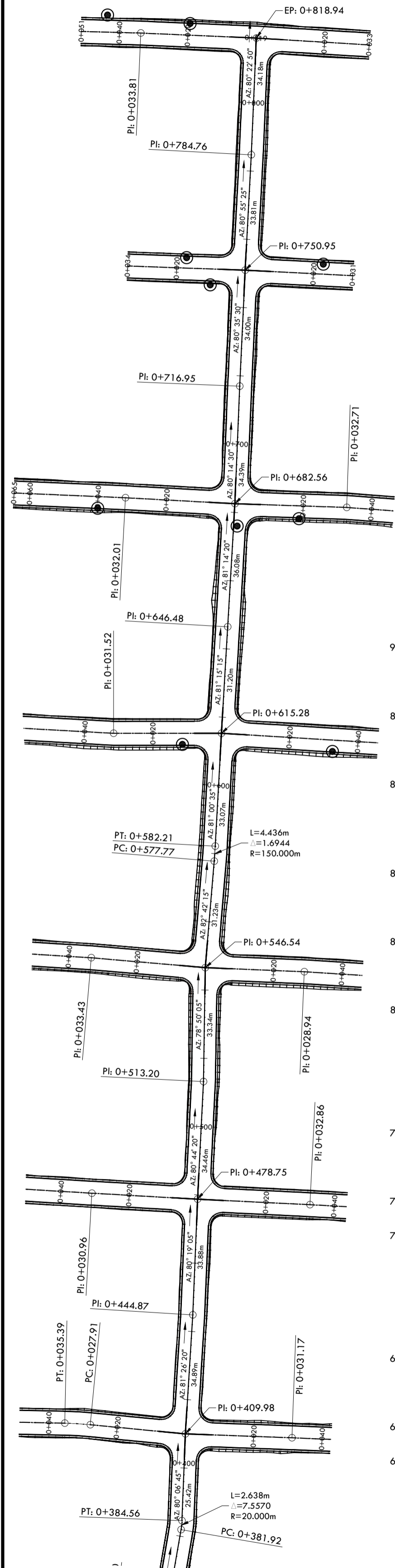
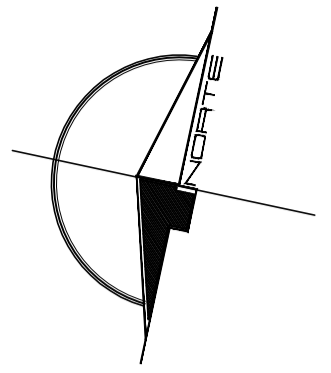
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO DE 0+000 A 0+380

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

SIMBOLOGIA	
PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
	POSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONCRETO (EXISTENTE)

DATOS TÉCNICOS:
 VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 0 HAB./VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

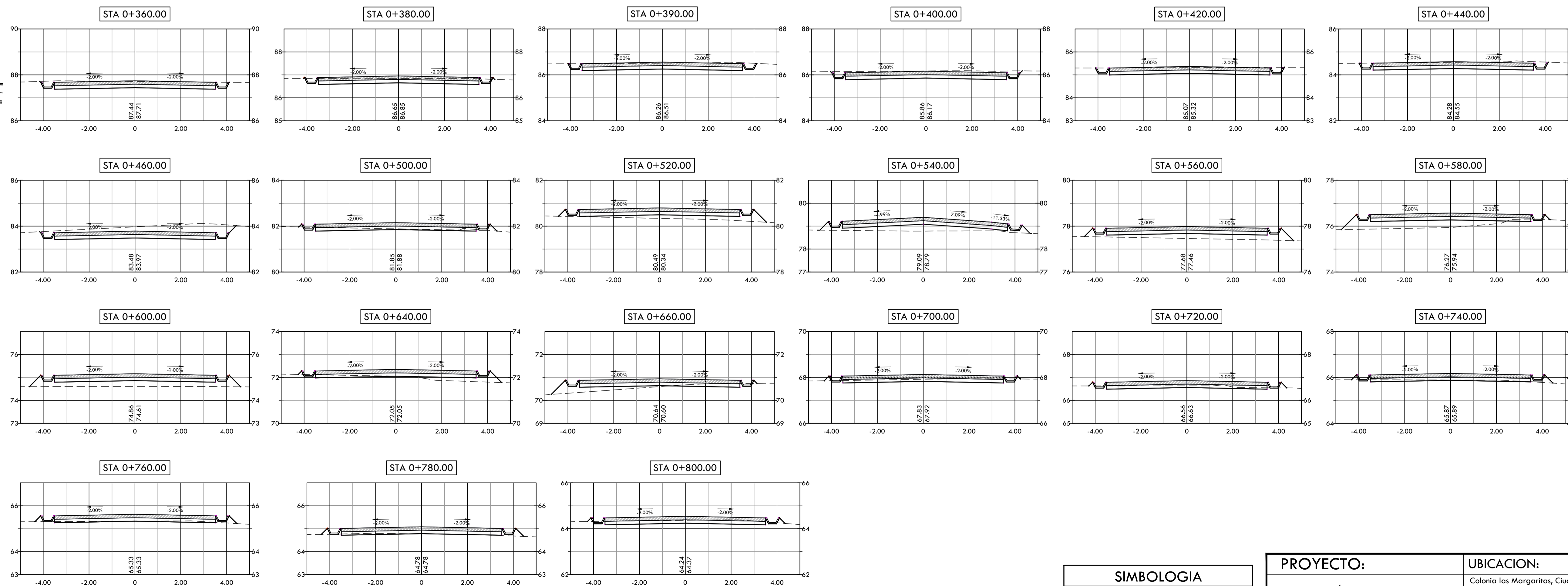
PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS		UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL TRAMO 0+000 A 0+380			
DISEÑO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada	HOJA: 02	
FECHA: Noviembre 2012	REVISOR: Ing. Angel Sic	DE: 08	
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.		MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)	



PERFIL DESDE 0+380 A 0+818.94

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200

TABLA DE VOLUMEN TOTAL						
ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+390.00	0.00	2.31	0.03	20.45	171.89	842.72
0+400.00	0.00	2.71	0.00	25.12	171.89	867.83
0+420.00	0.00	2.25	0.00	49.60	171.89	917.43
0+440.00	0.00	2.44	0.00	46.85	171.89	964.28
0+460.00	0.00	4.18	0.00	66.20	171.89	1030.49
0+480.00	0.00	8.94	0.00	131.22	171.89	1161.70
0+500.00	0.09	0.54	0.89	94.83	172.78	1256.54
0+520.00	1.28	0.00	13.76	5.40	186.54	1261.94
0+540.00	1.64	0.00	29.28	0.00	215.82	1261.94
0+560.00	1.78	0.00	34.20	0.00	250.02	1261.94
0+580.00	2.17	0.11	39.48	1.09	289.50	1263.03
0+600.00	2.16	0.00	43.28	1.09	332.77	1264.12
0+620.00	0.08	1.03	22.44	10.28	355.21	1274.40
0+640.00	0.65	0.29	7.30	13.22	362.52	1287.61
0+660.00	0.87	0.37	15.21	6.68	377.72	1294.29
0+680.00	0.00	10.82	8.74	111.94	386.47	1406.24
0+700.00	0.05	0.94	0.55	117.62	387.02	1523.85
0+720.00	0.09	0.69	1.40	16.28	388.42	1540.14
0+740.00	0.17	0.31	2.53	9.93	390.95	1550.07
0+760.00	0.17	0.21	3.42	5.15	394.37	1555.22
0+780.00	0.21	0.15	3.85	3.54	398.22	1558.76
0+800.00	0.07	1.12	2.80	12.70	401.02	1571.46
0+818.94	0.00	3.94	0.65	47.99	401.67	1619.46



PLANTA DE 0+380 A 0+818.94

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

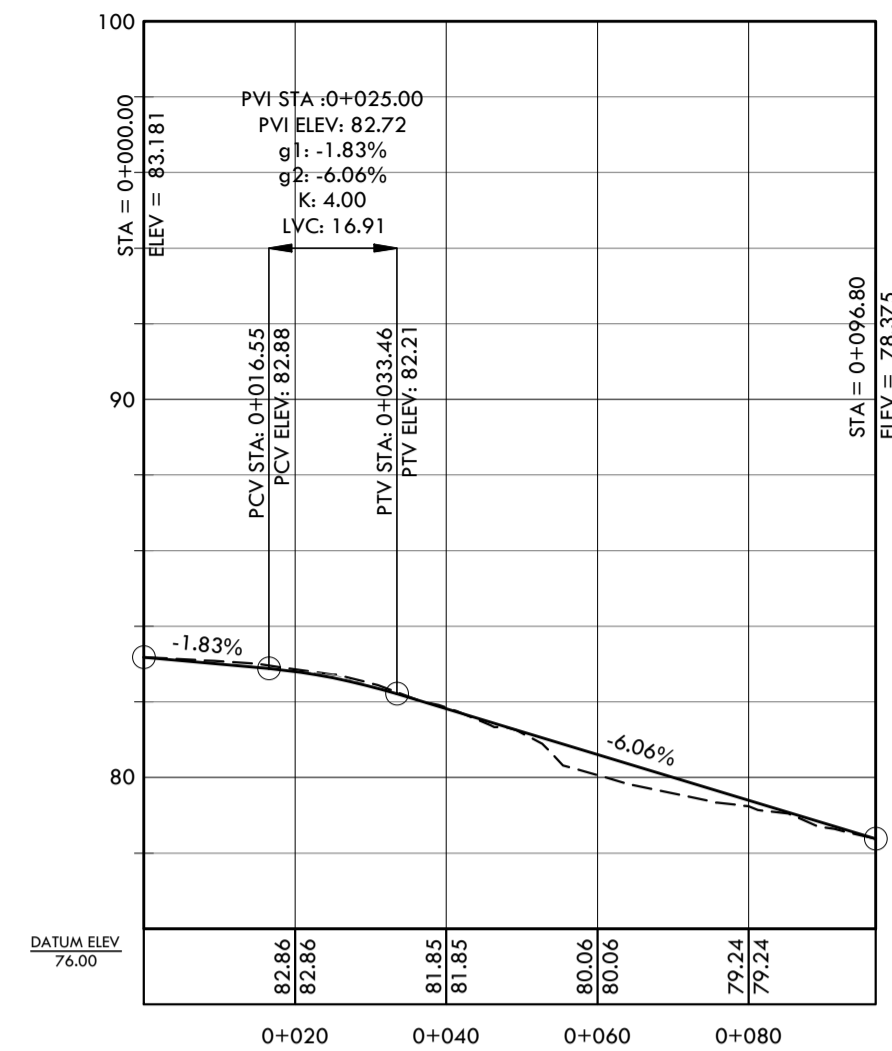
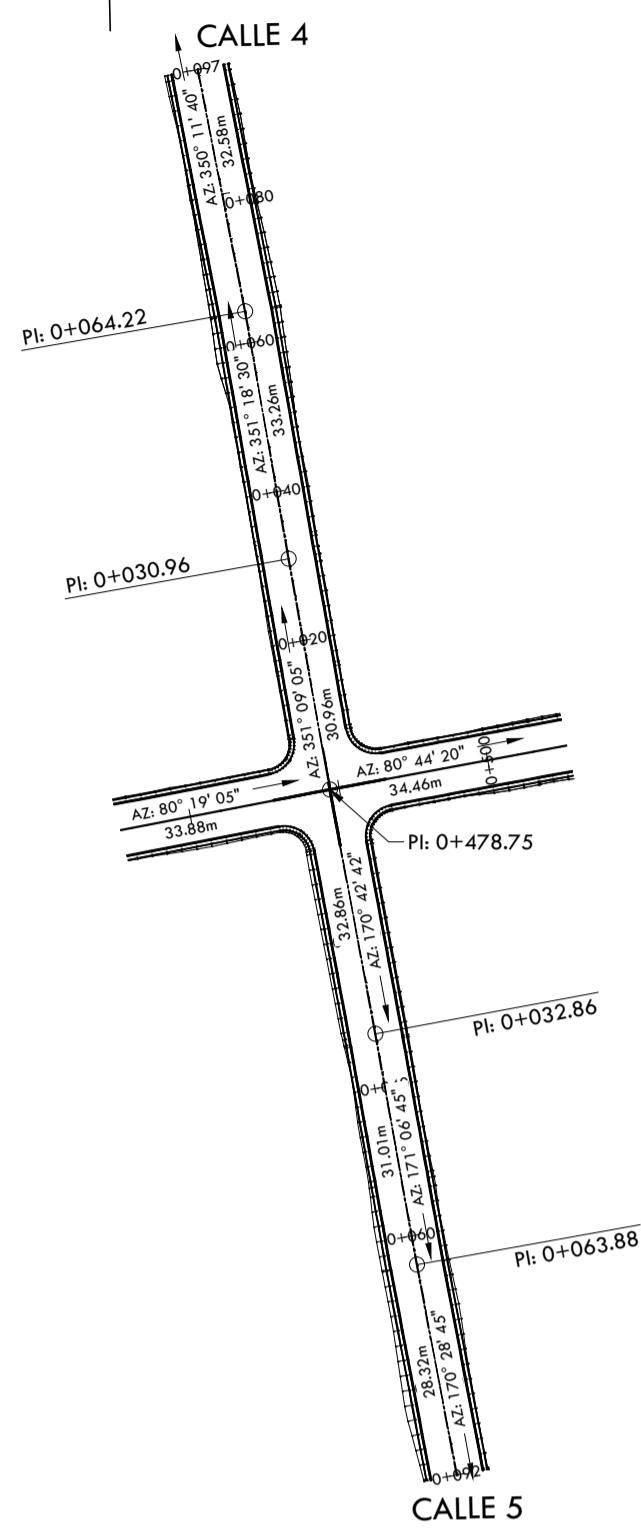
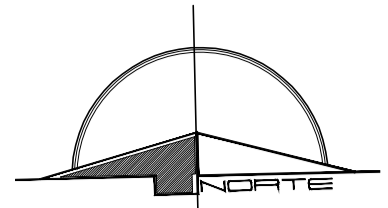
SECCIONES TRANSVERSALES TRAMO DE 0+380 A 0+818.94

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

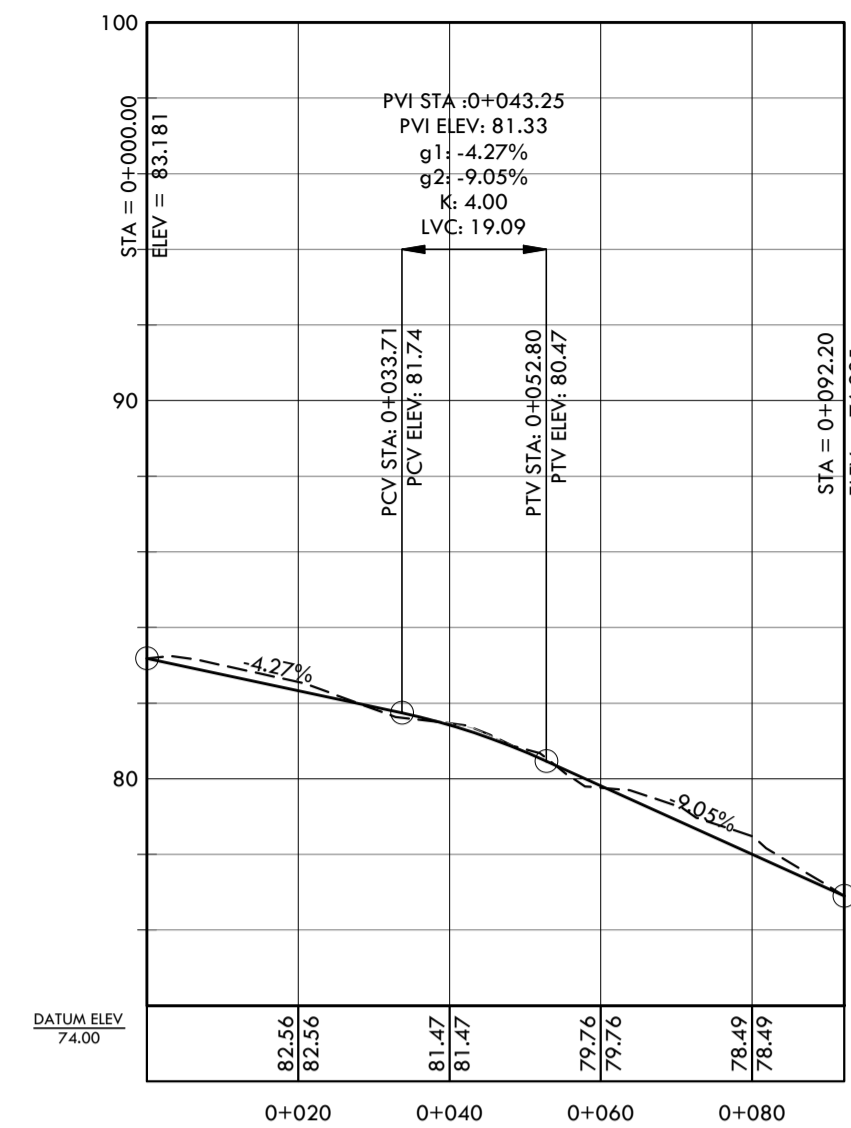
SIMBOLOGIA	
PI	PUNTO DE INTERSECCION
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
	POSTE DE ENERGIA ELÉCTRICA CONCRETO (EXISTENTE)

DATOS TÉCNICOS:
 VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 6 HAB./VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

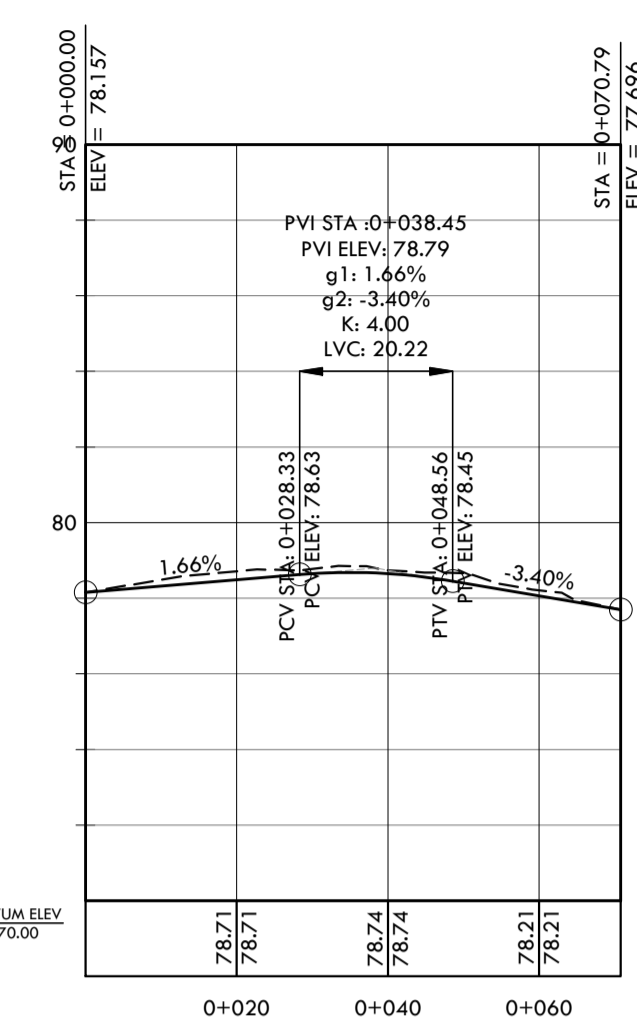
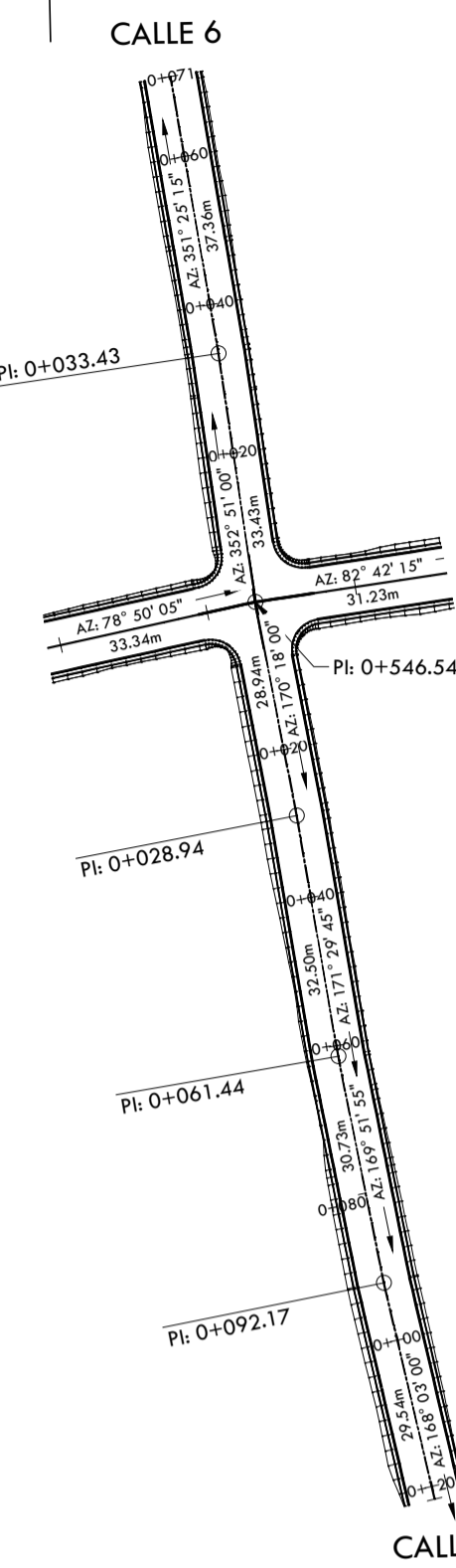
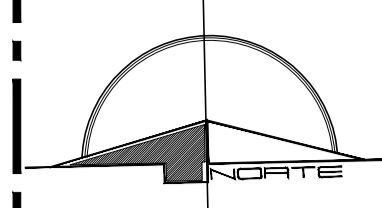
PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS		UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL TRAMO 0+380 A 0+818.94			
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESPECIALIDAD EN INGENIERIA CIVIL (SUPERVISADO)	DISEÑO: Manuel Arévalo DIBUJO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Noviembre 2012 REVISO: Ing. Angel Sic	HOJA: 03 DE: 08
	Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.		MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)



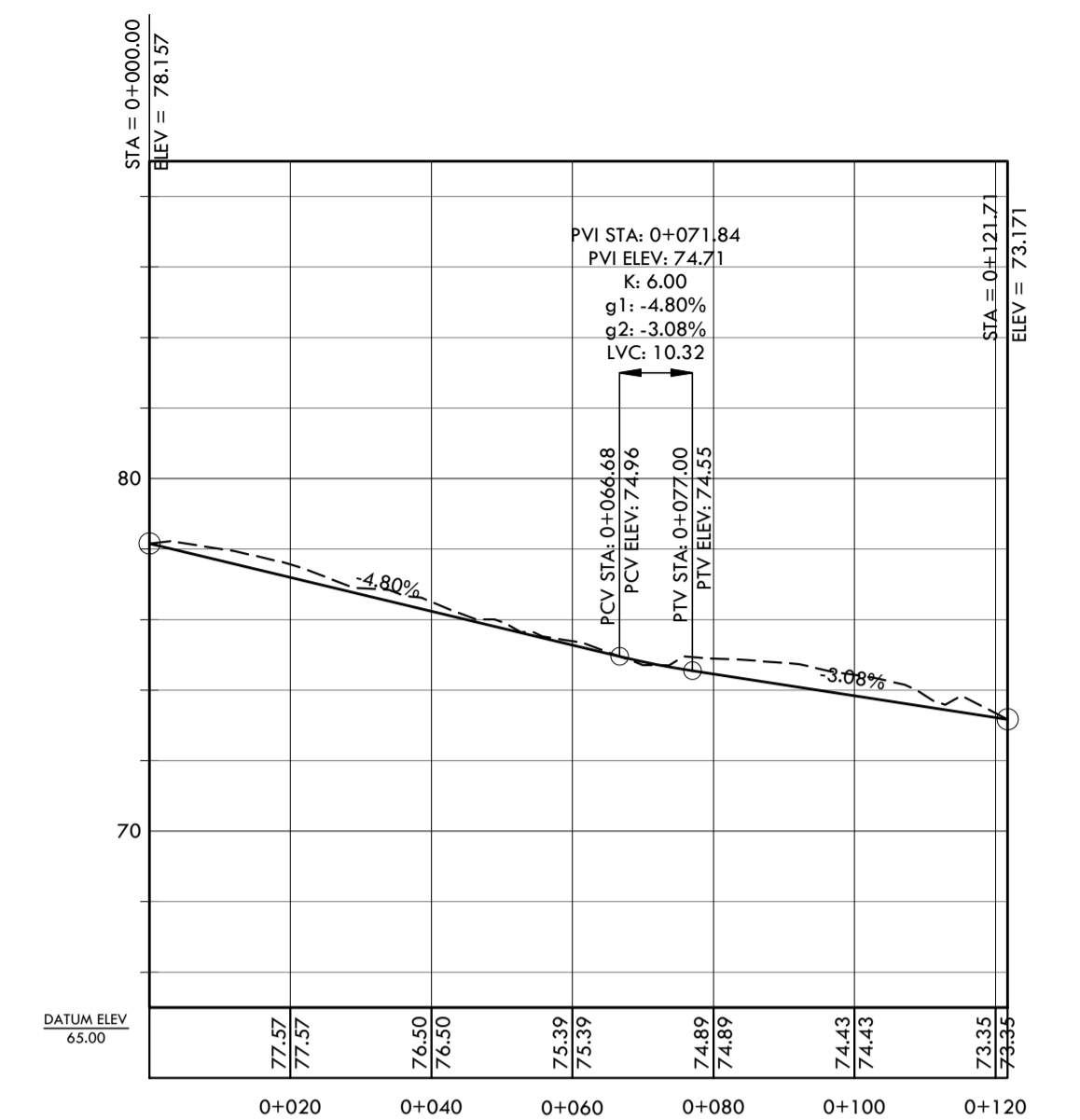
PERFIL CALLE 4 DE 0+000 A 0+096.80
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL CALLE 5 DE 0+000 A 0+092.20
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL CALLE 6 DE 0+000 A 0+070.79
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200



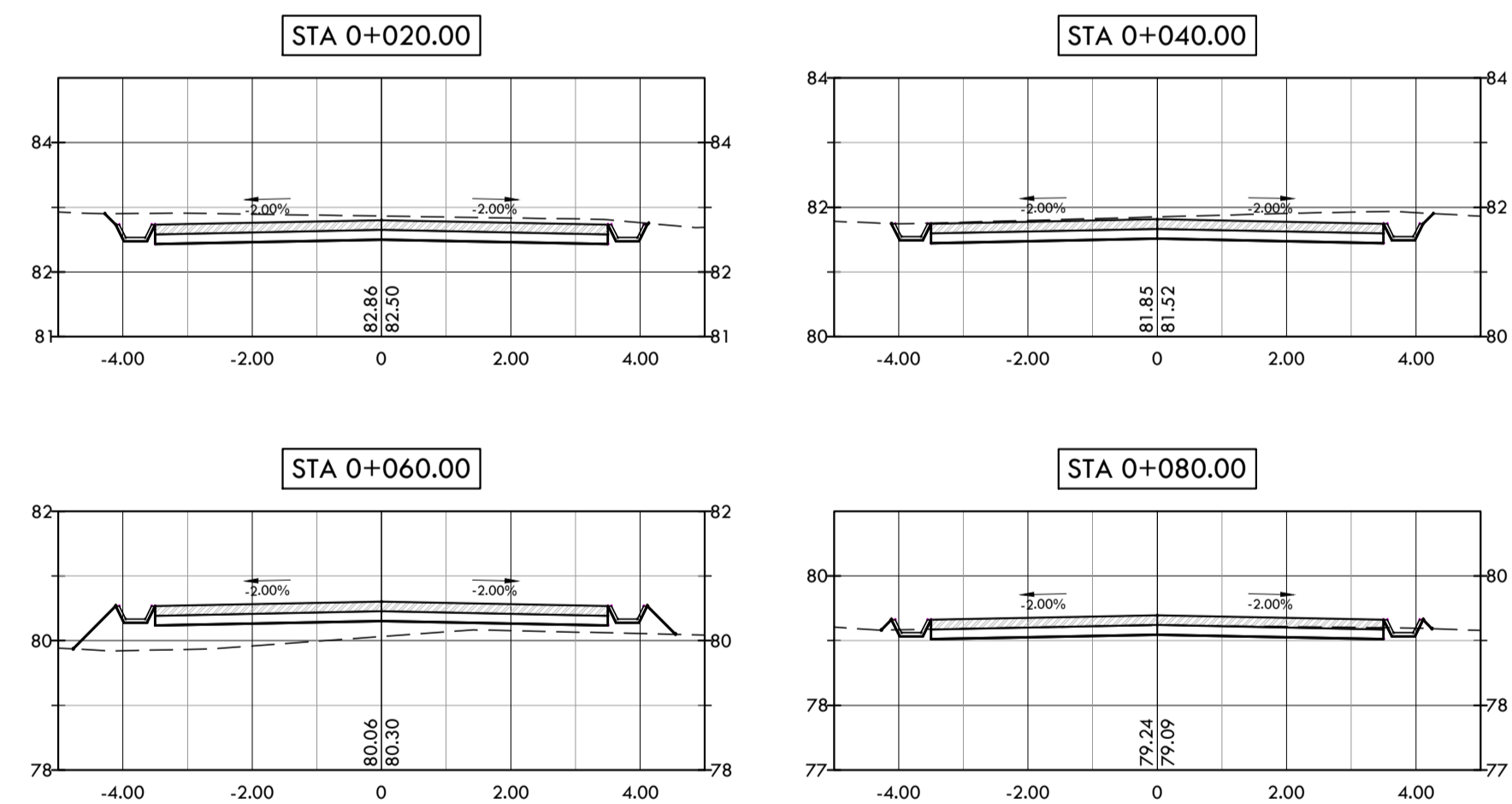
PERFIL CALLE 7 DE 0+000 A 0+121.71
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200

PLANTA CALLE 4 Y CALLE 5

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

PLANTA CALLE 6 Y CALLE 7

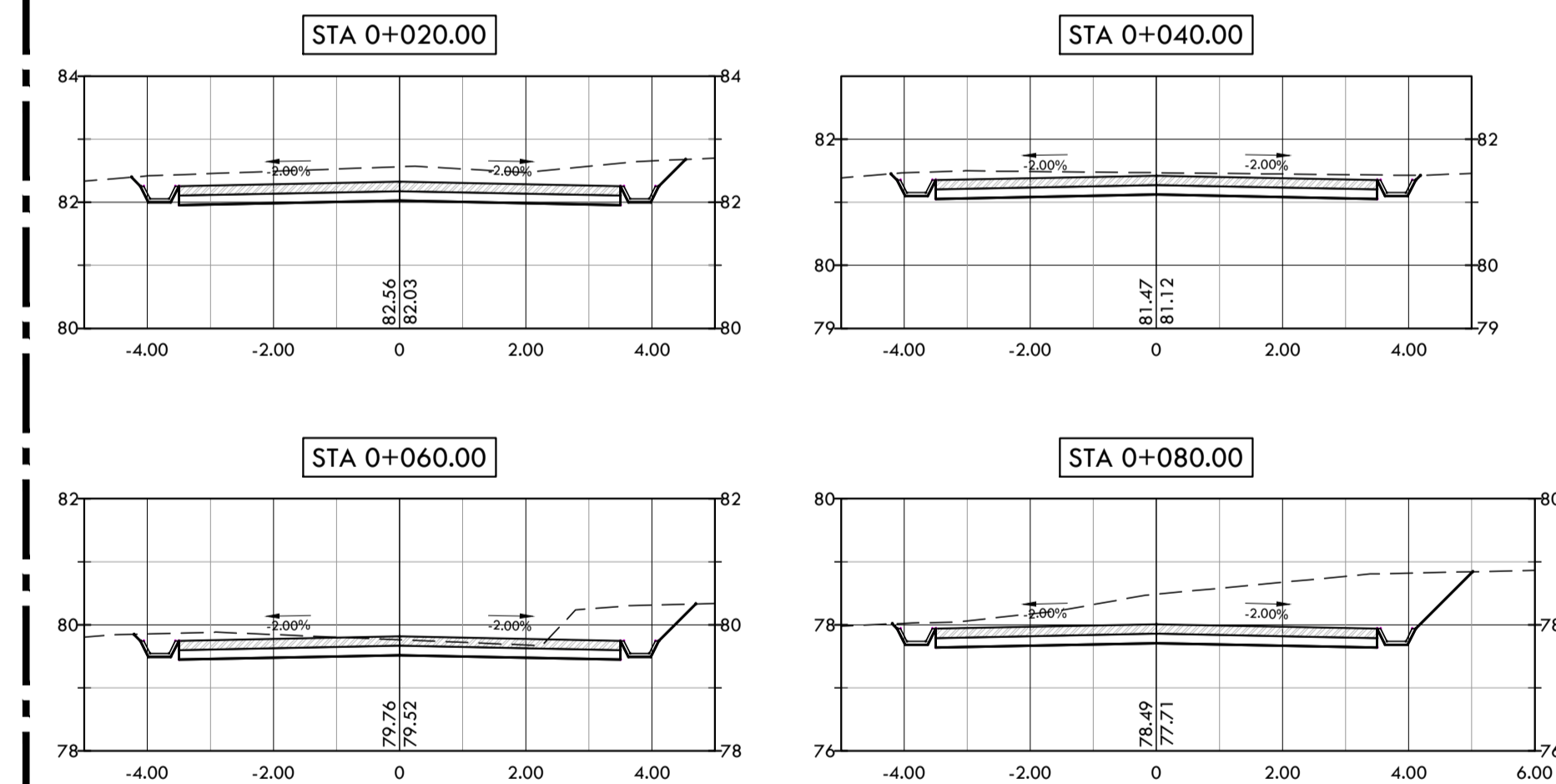
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	3.18	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	2.95	0.00	61.39	0.00	61.39
0+060.00	2.38	0.00	23.84	29.55	23.84	90.94
0+080.00	0.04	1.19	24.23	11.88	48.07	102.81

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 4 DE 0+000 A 0+096.80

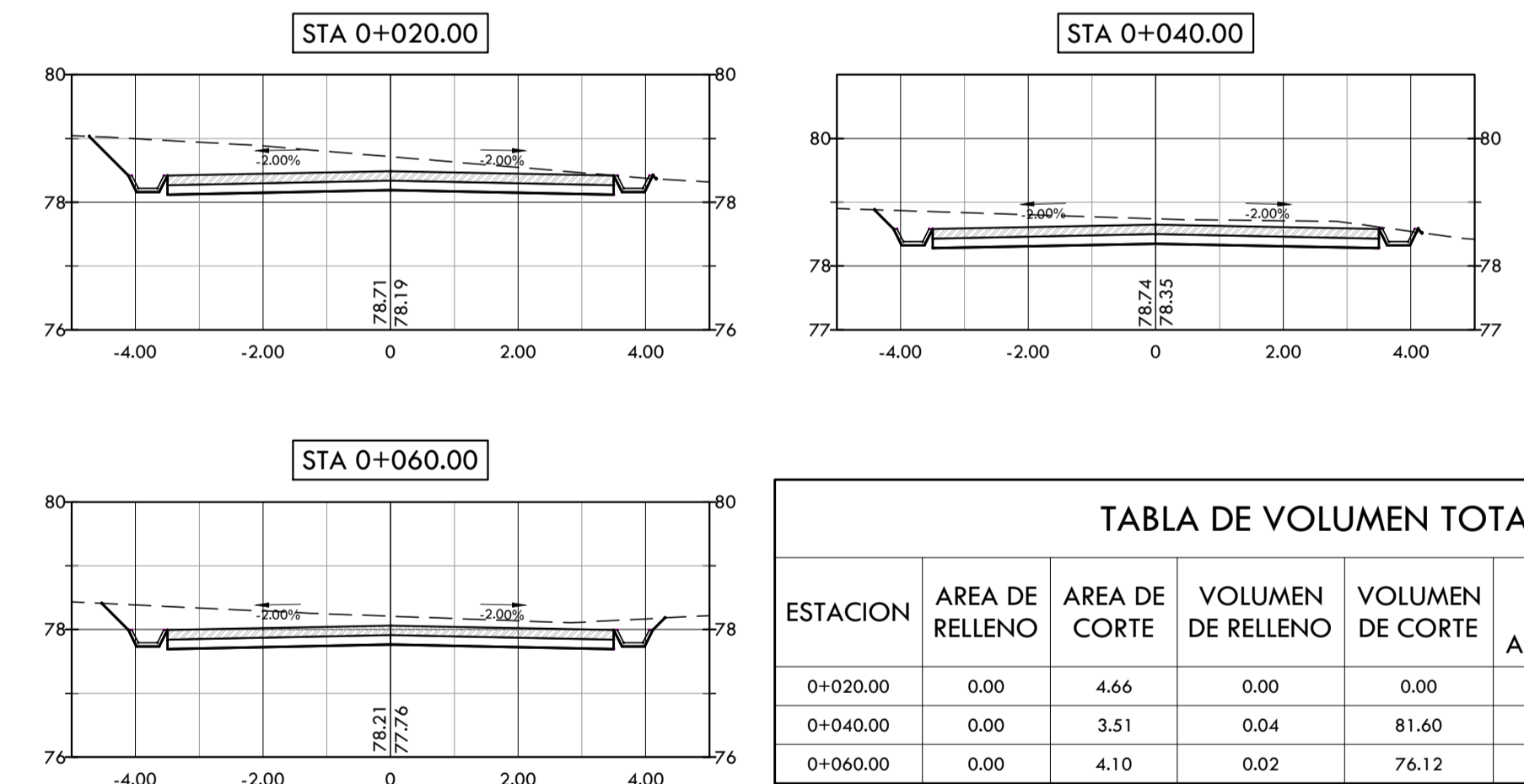
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100



ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	4.37	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	3.04	0.00	74.09	0.00	74.09
0+060.00	0.00	3.39	0.00	64.29	0.00	138.38
0+080.00	0.00	6.60	0.00	99.84	0.00	238.22

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 5 DE 0+000 A 0+092.20

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100



ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	4.66	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	3.51	0.04	81.60	0.04	81.60
0+060.00	0.00	4.10	0.02	76.12	0.06	157.72

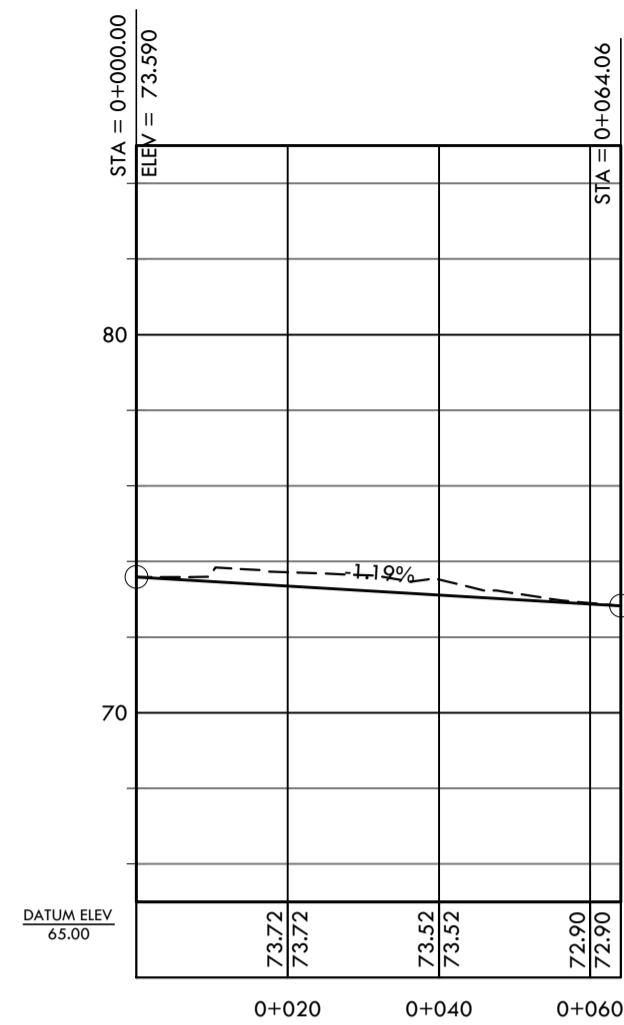
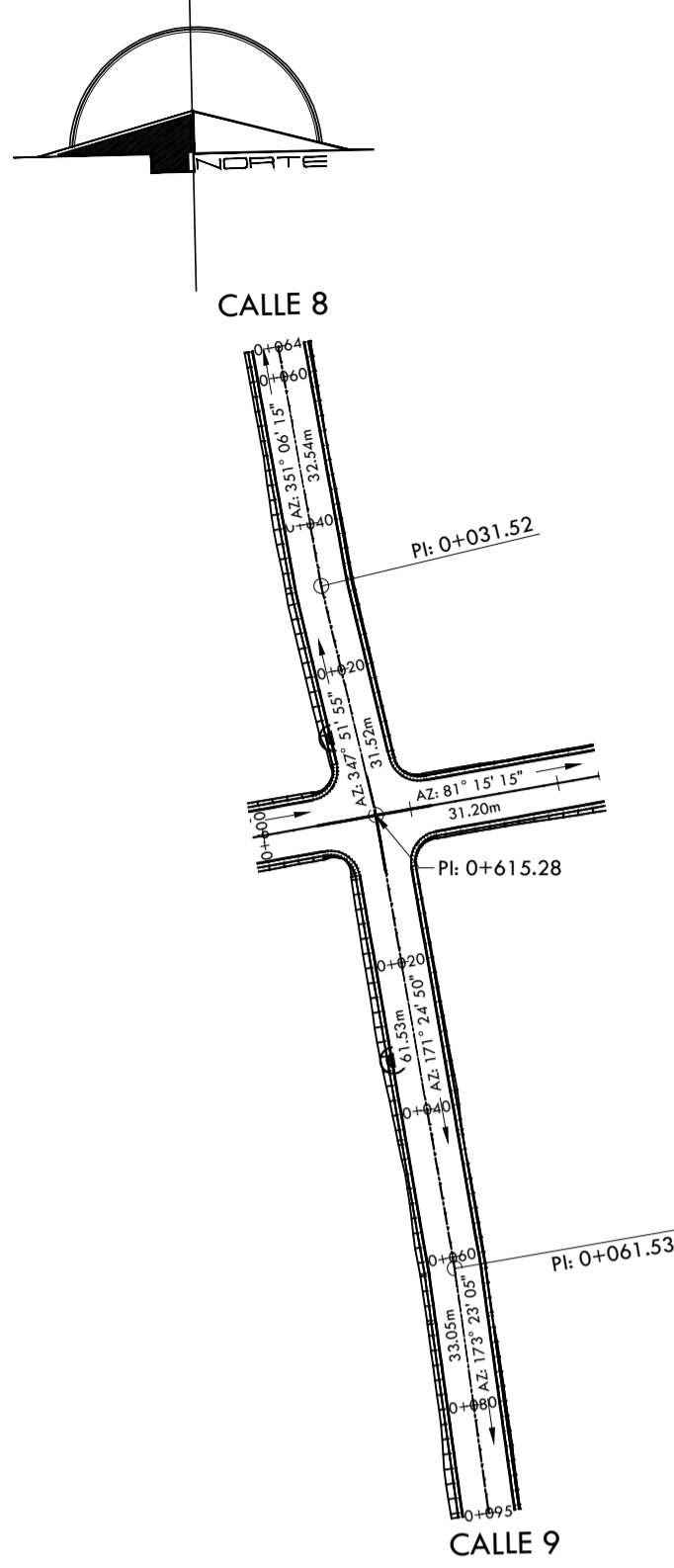
SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 6 DE 0+000 A 0+092.20

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

SIMBOLOGIA	
PI	PUNTO DE INTERSECCION
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
	POSTE DE ENERGIA ELÉCTRICA CONCRETO (EXISTENTE)

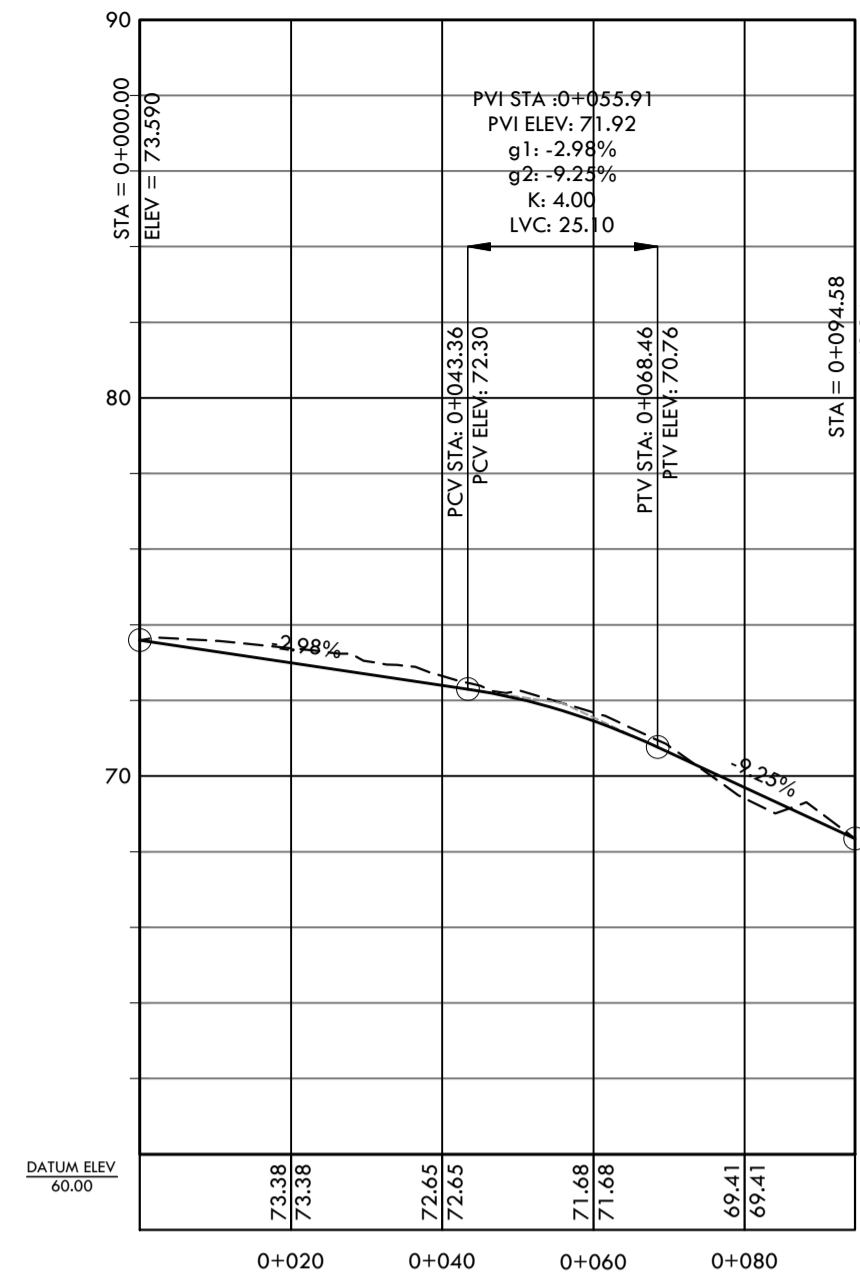
DATOS TÉCNICOS:
VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS.
DENSIDAD DE VIVIENDA: 6 HAB./VIVIENDA.
TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS		UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea la de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE CALLE 4 Y CALLE 5 + SECCIONES TRANSVERSALES PLANTA PERFIL DE CALLE 6 Y CALLE 7 + SECCIONES TRANSVERSALES			
 UNIVERSIDAD DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA LIBRECO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.F.S.)	DISEÑO: Manuel Arévalo FECHA: Noviembre 2012 CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada HOJA: 05 DE: 08	 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)
	Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.	Ing. Ángel Sic. V.o.Ba. D.M.P.	



PERFIL CALLE 8 DE 0+000 A 0+064.06

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200

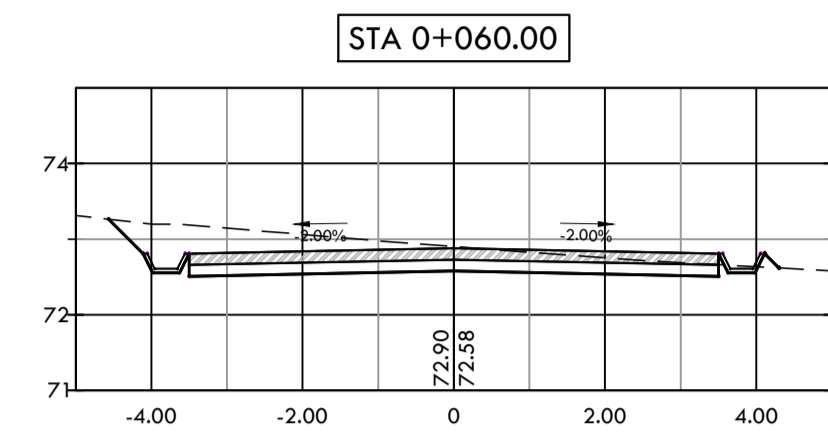
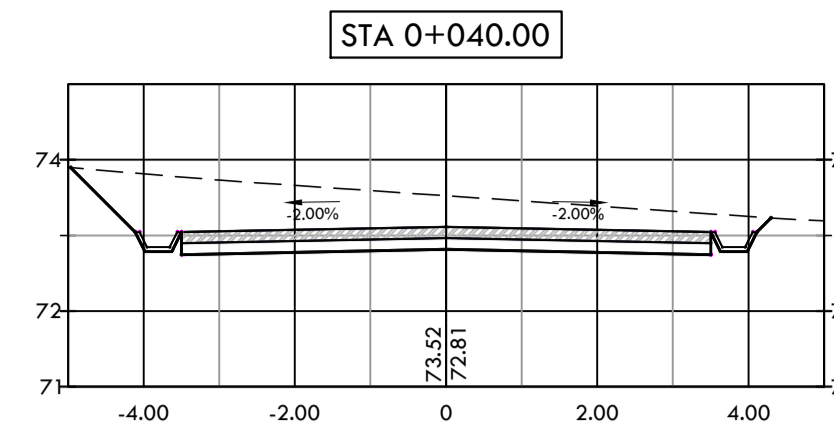
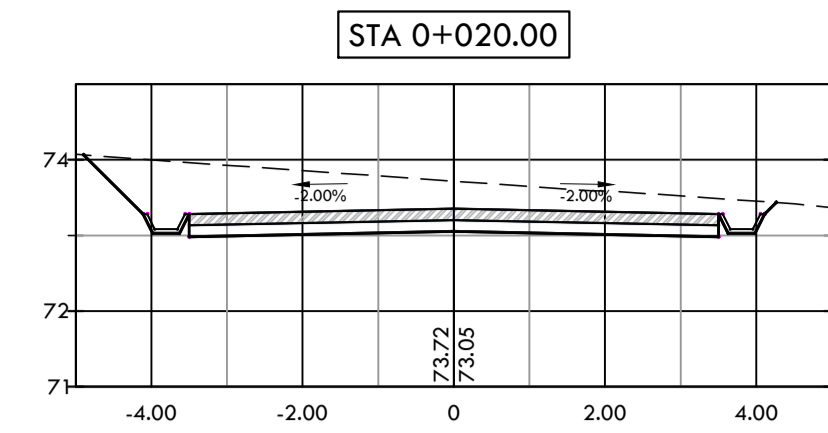


PERFIL CALLE 9 DE 0+000 A 0+094.58

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200

PLANTA CALLE 8 Y CALLE 9

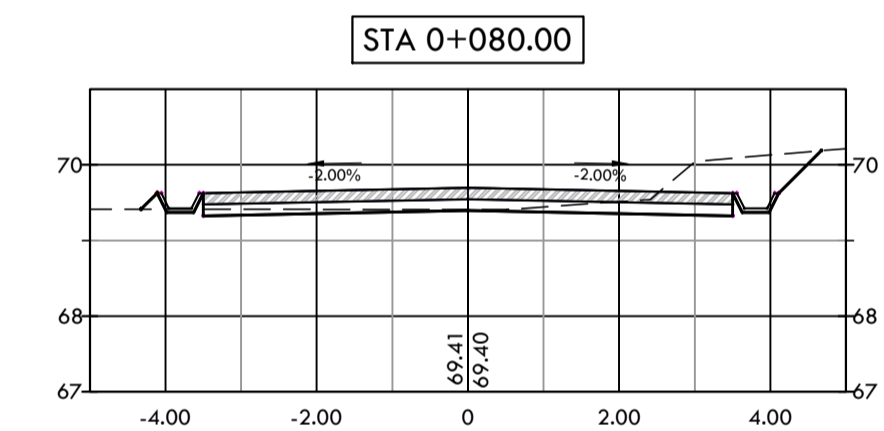
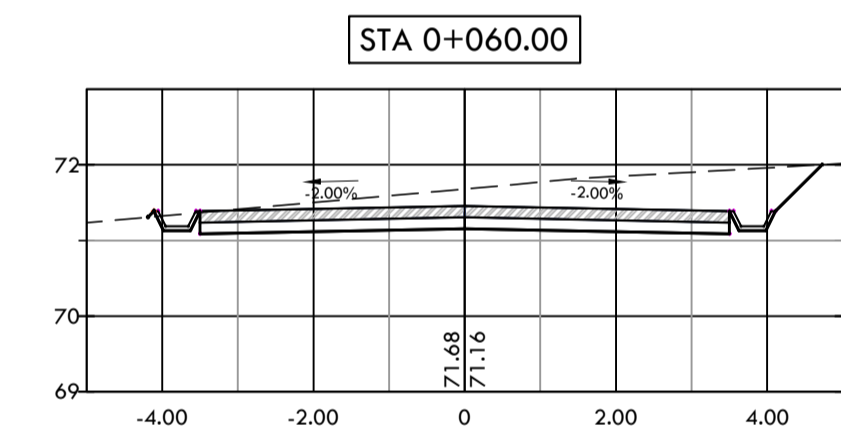
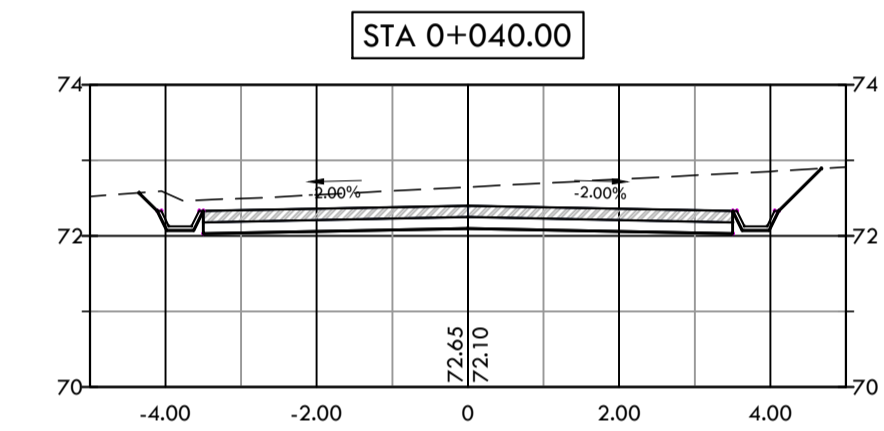
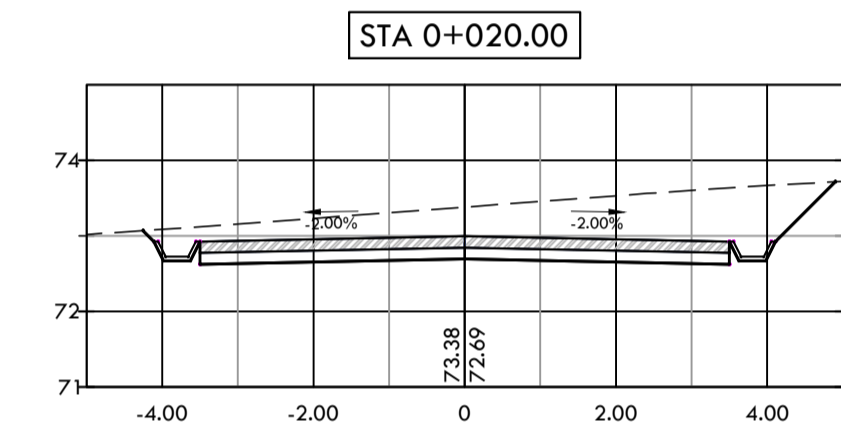
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	6.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	6.41	0.00	124.43	0.00	124.43
0+060.00	0.03	3.05	0.30	94.56	0.30	218.98

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 8 DE 0+000 A 0+064.06

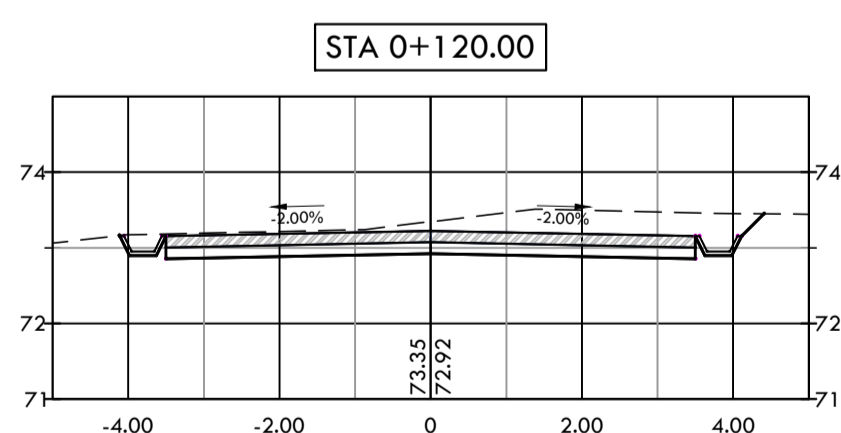
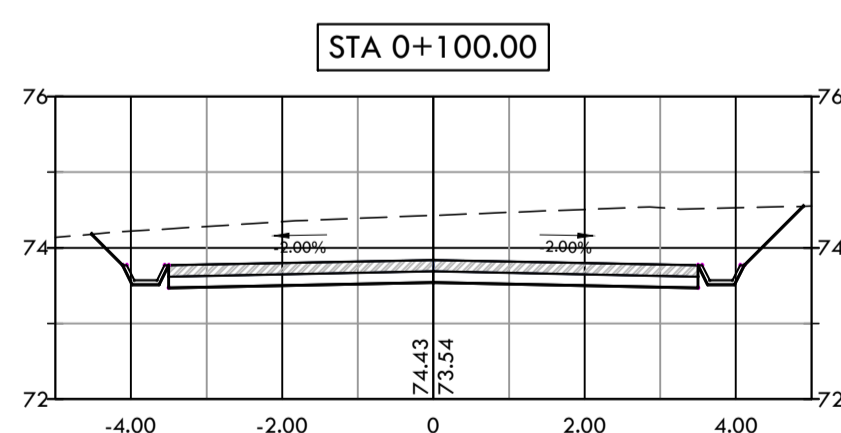
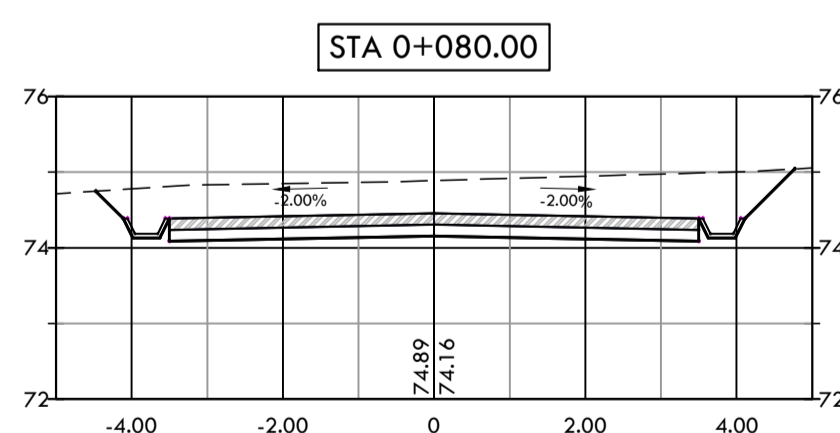
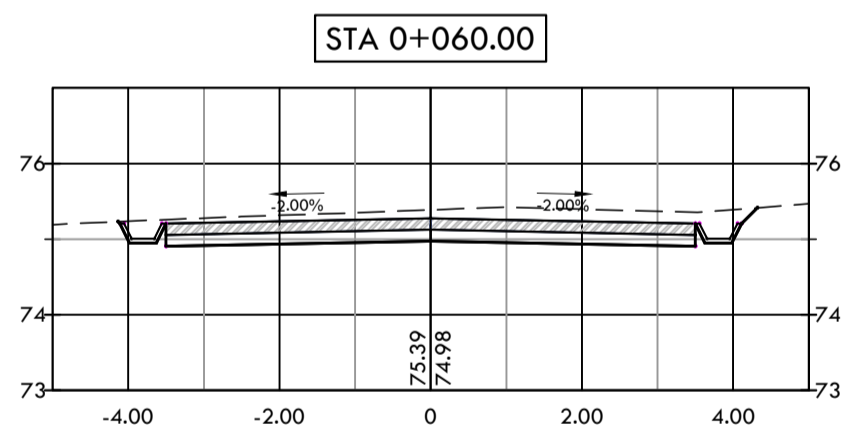
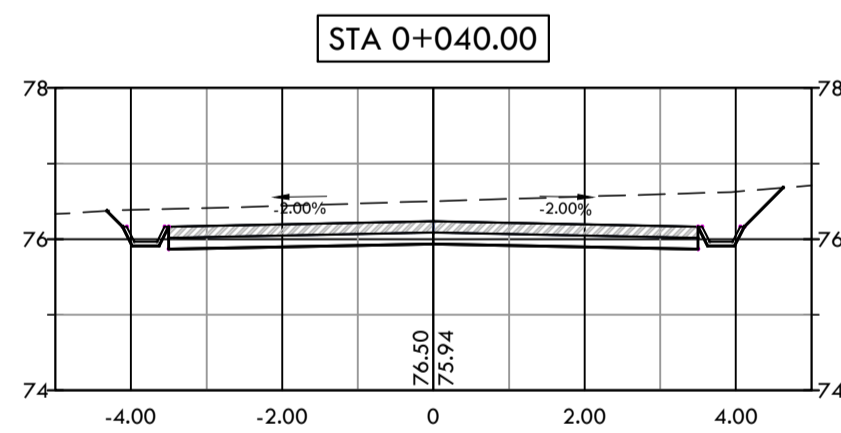
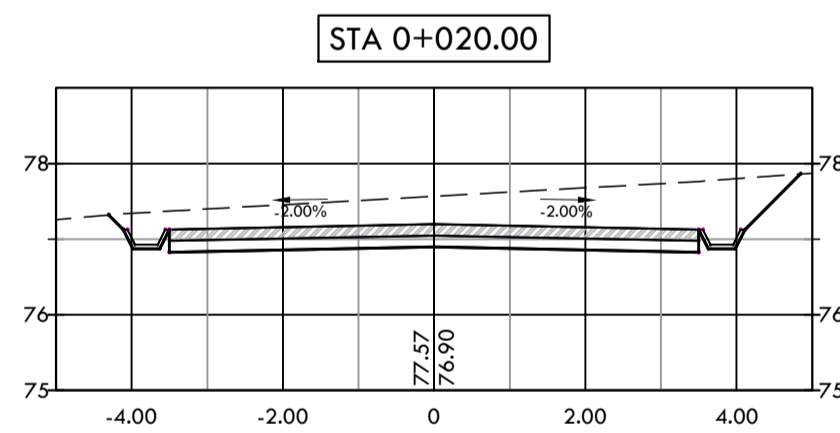
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100



ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	6.15	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	4.93	0.00	110.78	0.00	110.78
0+060.00	0.00	4.60	0.04	95.28	0.04	206.07
0+080.00	0.05	1.61	0.50	61.93	0.54	268.00

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 9 DE 0+000 A 0+094.58

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100



ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	5.01	0.00	110.03	0.00	110.03
0+060.00	0.00	3.32	0.00	83.31	0.00	193.34
0+080.00	0.00	6.57	0.00	98.96	0.00	292.29
0+100.00	0.00	7.80	0.00	143.77	0.00	436.06
0+120.00	0.00	3.71	0.00	115.02	0.00	551.08

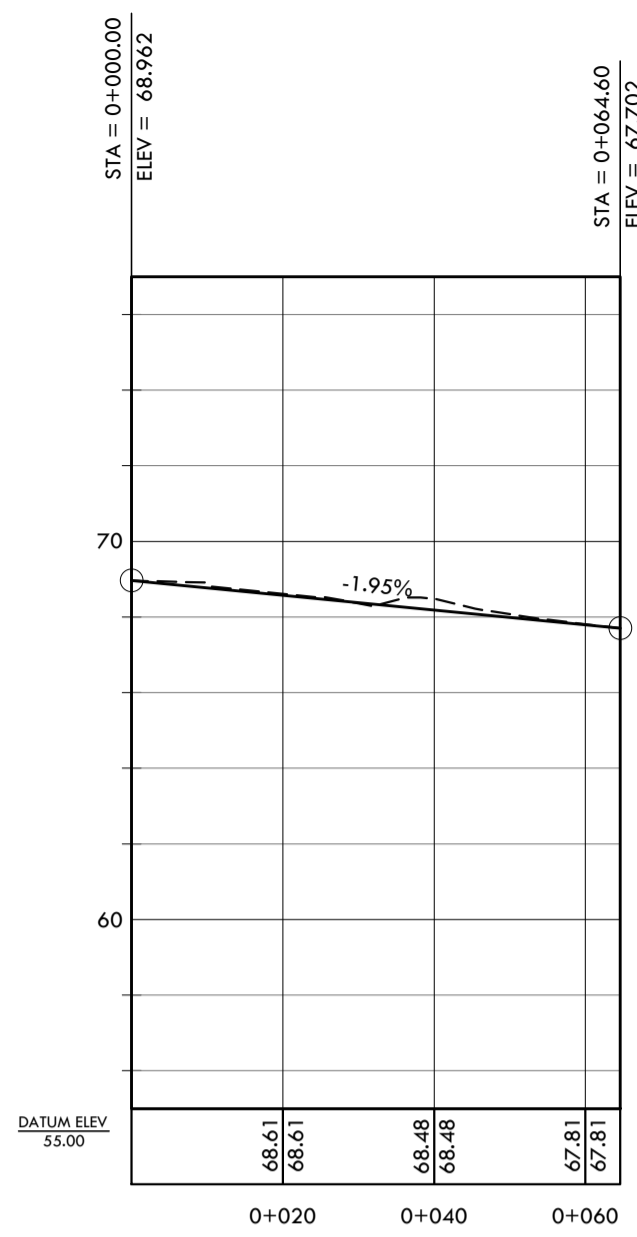
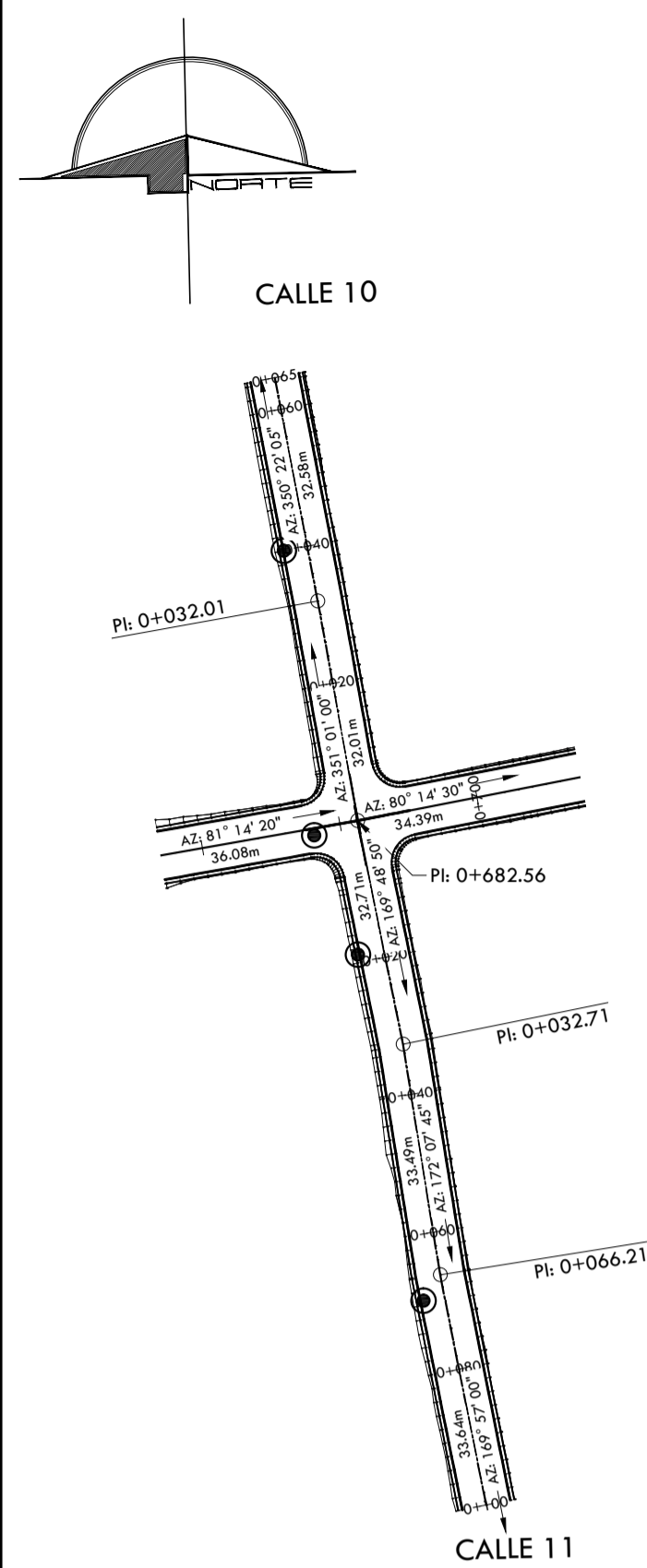
SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 7 DE 0+000 A 0+121.71

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

SIMBOLOGIA	
PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
	POSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONCRETO (EXISTENTE)

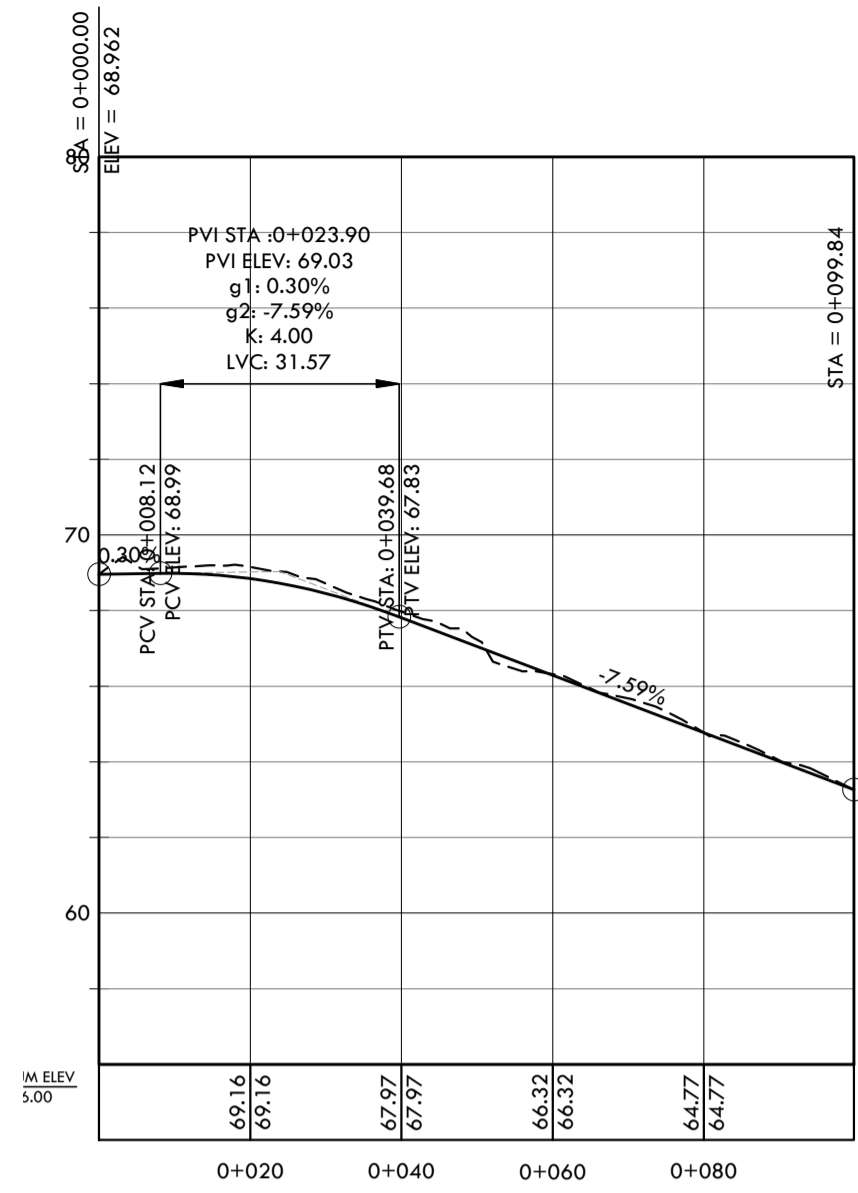
DATOS TÉCNICOS:
 VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 6 HAB./VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS		UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO: SECCIONES TRANSVERSALES DE CALLE 7 PLANTA PERFIL DE CALLE 8 Y CALLE 9 + SECCIONES TRANSVERSALES			
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO (E.F.S.)	DISEÑO: Manuel Arévalo DIBUJO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Noviembre 2012 REVISO: Ing. Angel Sic	HOJA: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">06</div> DE: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold;">08</div>
	Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.		 MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.) V.o.B.o. D.M.P.



PERFIL CALLE 10 DE 0+000 A 0+064.60

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL CALLE 11 DE 0+000 A 0+099.84

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200

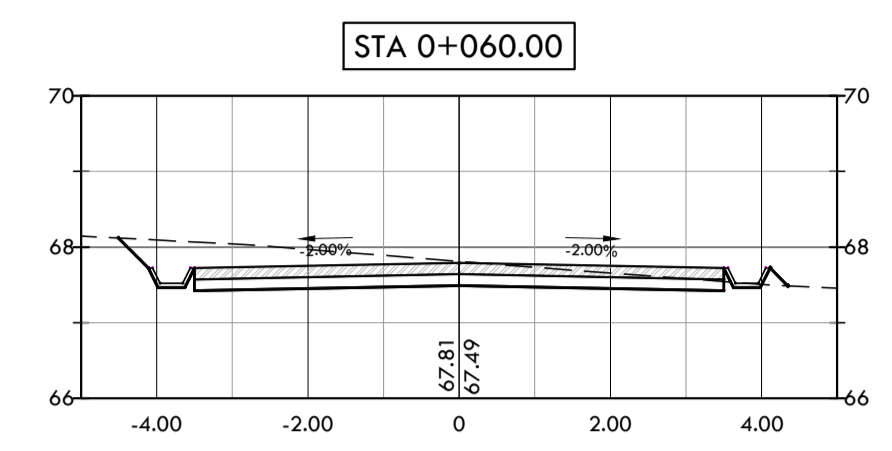
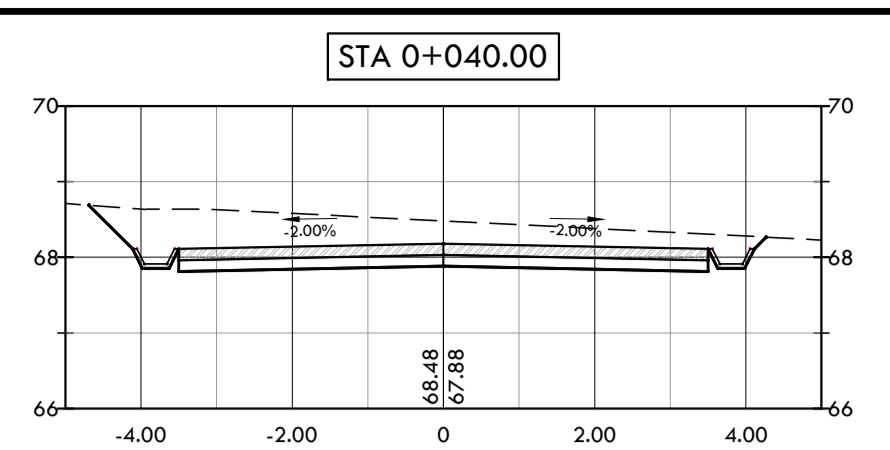
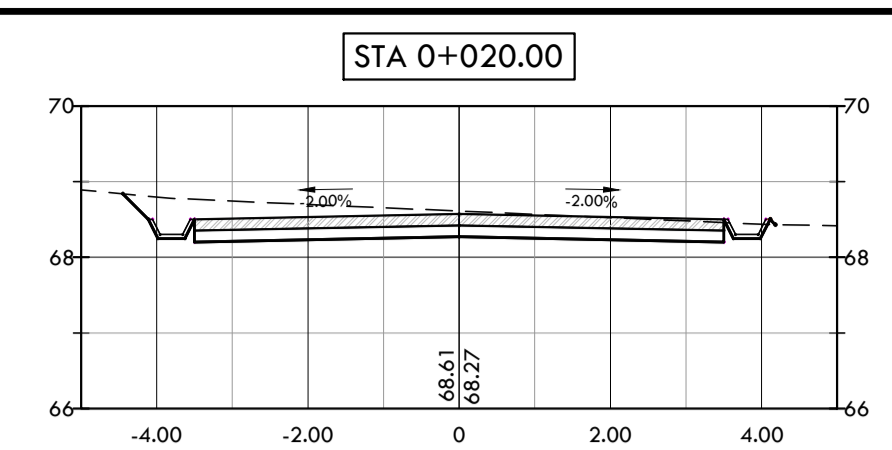


TABLA DE VOLUMEN TOTAL

ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	3.06	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	5.28	0.04	83.40	0.04	83.40
0+060.00	0.05	2.92	0.46	82.00	0.50	165.40

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 10 DE 0+000 A 0+064.60

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

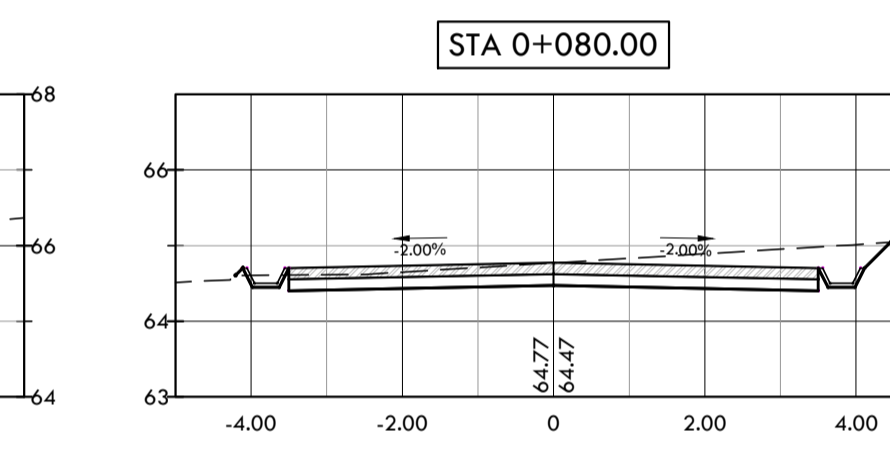
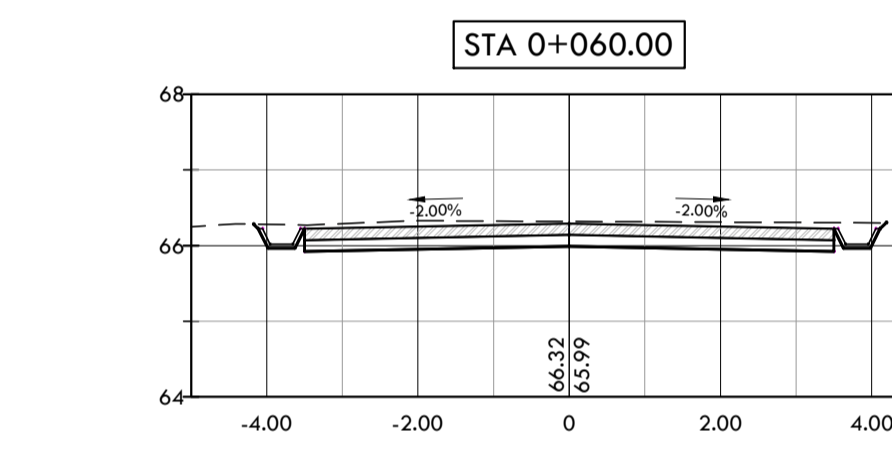
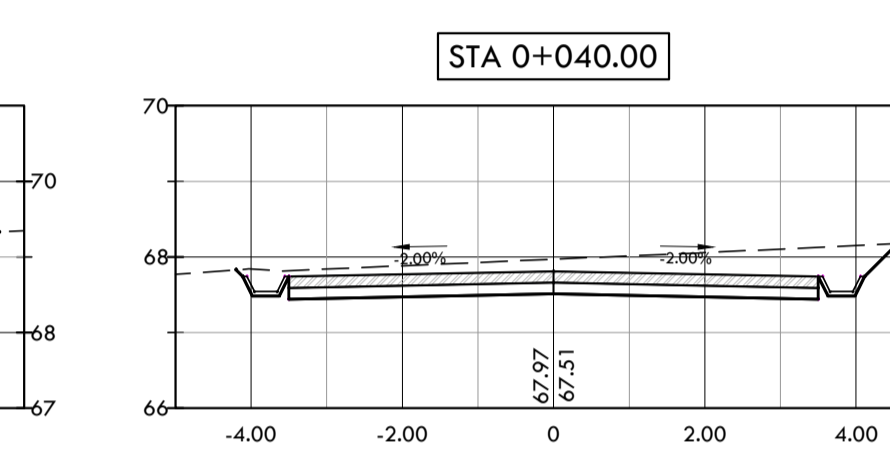
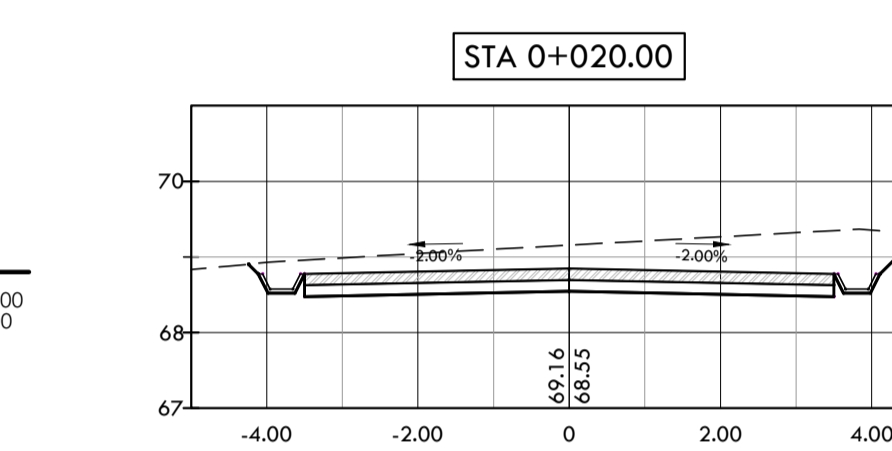


TABLA DE VOLUMEN TOTAL

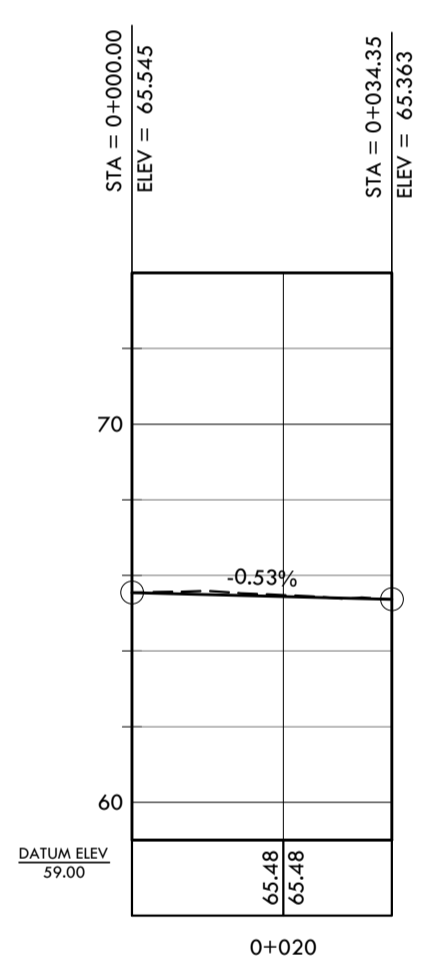
ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	5.38	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	4.10	0.00	94.75	0.00	94.75
0+060.00	0.00	2.83	0.00	69.33	0.00	164.07
0+080.00	0.01	2.79	0.09	56.20	0.09	220.27

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 11 DE 0+000 A 0+099.84

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

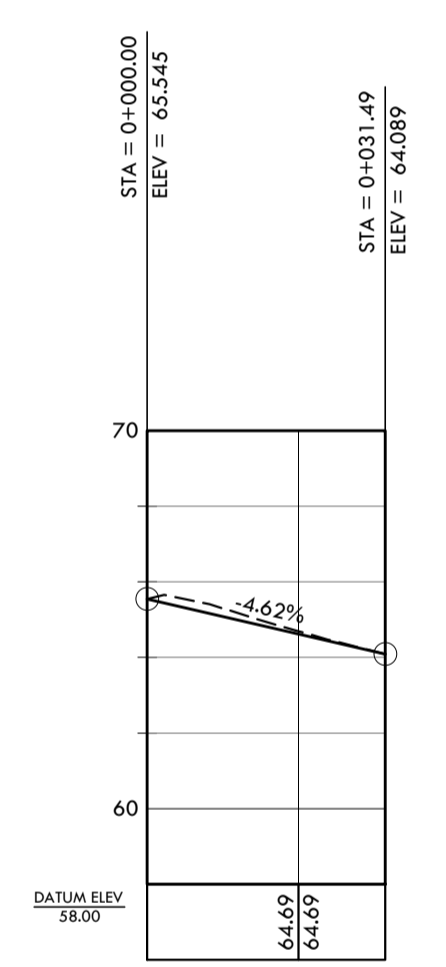
PLANTA CALLE 10 Y CALLE 11

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFIL CALLE 12 DE 0+000 A 0+034.35

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200



PERFIL CALLE 13 DE 0+000 A 0+031.49

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200

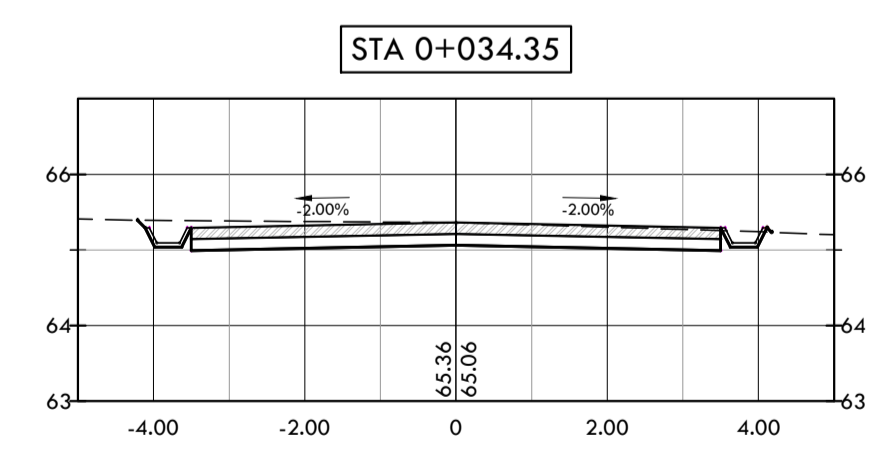
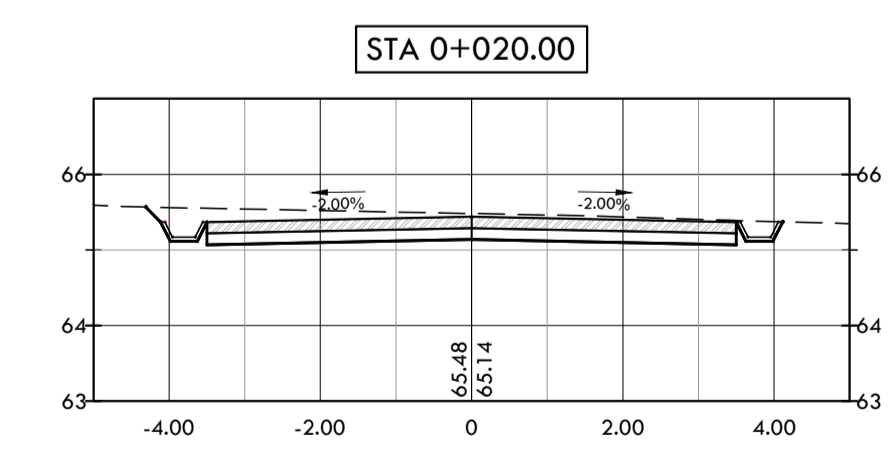
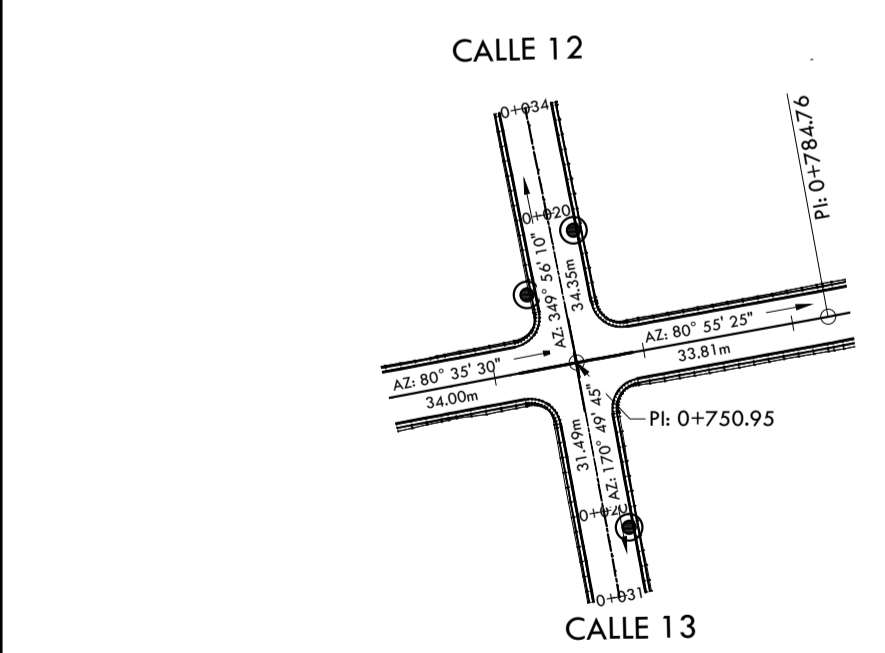


TABLA DE VOLUMEN TOTAL

ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	3.01	0.00	0.00	0.00	0.00
0+034.35	0.00	2.49	0.02	39.43	0.02	39.43

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 12 DE 0+000 A 0+034.35

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100



PLANTA CALLE 12 Y CALLE 13

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

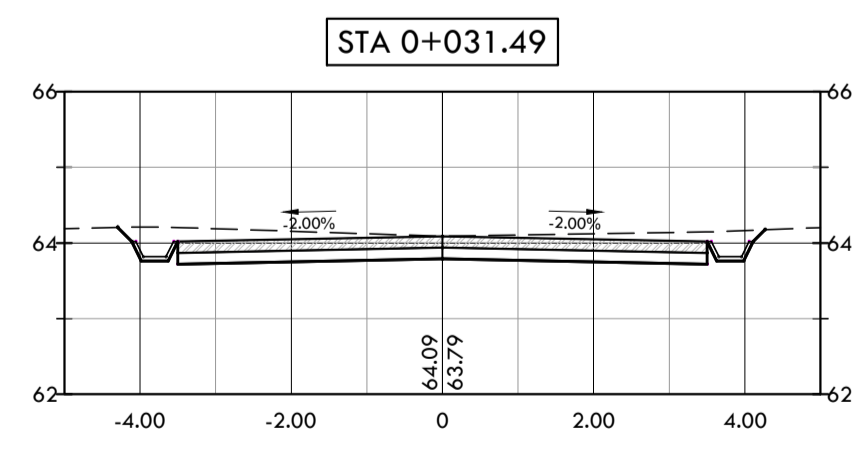
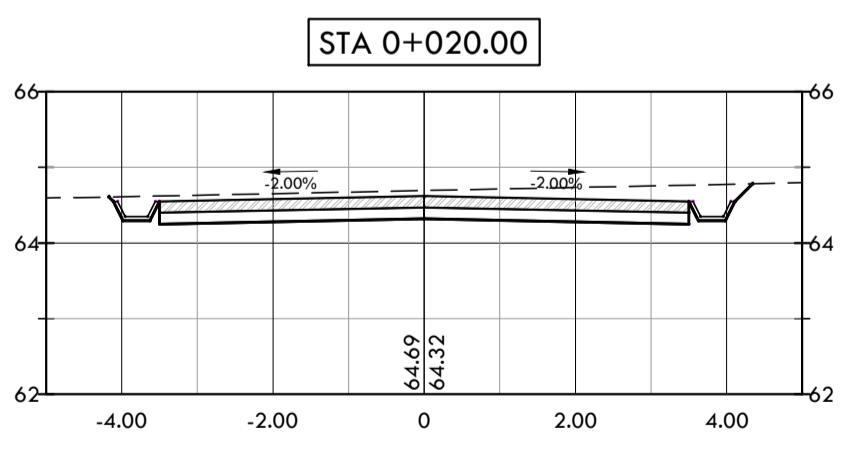


TABLA DE VOLUMEN TOTAL

ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	3.30	0.00	0.00	0.00	0.00
0+031.49	0.00	3.12	0.00	36.91	0.00	36.91

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 13 DE 0+000 A 0+031.49

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

SIMBOLOGIA

PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
⊙	POSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONCRETO (EXISTENTE)

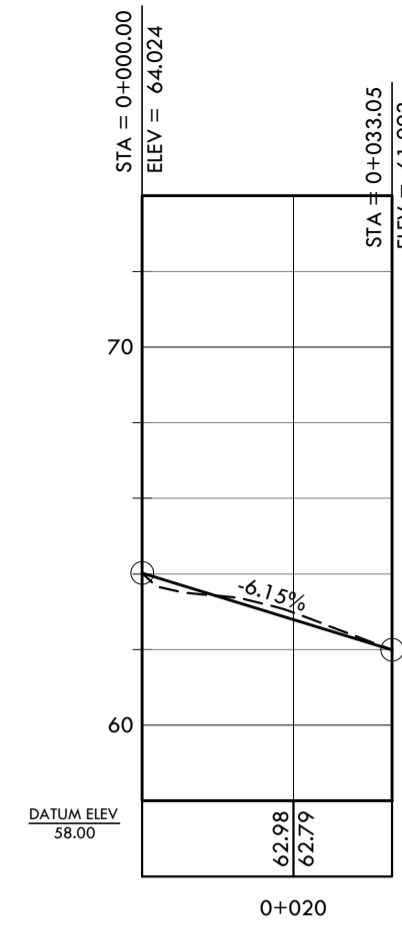
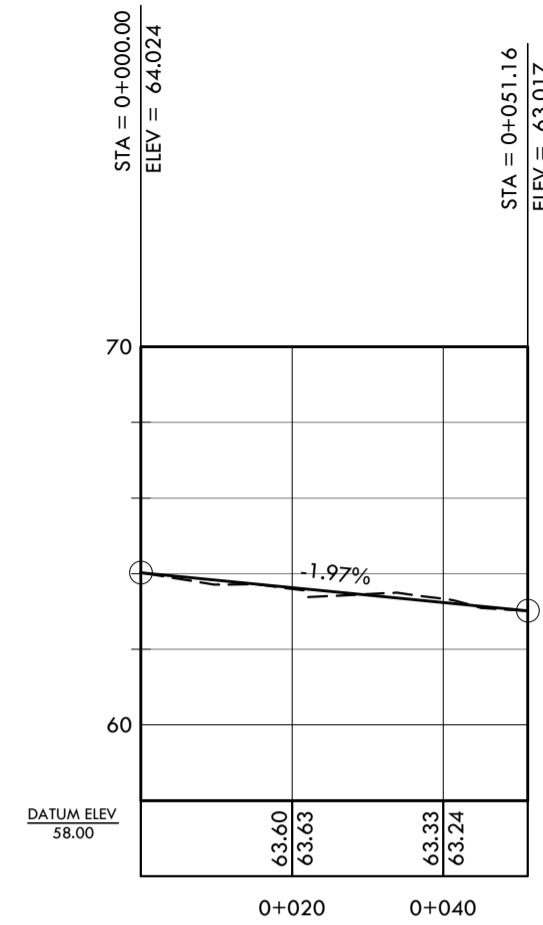
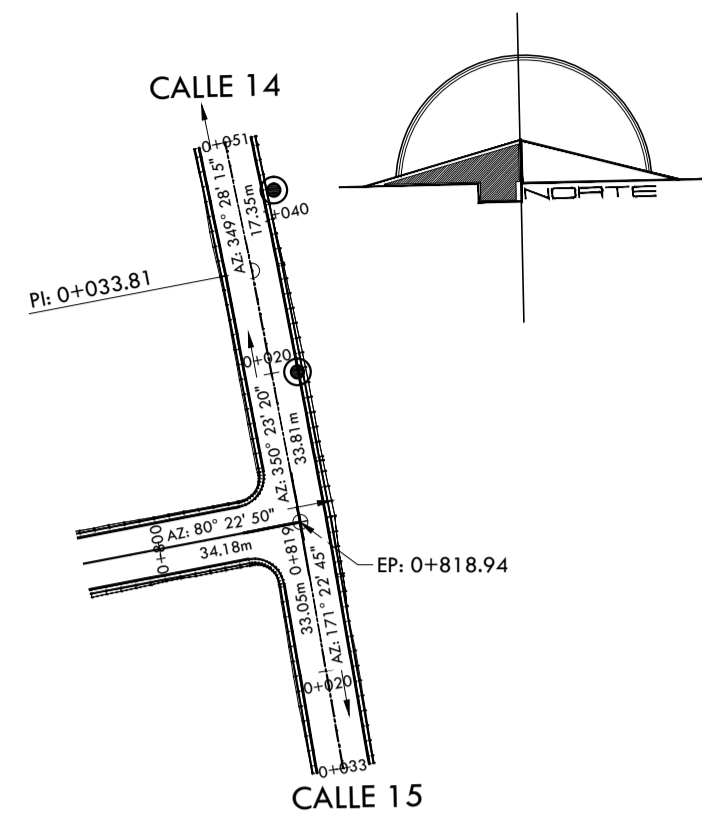
DATOS TÉCNICOS:
 VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS.
 DENSIDAD DE VIVIENDA: 6 HAB./VIVIENDA.
 TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %

PROYECTO: PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS

UBICACION: Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea la de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala

CONTENIDO: PLANTA PERFIL DE CALLE 10 Y CALLE 11 + SECCIONES TRANSVERSALES PLANTA PERFIL DE CALLE 12 Y CALLE 13 + SECCIONES TRANSVERSALES

	DISEÑO: Manuel Arévalo DIBUJO: Manuel Arévalo CALCULO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada FECHA: Noviembre 2012 REVISOR: Ing. Angel Sic	HOJA: 07 DE:	
	Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.		08	
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA LIBROSCO HORODONIA SUPERVISADO (E.F.S.)		V.o.B.o. D.M.P.		MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)



PLANTA CALLE 14 Y CALLE 15

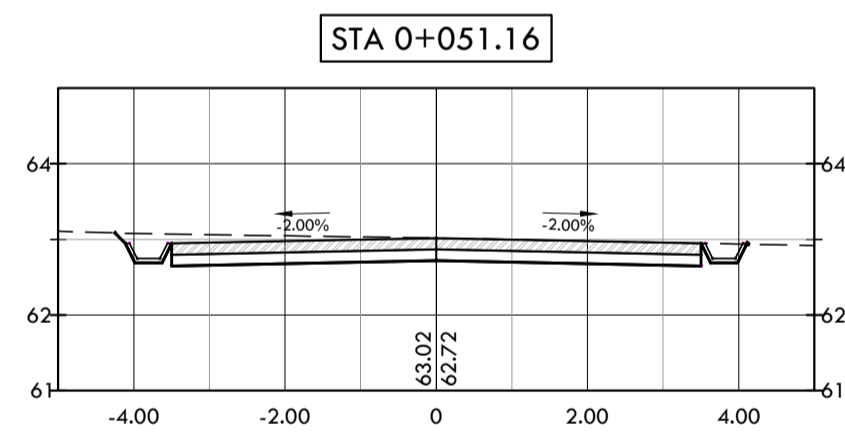
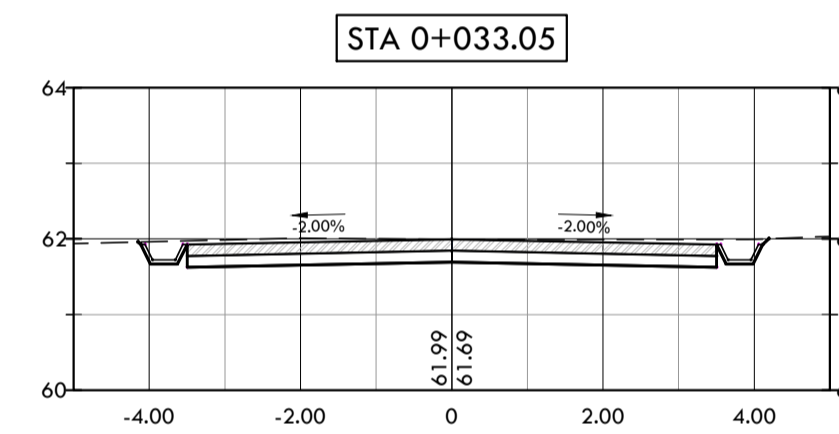
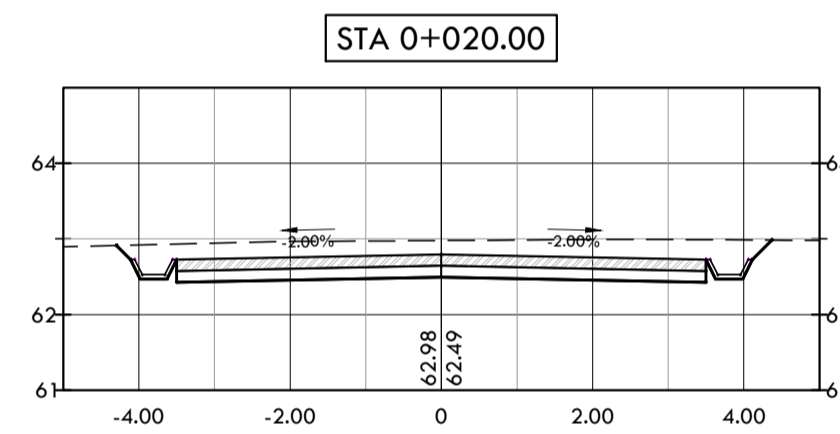
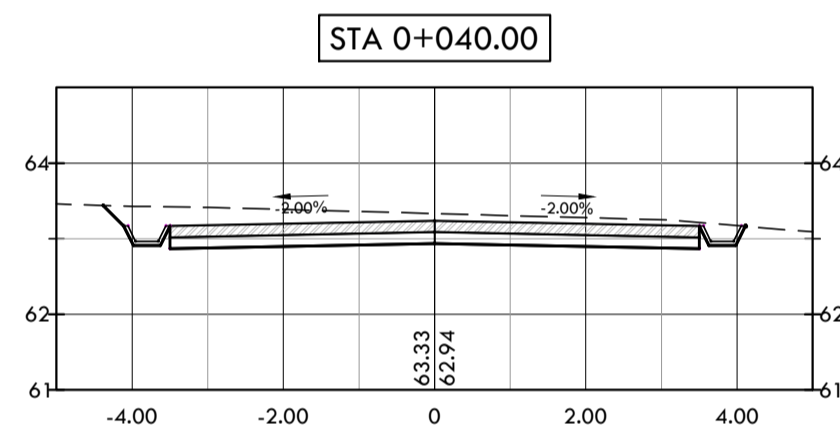
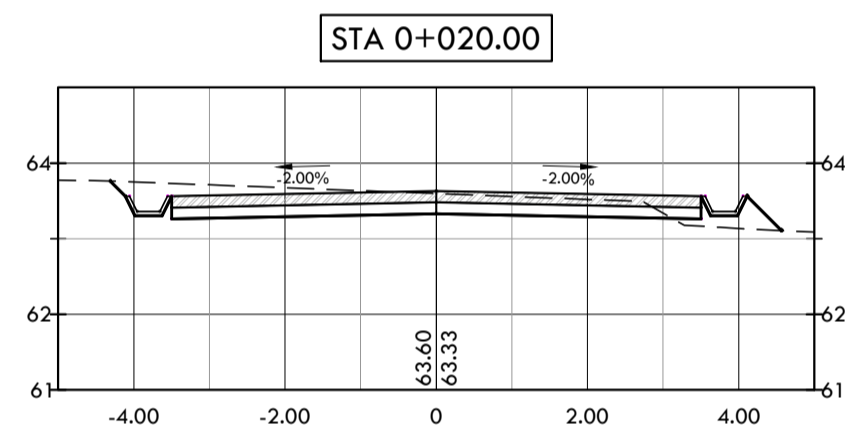
PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

PERFIL CALLE 14 DE 0+000 A 0+051.16

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200

PERFIL CALLE 15 DE 0+000 A 0+033.05

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/1000 ESCALA VERTICAL: 1/200



ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.00	4.18	0.00	0.00	0.00	0.00
0+033.05	0.00	2.68	0.00	44.75	0.00	44.75

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 15 DE 0+000 A 0+033.05

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

ESTACION	AREA DE RELLENO	AREA DE CORTE	VOLUMEN DE RELLENO	VOLUMEN DE CORTE	VOLUMEN RELLENO ACUMULADO	VOLUMEN DE CORTE ACUMULADO
0+020.00	0.25	2.25	0.00	0.00	0.00	0.00
0+040.00	0.00	3.47	2.53	57.14	2.53	57.14
0+051.16	0.00	2.65	0.00	34.09	2.53	91.24

SECCIONES TRANSVERSALES CALLE 14 DE 0+000 A 0+051.16

PAVIMENTO - COLONIA LAS MARGARITAS ESCALA HORIZONTAL: 1/100

SIMBOLOGIA	
PI	PUNTO DE INTERSECCIÓN
PC	PRINCIPIO DE CURVA
PT	PRINCIPIO DE TANGENTE
	POSTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA CONCRETO (EXISTENTE)
DATOS TÉCNICOS:	
VIVIENDAS ACTUALES: 326 VIVIENDAS. DENSIDAD DE VIVIENDA: 6 HAB./VIVIENDA. TASA DE CRECIMIENTO: 3.5 %	

PROYECTO:		UBICACION:	
PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA COLONIA LAS MARGARITAS		Colonia las Margaritas, Ciudad Quetzal, Aldea lo de Mejía, Municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala	
CONTENIDO:			
PLANTA PERFIL DE CALLE 14 Y CALLE 15 + SECCIONES TRANSVERSALES			
	DISEÑO: Manuel Arévalo	ESCALA: Indicada	HOJA:
	FECHA: Noviembre 2012	REVISÓ: Ing. Ángel Sic	08
Ing. Ángel Roberto Sic García Asesor-Supervisor EPS.			DE:
Ing.			08
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA SUPERVISADO (E.F.S.)			
V.O.Bo. DMP			MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ GUATEMALA DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANEACIÓN (D.M.P.)